



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
SANTA CATARINA
CAMPUS JARAGUÁ DO SUL
CURSO TÉCNICO EM QUÍMICA (MODALIDADE INTEGRADO)

BIANCA CELESTINO

GIOVANNA PISETTA

LUCAS SACHT

MARIA EDUARDA BONATTI

PAOLA AYME CASTILHO DA FONSECA

**ANÁLISE DO TEOR DE GLUTAMATO MONOSSÓDICO PRESENTE EM
DIFERENTES MARCAS E TIPOS DE MOLHO SHOYU**

Jaraguá do Sul

2016

BIANCA CELESTINO
GIOVANNA PISETTA
LUCAS SACHT
MARIA EDUARDA BONATTI
PAOLA AYME CASTILHO DA FONSECA

**ANÁLISE DO TEOR DE GLUTAMATO MONOSSÓDICO PRESENTE EM
DIFERENTES MARCAS E TIPOS DE MOLHO SHOYU**

Projeto de pesquisa desenvolvido no eixo formativo diversificado “Conectando Saberes” do Curso Técnico em Química (Modalidade Integrado) do Instituto Federal de Santa Catarina – Campus Jaraguá do Sul.

Orientador: Giovani Pakuszewski

Coordenadora: Anne Bartz

Jaraguá do Sul

2016

Agradecimentos

Primeiramente, agradecemos às professoras Luciana Pinheiro, Ana Paula Duarte Souza e Ana Cecília Torres pela ajuda fornecida durante a escritura do projeto de pesquisa. Também agradecemos ao professor Elder Correa Leopoldino, à professora Luciana Valgas de Souza e ao professor Daniel Alfonso Spudeit pelo fornecimento de materiais essenciais para o cumprimento da pesquisa, bem como a ajuda nas análises laboratoriais e no tratamento de dados.

Além disso, agradecemos aos estagiários do laboratório de química do IFSC Campus Jaraguá do Sul, Alex Vitor Pinto, Gabriel Matheus Klutckowski, Luciana Borges do Amaral e Vinícius Pelle, pelos auxílios prestados. E ao aluno Matheus Gonçalves de Freitas, da oitava fase do curso Técnico em Química, pelo oferecimento de materiais utilizados para a escritura do relatório da pesquisa.

Por fim, gostaríamos de agradecer à banca, pela leitura crítica do trabalho e, especialmente, ao orientador da pesquisa, Giovani Pakuszewski, por todas as orientações dadas e todo o tempo disponibilizado para o grupo, assim como pelo apoio e confiança.

RESUMO

Tendo em vista a variedade de alimentos que contém glutamato monossódico, seus benefícios, malefícios e característica auto-limitante¹, surgiu o interesse no estudo de tal substância. A presente pesquisa teve como objetivo analisar o teor de glutamato monossódico presente em molhos shoyu, levando em consideração o fato desse alimento ser, atualmente, muito consumido no Brasil e, além disso, conter a substância que deseja-se estudar. Além disso, relacionou-se o teor de glutamato monossódico com o teor de sódio dos molhos shoyu, pois sabe-se que o glutamato monossódico auxilia no desenvolvimento de alimentos com o teor de sódio reduzido, podendo, assim como o cloreto de potássio, reduzir o teor de cloreto de sódio utilizado na produção de alimentos. Além do glutamato monossódico, foram analisados os teores de sódio, potássio e cloreto presentes em molhos shoyu tradicional e light, de duas marcas. A metodologia analítica utilizada para determinar os teores de sódio e potássio foi a fotometria de chama; para determinar o cloreto, foi utilizada a titulação de precipitação (método de Mohr); já para a determinação da concentração de glutamato monossódico, foi utilizada a titulação potenciométrica. Os resultados obtidos demonstram que, na produção de alguns molhos shoyu, o teor de glutamato monossódico é superior ao detectável pelo paladar humano, também pode-se observar que os molhos shoyu com menor concentração de sódio apresentam uma maior concentração de glutamato monossódico.

Palavras-chave: Glutamato monossódico. Molho shoyu. Sódio. Potássio. Cloreto.

¹ Auto-limitante é denominada a substância que a partir de uma certa quantidade não confere mais sabor ao alimento no qual foi adicionada (SERVICE, [201-]).

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
2.1 ADITIVO ALIMENTAR E REGULAMENTAÇÃO	8
2.2 O GLUTAMATO MONOSSÓDICO	9
2.2.1 Produção e utilização	10
2.2.2 A auto-limitação do sabor	12
2.2.3 O quinto sabor - umami.....	14
2.2.4 Substituto do NaCl	15
2.2.5 Benefícios e malefícios	16
2.3 MOLHO SHOYU	19
2.3.1 Produção do molho shoyu	19
2.4 MÉTODOS ANALÍTICOS PARA DETERMINAÇÃO DO GLUTAMATO MONOSSÓDICO E SÓDIO EM MOLHOS SHOYU	20
2.4.1 Fotômetro de chama	22
2.4.2 Titulação ácido-base	24
2.4.3 Método de Mohr.....	25
2.4.4 Métodos analíticos para a determinação de glutamato monossódico em alimentos	27
3 METODOLOGIA	27
3.1 TRATAMENTO DE RESÍDUOS	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
4.1 ANÁLISE GRÁFICA DO GLUTAMATO MONOSSÓDICO	34
4.2 AUTO-LIMITAÇÃO DO GLUTAMATO MONOSSÓDICO	36
4.3 COMPARAÇÃO DOS VALORES QUANTIFICADOS DE SÓDIO COM OS VALORES DISPONÍVEIS NOS RÓTULOS DOS PRODUTOS.....	37
4.3 COMPARAÇÃO ENTRE OS MOLHOS SHOYU TRADICIONAIS	38
4.5 COMPARAÇÃO ENTRE OS MOLHOS SHOYU LIGHT, ASSIM COMO ENTRE OS TRADICIONAIS E LIGHT.....	40
4.6 COMPARAÇÃO DE CLORETO PRESENTE NO MOLHO SHOYU COM OS TEORES DE SÓDIO E POTÁSSIO	41
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

O glutamato monossódico é um realçador de sabor usado na indústria alimentícia para proporcionar um sabor mais perceptível aos alimentos, sendo que por si só não tem um sabor agradável. Ele pode ser usado em molhos para variados tipos de carnes, frutos do mar e vegetais, e também é usado como tempero de mesa, assim como o sal de cozinha² (NaCl), em vários países, inclusive no Brasil (SERVICE, [201-]).

Esta substância apresenta um gosto “umami”, que em japonês significa “saboroso”. O gosto umami é o quinto gosto básico que o paladar humano é capaz de distinguir (CARVALHO et al., 2011).

O glutamato monossódico é a forma mais comum de utilização do gosto umami pela indústria, realçando e harmonizando o sabor de caldos, sopas, molhos, embutidos, entre outros (AJINOMOTO, [201-b]). É vendido sob a forma comercial em alimentos de marcas como Ajinomoto, Kitano, Arisco, Maggi, Knorr ou Sazón.

A utilização do glutamato monossódico como promotor do gosto umami também pode ajudar a indústria de alimentos no desenvolvimento de produtos com teor de sódio reduzido (AJINOMOTO, [201-a]).

Seu uso é regulamentado pelas principais agências reguladoras. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) classifica o realçador de sabor glutamato monossódico como um produto com limite máximo de uso baseado na quantidade suficiente para se obter o efeito desejado no alimento, o que é estabelecido unicamente para aditivos alimentares considerados de uso seguro (BRASIL, 1999).

Inicialmente, por meio de pesquisas preliminares, percebe-se que alguns autores relacionam o glutamato monossódico a uma síndrome, chamada síndrome do restaurante chinês que, segundo Carvalho et al. (2011), é caracterizada pela ocorrência de sintomas como ardência no pescoço, braços e tronco; tensão em músculos faciais; dor de cabeça e lacrimejamento após o consumo excessivo de glutamato monossódico presente em molhos shoyu. No entanto há divergências quanto a isso e quanto a outros possíveis malefícios e benefícios desta substância, sendo este o principal motivo a que se dá a escolha do tema “análise do teor de glutamato monossódico presente em diferentes marcas e tipos de molho shoyu”.

² O sal de cozinha é uma mistura de vários sais, o NaCl (cloreto de sódio) é seu principal constituinte (cerca de 99%), mas também possui em sua constituição o KI (iodeto de potássio), por exemplo (MEDEIROS, 2015).

O molho shoyu é um alimento amplamente utilizado na culinária oriental, que possui influência no Brasil, e além disso faz parte do cotidiano de muitos brasileiros. Em razão disso, e do fato de apresentar glutamato monossódico em sua composição, este alimento foi escolhido como objeto de pesquisa.

O glutamato monossódico é uma substância auto-limitante, ou seja, a partir de uma quantidade limite, ele não realça mais o sabor do alimento no qual foi adicionado, além de que adicionar uma quantidade excessiva de glutamato monossódico pode prejudicar o sabor do alimento (SERVICE, [201-]).

Em virtude disso, com a presente pesquisa, busca-se analisar o teor de glutamato monossódico (GMS) presente em diferentes marcas e tipos de molho shoyu. Pretende-se averiguar se o teor de glutamato monossódico adicionado ao molho shoyu é superior ao limite perceptível ao paladar humano, pois sabe-se que o glutamato monossódico é uma substância auto-limitante.

Por conseguinte, elaborou-se o seguinte problema: os fabricantes dos molhos shoyu escolhidos ultrapassam o teor limite de glutamato monossódico perceptível ao paladar humano?

Deste modo formulou-se as seguintes hipóteses: a concentração de sódio (Na^+) dos molhos shoyu light³ é inferior à dos molhos shoyu tradicionais; o teor de glutamato monossódico presente em molhos shoyu light é superior ao teor presente em molhos shoyu tradicionais; os fabricantes de shoyu utilizam glutamato monossódico como substituto para o NaCl, por possuir menos sódio; a concentração de glutamato monossódico nos molhos shoyu analisados é superior ao limite.

Buscando corroborar ou refutar tais hipóteses, determinamos nosso objetivo geral: determinar o teor de glutamato monossódico e sódio em molhos shoyu light e tradicionais de diferentes marcas.

Neste sentido, propõe-se, especificamente: determinar o teor de glutamato monossódico em molhos shoyu light e tradicional da mesma marca (marca A); determinar o teor de glutamato monossódico em molhos shoyu light e tradicional da mesma marca (marca B); determinar o teor de sódio (Na^+) em todas as amostras de molhos shoyu escolhidas; comparar os valores obtidos em todas as determinações do teor de glutamato monossódico

³ Diz-se de produto alimentício, geralmente industrializado, no qual constituintes como gorduras e açúcares, ricos em calorias, são reduzidos a níveis mais baixos que o usual (FERREIRA, 2009).

em molhos shoyu; relacionar o teor de glutamato monossódico com a concentração de sódio (Na^+) das amostras de molhos shoyu; verificar se a concentração de glutamato monossódico nas amostras de molhos shoyu está dentro do estipulado para a auto-limitação da substância.

A pesquisa apresenta-se em quatro blocos: o primeiro deles é a respeito da fundamentação teórica, que busca um embasamento teórico, assim como uma melhor compreensão do assunto. O segundo bloco trata da metodologia empregada na realização da pesquisa, e o terceiro da discussão dos resultados obtidos. Por fim têm-se as considerações finais e a conclusão do trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ADITIVO ALIMENTAR E REGULAMENTAÇÃO

Aditivos alimentares “são substâncias intencionalmente adicionadas aos alimentos com o objetivo de conservar, intensificar ou modificar suas propriedades, desde que não prejudique seu valor nutritivo” (CARCUTE, 2015). É qualquer ingrediente adicionado aos alimentos com a finalidade de mudar suas características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais (ANVISA, [20--]).

Antes de ser autorizado o uso de um aditivo em alimentos, faz-se necessária uma avaliação toxicológica adequada deste, também deve atender a exigências de pureza estabelecidas na FAO/OMS (JECFA) ou *Food Chemicals Codex*. Além disso, o uso de aditivos deve ser limitado a alimentos específicos, ao menor nível necessário para se obter o efeito desejado, para que a ingestão do aditivo não ultrapasse os valores de Ingestão Diária Aceitável (IDA) (ANVISA, [20--]). Quando um aditivo possui IDA não especificada (quando o estabelecimento de um valor numérico é desnecessário tendo em vista as informações disponíveis sobre o aditivo), significa que seu uso não representa risco à saúde nas quantidades necessárias para se obter o efeito desejado (*quantum satis*), sendo considerado de acordo com as Boas Práticas de Fabricação (BPF) (ANVISA, 2009, p.4-5).

Nos rótulos de alimentos, os aditivos devem constar na lista de ingredientes, logo abaixo destes, indicando-se sua função principal ou fundamental no alimento, seu nome completo e/ou seu número INS (Sistema Internacional de Numeração, *Codex Alimentarius* FAO/OMS). O número INS foi elaborado como alternativa à declaração do nome completo do aditivo, estabelecendo-se um número para a sua identificação (ANVISA, [20--]).

A legislação brasileira estabelece que um aditivo pode ser usado pela indústria alimentícia somente quando estiver definido em legislação específica para a categoria de alimentos correspondentes, com respectivas funções e limites (ANVISA, [20--]).

Um tipo de aditivo alimentar presente no cotidiano de muitas pessoas é o realçador de sabor, flavorizante que reforça o sabor dos alimentos e ingredientes presentes neles. O primeiro realçador de sabor vendido comercialmente foi o glutamato monossódico (INS 621), vendido em forma de pó branco e cristalino, promotor do gosto umami nos alimentos. O glutamato monossódico possui IDA não especificada, ou seja, é considerado seguro pela Anvisa e pelo JECFA, não tem quantidade de risco estipulada (TONETTO et al., 2008).

2.2 O GLUTAMATO MONOSSÓDICO

O glutamato monossódico (GMS) é o sal sódico do ácido glutâmico (ou glutamato na sua forma ionizada, que pode ser chamado apenas de glutamato), que é um aminoácido encontrado naturalmente em muitos alimentos e organismos vivos, como por exemplo no tomate e no leite materno. Esse aminoácido está presente nos alimentos nas formas ligada – compondo proteínas – e livre. Quando está em sua forma livre, é detectado por receptores gustativos, proporcionando o gosto umami (AJINOMOTO, [201-b]).

Vale a pena ressaltar que o glutamato naturalmente encontrado em alimentos e o glutamato derivado do glutamato monossódico são idênticos e são absorvidos e metabolizados da mesma maneira pelo corpo humano. Por exemplo, não existe diferença entre o glutamato livre encontrado naturalmente nos cogumelos, queijos e tomates e o glutamato livre proveniente do glutamato monossódico, de proteínas hidrolisadas⁴ ou do molho de soja produzido industrialmente (MENDES, 2014).

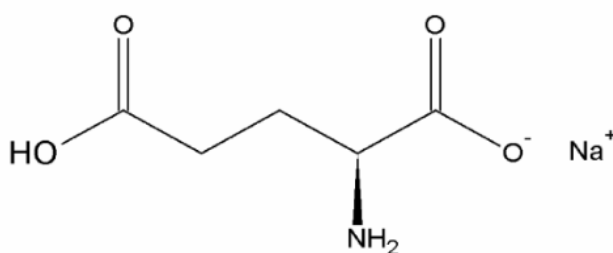
A forma mais comum de utilização do ácido glutâmico é através do glutamato monossódico. Quando adicionado aos alimentos, o glutamato monossódico possui o mesmo papel sensorial do ácido glutâmico de ocorrência natural, pois a única diferença entre a sua molécula e a de glutamato monossódico é o sódio (AJINOMOTO, [201-b]). Podemos visualizar essa diferença nas Figuras 1 e 2.

⁴ Hidrólise é a quebra de uma molécula pela ação de uma molécula de água. Dessa forma, determinada molécula fragmenta-se e tem suas ligações complementadas com os íons resultantes da molécula de água (H^+ e OH^-) (SILVA, [20--]).

O glutamato monossódico é composto por aproximadamente 78% de ácido glutâmico livre, 21% de sódio, e até 1% composto de contaminantes (NERY; ASSIS; NEVES, 2012, p. 153).

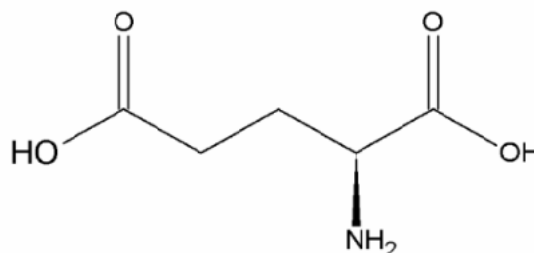
O glutamato monossódico recebe a nomenclatura de acordo com a IUPAC *sodium-2-amino-5-hydroxy-5-oxo-pentanoate*, e sua fórmula molecular é $C_5H_8NNaO_4$. Sua massa molar é 169.111 u.m.a⁵ e ele possui grande solubilidade em água (WELLS⁶, 1984 apud NERY; ASSIS; NEVES, 2012, p.154).

Figura 1 - Glutamato monossódico



Fonte: CARVALHO et al. (2011)

Figura 2 - Ácido glutâmico



Fonte: CARVALHO et al. (2011)

2.2.1 Produção e utilização

O método mais utilizado para a produção de glutamato monossódico é a fermentação, um processo usado para a produção de cerveja, vinagre, molho de soja e iogurte (AJINOMOTO, [20--b]).

Durante o processo de fermentação para a produção de glutamato monossódico, micro-organismos inócuos utilizam açúcares provenientes de matérias-primas de origem vegetal como a cana-de-açúcar, beterraba, mandioca e milho, além de outras fontes que poderão proporcionar energia para sua multiplicação, como fontes de nitrogênio (PORTAL UMAMI, 2013).

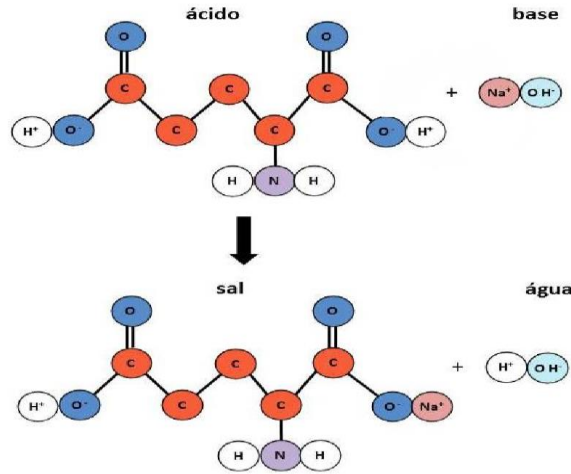
Como resultado da fermentação, há uma produção intensa de ácido glutâmico e essa substância é neutralizada para que possa se ligar a íons – nesse caso o sódio – e assim formar

⁵ U.m.a: Unidade de massa atômica. 1 u.m.a corresponde a 1/12 da massa de um átomo de carbono.

⁶ Referência original: WELLS, A. F. **Structural Inorganic Chemistry**, 5th ed., Oxford University Press, Oxford, UK, 1984.

o glutamato monossódico, ou seja, o sal sódico do ácido glutâmico (PORTAL UMAMI, 2013). Podemos visualizar essa reação na Figura 3.

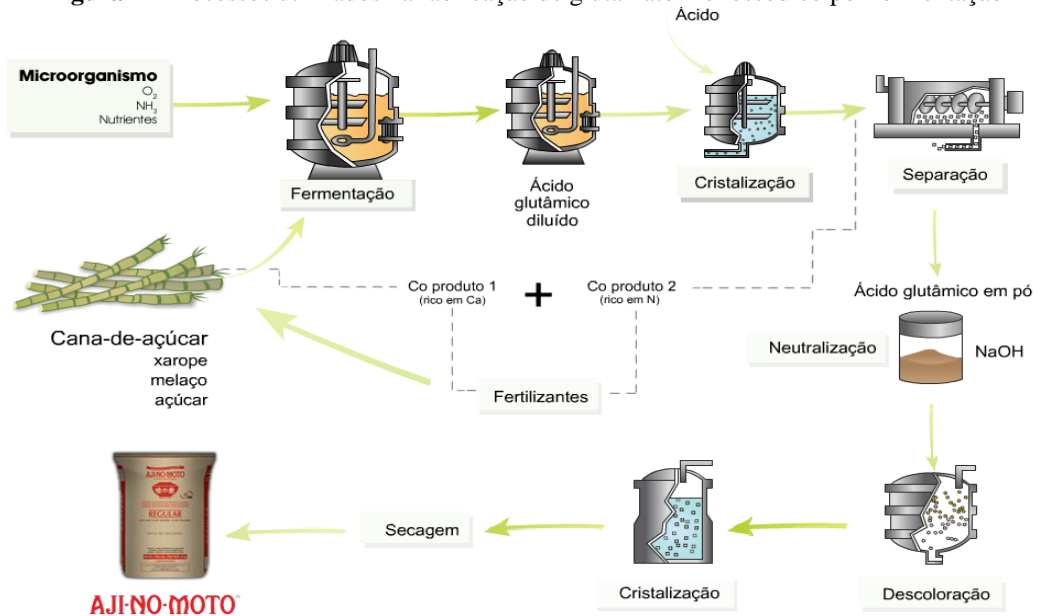
Figura 3 - Reação de neutralização do ácido glutâmico



Adaptado de: PORTAL UMAMI (2013)

A partir daí, inicia-se o processo de purificação para retirada de resíduos da fermentação, secagem e finalização do processo (PORTAL UMAMI, 2013). Pode-se visualizar melhor esse processo na Figura 4.

Figura 4 - Processos utilizados na fabricação de glutamato monossódico por fermentação



Fonte: AJINOMOTO ([20--c])

Como citado anteriormente, o glutamato monossódico, depois de produzido, é amplamente utilizado em molhos, temperos prontos, sopas, sendo utilizado também como tempero de mesa, da mesma maneira que o sal de cozinha.

2.2.2 A auto-limitação do sabor

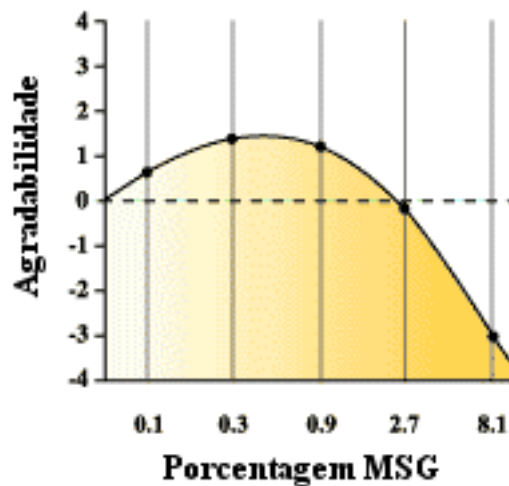
Como dito anteriormente, o sabor do glutamato monossódico é auto-limitante. Isso significa que a partir de uma certa quantidade de glutamato monossódico adicionada ao alimento, este não irá mais conferir sabor a ele, podendo até prejudicar o sabor ao invés de realçá-lo se for usado a mais que a quantidade limite (SERVICE, [201-]).

A quantidade desse realçador de sabor adicionada aos alimentos varia geralmente na faixa de 0,1% a 0,8% (m/m) (SERVICE, [201-]).

Um estudo indica que a palatabilidade ideal é entre 0,2 % e 0,8% (m/m), e a maior dose saborosa de glutamato monossódico para humanos é de aproximadamente 60 mg/kg por peso corporal (AFRAA; MOUNIR; ZAID, 2013, p. 1069).

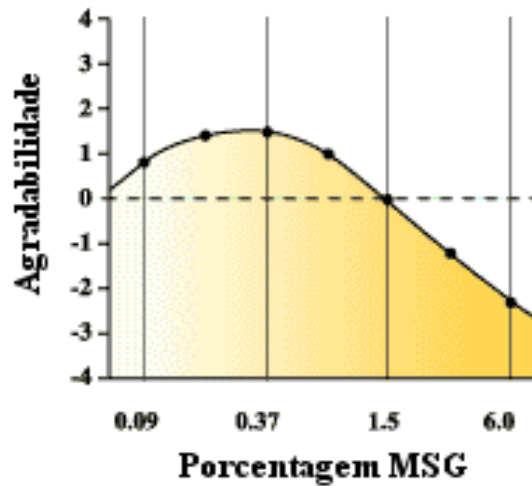
Nas Figuras 5 e 6 são apresentados os valores de agradabilidade do glutamato monossódico em caldo e arroz frito, os valores máximos são a quantidade de 0,3% e 0,37%, respectivamente (SERVICE, [201-]).

Figura 5 - Porcentagem de glutamato monossódico em caldo



Fonte: SERVICE ([201-])

Figura 6 - Porcentagem de glutamato monossódico em arroz frito

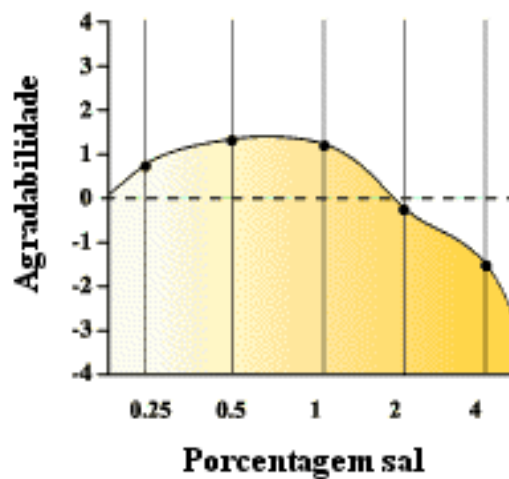


Fonte: SERVICE ([201-]).

A agradabilidade presente nos gráficos equivale ao teor de glutamato monossódico que ainda possui um sabor agradável. Como observado nas figuras, no início há um aumento de agradabilidade, depois de um certo valor, a agradabilidade começa a cair.

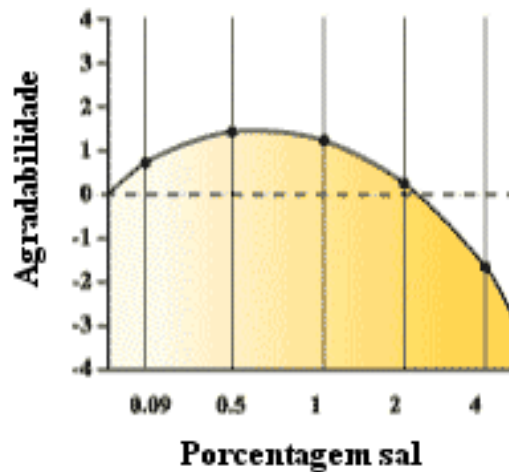
Assim como o glutamato monossódico, o sal de cozinha (NaCl) também é auto-limitante. As Figuras 7 e 8 apresentam porcentagens que mostram resultados similares para o sal em sopas claras e ovos mexidos (SERVICE, [201-]).

Figura 7 - Porcentagem de sal na sopa clara



Fonte: SERVICE ([201-])

Figura 8 - Porcentagem de sal em ovos mexidos



Fonte: SERVICE ([201-])

Assim como no glutamato monossódico, a agradabilidade do sal começa a diminuir depois de um certo valor, que pode ser observado nas figuras.

2.2.3 O quinto sabor - umami

O sabor umami foi descoberto em 1908 pelo químico Kikunae Ikeda, que observou que o ácido glutâmico, isolado a partir de algas, possuía um sabor único, que posteriormente foi denominado “umami”, ou delicioso em japonês. O umami passou a ser chamado de quinto sabor (SENA, 2009). Através do umami, o glutamato monossódico melhora o sabor dos alimentos, incluindo aqueles com menos sódio, permitindo que sejam aceitos pelo paladar do consumidor (WANKENNE, 2011 apud FREIRE, 2013).

O umami pode ser encontrado em muitos alimentos, como por exemplo queijos, tomates, carnes e, inclusive, no leite materno. Segundo Bionews (2008 apud SOARES; MONASSA, 2014), “com o passar do tempo, o glutamato monossódico tornou-se o principal representante do sabor umami na indústria de alimentos”. Outras moléculas podem apresentar este sabor ou mesmo intensificá-lo, podendo ainda ser explorado de diferentes formas e a partir de diferentes fontes. Como exemplo, podemos citar o nucleotídeo inosinato, que pode ser encontrado em peixes, carnes e no extrato de leveduras, e o guanilato, que pode ser encontrado em cogumelos e também no extrato de leveduras (BIONEWS, 2008 apud SOARES; MONASSA, 2014).

Segundo Mendes (2014), às substâncias umami não só adicionam sabor umami aos alimentos, mas também aumentam o seu sabor e, assim, melhoram o apetite. Estudos recentes sugerem que estas substâncias desempenham um papel importante na seleção, ingestão, digestão e absorção/metabolismo de alimentos que são essenciais para a vida. Assim, é esperado que as substâncias umami tenham a função de melhorar a qualidade de vida de pessoas em todo o mundo, aplicadas de várias formas.

2.2.4 Substituto do NaCl

Segundo o Ministério da Saúde, a dose máxima de cloreto de sódio (sal de cozinha) consumida por dia deveria ser de 5 g, mas os brasileiros consomem 12 g, mais do dobro da quantidade de sal recomendada. O elevado consumo de sal pode ser explicado pelos prazeres relacionados às práticas alimentares. Quanto maior o teor de sódio consumido, menor a capacidade de percepção e reconhecimento do sal na dieta. O contrário também é observado para consumo de menores teores de sal (BERTINO; BEAUCHAMP; ENGELMAN, 1982; MALHERBE et al., 2003⁷ apud FREIRE, 2013).

O Ministério da Saúde adverte que o consumo elevado de sódio, além de causar hipertensão, é responsável pelo aumento das doenças circulatórias e cardíacas, bem como alguns tipos de câncer, como o de estômago (BRASIL, 2012).

Muitas indústrias de alimentos abusam do uso de sais de sódio em suas formulações, o que leva o consumidor a ingerir sódio em excesso, em uma quantidade acima da dose diária essencial para o organismo, acarretando retenção de água, sobrecarregando os rins, alterando o funcionamento do sistema endócrino, responsável pela regulação do sistema vascular, aumentando o stress oxidativo e causando hipertensão arterial (SOARES; MONASSA, 2014). Isso mostra uma grande urgência pela diminuição do consumo do sal. Assim, as indústrias teriam que achar formas para salgar os alimentos sem que os mesmos percam seu gosto original.

Existem tentativas para redução do sódio, como a substituição do NaCl por outros sais. Segundo Wanken (2011 apud FREIRE, 2013), o glutamato monossódico possui menos sódio em comparação ao sal de cozinha. Enquanto 1 g de glutamato monossódico possui 123

⁷ Referências originais: BERTINO, Mary; BEAUCHAMP, Gary K.; ENGELMAN, Karl. Long-term reduction in dietary sodium alters the taste of salt. **The American journal of clinical nutrition**, v. 36, n. 6, p. 1134-1144, 1982. MALHERBE, Pari et al. Mutational analysis and molecular modeling of the binding pocket of the metabotropic glutamate 5 receptor negative modulator 2-methyl-6-(phenylethynyl)-pyridine. **Molecular pharmacology**, v. 64, n. 4, p. 823-832, 2003.

mg de sódio, a mesma quantidade cloreto de sódio possui 388 mg. Souza et al⁸ (2013 apud FREIRE, 2013) realizou uma análise de domínio temporal de sensações (DTS), que substituiu totalmente o NaCl por glutamato monossódico em manteiga. Como resultado, o produto apresentou sabor indesejável e baixa salga.

Em vista disso, a substituição completa do NaCl pelo glutamato monossódico não é recomendada, mas pode ser feita parcialmente. Como por exemplo, pode-se acrescentar uma quantidade menor de NaCl ao alimento, e para não influenciar na palatabilidade, adicionar também o glutamato monossódico, já que o mesmo possui um teor de sódio reduzido.

Portanto, o glutamato monossódico pode reduzir o teor de sódio em 30-40% e baixar o teor de gordura sem influenciar a palatabilidade. (WAGNER; YAMAGUCHI; TAKAHASHI, 2003).

2.2.5 Benefícios e malefícios

O glutamato monossódico é uma substância que possui controvérsias em seus supostos malefícios, uma delas é a síndrome do restaurante chinês, que se caracteriza por sintomas como: uma sensação de aperto e queimação no peito, dores na cabeça, enxaqueca, dores no pescoço e ao redor dos olhos, transpiração excessiva, ondas de calor e alterações do humor (BAAD-HANSEN et al⁹, 2009 apud NERY; ASSIS; NEVES, 2012, p.154-155).

Em um estudo desenvolvido na Indonésia, uma pesquisa foi feita para verificar a possível relação entre o consumo de glutamato monossódico e a síndrome do restaurante chinês, com a participação de 52 voluntários saudáveis. Por um período de 3 dias, previamente ao almoço, estes voluntários ingeriram cápsulas contendo de 1,5 g a 3,0 g de glutamato monossódico, posteriormente, os participantes deveriam relatar a ocorrência de sintomas. Os resultados não apresentaram diferenças significativas, demonstrando que o consumo de glutamato monossódico não promoveu os sintomas relatados da síndrome do restaurante chinês (PRAWIROHARDJONO et al.¹⁰, 2000 apud NERY; ASSIS; NEVES, 2012, p 155).

⁸ Referência original: SOUZA, V. R. et al, Salt equivalente and temporal dominance of sensations of diferent sodium chloride substitutes in butter, **Journal of Dairy Research**, Champaign, v. 30, n. 1, p. 1-7, Jan. 2013.

⁹ Referência original: BAAD-HANSEN, L.; CAIRNS, BE; ERNBERG, M; SVENSSON, P. Effect of systemic monosodium glutamate (MSG) on headache and pericranial muscle sensitivity. **Cephalalgia**. 28 APR 2009. Disponível em : <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1468-2982.2009.01881.x/pdf>. Acesso em 15/11/2012.

¹⁰ Referência original: PRAWIROHARJONO, W., DWIPRAHASTO, I., ASTUTI, I., HADIWANDOWO, S., KRISTIN, E., MUHAMMAD, M., KELLY, M.F. The administration to Indonesians of Monosodium L-

Em outro estudo, feito em 1997, com o objetivo de reparo de feridas de extração dental em ratas submetidas à ação do glutamato monossódico, foi descoberto que as ratas que foram tratadas com glutamato monossódico perderam peso corporal, apresentaram lesões cerebrais, além de um atraso no reparo dos dentes (OLAYA-SEGURA; MAZZONETTO; CASTRO, 1997).

Outro estudo aponta que diferentes autores têm relatado que o glutamato monossódico é um fator agravante para doenças neurodegenerativas, como Alzheimer e esclerose lateral amiotrófica. Também afirma que aminoácidos excitatórios (ácido glutâmico e ácido aspártico) podem desempenhar um papel central na patofisiologia da doença de Parkinson (AFRAA; MOUNIR; ZAID, 2013, p.1069).

Foi realizado um estudo piloto com 43 pessoas portadoras de psoríase¹¹ na região nordeste do Rio Grande do Sul. Este estudo concluiu que alguns alimentos devem ser evitados por pessoas portadoras dessa doença. Além disso, ressaltou que não existem dados científicos conclusivos que comprovem se há benefícios ou malefícios à saúde causados pelo glutamato monossódico. O estudo ainda afirmou que o glutamato monossódico é uma substância que está relacionada com a produção de calor, pois contribui para a formação dos derivados da adenina¹² (AMP) e da hipoxantina¹³ (ADP E ATP) com produção de energia (HARPER¹⁴, 1968 apud FESTUGATO, 2011, p.1107).

Segundo uma fabricante de glutamato monossódico, ele é seguro pois:

Foi classificado como um ingrediente seguro (GRAS – Generally Recognized as Safe) pelo FDA (Food and Drug Administration) e não possui IDA (Ingestão Diária Aceitável) especificada pelo JECFA (Joint Expert Committee on Food Additives). Pesquisas científicas realizadas nos últimos 40 anos mostram que o glutamato monossódico utilizado em alimentos processados ou temperos domésticos é seguro para pessoas de todas as idades (AJINOMOTO, [20--b]).

Essa mesma marca afirma que o glutamato monossódico é seguro para crianças da mesma forma que é para adultos, pois elas metabolizam o glutamato monossódico da mesma maneira que adultos, já que o leite materno possui maior concentração de glutamato monossódico do que o leite de vaca. A marca também afirma que o mesmo não causa enxaqueca, pois não existem evidências científicas que comprovem o fato, além de que outros

Glutamate in Indonesian Food: Na Assessment of Adverse Reactions in a Randomizes DoubleBlind, Crossover, Placebo-Controlled Study. **Journal of Nutrition**, 130, pp. 1074-1076, 2000.

¹¹ Segundo Festugato (2011), “psoríase é uma doença inflamatória crônica, sistêmica, mediada por fatores imunológicos”.

¹² Adenina é uma base nitrogenada que compõe os ácidos nucleicos, DNA e RNA (NEVES, [20--]).

¹³ Hipoxantina é uma base nitrogenada que compõe os ácidos nucleicos, encontrada no RNA (CARDOSO, [20--]).

¹⁴ Referência original: HARPER, H.A. **Manual de Química Fisiológica**. Rio de Janeiro: Atheneu; 1968. p.299- 322.

fatores desencadeiam esse problema (como hereditariedade, distúrbios neurológicos e vasculares); nem hipertensão, pois seu baixo teor de sódio possui pouca contribuição na ingestão diária de uma dieta comum, na realidade, ele acaba sendo uma alternativa para reduzir o teor de sódio; nem câncer, pois já que o glutamato monossódico é declarado seguro, este passou por uma extensa avaliação de segurança (que envolve estudos de toxicidade e carcinogenicidade¹⁵); e nem prejudica o cérebro humano, pois estudos com animais comprovam que ele não prejudica o sistema nervoso central humano, na realidade, o cérebro produz uma grande quantidade de aminoácido glutamato do qual precisa para funcionar adequadamente (AJINOMOTO, [20--b]).

Segundo a marca, o glutamato monossódico não tem nenhuma relação com reações alérgicas ou crises de asma, já que é um aminoácido, sendo assim, menor que uma proteína, sem o tamanho suficiente para sensibilizar o sistema imunológico e causar alergia (AJINOMOTO, [20--b]).

A relação entre glutamato monossódico e asma foi descartada, porque em um estudo realizado com ratos induzidos à asma, notou-se que a ingestão de glutamato monossódico por via oral não exerceu efeito algum no agravamento da doença ou na ocorrência dela (YONEDA et al., 2011 apud NERY; ASSIS; NEVES, 2012, p.156).

Como citado anteriormente, o glutamato monossódico pode ser utilizado, mesmo que parcialmente, como substituto do NaCl, e com isso pode evitar que doenças sejam ocasionadas por ele, como o caso da hipertensão, ressaltado pela marca Ajinomoto.

O seu sabor umami também provoca uma série de benefícios, pois aumenta a salivação, que protege a mucosa oral de ressecamento e infecções (principalmente no caso de idosos), além de ajudar na digestão de alimentos proteicos. O glutamato monossódico também protege a mucosa gástrica contra a ação de microrganismos pelo fato de estimular a produção de muco protetor (AJINOMOTO, [201-], p. 27).

Apesar da controvérsia entre os estudos acima, o glutamato monossódico é uma substância considerada segura pelas principais agências reguladoras citadas anteriormente. No entanto, é perceptível um senso comum desfavorável ao seu uso, principalmente por parte da população, que muitas vezes associa ao glutamato monossódico malefícios à saúde, procurando evitar seu uso.

¹⁵ Carcinogenicidade é a capacidade que uma substância possui de provocar ou induzir ao câncer (AVATEC, [20--?]).

2.3 MOLHO SHOYU

O molho shoyu é um condimento amplamente utilizado na culinária oriental. Segundo o Portal Umami (2014), o molho shoyu nasceu na China, mas ninguém sabe ao certo quando. O condimento se popularizou e o Japão refinou as técnicas de preparação do molho. Como dito por Lioe, Selamat e Yasuda (2010), existem dois tipos diferentes de molho de soja, ou seja, molho de soja “tipo japonês”, que é produzido usando soja e trigo como ingredientes, e o molho de soja “tipo chinês”, que é feito de apenas soja, sal e água. Seu objetivo inicial era conservar a comida, mas com o tempo, percebeu-se que a preparação dava mais sabor ao alimento (assim também como foi no início da utilização do sal). Alguns dos alimentos com os quais se recomenda o uso do molho são: arroz, carne, legumes cozidos, macarrão e peixes.

De acordo com Boito (2014), para alguns nutricionistas, o molho shoyu é rico em proteínas, ferro, cálcio e vitaminas, principalmente as do complexo B, conhecidas como “vitaminas da disposição”. Devido aos seus efeitos benéficos sobre o sistema nervoso e disposição mental, tem ação antioxidante e previne doenças como osteoporose, câncer de mama e de colo de útero.

Por outro lado, deve ser consumido de maneira moderada, por conter elevados teores de sódio em sua composição. Conforme o fórum Notícias Naturais, uma colher de sopa de molho shoyu traz quase toda quantidade de sódio que um adulto deveria ingerir em um almoço, portanto, seu consumo deve ser moderado, principalmente para as pessoas hipertensas, já que o consumo excessivo do sódio está relacionado às doenças cardiovasculares, além de outros grandes riscos à saúde.

2.3.1 Produção do molho shoyu

No método de produção tradicional (Figura 9), são utilizados os seguintes ingredientes: soja, trigo, fermento, água e sal. A mistura é fermentada por cerca de 3 dias, sendo revolvida sempre que a temperatura da massa se aproximar de 40 graus. Por fim, acrescenta-se sal, água e a mistura vai para tanques, onde aguardará cerca de um ano para ser filtrada, pasteurizada, envasada e consumida (PORTAL UMAMI, 2014).

Figura 9 - Reprodução - Produção tradicional do molho shoyu

Fonte: TAKAHASHI (2012)

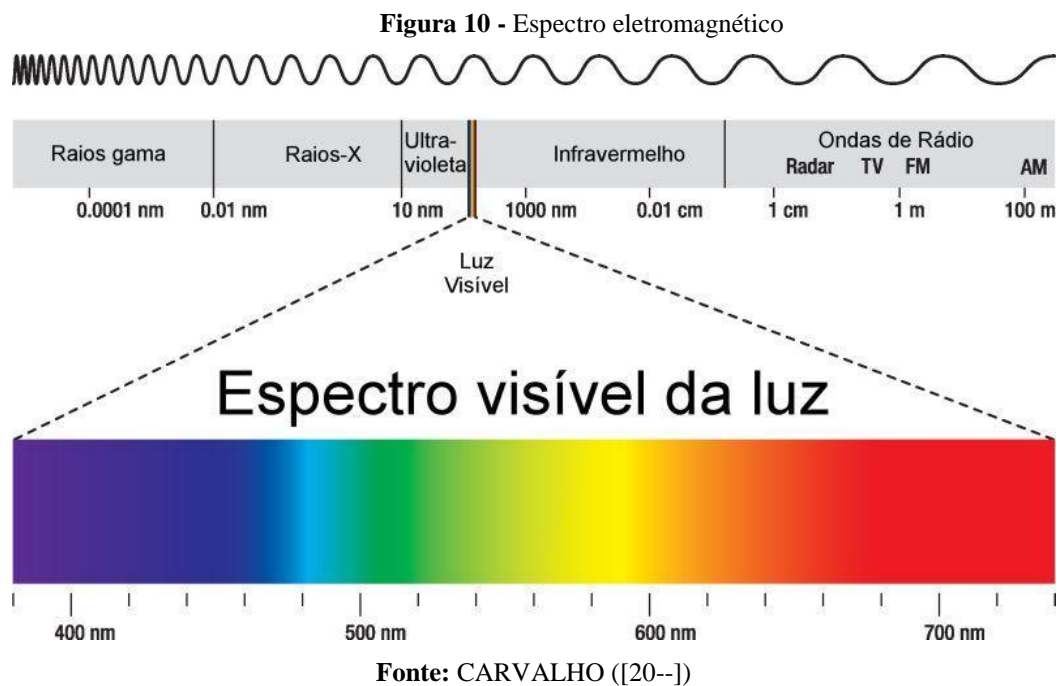
Tradicionalmente, como foi dito, a soja, juntamente com o trigo, era o principal ingrediente para a fabricação do shoyu. Mas antigamente, os japoneses tinham grandes dificuldades de encontrar esses produtos no Brasil, por isso a partir da década de 1950 houve uma mudança na fórmula do produto, substituindo o trigo pelo milho e deixando o molho de soja mais adocicado do que o tradicional (SOUSA, 2009, p.6).

Hoje, existe também a produção industrial que alguns autores preferem chamar de sintética, na qual os aminoácidos da soja são separados por hidrólise, acrescenta-se corante caramelo e aromatizantes, reduzindo o tempo de produção do molho para uma semana. Nesse processo, enzimas são utilizadas na fermentação, quebrando as proteínas da soja. No molho de soja quimicamente formulado, são utilizadas grandes quantidades de ácido clorídrico para fazer essa quebra (PORTAL UMAMI, 2014).

2.4 MÉTODOS ANALÍTICOS PARA DETERMINAÇÃO DO GLUTAMATO MONOSSÓDICO E SÓDIO EM MOLHOS SHOYU

Para que se entenda com êxito um dos métodos analíticos utilizado na presente pesquisa, faz-se necessária a compreensão de alguns conceitos abordados nesse tópico, começando pelo espectro de radiação eletromagnética.

O espectro de radiação eletromagnética (Figura 10) é o conjunto de ondas eletromagnéticas de todas as frequências possíveis. Ondas eletromagnéticas são ondas caracterizadas pela oscilação de campos elétricos e magnéticos (LEITE; PRADO, 2012).



Um tipo de onda eletromagnética com a qual estamos muito acostumados é a luz visível, que, como sabemos, não é composta por apenas um comprimento de onda, mas por vários comprimentos de onda que estão na faixa de aproximadamente 400 nm e 730 nm (LEITE; PRADO, 2012).

O espectro de absorção é caracterizado pela região do espectro na qual uma substância absorve luz. O espectro de absorção é obtido quando o espectro contínuo de luz incide sobre uma substância. Neste caso, dois fenômenos podem acontecer em diferentes proporções: ou a luz atravessa a substância, ou a luz é absorvida por ela. Os átomos e as moléculas tendem a absorver e emitir radiações eletromagnéticas nas mesmas frequências, sendo que dessa forma o espectro de absorção é equivalente ao espectro de emissão (LEITE; PRADO, 2012).

E então, como o espectro de emissão e absorção de cada elemento possui um padrão único, podemos utilizar esse espectro para identificar e quantificar os diferentes elementos químicos presentes em uma substância, e para isso utiliza-se a espectroscopia (LEITE; PRADO, 2012).

Utilizou-se na pesquisa o fotômetro de chama, que é um equipamento de análise óptica. Além disso utilizou-se também a titulação, técnica analítica volumétrica sobre a qual discorre-se de forma mais abrangente no decorrer do trabalho

2.4.1 Fotômetro de chama

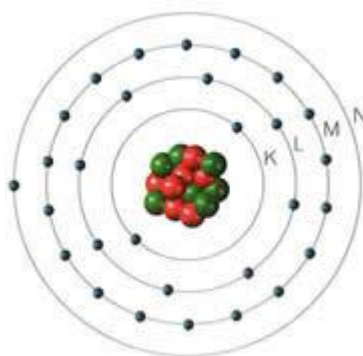
A fotometria de chama é a mais simples das técnicas analíticas baseadas em espectroscopia atômica. De acordo com Monteiro, Morais e Rocha (2010), essa técnica baseia-se em métodos de análise de elementos de uma amostra, geralmente líquida, contendo cátions metálicos, que é introduzida em uma chama, na qual ocorrem fenômenos físicos e químicos, como evaporação, vaporização e atomização, sendo os analitos determinados pela quantidade de radiação emitida pelas espécies iônicas excitadas.

A energia eletrônica é quantizada, ou seja, apenas certos valores de energia eletrônica são possíveis, isso significa que os elétrons só podem ocupar certos níveis de energia discretos e que eles absorvem ou emitem energias em quantidades discretas, quando se movem de um orbital para outro (MONTEIRO; MORAIS; ROCHA, 2010).

Segundo Cavalheiro, Nóbrega e Okumura (2004), ao receberem energia de uma chama, os elementos geram espécies excitadas que, ao retornarem para o estado fundamental, liberam parte da energia recebida na forma de radiação, em comprimentos de onda característicos para cada elemento químico.

De modo a entender a fotometria de chama, faz-se necessário um conhecimento prévio do modelo atômico de Bohr (Figura 11). Segundo este modelo, o elétron move-se em órbitas circulares em torno de um núcleo, que se encontra no centro, e além disso, apenas certas órbitas eletrônicas são permitidas para o elétron, sendo que para transitar de uma órbita para outra é necessário que ele absorva ou emita energia (REIS, 1993).

Figura 11 - Modelo atômico de Bohr



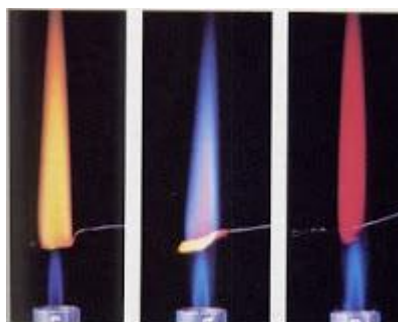
Fonte: EXPLICATORIUM ([20--])

Sabe-se que quando o átomo recebe certa quantidade de energia, essa energia é absorvida pelos elétrons e estes se excitam, afastando-se do núcleo e indo para um nível mais energético. Quando o fornecimento de energia externa é interrompido, os elétrons liberam a energia recebida na forma de ondas eletromagnéticas, voltando ao nível ocupado anteriormente (REIS, 1993).

O fotômetro de chama baseia-se nesse princípio, pois o átomo, após ser energizado através da chama, emite um fóton de radiação que é quantificado e analisado pelo fotômetro, os fótons emitidos acabam por conferir uma cor diferenciada a chama. A emissão é proporcional ao número de átomos energizados e, portanto, a concentração de determinado íon na amostra.

Como foi dito, a coloração da chama depende do comprimento das ondas eletromagnéticas emitidas, sendo que estas variam de substância para substância. Devido a isso, quando livre de íons, a chama emitida pela água tem uma coloração azulada, mas com a presença de algum elemento nota-se a mudança da coloração, como pode ser visto na Figura 11 onde está representada a energização do sódio, do potássio e do lítio, respectivamente.

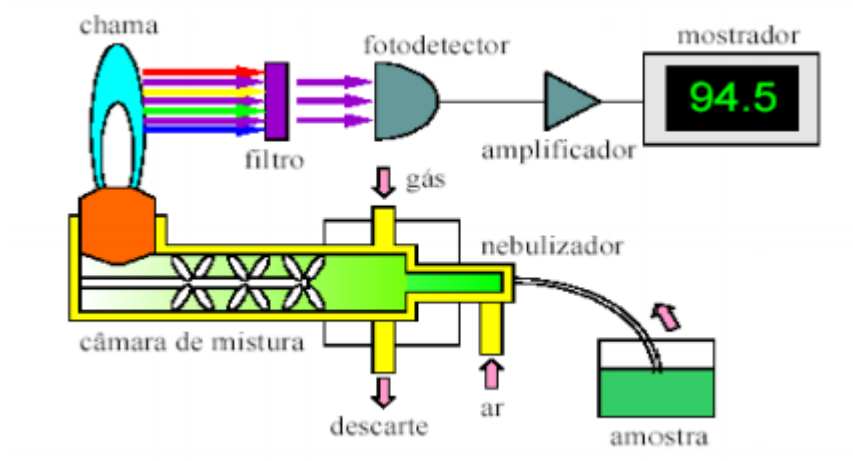
Figura 11- Chama de sódio, potássio e lítio.



Fonte: FLAME...([20--])

O fotômetro de chama é eficiente na quantificação de alguns metais alcalinos, como sódio, lítio, potássio e cálcio. Na Figura 12 pode-se ver a representação da estrutura básica do fotômetro.

Figura 12 - Estrutura do fotômetro.



Fonte: SOUSA (2011)

A amostra é succionada através de um cano fino e passa pelo nebulizador, que transforma a amostra em vapor para ser introduzida na chama. A chama emite luz no filtro, o qual filtra a radiação emitida pela substância, deixando que somente uma banda estreita, correspondente ao elemento que se deseja quantificar, passe sem impedimentos. A radiação restante, que não foi retida pelo filtro, será absorvida por um fotodetector, que gerará um sinal elétrico dependendo da intensidade da radiação recebida.

Vale ressaltar que anterior às análises faz-se necessária a calibração do equipamento, que pode ser feita com uma solução padrão contendo os analitos de interesse.

2.4.2 Titulação ácido-base

A titulação é um método de análise química volumétrico em que pode-se determinar a concentração de uma substância (titulado), através da adição de uma solução de concentração conhecida (titulante), que reage com ela em proporção definida e conhecida. Uma das soluções é um ácido e a outra uma base e a reação que ocorre entre estes é chamada de neutralização e resulta na formação de água e sal (SUSSUCHI; MACHADO; MORAES, [20-]).

Esta reação deve ser estequiométrica e faz-se necessário o uso de um indicador ácido-base ou um potenciômetro, para que seja possível saber o momento em que a reação se

completa, atingindo o ponto de equivalência, que fica visível pela mudança de cor da solução (SUSSUCHI; MACHADO; MORAES, [20--]).

Para a realização de uma titulação ácido-base utiliza-se uma aparelhagem como demonstrado na Figura 13. A titulação é feita, primeiramente, transferindo-se para um erlenmeyer, com o auxílio de uma pipeta, um volume conhecido do titulado, e em seguida, adicionando-se gotas do indicador ácido-base. A bureta é completada com a solução titulante, que é liberada aos poucos, sobre o titulado. Fecha-se a torneira da bureta quando a cor da solução mudar, indicando que a reação se completou (no caso do indicador fenolftaleína). Para determinar a concentração do titulado basta equacionar a reação e efetuar os cálculos já que, a concentração do titulante e o volume gasto na neutralização são conhecidos. (FOGAÇA, [20--]).

Figura 13: Titulação ácido-base



Fonte: FOGAÇA ([20--])

2.4.3 Método de Mohr

O Método de Mohr é um método de volumetria de precipitação amplamente utilizado para a determinação rotineira de cloretos. Neste método, titula-se nitrato de prata (AgNO_3), em uma solução-padrão de cloreto de sódio (NaCl), utilizando cromato de potássio (K_2CrO_4) como indicador do ponto final da titulação (Figura 14). A solução de nitrato de prata deve ser armazenada em um frasco âmbar pois é sensível à luz (evita a redução da prata) (ROSA; GAUTO; GONÇALVES, 2013).

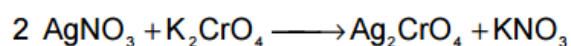
Figura 14 - Aparato contendo as substâncias utilizadas.



Como a solubilidade do cloreto de prata (AgCl) é menor que a do cromato de prata (Ag_2CrO_4), ao se adicionar Ag^+ a uma solução contendo Cl^- e CrO_4^{2-} , primeiramente o AgCl precipita, formando um precipitado branco. Quando todos os íons cloreto forem consumidos, inicia-se a precipitação do Ag_2CrO_4 , de cor marrom-avermelhado, formando uma solução de coloração vermelho-tijolo (ROSA; GAUTO; GONÇALVES, 2013).

As reações envolvidas neste processo podem ser melhor visualizadas na Figura 15.

Figura 15 - Reação para a formação de Cromato de Prata (Ag_2CrO_4) no método da titulação



Fonte: DETERMINAÇÃO... (2016)

2.4.4 Métodos analíticos para a determinação de glutamato monossódico em alimentos

Existem várias alternativas para a determinação do glutamato monossódico em alimentos, e até mesmo fora destes, como a titulação potenciométrica. Esse método, segundo FAO (1988), baseia-se na dissolução de 200 mg de glutamato monossódico, em 6 mL de ácido fórmico e 100 mL de ácido acético glacial, sendo que tal solução será o titulado. Sendo assim, utiliza-se como titulante ácido perclórico 0,1 molar, determinando o fim da titulação potenciometricamente. Vale ressaltar que 0,1 ml de ácido perclórico equivale à 9.356 mg de glutamato monossódico, sendo que o método citado é mais apropriado para determinação do percentual de pureza do glutamato de sódio (sólido).

Uma variação dessa técnica, consiste na titulação com ácido perclórico e detecção do ponto final pelo indicador alfa-naftol benzeno, conforme o artigo da Korea Food Additives Code ([20--]).

Um outro método para a determinação do teor de glutamato monossódico é a cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) e a derivatização do glutamato para que seja possível determiná-lo por HPLC-UV.

Além disso pode-se utilizar também a determinação por meio do espectrofotômetro (AFRAA; MOUNIR; ZAID, 2013). Mas antes das análises espectrofotométricas faz-se necessária uma ação enzimática, com a utilização de reagentes e enzimas.

3 METODOLOGIA

Os molhos shoyu selecionados para a análise foram os seguintes: dois molhos shoyu tradicionais de marcas diferentes, A tradicional e B tradicional, e dois molhos shoyu light de marcas diferentes, correspondentes às marcas dos molhos shoyu tradicionais, A light e B light.

Inicialmente os molhos shoyu foram escolhidos e adquiridos, assim como o glutamato monossódico P.A. (Para Análise). O critério para a escolha dos molhos shoyu foi a obrigatoriedade da presença do sódio e do glutamato monossódico em suas composições.

Para realização das determinações das concentrações de sódio e potássio é necessário efetuar a calibração prévia do fotômetro de chama 910MS (ANALYSER) (Figura 16), com uma solução padrão contendo 100 ppm de Na⁺ e 100ppm de K⁺; equipamento este do laboratório de química do IFSC Campus Jaraguá do Sul.

Figura 16 - Fotômetro de chama 910MS (ANALYSER)



Fonte: ANALYSER ([20--])

Para a verificação da eficiência deste aparelho, foram feitas análises com várias soluções contendo diferentes concentrações de Na^+ e K^+ pré definidas.

As soluções dos molhos shoyu preparadas para a análise de sódio e potássio no fotômetro de chama foram diluídas 10, 100, 1000 e 10000 vezes (Figura 18). Sendo que as análises destas soluções foram feitas sempre partindo da mais diluída para a mais concentrada (Figura 17). Todas as análises foram feitas em triplicata, para maior precisão nos resultados.

Figura 17 - Preparo do fotômetro para as análises



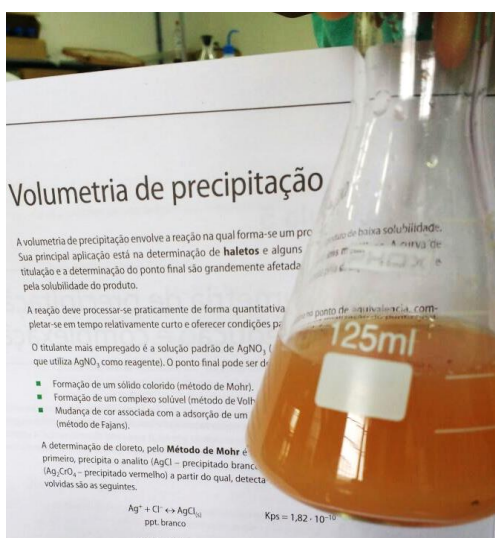
Figura 18 - Diluições dos molhos shoyu



Como a matriz (molho shoyu) contém matéria orgânica, todas as vidrarias utilizadas durante essa pesquisa para a produção de soluções foram descontaminadas com uma solução de ácido nítrico (HNO_3) 10% (m/m).

A fim de identificar e quantificar o cloreto (Cl^-) presente nos molhos shoyu, utilizou-se a titulação de precipitação (método de Mohr). Nesta titulação, a quantidade de titulante, nitrato de prata (AgNO_3), foi relacionada com o teor de cloreto presente no titulado (solução de molho shoyu), através da reação entre essas duas substâncias, cujo ponto final da titulação é identificado visualmente pela presença de um indicador, cromato de potássio (K_2CrO_4) (Figura 19).

Figura 19 - Erlenmeyer contendo o titulado, K_2CrO_4 e AgNO_3



Por fim, determinou-se o glutamato monossódico. As técnicas utilizadas para essa determinação foram a titulação potenciométrica e condutimétrica, adaptação da metodologia proposta por Korea Food Additives Code ([20--]). Como titulantes foram utilizadas soluções de ácido perclórico e hidróxido de sódio, ambas com concentração de 0,1 molar. As titulações potenciométrica e condutimétricas foram realizadas concomitantemente e utilizando as duas soluções titulantes, ácido perclórico e posteriormente o hidróxido de sódio. Sendo assim, titulou-se as soluções contendo 5 mL do molho shoyu e 100 mL de água destilada. Vale ressaltar que um dos sistemas possuía um medidor de pH acoplado, e outro um condutivímetro (Figura 20).

Figura 20 - Titulação potenciométrica e condutimétrica

Após dispensar cada alíquota dos titulantes, anotava-se a condutividade assim como o pH, e desse modo conseguiu-se, com o auxílio de um gráfico, quantificar o glutamato monossódico.

Após todas as determinações os dados foram tratados e comparados entre si, e além disso relações entre o teor de sódio e o de glutamato monossódico dessas amostras foram estabelecidas, bem como a verificação de se o teor de glutamato monossódico nos molhos shoyu está dentro da faixa de auto-limitação da substância.

3.1 TRATAMENTO DE RESÍDUOS

As titulações potenciométrica e condutimétrica geraram alguns resíduos nocivos, como ácido perclórico, hidróxido de sódio, ácido acético e ácido fórmico. Outro processo que gerou resíduos foi a titulação de precipitação (método de Mohr), já que formou-se nesse processo cromato de prata (Ag_2CrO_4) e cloreto de prata. Por fim, fez-se necessário também o tratamento da solução de HNO_3 , já que este foi utilizado para a descontaminação das vidrarias.

O tratamento do ácido acético, fórmico, perclórico e nítrico, inicia-se com o descarte destes em um recipiente, onde serão neutralizados com solução aquosa de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ e $\text{Ca}(\text{OH})_2$, sendo que estes são deixados em repouso para que ocorra a precipitação. Posteriormente, o sistema é filtrado para a retirada do precipitado, que será levado ao aterro industrial juntamente com o filtro.

Já o tratamento do NaOH utilizado, que possui baixa concentração, é a neutralização com um ácido fraco, ou diluído, como o ácido acético, por exemplo, para que seu pH final fique entre 6 e 8. Após este procedimento, o resíduo pode ser descartado no esgoto comum, pois este não apresenta risco potencial (UNESP, [20--]).

De acordo com a resolução do CONAMA 357, de março de 2005, resíduos de prata e cromo só podem ser descartados no meio ambiente se suas concentrações são menores que 0,1 e 0,5 mg.L⁻¹, respectivamente. Assim se faz necessário o tratamento do Ag₂CrO_{4(s)}. O tratamento inicia-se com adição de ácido clorídrico, para a formação de cloreto de prata, ácido heptaoxodicromico e água.



A partir desse momento, as soluções contendo prata e cromo são tratados separadamente. A solução com cromo é acidificada com ácido sulfúrico até atingir um pH igual a 1,00. Em seguida, é adicionado tiosulfato de sódio, até a solução atingir uma coloração verde. Após isso, a solução é alcalinizada com uma solução aquosa de NaOH, até atingir um pH de 10,00. Posteriormente deixa-se a solução decantar por 24 horas, sendo que esta é filtrada até ficar transparente. A água residual é neutralizada e descartada no esgoto comum, já o precipitado será levado até um aterro industrial juntamente com o filtro.

Para o tratamento do cloreto de prata (AgCl) adiciona-se uma solução aquosa contendo cloreto de sódio e filtra-se várias vezes até não restar precipitado, sendo que o resíduo sólido e o filtro são guardados para o descarte correto e a água é descartada no esgoto comum.

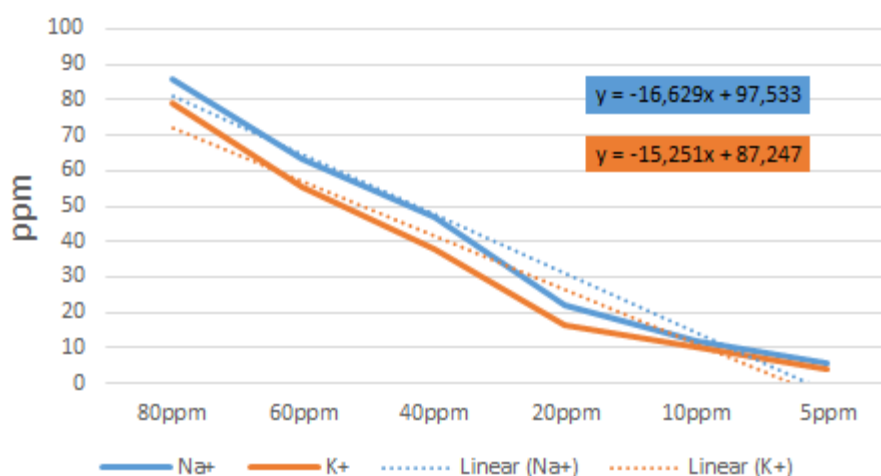
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste bloco, os principais resultados obtidos com a pesquisa serão explanados e discutidos.

Vale ressaltar que mesmo não sendo um dos objetivos iniciais, a quantificação de potássio nos molhos shoyu se fez oportuna, tanto pela importância para o funcionamento do organismo humano, juntamente com o sódio, como pela disponibilidade de sua determinação no fotômetro de chama presente no IFSC Campus Jaraguá do Sul.

Para a obtenção de dados confiáveis com o fotômetro de chama, fez-se necessária a realização de testes prévios para a construção de um gráfico de precisão para esse equipamento, como descrito na metodologia. Tal gráfico pode ser observado na Figura 21. Vale destacar que, no gráfico, a linha pontilhada corresponde ao valor lido, enquanto a outra corresponde ao valor que esperado a partir das diluições das soluções.

Figura 21 - Gráfico de precisão para o fotômetro de chama utilizando soluções de sódio e potássio



Como observa-se no gráfico, o fotômetro de chama presente no laboratório do IFSC Campus Jaraguá do Sul apresenta resultados precisos, pois os valores reais condizem ou encontram-se próximos dos observados. Assim, os resultados da pesquisa que envolvem o fotômetro de chama podem ser considerados confiáveis.

Todos os dados obtidos podem ser visualizados na Tabela 1. A tabela contém a densidade de cada molho shoyu (em g/mL) e a concentração (em mol/L) de Na^+ , K^+ , Cl^- e glutamato monossódico (expressado na tabela pela sigla GMS).

Tabela 1 - Valores de densidade dos molhos e concentrações dos íons de interesse

Molho shoyu	Densidade (g/ml)	Na⁺ (mol/L)	K⁺ (mol/L)	Cl⁻ (mol/L)	GMS (mol/L)
Marca A tradicional	1,4536	4,42	0,027	4,89	0,02816
Marca A light	1,3633	2,84	0,049	3,89	0,0605
Marca B tradicional	1,1295	2,97	0,016	4,45	0,02938
Marca B light	1,1080	2,96	0,028	4,51	0,06156

Como observado na tabela, o molho shoyu tradicional da marca A possui uma concentração maior de sódio que o molho shoyu tradicional da marca B. Já o molho shoyu light da marca A possui um teor de potássio significativamente maior que o molho shoyu light da marca B, sendo que os teores de sódio dos dois são similares.

Também pode-se observar ainda quanto aos teores de sódio e potássio, o molho shoyu light da marca A possui uma redução em relação a concentração de sódio do molho shoyu tradicional desta mesma marca e um aumento no teor de potássio. Já a concentração de sódio dos molhos shoyu da marca B não variam do tradicional para o light, somente a concentração de potássio, que é mais elevada no molho shoyu light do que no tradicional.

A concentração de cloreto no molho shoyu tradicional da marca A é superior em relação a concentração de cloreto do molho shoyu light desta mesma marca. No caso da marca B, os molhos shoyu tradicional e light possuem uma concentração de cloreto similar entre si. Mesmo assim, as concentrações de cloreto dos molhos da marca A e B não diferem muito, apresentando valores próximos.

Em relação a concentração de glutamato monossódico, os molhos shoyu light da marca A e B apresentam uma concentração similar, o mesmo acontece com a contração dos molhos shoyu tradicionais. A concentração de glutamato monossódico dos molhos shoyu light é superior em relação aos molhos shoyu tradicionais.

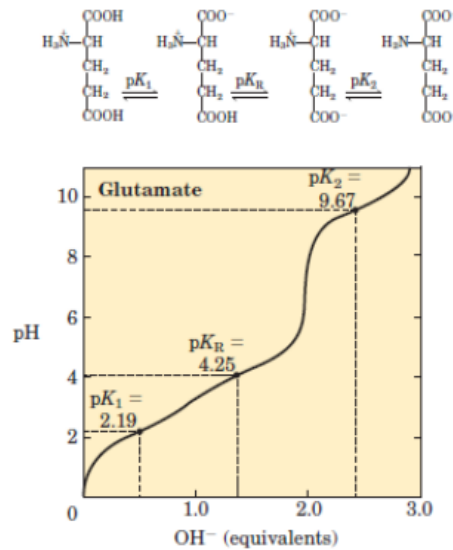
Nos tópicos a seguir, há uma série de comparações. Primeiramente tem-se uma análise dos gráficos referentes ao glutamato monossódico, posteriormente compara-se os valores de sódio quantificados com os valores dos rótulos, e depois os teores entre os molhos shoyu

tradicionais, assim como entre os molhos shoyu light, e por fim, entre os molhos shoyu light e tradicionais da mesma marca. Sendo que como último tópico dos resultados e discussões relacionou-se os teores de sódio e potássio com os de cloreto. Separou-se os tópicos dessa maneira de modo a facilitar o entendimento.

4.1 ANÁLISE GRÁFICA DO GLUTAMATO MONOSSÓDICO

De modo a quantificar o glutamato monossódico, realizou-se uma série de processos, como discutido na metodologia. Com os resultados desses processos, titulação potenciométrica e condutimétrica, foram construídos gráficos, dois para cada molho shoyu. Um dos gráficos é referente a titulação com ácido perclórico e outro com hidróxido de sódio (NaOH). Porém, foram utilizados somente os gráficos referentes ao NaOH, já que apenas estes possibilitaram a quantificação, por possuírem um ponto de inflexão acentuado. Vale ressaltar que os resultados da análise condutimétrica não foram utilizados, por esse mesmo motivo.

O ácido glutâmico, por ser um ácido fraco, possui uma curva de de titulação específica que permite definir seus valores de pKa (constante de dissociação iônica). Conhecendo sua curva de titulação potenciométrica e os valores de pKa e as espécies formadas e consumidas durante a titulação é possível calcular a concentração de glutamato monossódico presente nos molhos shoyu. A partir da determinação do ponto de equivalência, após o pK_R , no qual 1 mol de NaOH gasto corresponde a 1 mol de glutamato monossódico presente na solução, sabendo o volume e a concentração molar do NaOH gasto até este ponto, pode-se calcular a concentração de glutamato monossódico nos molhos shoyu (ÁCIDOS..., [20--]).

Figura 22- Gráfico de curva de titulação para o ácido glutâmico

Fonte: ÁCIDOS ([20--])

Todos os gráficos utilizados para a quantificação estão presentes nas Figuras 23, 24, 25 e 26. Nas figuras as siglas TA e LA significam, respectivamente: molho shoyu tradicional da marca A e molho shoyu light da marca A. Já as siglas TB e LB correspondem a: molho shoyu tradicional da marca B e molho shoyu light da marca B. Nas figuras, a linha pontilhada em vermelho corresponde à curva do pH, e a linha de quadrados pretos, à curva de condutividade

Vale ressaltar que os cálculos citados no início deste tópico foram feitos com cada um dos gráficos abaixo.

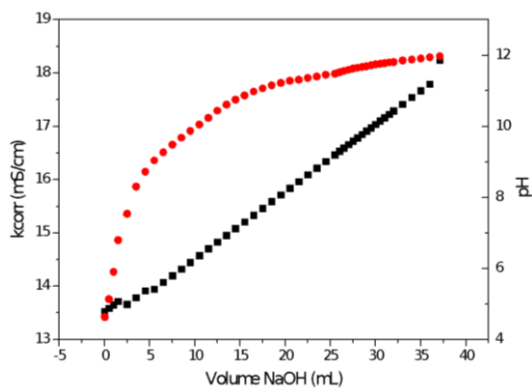
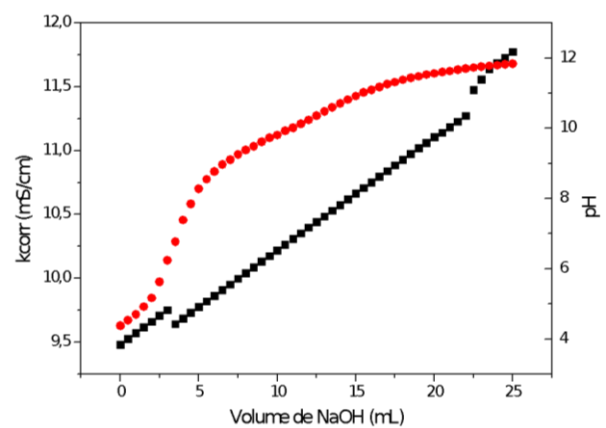
Figura 23 - Gráfico de curvas de titulação do molho TA**Figura 24-** Gráfico de curvas de titulação do molho LA

Figura 25 - Gráfico de curvas de titulação do molho TB

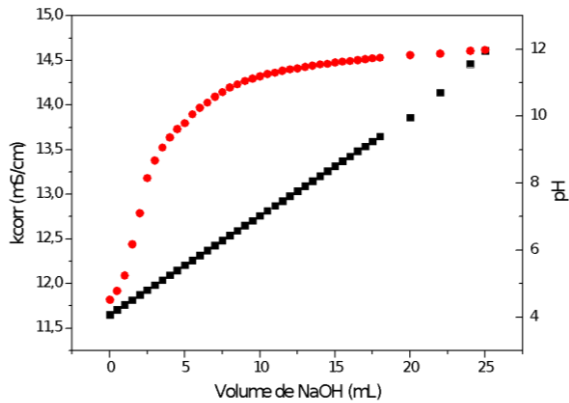
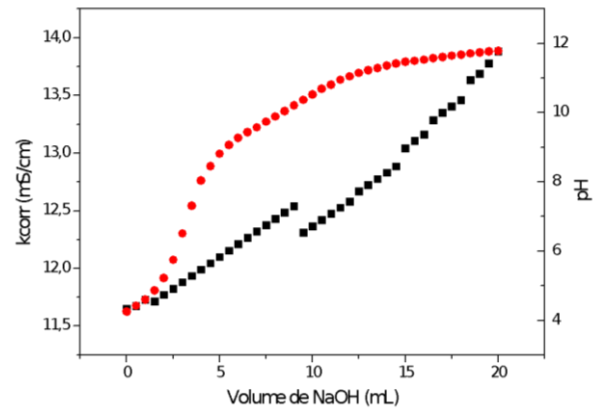


Figura 26 - Gráfico de curvas de titulação do molho LB



Além disso, por meio da titulação, conseguiu-se averiguar que o glutamato monossódico é uma substância tamponante, ou seja, consegue evitar grandes variações de pH com o decorrer da adição de ácido ou base, sendo que dessa forma ele pode ser útil para pessoas com problemas causados pelo excesso do ácido estomacal, já que buscaria equilibrar o pH do estômago. Mas mesmo assim, ingeri-lo em altas concentrações não é recomendado, já que certas enzimas digestivas, por exemplo, funcionam apenas em um pH específico.

4.2 AUTO-LIMITAÇÃO DO GLUTAMATO MONOSSÓDICO

Como visto na fundamentação teórica, o glutamato monossódico possui uma palatabilidade ideal, ou seja, ele é auto-limitante, sendo que, quando sua concentração ultrapassa essa auto-limitação, o sabor é prejudicado. A palatabilidade ideal do glutamato monossódico varia na faixa de 0,2 % à 0,8% (m/m) (AFRAA; MOUNIR; ZAID, 2013, p. 1069). Na Tabela 2 estão presentes as concentrações de glutamato monossódico em porcentagem (m/m).

Tabela 2 - Concentração de glutamato monossódico nos molhos shoyu

Molho shoyu	Concentração de glutamato monossódico em porcentagem (m/m)
Marca A tradicional	0,32
Marca A light	0,75
Marca B tradicional	0,44
Marca B light	0,94

Como observa-se na tabela, a maioria dos molhos está dentro da palatabilidade ideal, exceto o molho shoyu light da marca B. Como o glutamato monossódico possui divergências sobre seus possíveis malefícios e benefícios, consumir uma quantidade elevada dele pode ser prejudicial, e além disso, afetar o sabor do produto.

Além disso, as concentrações de glutamato monossódico (em mol/L) estão expressas na forma de gráficos nas Figuras 27 e 28, de modo a facilitar a visualização.

Figura 27 - Teor de GMS em molhos shoyu light

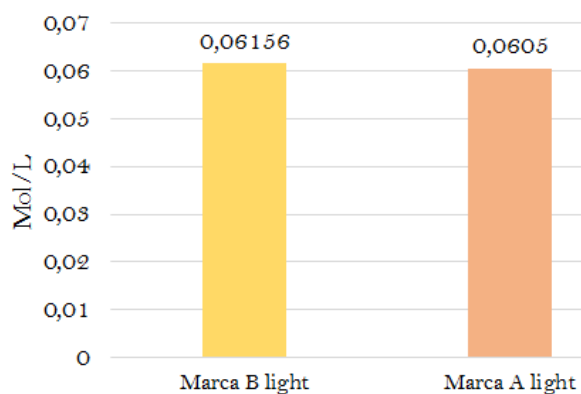
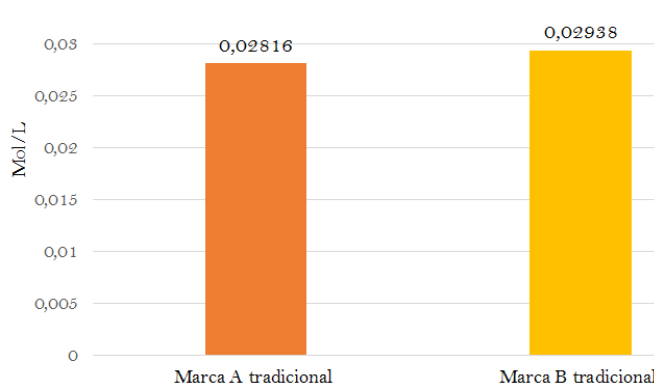


Figura 28- Teor de GMS em molhos shoyu tradicionais



4.3 COMPARAÇÃO DOS VALORES QUANTIFICADOS DE SÓDIO COM OS VALORES DISPONÍVEIS NOS RÓTULOS DOS PRODUTOS

Ao verificar os rótulos dos molhos shoyu analisados, nota-se que estes apresentavam a concentração do sódio, por esta razão, é possível realizar uma comparação entre os valores

quantificados com a pesquisa e as informações disponíveis nos rótulos dos produtos, as quais podem ser observadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Comparação entre a concentração de sódio declarada nos rótulos e dos valores quantificados

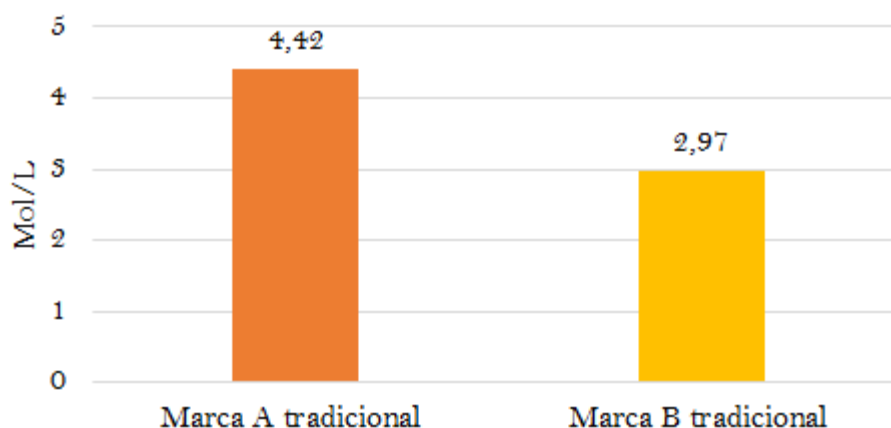
Molho shoyu	Concentração de Na⁺ dos rótulos (mol/L)	Concentração de Na⁺ da pesquisa (mol/L)
Marca A tradicional	3,556	4,42
Marca A light	2,478	2,84
Marca B tradicional	2,178	2,97
Marca B light	1,487	2,94

Como observado na tabela, todos os valores quantificados de sódio com a pesquisa são mais elevados que os presentes nos rótulos, mas como estes valores não possuem grande variação, pelo menos em relação aos molhos shoyu da marca A e ao molho shoyu tradicional da marca B, acredita-se que alguns erros experimentais possam ter ocorrido para que note-se essa variação.

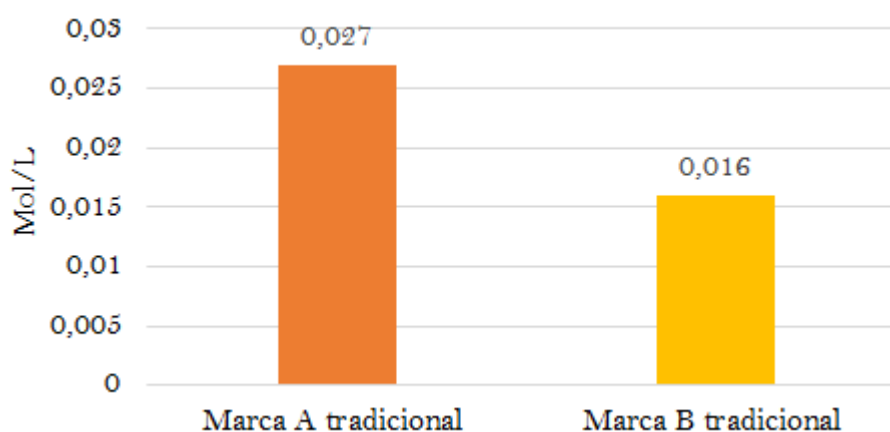
Em relação ao molho shoyu light da marca B, a variação difere significativamente dos demais, levantando assim a suspeita de que talvez este molho shoyu não seja realmente light em relação ao sódio e que o rótulo apresenta uma informação falsa, pois, os valores dos teores de sódio dos molhos shoyu tradicional e light da marca B obtidos com a pesquisa são praticamente idênticos, mas o rótulo do produto apresenta uma redução do tradicional para o light.

4.3 COMPARAÇÃO ENTRE OS MOLHOS SHOYU TRADICIONAIS

Ao analisar os dados obtidos, pode-se afirmar que o molho shoyu tradicional da marca A possui uma concentração superior de sódio quando relacionado com o molho shoyu tradicional da marca B, como pode-se observar na Figura 29. Levando esse fato em consideração, consumir o molho shoyu da marca B seria mais vantajoso, já que o consumo de sódio em altas concentrações possui um efeito negativo na saúde humana, podendo causar hipertensão, entre outras doenças.

Figura 29 - Teor de sódio em molhos shoyu tradicionais

Quanto ao potássio, nota-se que o molho shoyu tradicional da marca A apresenta maior concentração deste íon, quando confrontado com o molho shoyu tradicional da marca B, como podemos observar na Figura 30. A partir dessa análise, constata-se que ambos os molhos shoyu possuem suas vantagens, pois mesmo possuindo teores elevados de sódio, o molho shoyu tradicional da marca A é vantajoso quanto ao potássio.

Figura 30: Teor de potássio em molhos shoyu tradicionais em diferentes marcas.

O consumo do potássio é essencial para o organismo, sendo que sua carência pode acarretar em problemas como alterações no ritmo cardíaco, fadiga crônica e debilidade muscular (RODRIGUES, 2008).

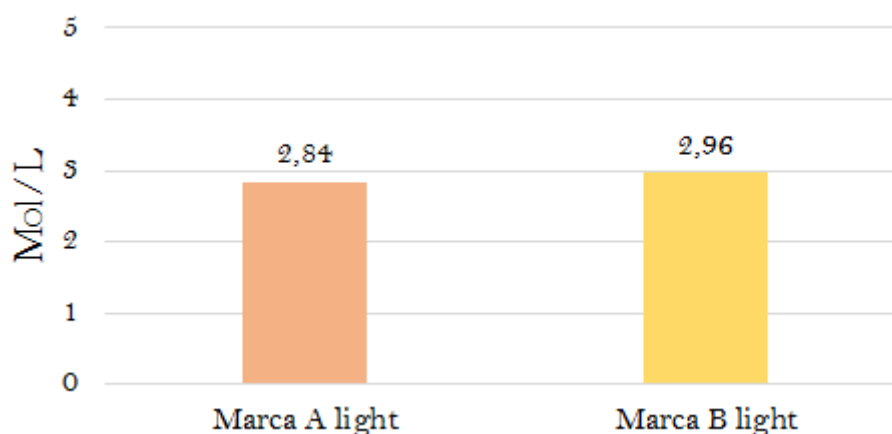
O potássio também é essencial no organismo humano para a transformação de adenosina trifosfato (ATP) em adenosina difosfato (ADP), processo que gera energia para a

célula (NECKEL, [20--]). Esta energia será necessária num processo biológico chamado transporte ativo, onde as concentrações de íons (como o sódio e o potássio) se deslocam da parte mais concentrada para a mais diluída da célula (osmose). Um exemplo de transporte ativo é a bomba de sódio e potássio, neste processo os íons de sódio são transportados para o meio extracelular e os íons de potássio para o meio intracelular. A bomba de sódio e potássio é importante pois tem a função de manutenção da concentração de potássio no interior da célula, que por sua vez atua na síntese proteica e na respiração celular, e também da concentração de sódio fora da célula que contribui para o equilíbrio osmótico (ROCHA, [20--]).

4.5 COMPARAÇÃO ENTRE OS MOLHOS SHOYU LIGHT, ASSIM COMO ENTRE OS TRADICIONAIS E LIGHT

Já ao comparar o molho shoyu light da marca A com o light da marca B, percebe-se que o molho shoyu da marca A é mais vantajoso, já que este possui uma concentração de sódio menor do que o molho shoyu da marca B, como observado na Figura 31.

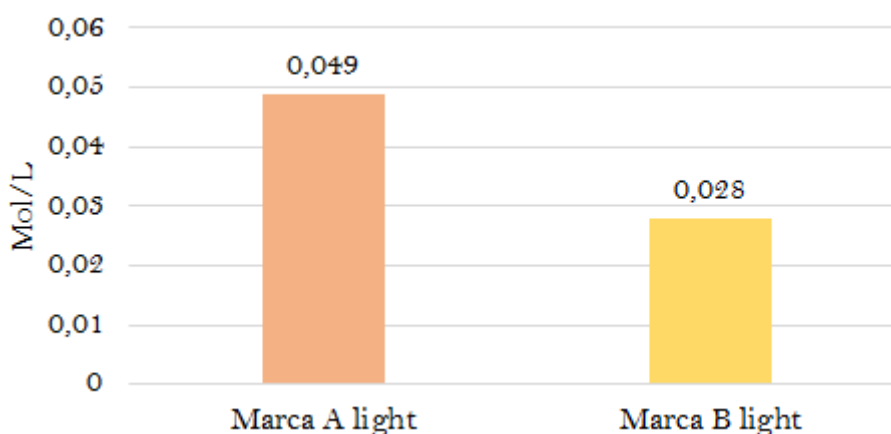
Figura 31 - Teor de sódio em molho shoyu light em diferentes marcas



Quanto ao potássio, a marca A faz-se preferencial, já que esta possui um teor elevado desse mineral, e como dito anteriormente, o consumo de sódio e potássio, em uma concentração adequada, apresenta grandes benefícios, já que estes atuam juntos em processos fisiológicos importantes para o corpo humano. A elevada concentração de potássio no molho shoyu da marca A light, como podemos observar nas Figuras 30 e 32, permite levantar a

hipótese da substituição de uma parcela do NaCl pelo KCl, já que este molho shoyu possui uma elevada redução no teor de sódio em relação ao tradicional.

Figura 32 - Teor de potássio em molhos shoyu light em diferentes marcas



Para que um alimento seja light, este precisa possuir ao menos uma redução de 25 % em algum componente, neste caso, o componente seria o sódio. Assim sendo, ao comparar os molhos shoyu light e tradicionais da mesma marca, chega-se à conclusão de que o molho shoyu light da marca A possuiu uma redução superior a 25 % no teor de sódio, devido a isso pode-se concluir que ele é realmente light. Já o molho shoyu light da marca B não possui uma redução significativa no teor de sódio, assim pode-se perceber que ele não é realmente light, em relação ao sódio.

4.6 COMPARAÇÃO DE CLORETO PRESENTE NO MOLHO SHOYU COM OS TEORES DE SÓDIO E POTÁSSIO

Sabe-se também que uma parcela do sódio (Na^+) e do potássio (K^+) que está presente no molho shoyu encontra-se na forma de cloreto de potássio (KCl) e cloreto de sódio (NaCl), sendo assim, na Tabela 4 propõe-se uma relação entre esses teores.

Tabela 4 - Comparação de teores de sódio e potássio em relação aos de cloreto

Molho shoyu	Na⁺ + K⁺ (mol/L)	Cl⁻ (mol/L)
Marca A tradicional	4,447	4,89
Marca A light	2,889	3,89
Marca B tradicional	2,889	4,45
Marca B light	2,988	4,51

Percebe-se, ao visualizar a tabela, e tendo como base certos conhecimentos prévios, que ambos os molhos shoyu da marca A apresentam em sua composição cloreto de potássio e sódio, já que existe apenas uma pequena diferença entre as concentrações de sódio e potássio, e a de cloreto, sendo que esta diferença pode ser explicada pela presença de outros tipos de cloretos, como o de magnésio.

Já em relação aos molhos shoyu da marca B, é evidente a presença de outros tipos de cloreto, pois as diferenças nas concentrações de sódio e potássio para as de cloreto são grandes, indicando assim, que existe uma concentração superior de outros tipos de cloretos em relação a concentração nos molhos shoyu da marca A.

Além disso sabe-se também que nem todo o sódio e o potássio derivam do NaCl e do KCl, o próprio glutamato monossódico é uma fonte de sódio, e o rótulo do molho tradicional da marca A indica a presença de sorbato de potássio (C₆H₇KO₂), que é um conservante, mas pode-se afirmar que um teor elevado deles tem origem dos cloretos citados, e assim pode-se fazer a relação anterior. Outra fonte de cloreto no molho shoyu é o cloreto de hidrogênio (HCl) que, como dito anteriormente, é usado como catalisador na produção.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa apresentou como objetivo a análise do teor de glutamato monossódico e sódio em molhos shoyu light e tradicionais de diferentes marcas e tipos, sendo que este objetivo foi atingido, pois a determinação de glutamato monossódico e sódio foi realizada. Além disso, foi possível analisar os teores de outros elementos, como o cloreto (Cl⁻) e o potássio (K⁺), fazendo com que a pesquisa se tornasse mais abrangente. Com os resultados

obtidos, pôde-se comparar os valores, relacionando o teor de glutamato monossódico com a concentração de sódio, potássio e cloreto dos molhos shoyu escolhidos para as análises.

Pode-se afirmar que a questão problema foi respondida, e que todos os objetivos específicos propostos foram cumpridos. Porém, para atingir esses objetivos, testou-se várias metodologias, como a espectrofotometria UV/visível e a titulação condutimétrica, que tiveram resultados equivocados.

O trabalho apresentou como foco averiguar se os fabricantes de molho shoyu utilizam o glutamato monossódico como substituto do cloreto de sódio. Porém, não houve a possibilidade de quantificar o teor de cloreto de sódio, já que este em meio aquoso se dissocia nos íons sódio e cloreto. Sendo assim, quantificou-se os elementos (cloreto e sódio) separadamente, como discutido na metodologia. Devido a isso não pode-se afirmar que os fabricantes utilizam o glutamato monossódico como substituto do cloreto de sódio, porém tem-se como hipótese a ocorrência disso, já que percebeu-se que quanto menor o teor de Na^+ e Cl^- , maior é o teor de glutamato monossódico presente.

Quanto às hipóteses:

- Primeira hipótese: a concentração de sódio (Na^+) dos molhos shoyu light é inferior à dos molhos shoyu tradicionais - parcialmente corroborada. Chega-se a essa conclusão, pois na marca A realmente há uma grande diminuição na concentração de sódio da marca de molho shoyu light para a tradicional, mas na marca B os teores de sódio entre o molho shoyu tradicional e o light é muito similar.
- Segunda hipótese: a concentração de glutamato monossódico presente em molhos shoyu light é superior à concentração presente em molhos shoyu tradicionais - corroborada, pois observou-se que a concentração de glutamato monossódico presente em molhos shoyu light é superior a presente em molhos shoyu tradicionais nas duas marcas.
- Terceira hipótese: os fabricantes de shoyu utilizam glutamato monossódico como substituto para o NaCl , por possuir menos sódio - parcialmente corroborada, pois na maioria dos molhos shoyu foi notado aumento da concentração de glutamato monossódico, do tradicional para o light, e redução no teor de sódio, exceto para o molho light da marca B, já que este possui uma concentração praticamente idêntica ao tradicional.

- Quarta hipótese: a concentração de glutamato monossódico nos molhos shoyu analisados é superior ao limite - parcialmente refutada, dado que apenas a concentração de glutamato monossódico do molho shoyu B light nos molhos shoyu analisados é superior ao limite detectável pelo paladar.

Em relação aos molhos shoyu pode-se concluir que, o molho shoyu tradicional da marca A possui uma maior concentração de sódio e cloreto em relação aos outros, já o molho shoyu light da mesma marca possui a maior concentração de potássio dentre os molhos comparados. Quanto ao glutamato monossódico o molho shoyu light da marca B possui o maior teor entre todos os molhos selecionados.

Além disso, conclui-se que o molho shoyu light da marca A é realmente light em relação ao sódio, mas o light da marca B não, pois essa marca possui os teores de sódio do molho shoyu tradicional e do light bastante similares. Quanto aos outros elementos analisados, não se nota grandes variações entre o molho shoyu light da marca B e o tradicional da mesma marca, assim afirma-se que o molho shoyu light dessa marca não é realmente light quanto as substâncias analisadas no decorrer da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- AFRAA, Alnokkari; MOUNIR, Ataie; ZAID, Alasaf. Colorimetric determination of monosodium glutamate in food samples using L-glutamate oxidase. **Chin. J. Appl. Environ. Biol.**, v. 19, n. 6, p. 1069-1072, 2013. Disponível em: <<http://www.cibj.com/Upload/PaperUpload/477b57a9-5aee-411b-ad7a-ff70a5c5e0b0.pdf>>. Acesso em: 27 jun. 2016.
- ÁCIDOS fracos e fortes, pH, Aminoácidos, pI. [20--]. Disponível em: <<http://midia.cmais.com.br/assets/file/original/5452521a27b1d398f9c37cb67b607e59a1d44d19.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2016.
- AJINOTOMO. Glutamato Monossódico: Conceitos, Aplicação na Indústria, Segurança Alimentar e Benefícios. **Revista Aditivos & Ingredientes**, São Paulo, p. 25-28, [201-a]. Disponível em: <<http://ajinomotofi.com.br/docs/GLUTAMATO%20MONOSS%C3%93DICO.%20CONCEITOS,%20APLICA%C3%87%C3%83O%20NA%20IND%C3%9ASTRIA,%20SEGURAN%C3%87A%20ALIMENTAR%20E%20BENEF%C3%8DCIOS%20%E2%80%93%20Revista%20Aditivos&Ingredientes%20%E2%80%93%2002.2013.pdf>>. Acesso em: 29 maio 2016.
- AJINOMOTO. Glutamato monossódico: Vantagens Tecnológicas e Benefícios à Saúde. **Revista Aditivos & Ingredientes**, São Paulo, p. 37-40, [201-b]. Disponível em: <<http://ajinomotofi.com.br/docs/GLUTAMATO%20MONOSS%C3%93DICO%20VANTAGENS%20TECNOL%C3%93GICAS%20E%20BENEF%C3%8DCIOS%20%C3%80%20SA%C3%9ADE%20-%20Revista%20Aditivos&Ingredientes%20%E2%80%93%202012.pdf>>. Acesso em: 28 maio 2016.
- AJINOMOTO. **Perguntas Frequentes do Glutamato**. [20--b]. Disponível em: <<http://www.ajinomotofi.com.br/faq>>. Acesso em: 29 maio 2016.
- AJINOMOTO. **Processo de produção do AJI-NO-MOTO®**. [20--c]. Disponível em: <<http://www.ajinomotofi.com.br/processo>>. Acesso em: 14 jun. 2016.
- ANALYSER. **Produtos**. [20--]. Disponível em: <Fonte:<http://www.analyser.com.br/comprasanalyser/>>. Acesso em: 27 nov. 16.
- ANVISA. Gerência de Ações de Ciência e Tecnologia e Alimentos. Gerência Geral de Alimentos. **Guia de procedimentos para pedidos de inclusão e extensão de uso de aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia de fabricação na legislação brasileira**. Brasília-DF, 2009. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/guia_pedidos.pdf> Acesso em: 09 jun. 2016.
- ANVISA. **Perguntas Frequentes: Aditivos Alimentares**. [20--]. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/web/ggali/aditivos-alimentares>>. Acesso em: 14 jun. 2016.
- AVATEC (Brasil). **Carcinogenicidade**. [20--?]. Disponível em: <http://www.avatec.com.br/v3/m_perg_resp.asp?id=229&g=1>. Acesso em: 09 jun. 2016.

BOITO, Fernanda. **Conheça os Benefícios do Molho Shoyu**. 2014. Disponível em: <<http://www.dicasdemulher.com.br/shoyu/>>. Acesso em: 14 jun. 2016.

BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 386, de 05 de agosto de 1999. Aprova o regulamento técnico sobre aditivos utilizados segundo as boas práticas de fabricação e suas funções contendo os Procedimentos para Consulta da Tabela e a Tabela de Aditivos Utilizados Segundo as Boas Práticas de Fabricação. **D.O.U. - Diário Oficial da União**; Poder Executivo, 09 ago. 1999. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/0556e3004745787485bdd53fbc4c6735/RESOLUCAO_386_1999.pdf?MOD=AJPERES> Acesso em: 17 maio 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Política Nacional de Atenção Básica (Org.). **Você sabe a quantidade de sal consumida diariamente?** 2012. Disponível em: <http://dab.saude.gov.br/portaldab/calculo_sodio.php>. Acesso em: 29 maio 2016.

CARCUTE, Daniele. Atualizada lista de aditivos permitidos para cervejas. **ANVISA**. 25 jun. 2015. Disponível em: <<http://goo.gl/CIIATl>>. Acesso em: 09 maio 2016.

CARDOSO, Mayara. **Purinas**. [20--]. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/bioquimica/purinas/>>. Acesso em: 01 jun. 2016.

CARVALHO, Paulo Roberto do Rêgo Monteiro et al. Características e Segurança do Glutamato Monossódico como Aditivo Alimentar: Artigo de Revisão. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 12, n. 1, p.53-64, jun. 2011. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/academica/article/view/22025/18150>>. Acesso em: 11 maio 2016.

CARVALHO, Thomas. **Espectro Eletromagnético**. [20--]. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/fisica/espectro-eletromagnetico/>>. Acesso em: 01 jul. 2016.

CAVALHEIRO, Éder T. G.; NÓBREGA, Joaquim A.; OKUMURA, Fabiano. Experimentos Simples Usando Fotometria de Chama para Ensino de Princípios de Espectrometria Atômica em Cursos de Química Analítica. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 5, p.832-836, 17 jun. 2004. Bimestral.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357/05. **Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional**. Brasília, SEMA, 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 24 nov. 2016.

DETERMINAÇÃO de Cloretos em Água (Método de Mohr). Disponível em: <<http://www.iqsc.usp.br/iqsc/servidores/docentes/pessoal/mrezende/arquivos/aula11.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2016.

EXPLICATORIUM. **A evolução do modelo atômico**. [20--]. Disponível em: <<http://www.explicatorium.com/cfq-9/evolucao-modelo-atomico.html>>. Acesso em: 26 nov. 2016.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Novo dicionário Aurélio da língua portuguesa**. 4. ed. Curitiba: Positivo, 2009. 2120 p.

FAO. **Monosodium L-Glutamate**. 1988. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/agn/jecfa-additives/specs/Monograph1/Additive-210.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2016.

FESTUGATO, Moira. Estudo piloto sobre alimentos que devem ser evitados nos portadores de psoríase. **An Bras Dermatol**, Rio de Janeiro, v. 86, n. 6, p.1103-1108, nov. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abd/v86n6/v86n6a06.pdf>>. Acesso em: 31 maio 2016.

FLAME tests. [20--]. Disponível em: <<http://web.sbu.edu/chemistry/wier/atoms/bunsen.html>>. Acesso em: 27 nov. 2016.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. **Titulação ácido-base**. [20--]. Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/titulacao-acido-base.htm>>. Acesso em: 23 out. 2016.

FREIRE, Tassyana Vieira Marques. **Estratégia para redução de sódio em batata palha por meio de substituto e redução de partículas**. 2013. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014. Disponível em <<http://repositorio.ufla.br/handle/1/1722>>. Acesso em: 29 maio 2016.

KOREA FOOD ADDITIVES €CODE. **Monosodium L-Glutamate**. [20--]. Disponível em: <http://fa.kfda.go.kr/standard/egongjeon_standard_print.jsp?lang=null&SerialNo=223&GoCa=1>. Acesso em: 23 nov. 2016.

LEITE, Diego de Oliveira; PRADO, Rogério Junqueira. **Espectroscopia no infravermelho: uma apresentação para o Ensino Médio**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 34, n. 2, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v34n2/v34n2a15.pdf>>. Acesso em 01 jul. 2016.

LUZ, Luiz Molina. **Modelo atômico de Rutherford**. 201-. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/quimica/modelo-atomico-de-rutherford/>>. Acesso em: 14 out. 2016.

MEDEIROS, Miguel A. **Sal de Cozinha ou Sal de Mesa**. 2015. Disponível em: <<http://quiprocura.net/wordpress/portfolio-item/sal-de-cozinha-nacl-ou-o-que/>>. Acesso em: 09 jun. 2016.

MENDES, Ana Carla Duarte. **Avaliação do teor de ácido glutâmico em variedades de tomate indústria, no Vale do Tejo**. 2014. 88 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Produção de Plantas Medicinais e Para Fins Industriais, Instituto Politécnico de Santarém, Santarém, 2014. Disponível em: <[http://repositorio.ipsantarem.pt/bitstream/10400.15/1410/1/Tese final.pdf](http://repositorio.ipsantarem.pt/bitstream/10400.15/1410/1/Tese%20final.pdf)>. Acesso em: 29 maio 2016.

MONTEIRO, Geyvon H.; MORAIS, Gustavo F. de; ROCHA, Flávia Sodré. **Determina o da concentra o de sódio e potássio em amostras de água com o método de Fotometria de Chama – Emissão Atômica**. 2010. Disponível em:

<<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABQ3oAE/fotometria-chama-emissao-atmica>>. Acesso em: 04 jul. 2016.

NECKEL, Fernanda. **O que é ATP e ADP?** [20--]. Disponível em: <<http://www.fernandaneckel.com/o-que-e-atp-e-adp>>. Acesso em: 25 nov. 2016.

NERY, Paloma A. Cupini; ASSIS, Márcia R.; NEVES, Millena. GLUTAMATO MONOSSÓDICO. **Tecnologia, Saúde e Meio Ambiente à Serviço da Vida**, p. 153-157, 2012. Disponível em <<http://www.institutobioeducacao.org.br/docs/LIVRO%20simposio%20paraibano%20de%20sa%C3%BAde.pdf#page=154>>. Acesso em: 12 maio 2016.

NEVES, Roberta das. **Núcleo e síntese proteica**. [20--]. Disponível em: <<http://educacao.globo.com/biologia/assunto/genetica/nucleo-e-sintese-proteica.html>>. Acesso em: 01 jun. 2016.

OLAYA-SEGURA, Magda Isabel; MAZZONETTO, Renato; CASTRO, João César Bedran de. Processo de Reparo em Feridas de Extração Dental em Ratas Submetidas a Ação do Glutamato Monossódico: Estudo Histológico. **Rev. Odonto**, Unesp (São Paulo), v. 26, n. 2, p.445-460, 1997. Disponível em: <<http://revodontolunesp.com.br/files/v26n2/v26n2a17.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2016.

PORTAL UMAMI. **Descobrimo o tempero do Oriente**. 2014. Disponível em: <<http://www.portalumami.com.br/2014/04/descobrimo-o-tempero-do-orient/>>. Acesso em: 09 jun. 2016.

PORTAL UMAMI. **Produção industrial das substâncias umami**. 2013. Disponível em: <http://www.portalumami.com.br/2013/04/producao-industrial-das-substancias-umami/#_ednref1>. Acesso em: 09 jun. 2016.

REIS, Martha. **Química Integral**. São Paulo: FTD, 1993. 624 p.

ROCHA, Clarisse. **Bomba de Sódio e Potássio**. [20--]. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/biologia/bomba-de-sodio-e-potassio/>>. Acesso em: 25 nov. 2016.

RODRIGUES, Sônia Micaela. Alimentação Saudável. **O Potássio e a Saúde**. 2008. Disponível em: <<http://www.alimentacaosaudavel.org/Potassio.html>> Acesso em: 21 out. 2016.

ROSA, Gilber; GAUTO, Marcelo; GONÇALVES, Fábio. **Química Analítica: Práticas de Laboratório**. Porto Alegre: Bookman, 2013. 128 p.

SERVICE, International Glutamate Information. **Glutamato nos alimentos**. [201-]. Disponível em: <http://www.glutamate.org/pt/media/Glutamato_e_sabor.php>. Acesso em: 11 maio 2016.

SILVA, André Luis Silva da. **Hidrólise**. [20--]. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/reacoes-quimicas/hidrolise/>>. Acesso em: 14 jun. 2016.

SOARES, Adélie; MONASSA, José Michel. **O Emprego da Levedura na Indústria Food e Feed**. 2014. Disponível em:
<<http://revista.univem.edu.br/index.php/REGRAD/article/view/762/359>>. Acesso em: 02 jun. 2016.

SOUSA, Adriano Amaro de. **Indústria, Território e Cultura: O Empresariado Nipo-brasileiro no Contexto do Oeste Paulista**, p.6, 2009. Disponível em:<<http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/outros/6EncNacSobreMigracoes/ST2/AdrianoAmaro.pdf>> Acesso em: 09 jun. 2016.

SOUSA, Rafael Arromba de. **Fotometria de Emissão em Chama: Juiz de Fora: Rafael Arromba de Sousa**, 2011. 15 slides, color. Disponível em:
<http://www.ufjf.br/baccan/files/2011/05/Guia-de-estudos-Fotometria-de-chama-2S_2011-Modo-de-Compatibilidade1.pdf>. Acesso em: 18 out. 2016.

SUSSUCHI, Eliana Midori; MACHADO, Samísia Maria Fernandes; DE SOUZA MORAES, Valéria Regina. **Titulação Ácido-Base**. [20--]. Disponível em:
<http://www.cesadufs.com.br/ORBI/public/uploadCatalogo/14441330102012Quimica_I_Aula_12.pdf>. Acesso em: 23 out. 2016.

TAKAHASHI, Jo. **Como é feito o shoyu**. 2012. Disponível em:
<<http://jojoscope.com/2012/09/show-de-shoyu/>>. Acesso em: 27 jun. 2016.

TONETTO, Amanda et al. O uso de aditivos de cor e sabor em produtos alimentícios. **Tecnologia de alimentos. São Paulo: Faculdade de Ciências Farmacêuticas**, 2008. Disponível em: <<http://www.luzimarteixeira.com.br/wp-content/uploads/2010/04/aditivos-de-cor-e-sabor-nos-alimentos.pdf>>. Acesso em: 29 maio 2016.

UNESP (São Paulo). **Hidróxido de Sódio**. [20--]. Disponível em:
<http://www6.fcav.unesp.br/intralab/substancias_id.php?recordID=38>. Acesso em: 26 nov. 2016.

WAGNER, M. H.; YAMAGUCHI, M.; TAKAHASHI, M.. **Quantitative assessment of strain hardening of low-density polyethylene melts by the molecular stress function model**. 2003. Disponível em:
<<http://scitation.aip.org/content/sor/journal/jor2/47/3/10.1122/1.1562155>>. Acesso em: 29 maio 2016.