

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

VANESSA SILVA MARTINS

**EFEITO DA REDUÇÃO DO SÓDIO NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-
QUÍMICAS DO QUEIJO TIPO MINAS PADRÃO**

DISSERTAÇÃO

LONDRINA

2014

VANESSA SILVA MARTINS

**EFEITO DA REDUÇÃO DO SÓDIO NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-
QUÍMICAS DO QUEIJO TIPO MINAS PADRÃO**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Tecnologia de Alimentos, do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, câmpus Londrina. Área de Concentração: Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Dra. Marly Sayuri Katsuda.

LONDRINA
2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca UTFPR - Câmpus Londrina

M386e Martins, Vanessa Silva

Efeito da redução do sódio nas características físico-químicas do queijo tipo minas padrão / Vanessa Silva Martins. - Londrina: [s.n.], 2014.

56 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Marly Sayuri Katsuda.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. Londrina, 2014.

Bibliografia: f. 44-56

1. Alimentos - Teor de sódio. 2. Queijo-de-Minas. 3. Potássio
I. Katsuda, Marly Sayuri, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. III. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos.
IV. Título.

CDD: 664

FOLHA DE APROVAÇÃO
Título da Dissertação Nº 20

**“Efeito Da Redução De Sódio Nas Características
Físico-Químicas Do Queijo Tipo Minas Padrão”**

por

VANESSA SILVA MARTINS

Esta dissertação foi apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de MESTRE EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS – Área de Concentração: Tecnologia de Alimentos, pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos – PPGTAL – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Londrina, às 09:00 hs de 30 de setembro de 2014. O trabalho foi aprovado pela Banca Examinadora, composta por:

Dr. Marly Sayuri Katsuda
UTFPR Câmpus Londrina
Orientador

Dra. Lucia Helena da Silva Miglioranza
UEL Londrina
Membro Examinador Titular

Dra. Luciana Furlaneto-Maia
UTFPR Câmpus Londrina
Membro Examinador Titular

Visto da coordenação:

Prof. Fábio A. Coró, Dr.
(Coordenador do PPGTAL)

A Deus por sempre ter me dado forças mesmo quando tudo parecia impossível.

Aos meus pais, Miriam Silva Martins e Paulo Fagundes Martins, que sempre acreditaram ser a educação o maior legado dos pais aos filhos e, dessa forma, não pouparam esforços para ver este trabalho concluído.

Ao meu noivo Douglas Rafael Ursi pelo amor e apoio incondicionais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos e aos docentes que dele fazem parte pela enorme contribuição na ampliação dos meus conhecimentos e pelo papel fundamental na realização deste trabalho.

Agradeço especialmente à minha orientadora Profa. Dra. Marly Sayuri Katsuda por toda orientação, amizade e apoio durante todo trabalho.

Agradeço à Profa. Dra. Lúcia Felicidade Dias pelo auxílio na análise de sódio e potássio.

Agradeço à Profa. Dra. Luciana Furlaneto-Maia pela contribuição e auxílio de seus bolsistas nas análises microbiológicas e pela doação de meios de cultura.

Agradeço à Profa. Dra. Lúcia Helena da Silva Miglioranza pela participação na banca de defesa deste trabalho e pela contribuição científica.

Agradeço a Labtec - Comércio de Produtos Microbiológicos Ltda. pela doação de material da 3M para análises microbiológicas e pela compreensão e apoio durante este trabalho.

Agradeço também, por último, mas não menos importante, aos bolsistas e estagiários pelo auxílio de todos que participaram e contribuíram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

MARTINS, Vanessa Silva. **Efeito da redução do sódio nas características físico-químicas do queijo tipo Minas Padrão**. 2014. 56 f. Dissertação de Mestrado profissional em Tecnologia de Alimentos – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina.

A ingestão de elevados teores de cloreto de sódio tem sido associada ao aumento de ocorrência de hipertensão, doenças cardiovasculares, osteoporose, incidência de nefrolitíase, síndrome metabólica e outras doenças crônicas não transmissíveis. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) avaliou 16 segmentos de alimentos industrializados e identificou que vários produtos encontraram elevados níveis de sódio, incluindo alguns produtos lácteos, destacando-se os queijos. Desse modo, o presente estudo avaliou o efeito da substituição de sódio pelo potássio nas características físico-químicas e microbiológicas de queijos Minas Padrão. O estudo consistiu na elaboração dos queijos tipo Minas Padrão Controle (C - 100% de NaCl), T1 (50% de NaCl + 50% de KCl) e T2 (30% de NaCl + 70% de KCl). Os queijos foram submetidos à avaliação microbiológica (coliformes a 35°C e 45 °C, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella sp.*) e composição proximal (umidade, gordura, proteína, cinzas e cloretos) nos tempos 0 e 45 dias de estocagem a 10°C ± 1°C. Os teores de sódio e potássio foram quantificados aos 45 dias de estocagem. As caracterizações físico-químicas consistiram na determinação de acidez titulável, pH, índice de extensão de proteólise e índice de profundidade de proteólise nos tempos 0, 15, 30 e 45 dias de estocagem. Os queijos T1 e T2 apresentaram baixo teor de umidade comparado ao controle ao longo do tempo de estocagem. Os teores de cloretos variaram entre 0,35 e 0,44%. O teor de sódio do T1 foi de 99,33 mg e do T2 foi 73,18 mg, enquanto o teor de potássio foi de 164,39 mg e 243,45 mg para os tratamentos T1 e T2 respectivamente. Com a redução do sódio, os tratamentos T1 e T2 apresentaram menores valores de pH e elevado teor de acidez titulável aos 45 dias de estocagem comparado ao controle. O tratamento T2 apresentou aumento significativo do índice de extensão de proteólise comparado aos demais tratamentos. Por outro lado, o índice de profundidade de proteólise do tratamento controle foi superior ao índice dos demais tratamentos aos 45 dias de estocagem. Os queijos submetidos aos diferentes tratamentos apresentaram os padrões microbiológicos dentro dos limites exigidos na legislação, de acordo com a classificação quanto ao teor de umidade. Os queijos com substituição de sódio apresentaram menor teor de umidade, com elevado teor de acidez titulável inicial e menor atividade proteolítica quando comparado ao queijo controle. Portanto, a presente pesquisa demonstrou que a substituição de sódio pelo potássio na proporção de 50% e 70% não causou grandes alterações na composição proximal e não afetou as características microbiológicas das formulações de queijos.

Palavras-chave: Composição proximal. Maturação. Potássio. Proteólise. Substituição de sódio.

ABSTRACT

MARTINS, Vanessa Silva. **Effect of sodium reduction on physicochemical of Minas Standard cheese.** 2014. 56 p. Dissertation of Professional Master Degree on Food Technology – Federal Technological University of Paraná. Londrina.

Ingestion of large amounts of sodium chloride has been associated with increased incidence of hypertension, cardiovascular disease, osteoporosis, incidence of nephrolithiasis, metabolic syndrome and other chronic diseases. The National Health Surveillance Agency (ANVISA) evaluated 16 segments of processed foods and found that several products contains high levels of sodium, including some dairy products, standing out the cheeses. Thereby, the present study evaluated the effect of substitution of sodium by potassium on the physicochemical and microbiological characteristics of Minas Standard cheeses. The study consisted in the preparation of cheese type Minas Standard Control (C - 100% NaCl), T1 (50% NaCl + 50% KCl) and T2 (30% NaCl + 70% KCl). The cheeses were submitted to microbiological evaluation (coliforms at 35°C and 45°C, *Staphylococcus aureus* and *Salmonella* sp.) and gross composition (moisture, fat, protein, ash and chlorides) at 0 and 45 days of storage at 10°C ± 1°C. Sodium and potassium levels were measured at 45 days of storage. The physico-chemical characterization consisted in determining titratable acidity, pH, proteolysis extension ratio and depth ratio proteolysis at 0, 15, 30 and 45 days of storage. The T1 and T2 cheeses submitted low moisture content compared to the control throughout the storage time. Chloride concentrations ranged between 0.35 and 0.44%. The content of sodium of T1 was of 99.33 mg and T2 was 73.18 mg, whilst potassium content was 164.39 mg and 243.45 mg for the treatments T1 and T2, respectively. With the sodium reduction, T1 and T2 treatments showed lower pH and higher titratable acidity levels at 45 days of storage compared to the control. The treatment T2 showed significantly proteolysis extension ratio compared to the other treatments. Besides, the depth ratio proteolysis control treatment was higher to the other treatments ratio after 45 days of storage. The cheeses from different treatments showed the microbiological standards within the limits required by law, according to the classification of the moisture content. The cheeses with sodium replacement had lower moisture content, high titratable acidity and initial lower proteolytic acidity when compared to the control cheese. Accordingly, the present research demonstrated that the substitution of sodium by potassium in ratio of 50% and 70% did not cause significant changes in the gross composition and did not affect the microbiological characteristics of cheese formulations.

Keyword: Gross Composition. Ripeness. Potassium. Proteolysis. Replacing sodium.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Proporções dos tipos de queijos reunidos em “baixo”, “moderado” e “alto” teor de sódio de acordo com a Anvisa (BRASIL, 1998).....17
- Figura 2** - Fluxograma do queijo Minas Padrão, segundo Furtado (2005b).....22
- Figura 3** - Fluxograma do queijo Minas Padrão.....28
- Figura 4** - Evolução do pH ao longo dos 45 dias de estocagem a $10 \pm 1^\circ\text{C}$ dos tratamentos Controle (C- 100% NaCl), T1 (50% NaCl + 50% KCl) e T2 (30% NaCl + 70% KCl).....36
- Figura 5** - Evolução da acidez titulável ao longo dos 45 dias de estocagem a $10 \pm 1^\circ\text{C}$ dos tratamentos Controle (C- 100% NaCl), T1 (50% NaCl + 50% KCl) e T2 (30% NaCl + 70% KCl).....38
- Figura 6** - Efeito da substituição do sódio sobre o índice de extensão ao longo dos 45 dias de estocagem a $10 \pm 1^\circ\text{C}$ dos tratamentos Controle (C- 100% NaCl), T1 (50% NaCl + 50% KCl) e T2 (30% NaCl + 70% KCl).....39
- Figura 7** - Efeito da substituição do sódio sobre o índice de profundidade ao longo dos 45 dias de estocagem a $10 \pm 1^\circ\text{C}$ dos tratamentos Controle (C- 100% NaCl), T1 (50% NaCl + 50% KCl) e T2 (30% NaCl + 70% KCl).....40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Contribuição dos queijos na ingestão diária de sódio.....17

Tabela 2 - Características físico-químicas dos queijos Minas padrão com cloreto de sódio (C), comparados aos que receberam tratamento com substituição parcial de sódio por potássio de 50% (T1) e 70% (T2) nos tempos 0 e 45 dias.....33

Tabela 3 - Médias das contagens de *Staphylococcus aureus*, coliformes totais e termotolerantes e *Salmonella* sp dos queijos tipo Minas Padrão com cloreto de sódio (C), comparados aos tratamentos com substituição de 50% de sódio (T1) e 70% de sódio (T2) nos tempos 0 e 45 dias de armazenamento refrigerado a $10 \pm 1^{\circ}\text{C}$41

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVO GERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1 O IMPACTO DO CLORETO DE SÓDIO NA SAÚDE PÚBLICA	13
3.2 A IMPORTÂNCIA DO CLORETO DE SÓDIO NA PRODUÇÃO DE QUEIJOS	15
3.3 EFEITOS DA SUBSTITUIÇÃO DE SÓDIO EM QUEIJOS	19
3.4 QUEIJO TIPO MINAS PADRÃO	20
3.4.1 Características físico-químicas	222
3.4.2 Segurança microbiológica.....	24
3.4.3 Maturação.....	25
3.4.3.1 Glicólise, proteólise e lipólise.....	256
4 MATERIAL E MÉTODOS	27
4.1 MATERIAL	27
4.2 ELABORAÇÃO DO QUEIJO MINAS PADRÃO	27
4.3 COMPOSIÇÃO PROXIMAL E CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	288
4.4 AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA	31
4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA	31
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	32
5.2 ALTERAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DO QUEIJO DURANTE O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO.....	36
5.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	411
6. CONCLUSÃO	43
REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

O cloreto de sódio (NaCl) é muito utilizado como aditivo alimentar no processamento de alimentos. Além da sua influência sobre o sabor do produto, promove uma função importante na textura e conservação dos alimentos. Porém, o alto teor de NaCl tem sido associado a um alto risco de hipertensão, a doenças cardiovasculares, à osteoporose, à incidência de nefrolitíase, à síndrome metabólica e a outras doenças crônicas não transmissíveis (WEINSIER, 1976; HEANEY, 2006; DURACK *et al.*, 2008).

Desse modo, os profissionais da saúde dedicaram mais atenção ao consumo de alimentos pelos pacientes e constataram que houve um aumento do risco de doenças crônicas não transmissíveis devido à elevada ingestão de sódio na porção diária (DEWITT, 2008; DURACK *et al.*, 2008). Por consequência, esses profissionais alertaram os órgãos governamentais responsáveis pela saúde da população mundial sobre a necessidade de reduzir o consumo de sódio ou desenvolver produtos com teor reduzido desse sal (KATSIARI *et al.*, 2001.; MATTHEWS & STRONG, 2005; RUUSUNEN & PUOLANNE, 2005; GUÀRDIA *et al.*, 2008).

Assim, em 2005, a Organização Mundial da Saúde estabeleceu uma meta global para reduzir as taxas de morte por doença crônica, para tanto, foram selecionadas duas intervenções: reduzir o consumo de NaCl na população em 15% e controlar o consumo do tabaco (ASARIA, 2007).

De acordo com as novas diretrizes da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2013), os adultos devem consumir menos de 2000 mg de sódio ou 5 gramas de NaCl, e, pelo menos, 3510 mg de potássio por dia.

Os produtos lácteos contribuem com 11% da ingestão de NaCl na dieta americana e, no Reino Unido, contribuem com 8% (HENDERSON *et al.* 2003). No Brasil, levando-se em consideração o consumo médio de produtos lácteos per capita por ano (OECD-FAO, 2013) e a média do teor de sódio desses alimentos descritos pela ANVISA (BRASIL, 2012), os produtos lácteos contribuem com uma estimativa de 4% da ingestão de NaCl, já que o consumo médio de produtos lácteos é significativamente menor que o consumo dos Estados Unidos e países da União Europeia.

A redução do teor de sódio em queijos pode alterar algumas características físico-químicas, qualidade microbiológica e aceitação sensorial (PURDY e ARMSTRONG, 2007). Baseado neste contexto, a presente pesquisa visou investigar o efeito da redução de sódio sobre as características físico-químicas e microbiológicas em queijo tipo Minas Padrão.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar as características físico-químicas e microbiológicas das formulações do queijo tipo Minas Padrão com reduzido teor de sódio.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar formulações com substituição de sódio por potássio na proporção de 50% e 70%;
- Avaliar a composição proximal e teor de sódio e potássio de todos os tratamentos nos tempos 0 e 45 dias de armazenamento refrigerado a $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$;
- Verificar o efeito da substituição parcial de sódio por potássio na proteólise do queijo tipo Minas Padrão nos tempos 0, 15, 30 e 45 dias;
- Monitorar a qualidade microbiológica dos tratamentos nos tempos 0 e 45 dias de armazenamento refrigerado a $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 O IMPACTO DO CLORETO DE SÓDIO NA SAÚDE PÚBLICA

O sal para consumo humano é definido como “cloreto de sódio cristalizado, extraído de fontes naturais, adicionado obrigatoriamente de iodo”. O sal deve se apresentar sob forma de cristais brancos, com granulação uniforme, deve ser inodoro e ter sabor salino-salgado próprio. Além disso, não pode apresentar sujidades, microorganismos patogênicos ou outras impurezas. Podem ser adicionados ao sal aditivos como minerais (antiumectantes), desde que nos limites estabelecidos pela legislação (BRASIL, 2000).

O sódio do NaCl é o componente mais abundante em fluidos extracelulares e permite o transporte de nutrientes, sendo indispensável, uma vez que participa em uma série de funções metabólicas essenciais no corpo humano, como regulação da pressão arterial, regulação da pressão osmótica, transmissão de impulsos nervosos e, além disso, desempenha um papel importante na manutenção do equilíbrio hídrico no interior das células (GREELEY, 1997; KAPLAN, 2000; DOYLE & GLASS, 2010).

Apesar de ser essencial para o organismo, quando em quantidades excessivas na dieta, o NaCl causa retenção de água no organismo aumentando o volume hídrico, o que promove a hipertensão arterial. Em consequência, pode ocasionar infarto e acidente vascular cerebral, além de afetar os rins, essas doenças são enquadradas como crônicas não-transmissíveis e são conhecidas como as principais causas de morbidade e mortalidade no Brasil e em diversos países do mundo. Por isso, a redução do teor de sódio nos alimentos vem sendo foco, nos últimos anos, de políticas públicas de saúde em todo o mundo, visando prevenir e controlar a hipertensão arterial (TUOMILEHTO *et al.*, 2001; WHO, 2003; HE *et al.*, 2011; MCLEAN *et al.*, 2012; WYNESS *et al.*, 2012).

A hipertensão arterial é considerada um problema de saúde pública por causa da sua magnitude, do risco que oferece à vida de quem tem esse problema e pela dificuldade em controlar essa condição. Está associado à alta prevalência de

hipertensão arterial, o excesso de consumo de álcool, de sódio, bem como o excesso de peso (MOLINA *et al.*, 2003). Um estudo de Kearney *et al.* (2005) relata que, no ano de 2000, 26,4% da população adulta do mundo, a qual correspondia a 972 milhões de pessoas, era hipertensa, e projeta que no ano de 2025 esse número aumentará para 1,56 bilhões de pessoas.

Na China, um estudo realizado por Tian *et al.* (1995) mostrou que um aumento de 2,4 g e 0,9 g por dia de NaCl na dieta masculina e feminina, respectivamente, resultou em um aumento de 5 mmHg de pressão arterial entre os homens e 4 mmHg entre as mulheres, quando comparado ao grupo controle.

Recomendações do Dietary Guidelines for Americans (2005) enfatizam que o impacto da elevada ingestão de sódio por meio de alimentos industrializados poderia ser reduzido se os americanos ingerissem mais potássio, que é facilmente encontrado em alimentos como batatas, cenouras, feijão, frutas e outros vegetais. Apesar do sódio e potássio agirem separadamente, os altos níveis de potássio podem contrapor os efeitos do sódio em elevadas concentrações.

Outros estudos clínicos e epidemiológicos têm demonstrado que a ingestão de potássio tem uma função importante na hipertensão arterial, tanto em pessoas com pressão arterial normal como em pessoas hipertensas. A ingestão de sódio e potássio tem efeitos opostos sobre a pressão arterial, isto é, há efeitos benéficos quando o consumo de sódio é reduzido e o consumo de potássio é aumentado (HE & MACGREGOR, 2001).

Em um estudo que relacionou a pressão arterial com a ingestão de cálcio e a proporção de Na/K, observou-se que a relação de Na/K é mais fortemente associada com a pressão arterial que qualquer outro nutriente, desde que a ingestão de cálcio seja reduzida para evidenciar o efeito dos sais de Na/K sobre a pressão arterial. A interação entre esses três nutrientes foi detectada em todos os grupos analisados. Um dado interessante dessa pesquisa é que ingestão adequada de cálcio também protege contra os efeitos hipertensivos de uma dieta com alto consumo de sódio ou baixo consumo de potássio (GRUCHOW *et al.*, 1998).

3.2 A IMPORTÂNCIA DO CLORETO DE SÓDIO NA PRODUÇÃO DE QUEIJOS

Todos os tipos de queijo recebem NaCl durante alguma fase de seu processamento (no final do processo de produção, após moldagem e/ou prensagem), com exceção do queijo Domiati. Existem três métodos de salga: (1) imersão em salmoura, em que o produto é mergulhado em uma solução de NaCl em concentração predeterminada; (2) salga na massa, na qual os cristais de sal são diretamente adicionados na coalhada formada antes da moldagem e/ou prensagem e; (3) salga a seco, quando o NaCl é espalhado na superfície do queijo após a moldagem (SPREER, 1991; GUINEE e O'KENNEDY, 2007b).

A salga do queijo é uma etapa essencial durante o processamento do queijo. O NaCl é incorporado ou permeado à coalhada, de modo a controlar a atividade da cultura *starter* utilizada, além de influenciar nas características físicas e físico-químicas do queijo (MCMAHON, 2010). O NaCl é o principal agente determinante da atividade de água (A_w) do produto e, conseqüentemente, exerce o controle sobre o crescimento microbiano, a atividade enzimática e as alterações bioquímicas durante a maturação do queijo (GUINEE, 2004).

A concentração de NaCl influencia na atividade enzimática durante a maturação e pode ou não beneficiar as espécies microbianas que têm impacto no sabor. Outras funções do NaCl são a melhoria na textura, inativação e/ou redução das bactérias deteriorantes envolvidas nas etapas de salga e maturação de diversos queijos (MCMAHON, 2010).

Durante o processo da salga do queijo, também há uma diferença de pressão osmótica entre a solução salina e a massa que provoca parte da liberação da umidade, drenando também proteínas do soro, ácido láctico e mineral dissolvido, enquanto o NaCl é absorvido. A fim de ter um bom equilíbrio, é importante que a concentração da solução salina e o pH sejam apropriados (o pH ideal da salmoura é entre 5,2 e 5,3), além disso, o teor de cálcio deve estar entre 0,1 e 0,2%. Durante o processo de salga ocorrerá troca de íons Ca^{2+} e Na^+ nas moléculas de paracaseína, isso faz com que a massa da coalhada fique mais suave. Se o pH estiver abaixo de 5,0, haverá mais íons H^+ que Ca^{2+} ligados à molécula de paracaseína e,

consequentemente, haverá uma incorporação suficiente de íons Na^+ que tornará o queijo quebradiço. Porém, se o pH estiver em 5,8, haverá incorporação excessiva de íons Na^+ e o queijo será bastante suave.

A concentração da salmoura deve estar entre 18 e 23% de NaCl em temperaturas de 10 a 14°C. O NaCl, o pH e o teor de cálcio influenciam diretamente o grau de hidratação ou agregação da paracaseína que, por sua vez, afeta a capacidade de hidratação da matriz do produto e sua tendência à sinerese ou expulsão do soro. A adição de NaCl altera a função da caseína, diminuindo o pH, o que sugere que a interação do sódio com a caseína resulte na liberação de íons H^+ (FARKE, 2004; GUINNE, 2004; GUINNE & O'KENNEDY, 2007b; PERRY, 2004).

A proteólise é o principal e mais complexo evento que ocorre durante a maturação do queijo. Além de influenciar a suavidade, também tem papel importante no desenvolvimento de sabor pela formação de aminoácidos e peptídeos. O NaCl influencia a taxa de proteólise em queijos, alterando o estado de agregação das proteínas e moléculas do substrato, afetando e controlando o crescimento das bactérias *starters* e não *starters*, bem como influenciando diretamente na atividade das enzimas envolvidas (KATSIARI *et al.*, 2001).

Portanto, os desafios são muitos quando optamos pela substituição do NaCl, pois este desempenha diversas funções importantes nos queijos, de modo que sua redução pode comprometer a palatabilidade do produto, alterar a textura, a qualidade microbiológica e as características físico-químicas do queijo (PURDY & ARMSTRONG, 2007)

Felicio *et al.* (2013) avaliou cerca de 156 amostras de diferentes tipos de queijos brasileiros e comparou seus teores de sódio com a classificação dos alimentos de acordo com o teor de sódio estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (2012), os quais se encontram ilustrados na Figura 1.

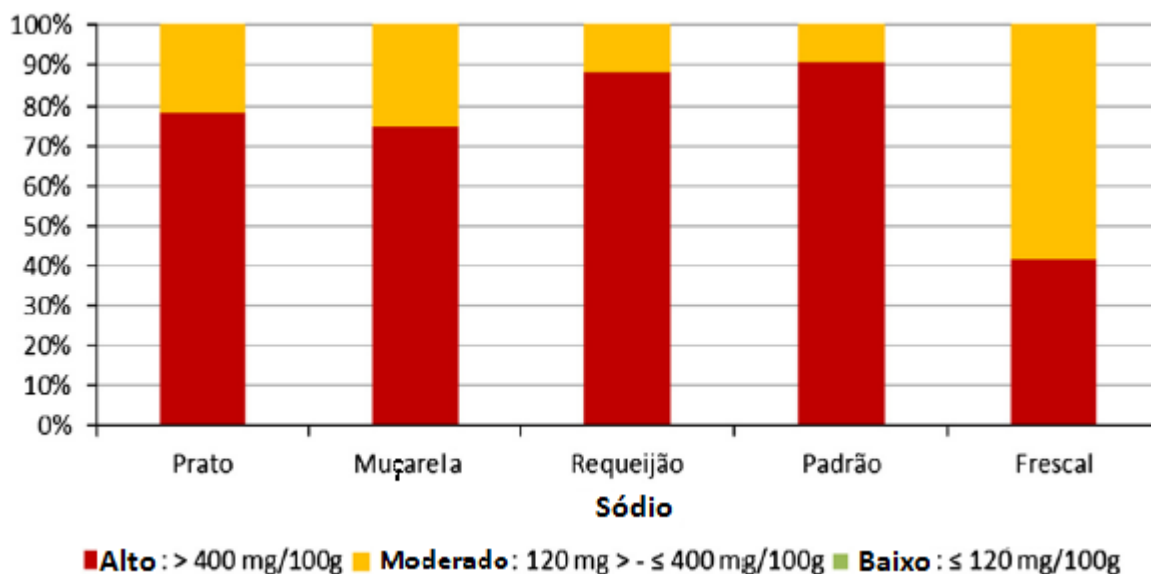


Figura 1 - Proporções dos tipos de queijos reunidos em “baixo”, “moderado” e “alto” teor de sódio de acordo com a Anvisa (BRASIL, 1998)

Fonte: T. L. Felício *et al.*/Appetite 66 (2013) 84-88.

Nesse estudo, os autores observaram que 90% das amostras de requeijão e queijo Minas Padrão e 75% das amostras de muçarela e queijo prato são classificadas como “alto” teor de sódio. As amostras de queijo Minas Frescal tiveram os mais baixos teores de sódio, com 40% das amostras sendo classificadas como “moderado” teor de sódio.

Na Tabela 1 é possível observar a quantidade de sódio presente em uma porção de 30g de queijo baseado nas concentrações de sódio determinadas por Felício *et al.* (2013), bem como os limites de ingestão diária de sódio com base na recomendação da Organização Mundial de Saúde (WHO, 2011).

Tabela 1 - Contribuição dos queijos na ingestão diária de sódio^a

Queijos	Ingestão (mg)	Ingestão (%)
Minas frescal	284,2	14,2
Muçarela	344,7	17,2
Prato	353,5	17,6
Minas Padrão	356,7	17,8
Requeijão	391,3	19,5

^aConsiderando o consumo diário de duas porções de queijos (30 g cada) e valor máximo de 2000 mg sódio/pessoa/dia (WHO, 2011).

Fonte: Felício *et al.* (2013)

De acordo com os pesquisadores, o requeijão contribui significativamente na ingestão de sódio na porção estabelecida pela ANVISA, pois esse produto fornece quase 20% da recomendação diária máxima estabelecida pela WHO (2011), seguido pelo queijo Minas Padrão, Prato, Muçarela e queijo Minas Frescal que fornecem 17,8%, 17,6%, 17,2% e 14,2%, respectivamente.

A principal fonte de sódio na dieta é o NaCl. Nos países industrializados, a maior parte do NaCl vem de alimentos industrializados (WHO, 2003). Nos EUA, estima-se que 75% do NaCl é consumido por meio de alimentos processados (BRANDSMA, 2006). Como é possível ver na Figura 1 e Tabela 1, o queijo Minas Padrão, bem como outros queijos, também é uma grande fonte de NaCl na dieta. Diante dessas pesquisas, há uma pressão sobre as indústrias para redução do teor de sódio em alimentos, porém, segundo Brandsma (2006), o grande desafio é não prejudicar a palatabilidade dos produtos. Vale ressaltar que as mesmas pesquisas de mercado indicam dois aspectos interessantes: o consumidor é a favor de produtos saudáveis, mas o sabor dos alimentos continua a ser o fator mais crítico na decisão de compra.

A principal estratégia adotada pelas agências governamentais é criar acordos com as indústrias de alimentos processados e reduzir gradualmente o teor de sódio de seus produtos. No Brasil, o Ministro da Saúde determinou que 16 produtos, incluindo alguns produtos lácteos, devem apresentar redução do teor de sódio até 2020 (BRASIL, 2011).

Portanto, devido à inclusão dos produtos lácteos no plano de redução realizado pelo Ministro da Saúde em 2011 (BRASIL, 2011) e às evidências de que vários tipos de queijo tenham alto teor de sódio, alguns estudos vêm sendo realizados nos últimos anos acerca da substituição do sódio por outras substâncias.

Porém, apesar da gravidade do problema e o trabalho frequente para conscientização pública, a redução do teor de NaCl em alimentos processados e industrializados significa um grande desafio, pois a redução do teor de sódio pode afetar não só a percepção do salgado, como também outras propriedades do queijo, tais como estrutura, textura, crosta, características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais, além de propriedades funcionais dos produtos, pois o NaCl tem múltiplas funções (GUINEE & O'KENNEDY, 2007a; PURDY e ARMSTRONG, 2007).

3.3 EFEITOS DA SUBSTITUIÇÃO DE SÓDIO EM QUEIJOS

Existem duas maneiras para controlar a quantidade de sódio em queijo. Uma é simplesmente reduzir a adição de NaCl; a outra é a utilização de substitutos de NaCl, que têm pouco ou nenhum traço de sódio, mas que dão um sabor semelhante à NaCl ao queijo (JOHNSON *et al.*, 2009).

Pesquisas mostram que a substituição parcial do NaCl por CaCl_2 e MgCl_2 e a substituição total do NaCl por KCl não têm demonstrado bons resultados, pois resultam em queijos extremamente azedos, sabor residual metálico e com alterações severas de textura, que podem ser em consequência do aumento de atividade lipolítica e proteolítica (GUINEE & O'KENNEDY, 2007b).

Essas alterações que ocorrem no queijo quando são utilizados substitutos de NaCl podem ser explicadas pelas diferenças químicas entre o NaCl e os outros sais. Porém, o cloreto de potássio (KCl) é o composto quimicamente mais semelhante ao NaCl e, conseqüentemente, tem demonstrado melhores resultados nas pesquisas já realizadas (JOHNSON *et al.*, 2009). Portanto, os cloretos de cálcio (CaCl_2) e de magnésio (MgCl_2) não são bons substitutos do cloreto de sódio (NaCl).

Um estudo realizado por Guinee & O'Kennedy (2007b) com redução do teor de sódio em queijo Gouda nas proporções de 50:50%, 70:30% e 60:40% de NaCl e KCl, respectivamente, permitiu concluir que os tratamentos com maiores concentrações de NaCl são mais atrativas, pois mantêm as características de sabor e aroma dos queijos com teor de sódio convencional.

Gomes *et al.* (2011) investigou o efeito da redução do teor de sódio pela substituição parcial do NaCl pelo KCl na fabricação de queijo Minas Frescal durante 21 dias de estocagem em salmoura com proporções de 0%, 25%, 50% e 75% (p.p⁻¹) de KCl, respectivamente, e observaram que a redução do teor de sódio em até 51,8% em queijo Minas Frescal apresentou boa aceitação sensorial. Nessa pesquisa, eles observaram que os queijos sofreram proteólise, possivelmente devido ao alto teor de umidade, que favorece as reações enzimáticas, tais como a ação hidrolítica da

quimosina, que é a principal enzima responsável pela proteólise primária em queijo fresco (SOUZA *et al.*, 2001).

Gomes *et al.* (2011) também relataram que todas as amostras com substituição parcial do NaCl pelo KCl apresentaram valores significativamente maiores de dureza. Nesse estudo, os pesquisadores concluíram que a substituição parcial de 25% a 50% (p.p⁻¹) de sódio em queijo Minas Frescal não altera significativamente essas características, comparado com os queijos tradicionais. Essas observações foram condizentes com outros estudos em diversos queijos (KATSIARI & VOUTSINAS, 1994; KATSIARI *et al.*, 1998; KARAGOZLU *et al.*, 2008). Outros autores mencionam que o limite de substituição de sódio pelo potássio não deva exceder 40% (LINDSAY *et al.*, 1982; GUÀRDIA *et al.*, 2006).

Reddy & Marth (1995) constataram que a substituição do NaCl por KCl não afeta a textura, bem como não afeta as atividades das culturas *starters* dos queijos Cheddar.

Apesar dos consumidores preferirem queijos com maior teor de NaCl (NaCl a 1,75%) em relação aos queijos com menor teor de NaCl (1,25% a 1,5% de NaCl) e com substituição parcial por KCl, a substituição do NaCl por KCl é aceitável pelo consumidor, para muitos alimentos, desde que não ultrapasse 30% a 40% de NaCl substituído (LINDSAY *et al.*, 1982; GUÀRDIA *et al.*, 2006).

Além disso, apesar de os consumidores preferirem alimentos com maior teor de sódio, já existem produtos disponíveis no mercado com teor moderado ou baixo de sódio, isto é, esses produtos são aceitos pelo consumidor (BRASIL, 2012). Diante disso, esta pesquisa visa a redução do teor de sódio em queijo Minas Padrão e a substituição do NaCl por KCl em proporções de 50 a 70% (p.p⁻¹).

3.4 QUEIJO TIPO MINAS PADRÃO

Segundo o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Queijos da Portaria n° 146 (BRASIL, 1996), entende-se por queijo “o produto fresco ou maturado que se obtém por separação parcial do soro do leite ou leite reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado), ou de soros lácteos, coagulados pela ação física do

coalho, de enzimas específicas, de bactéria específica, de ácidos orgânicos, isolados ou combinados, todos de qualidade apta para uso alimentar, com ou sem agregação de substâncias alimentícias e/ou especiarias e/ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes”. Esse regulamento ainda classifica os queijos quanto ao teor de umidade e gordura.

O queijo Minas Padrão, também chamado de Minas Curado é um dos queijos mais antigos e populares do Brasil. Teve sua origem em Minas Gerais e na década de 1930 teve sua definição tecnológica. Desde então, têm crescido o volume de queijo Minas fabricado em indústrias (OLIVEIRA, 1986).

Furtado (2005b) também afirma que o queijo Minas Padrão é um dos queijos tipicamente brasileiro, muito consumido e pode receber denominações como Minas Curado, Minas prensado ou Minas pasteurizado. Ele afirma também que, sob refrigeração, este queijo possui uma vida útil de 2 a 3 meses, com risco de apresentar gosto amargo.

Segundo o RIISPOA (BRASIL, 1952), “O queijo tipo Minas (padrão) é o produto obtido de leite integral ou padronizado, pasteurizado, de massa crua, prensado mecanicamente e devidamente maturado durante 20 (vinte) dias.

Este tipo de queijo deve apresentar as seguintes características (BRASIL, 1952): Formato: cilíndrico, de faces planas e bordos retos, formando ângulo vivo; Peso: 1 (um) a 3 (três) quilogramas; Crosta: lisa, fina, de cor amarelada, parafinada; Consistência: compacta, semidura, de untura manteigosa: mais duro que o Prato; Textura: olhos irregulares, pequenos, mecânicos, pouco numerosos; Coloração: massa amarelada (mais do que a do Prato); Odor e sabor: próprios, fortes, tendentes a picantes.”

O queijo Minas Padrão é elaborado a partir de leite pasteurizado integral, de massa crua e maturada, apresentando consistência semi-dura (BRASIL, 1952).

Na Figura 2, é possível visualizar o fluxograma de fabricação do queijo Minas Padrão segundo Furtado (2005b).

Fluxograma do queijo Minas Padrão

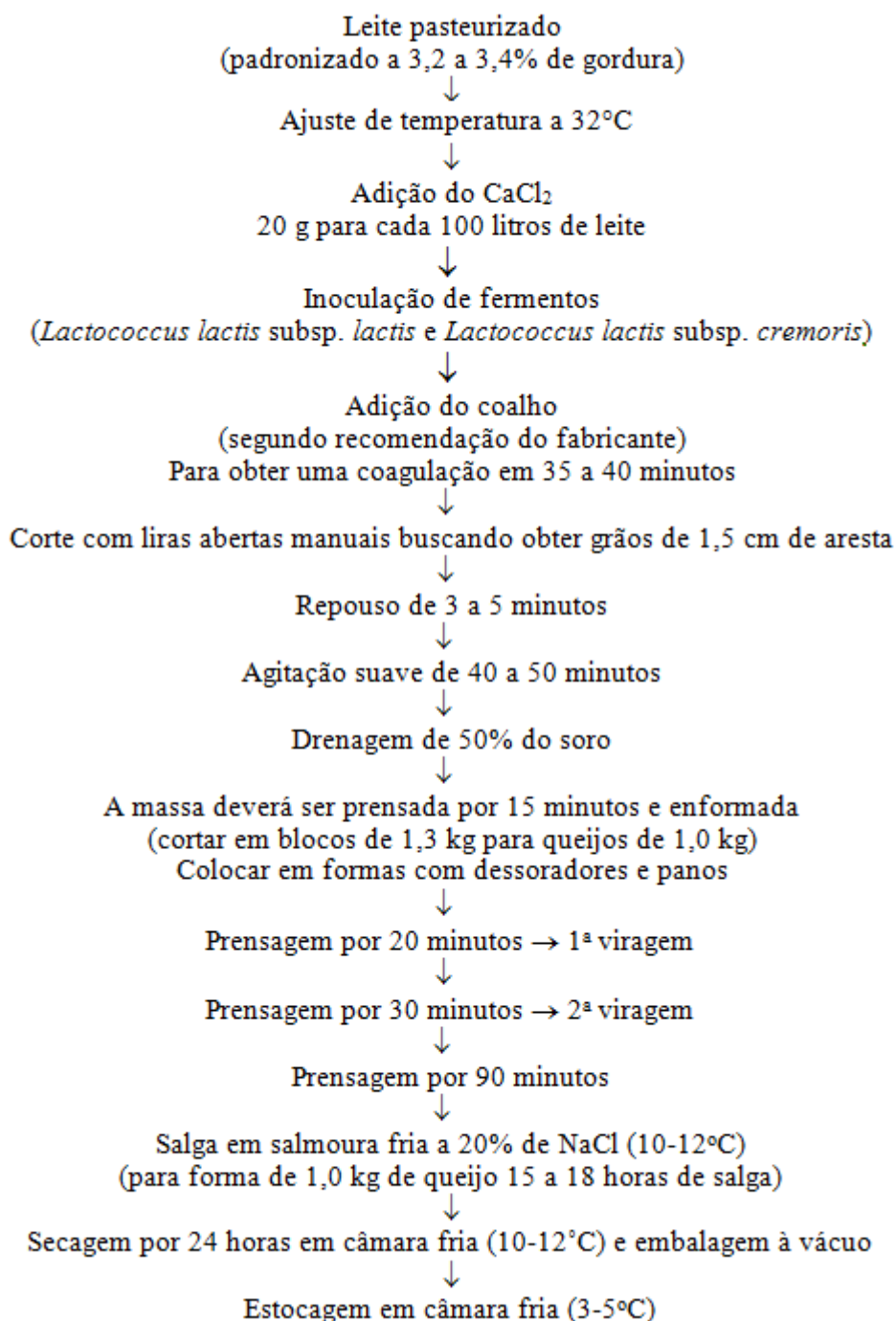


Figura 2 - Fluxograma do queijo Minas Padrão, segundo Furtado (2005b)

Fonte: Furtado (2005b)

3.4.1 Características físico-químicas

Os minerais participam do processo de coagulação do leite, influenciando a textura do queijo. Os sais minerais do leite são, principalmente, fosfatos, citratos, cloretos, sulfatos, carbonatos e bicarbonatos de sódio, potássio, cálcio e magnésio. Há também outros elementos presentes no leite, porém em quantidades mínimas (traços), como cobre, ferro, silício, zinco e iodo. Os sais formam o complexo da micela das caseínas e exercem influência sobre a qualidade do queijo produzido (FURTADO e POMBO, 1979; FOX e MCSWEENEY, 1998; PERRY, 2004).

Já as proteínas são os únicos componentes sólidos do queijo, isto é, formam seu esqueleto. Ao fazer-se mais solúvel durante a maturação, diminui-se a consistência e a elasticidade dos queijos duros, intensificando essa diminuição nos queijos moles. O teor de proteínas no leite é importante no processo de coagulação, na retenção de água, no rendimento e na maturação (FURTADO e POMBO, 1979; AMIOT, 1991).

A gordura contribui para o aroma e o rendimento, melhora a consistência do queijo, além de atribuir características importantes durante a maturação (FOX e MCSWEENEY, 1998).

A lactose, em vista das transformações que sofre pela ação de enzimas bacterianas durante a fabricação, confere ao queijo parte do sabor e odor característicos (FURTADO & POMBO, 1979).

A umidade também é um importante parâmetro, pois a água que fica retida no queijo é essencial para o desenvolvimento de micro-organismos, determina a velocidade das fermentações, da maturação, o tempo de conservação e a textura do queijo. Queijos com umidade muito alta podem ter alterações como contaminação por bolores e leveduras, portanto esse é um parâmetro que deve ser controlado (AMIOT, 1991).

De acordo com a composição média de queijo tipo Minas Padrão, é possível classificá-lo quanto ao teor de gordura como um queijo semigordo a gordo e de alta umidade baseado na Portaria n. 146 (MAPA, 1996).

O queijo tipo Minas Padrão apresenta variação na sua composição devido aos diversos procedimentos de elaboração e da qualidade do leite, de acordo com a região em que é produzido, conforme disposto no Quadro 1.

PARÂMETROS	COMPOSIÇÃO
Umidade	46-49 p.p ⁻¹
Sólidos Totais	51-54 p.p ⁻¹
Gordura	23-25 p.p ⁻¹
Gordura no Extrato Seco	43-49 p.p ⁻¹
Cloreto de Sódio	1,4-1,6 p.p ⁻¹
pH	5,0-5,1 p.p ⁻¹

Quadro 1 - Composição média do queijo Minas Padrão

Fonte: Furtado, 2005b

Rocha (2004) encontrou concentração de NaCl em queijo tipo Minas artesanal superior comparado ao citado por Furtado (2005b), em média 2,5%. O pesquisador constatou que os queijos tipo Minas comercializados na região de Santa Maria apresentaram uma concentração de proteínas média de 25,5%, com pH 5,2 e acidez de 0,73 g de ácido láctico.100 g⁻¹ de queijo.

Segundo Sghedoni (1979), o queijo Minas Padrão contém em média 25,4% de proteínas, valor bem semelhante ao encontrado por Rocha (2004).

3.4.2 Segurança microbiológica

Segundo Furtado (2005b), a umidade do queijo Minas Padrão varia entre 46% e 49% e permite comparar os limites de contagem microbiana de acordo com a Portaria n.146 do MAPA (BRASIL, 1996), a qual estabelece que queijos com umidade entre 46% e 55% devem possuir no máximo 1x10⁵ coliformes totais.g⁻¹ de queijo, 5x10³ coliformes termotolerantes.g⁻¹ de queijo, 1x10³ estafilococos coagulase positivo.g⁻¹ de queijo e ausência de *Salmonella* sp e *Listeria* sp.

A contaminação por coliformes pode provocar estufamento precoce do queijo. As bactérias desse grupo podem ser tanto de origem fecal quanto não fecal, podendo ser encontrados na poeira, vegetais, água e leite cru (FURTADO, 1990). Conseqüentemente, a higiene durante a elaboração dos queijos, bem como a pasteurização do leite são etapas críticas para que não ocorra contaminação por coliformes termotolerantes.

Já o estafilococos coagulase positivo é um micro-organismo que prevalece em produtos elaborados em condições higiênico-sanitárias precárias (FILHO & FILHO, 2000). Esses micro-organismos são eliminados facilmente com a pasteurização, porém suas enzimas são termodúricas e podem causar intoxicação alimentar (SCOTT, 1991).

Os micro-organismos patogênicos, como a *Salmonella* sp. e a *Listeria* sp., devem estar ausentes, porque, apesar de serem eliminados facilmente com a pasteurização, podem causar infecções alimentares graves (SCOTT, 1991).

3.4.3 Maturação

O queijo Minas Padrão deve ser maturado por no mínimo 20 dias para que desenvolva suas características sensoriais típicas (FURTADO, 2005b).

Durante a maturação, uma infinidade de eventos microbiológicos, bioquímicos e físico-químicos ocorre como resultado dos principais constituintes do queijo, como as proteínas, lipídeos e lactose residual, que são degradados pelos processos primários de maturação e, posteriormente, pelos processos secundários, formando novos compostos, que alteram a textura, o aroma e o sabor do queijo. Entre os principais compostos isolados originados dessas reações nas diversas variedades de queijos estão os peptídeos, aminoácidos, aminas, tióis e os tioésteres (de proteínas), ácidos graxos, metilcetonas, lactonas e ésteres (de lipídeos), ácidos (ácido láctico, acético, propiônico), dióxido de carbono, ésteres, a alcoóis (de lactose). Em concentrações e combinações apropriadas, esses compostos são responsáveis pelo sabor característicos de vários queijos (FOX e MCSWEENEY, 1989; FOX e LAW, 1991; LAW, 1997; FOX, 1998).

O principal processo ocorrido na maturação é a degradação das proteínas ou proteólise. Esta é efetuada pelos sistemas enzimáticos do coalho, proteases e peptidases do fermento láctico e/ou flora natural do leite e enzimas naturais do leite e é fator preponderante para a qualidade do queijo, sobretudo nos aspectos sabor e textura (WALSTRA, 2006). Porém, ocorrem ainda os processos de glicólise e lipólise, também importantes no processo de maturação.

3.4.3.1 Glicólise, proteólise e lipólise

A glicólise é a fermentação da lactose, obtendo-se como componente principal o ácido láctico em diferentes proporções, de acordo com o tipo de queijo, e alguns ácidos voláteis, etanol e outros subprodutos. Parte do ácido reage com os radicais básicos presentes no queijo, formando sais. Os micro-organismos heterofermentativos produzem também ácido acético e gás carbônico. As leveduras produzem vários produtos secundários (ácidos orgânicos, acetaldeídos) (ROBINSON, 1987; BOURGEOIS, 1995).

Já a proteólise, que se caracteriza pela degradação parcial das proteínas da coalhada em produtos mais simples e mais solúveis, afeta a textura, o aroma e o sabor do queijo. Esse fenômeno proporciona o amolecimento da massa, troca de opacidade e cor pelos produtos formados, desenvolvimento de sabor e aroma. As leveduras também têm uma atividade proteolítica intracelular (BOURGEOIS, 1995; VARNAM e SUTHERLAND, 1995). A hidrólise da caseína é um fenômeno muito importante na maturação do queijo e tem muito impacto nas características sensoriais da maioria dos queijos (POLYCHRONIADOU *et al.*, 1999).

Já a lipólise é a reação em que as enzimas lipases transformam os triglicerídeos em glicerídeos simples, liberando ácidos graxos. É uma reação relativamente limitada, pois produz poucos componentes, porém muito importante pela grande influência no sabor e aroma do queijo (BOURGEOIS, 1995).

Geralmente a lipólise dos queijos se deve à ação de lipases microbianas, principalmente por fungos que produzem grandes quantidades de lipases e, por essa razão, os queijos moles maturados por fungos filamentosos sofrem lipólise mais intensa (AMIOT, 1991).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

Foi utilizado nos ensaios leite padronizado a 3,2% de gordura. A matéria-prima foi adquirida pasteurizada e resfriada. O coagulante utilizado foi quimosina microbiana (*Aspergillus niger* var. *awamori*) da marca Estrella® e a cultura láctica utilizada possui característica mesofílica (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*) homofermentativa do tipo adição direta ao tanque, gentilmente doada pela empresa CHR-Hansen (R-704).

A solução cloreto de cálcio 50 e o sal cloreto de potássio da marca Alphatec® utilizados para a elaboração dos queijos foram de grau pureza analítica (P.A.). O cloreto de sódio era iodado e foi adquirido no comércio local da marca Cisne®. Todos os reagentes utilizados para as análises físico-químicas foram de grau pureza analítica (P.A.). As análises microbiológicas foram realizadas em placas da 3M™ Petrifilm™ (Sumaré/SP), gentilmente cedidos pela empresa Labtec - Comércio de Produtos Microbiológicos Ltda (Londrina/PR) e meios de cultura Himedia®, gentilmente cedidos pela Profa. Dra. Luciana Furlaneto-Maia.

4.2 ELABORAÇÃO DO QUEIJO MINAS PADRÃO

O procedimento de elaboração das formulações dos queijos foi desenvolvido de acordo com o procedimento descrito por Furtado (2005b) com modificações (Figura 3). Cada peça de queijo possuía em média o peso de 330 g. Foi utilizado o método de salga diretamente na massa antes da enformagem nas seguintes concentrações: 100% de NaCl (C), 50% de KCl + 50% de NaCl (T1) e 70% de KCl + 30% NaCl (T2).

Fluxograma do queijo Minas Padrão

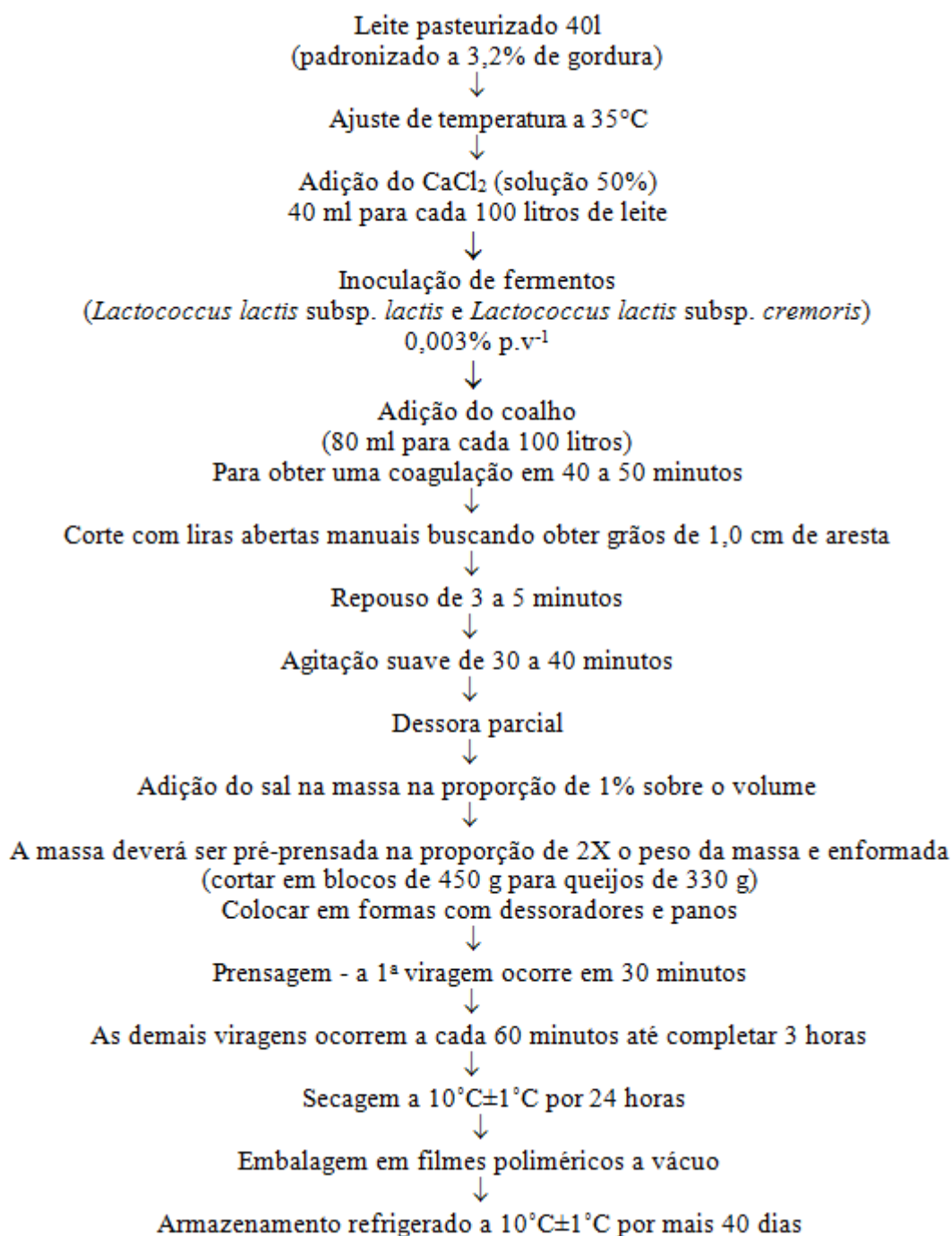


Figura 3 - Fluxograma do queijo Minas Padrão

Fonte: Autoria própria.

4.3 COMPOSIÇÃO PROXIMAL E CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

O leite pasteurizado utilizado na elaboração do queijo foi caracterizado quanto à acidez titulável, extrato seco total, teor de cinzas, teor de gordura, densidade, proteína e índice crioscópico. A acidez titulável do leite foi medida utilizando o método de titulação com hidróxido de sódio N/9 (solução Dornic), em presença do indicador fenolftaleína segundo a AOAC 947.05 (2003).

O teor de extrato seco total (EST) foi determinado por método gravimétrico, isto é, por perda da umidade e voláteis por dessecação e pesagem do resíduo assim obtido segundo a AOAC 925.23 (2003). O teor de cinzas foi determinado por incineração em mufla a 550 °C/12 horas segundo a AOAC 935.42 (2003). O teor de gordura foi determinado pelo método volumétrico de Gerber conforme a AOAC 989.05 (2003).

A densidade foi medida por meio de termolactodensímetro em 500 ml de leite conforme a Instrução Normativa n. 68 (BRASIL, 2006). A determinação do teor de nitrogênio total foi feita pelo método micro-Kjeldahl AOAC 991.20 (2003), usando fator de conversão 6,38 para obtenção do teor de proteína total do leite. O índice crioscópico do leite foi medido no crioscópio eletrônico Lactron (LK – 7000, Londrina/PR).

Os queijos elaborados no experimento foram avaliados quanto ao teor de umidade, gordura do extrato seco (GES), gordura, extrato seco total (EST), cinzas, cloretos, acidez titulável, pH e proteínas. Esses parâmetros foram avaliados nos tempos 0 e 45 dias.

O teor de extrato seco total (EST) foi determinado por método gravimétrico, isto é, por perda da umidade e voláteis por dessecação e pesagem do resíduo assim obtido conforme método AOAC 925.23 (2003). O teor de umidade foi determinado de acordo com procedimento AOAC 925.23 (2003), subtraindo-se o teor de EST do valor 100. O teor de gordura foi determinado pelo método volumétrico de Gerber conforme British Standards Institution (1989).

O teor de cinzas foi determinado em mufla a 550°C/12 horas segundo método AOAC 935.42 (2003). A porcentagem de cloretos foi determinada pelo método argentométrico descrito na Instrução Normativa n. 68 (2006). A acidez titulável foi medida por meio da titulação com hidróxido de sódio seguindo a metodologia AOAC 920.124 (2003). As medidas de pH foram realizadas nas amostras trituradas, diluídas em água destilada e acondicionadas nos béqueres, utilizando-se um potenciômetro Tecnal (TEC-2, Piracicaba/SP), previamente calibrado. O nitrogênio total foi

determinado pelo método de micro-Kjeldahl (AOAC, 2003). Os valores de nitrogênio foram multiplicados pelo fator 6,38 para obtenção dos valores equivalentes de proteína.

Nos tempos 0, 15, 30 e 45 dias foram realizadas, ainda, análises de acidez titulável, pH, índice de extensão de proteólise (IEM) e índice de profundidade de proteólise (IPM) nos queijos Minas Padrão armazenados a temperatura de $10 \pm 1^\circ\text{C}$. A determinação da concentração do nitrogênio solúvel em pH 4,6 se deu pelo método da precipitação, utilizando ácido clorídrico de acordo com o método descrito por Pereira et al. (2001).

O índice de extensão de proteólise (IEM) foi calculado de acordo com a equação 1, ou seja, por meio da razão entre a porcentagem de nitrogênio solúvel em pH 4,6 e nitrogênio total, multiplicando-se o resultado por 100 (WOLFSCHOON-POMBO, 1983).

$$\text{Extensão da proteólise} = \frac{(\% \text{nitrogênio solúvel a pH 4,6}) \times 100}{\% \text{ nitrogênio total}} \quad (\text{Equação 1})$$

O índice de profundidade de proteólise (IPM) foi calculado de acordo com a equação 2, ou seja, por meio da razão entre a porcentagem de nitrogênio solúvel em TCA 12% e nitrogênio total, multiplicando-se o resultado por 100 (WOLFSCHOON-POMBO, 1983).

$$\text{Profundidade da proteólise} = \frac{(\% \text{nitrogênio solúvel em TCA 12\%}) \times 100}{\% \text{ nitrogênio total}} \quad (\text{Equação 2})$$

Todas as análises de composição proximal e caracterização físico-química foram realizadas em triplicata.

A avaliação da concentração de sódio e potássio foi realizada por Espectrometria de Absorção Atômica com atomização em chama, utilizando o Analytik Jena AG (Nova 300, Alemanha), previamente calibrado. Cerca de 10 g de amostras foram calcinadas em triplicatas em mufla com temperatura a 550°C . Posteriormente, as cinzas foram lixiviadas em soluções de ácido clorídrico 1% a quente seguido de filtração e diluídas em água ultrapura em balão de 100 mL. O

filtrado foi quantificado de acordo com a curva padrão para cada componente analisado (MANUAL PERKIN ELMER, 1996).

4.4 AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA

Os resultados foram comparados com os requisitos microbiológicos para queijos especificados na Portaria n. 146 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1996).

Foram realizadas contagem de coliformes totais e termotolerantes, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella* sp nos tempos 0 e 45 dias.

As amostras foram incubadas a $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 24 ± 2 horas para as análises de coliformes totais e *Staphylococcus aureus* e a $45^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 24 ± 2 horas para a análise de coliformes termotolerantes. A análise de *Salmonella* sp foi realizada segundo a norma ICMSF (1982). Após incubação, foram contadas as colônias típicas. Todas as análises foram realizadas em duplicata.

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As análises de composição proximal e caracterização físico-química foram tratadas estatisticamente adotando o método de blocos casualizados com repetições para avaliar o efeito das interações entre os tratamentos e tempos. A comparação de médias foi analisada pelo teste de Tukey no nível de 5% de significância. O software utilizado para analisar os dados foi o BioEstat versão 5.0 (2007).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

O leite utilizado para a elaboração dos queijos apresentou as características físico-químicas dentro dos limites estabelecidos para leite pasteurizado de acordo com o estabelecido pela Instrução Normativa n. 68 (BRASIL, 2011). O teor de gordura do leite padronizado foi de $3,2 \pm 0,1\%$, o índice crioscópico foi de $-0,532^{\circ}\text{H}$, a acidez titulável foi de $0,17 \pm 0,1\%$, densidade de $1,031 \pm 0,001 \text{ g.mL}^{-1}$, o teor de proteína foi de $3,52 \pm 0,1\%$, o teor de extrato seco total foi de $11,77\% \pm 0,23\%$ e o teor de cinzas de $0,71 \pm 0,01\%$.

A qualidade do leite influencia na formação da coalhada e na estabilidade físico-química e microbiológica durante a elaboração e maturação do queijo. De acordo com Furtado (2005b), recomenda-se utilizar leite padronizado de 3,2% a 3,4% de gordura para elaborar queijo Minas Padrão, pois o teor de gordura colabora com a textura e com as características físico-químicas do queijo (JOHNSON & LAW, 2010).

O armazenamento refrigerado foi de 45 dias para observação do comportamento dos fenômenos de proteólise por meio dos índices de extensão de proteólise (IEP) e profundidade de proteólise (IPP) e para verificação dos outros parâmetros físico-químicos, especialmente do pH, acidez titulável, cloretos, sódio e potássio. Camisa (2011) e Rocha (2004) fizeram o armazenamento refrigerado do queijo Minas Padrão por períodos de 35 e 53 dias, respectivamente, isto é, semelhante ao que foi praticado neste trabalho. Apesar do tempo de maturação recomendado pela literatura ser de 20 dias, este pode ser estendido devido ao *shelf life* do produto que é de 2 a 3 meses (FURTADO, 2005b).

A Tabela 1 apresenta a composição dos queijos controle, T1 e T2 nos tempos 0 e 45 dias de estocagem a $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

Rocha (2004) e Oliveira (1986) determinaram valores de 44,8% e 43% de umidade em amostras de queijo Minas Padrão, semelhantes ao valor do tratamento T1 do tempo 45 deste estudo. Machado *et al.* (2004) determinaram valores médios de

umidade em queijo Minas artesanal de 50,84%, semelhantes aos valores do tratamento controle e T2 no tempo inicial.

Tabela 2 - Características físico-químicas dos queijos Minas padrão com cloreto de sódio (C), comparados aos que receberam tratamento com substituição parcial de sódio por potássio de 50% (T1) e 70% (T2) nos tempos 0 e 45 dias

Parâmetro	Tempos (dias)	Tratamentos		
		C*	T1	T2
Umidade (% p.p ⁻¹)	0	52,23 ± 0,18 ^{aA**}	48,23 ± 0,03 ^{cA***}	50,38 ± 0,69 ^{bA}
	45	49,61 ± 0,06 ^{aB}	44,64 ± 0,17 ^{cB}	46,78 ± 0,31 ^{bB}
Gordura (% p.p ⁻¹)	0	21,17 ± 1,61 ^{aA}	21,50 ± 0,50 ^{aA}	18,66 ± 1,00 ^{aA}
	45	20,00 ± 1,73 ^{aA}	22,50 ± 1,32 ^{aA}	21,00 ± 1,00 ^{aA}
Cinzas (% p.p ⁻¹)	0	2,80 ± 0,04 ^{aA}	2,99 ± 0,03 ^{aA}	2,93 ± 0,04 ^{aA}
	45	2,91 ± 0,02 ^{aA}	3,24 ± 0,04 ^{aA}	3,24 ± 0,02 ^{aA}
Cloretos (% p.p ⁻¹)	0	0,36 ± 0,01 ^{aA}	0,30 ± 0,01 ^{bA}	0,36 ± 0,02 ^{aB}
	45	0,35 ± 0,01 ^{bA}	0,37 ± 0,01 ^{bB}	0,44 ± 0,01 ^{aA}
Proteínas (% p.p ⁻¹)	0	21,86 ± 0,75 ^{bA}	24,11 ± 2,61 ^{a,bA}	25,05 ± 1,58 ^{aA}
	45	22,50 ± 1,43 ^{aA}	23,61 ± 0,61 ^{aA}	22,59 ± 0,44 ^{aB}
Sódio (mg.100 g ⁻¹)	45	157,35 ± 1,71 ^a	99,33 ± 0,96 ^b	73,18 ± 4,49 ^c
Potássio (mg.100 g ⁻¹)	45	86,04 ± 9,00 ^c	164,39 ± 2,13 ^b	243,45 ± 17,45 ^a

*C - controle com 100% de NaCl, T1 - salga com 50% de KCl + 50% de NaCl e T2 – salga com 70% de KCl + 30% de NaCl

** a,b,c – letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística entre as médias dos tratamentos em cada tempo no nível de 5% de significância

*** A,B – letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística entre as médias dos tempos em cada tratamento no nível de 5% de significância

Fonte: Autoria própria.

O teor de umidade dos tratamentos T1 e T2 foi significativamente inferior do que o controle ($p < 0,05$) em ambos os períodos de estocagem. A composição média esperada para o queijo Minas Padrão após maturação é de 46-49% de umidade (FURTADO, 2005b). A substituição do sódio pelo potássio teve um efeito significativo ($p < 0,05$) na redução do teor de umidade comparado ao tratamento controle. Esse mesmo efeito também foi observado em queijo Nabulsi com substituição de 75% de sódio por potássio por Ayyash e Shah (2011a).

Houve redução significativa ($p < 0,05$) no teor de umidade dos três tratamentos durante o período de armazenamento refrigerado. Esse mesmo fenômeno ocorreu em experimentos de outros autores em queijos Halloumi com substituição de 25%, 50% e 75% de NaCl por KCl (AYYASH; SHAH, 2010), Cheddar com 50% de substituição de NaCl por KCl (FITZGERALD; BUCKLEY, 1985), Cheddar com 25%, 33%, 50% e 75% de substituição de NaCl por KCl (REDDY; MARTH, 1993), Kefalograviera com substituição de 25% e 50% de NaCl por KCl (KATSIARI *et al.*, 1998) e queijo tipo Feta com 50% de substituição de NaCl por KCl (ALY, 1995).

Os queijos dos tratamentos controle, T1 e T2 no tempo inicial e após 45 dias de estocagem apresentaram menor teor de gordura comparado ao recomendado por Furtado (2005b). A substituição de sódio por potássio, no entanto, não alterou significativamente ($p > 0,05$) o teor de gordura dos queijos, pois os dois tratamentos não apresentaram diferença estatística em relação aos queijos controle. O mesmo foi observado no efeito tempo de estocagem, onde não houve alteração significativa em cada tratamento dos queijos ($p > 0,05$).

Rocha (2004) também obteve teores médios de 20,7% de gordura em queijo Minas Padrão, os quais apresentaram próximos aos encontrados neste estudo, no qual o pesquisador utilizou o leite padronizado a 3,17%, valor semelhante ao adotado neste estudo.

A redução do sódio não influenciou o teor de cinzas, visto que não houve diferença estatística ($p > 0,05$) entre os tratamentos e ao longo do tempo de estocagem.

No tempo inicial, o teor de cloretos do tratamento controle e T2 apresentaram concentrações iguais, embora ambos diferissem estatisticamente ($p < 0,05$) do tratamento T1. Os teores de cloretos no tempo inicial variaram entre 0,30% e 0,36%. Por outro lado, aos 45 dias de estocagem, houve aumento na concentração de cloretos nas amostras T1 e T2, os quais continham entre 0,35% a 0,44%. Embora os tratamentos controle e T1 tenham apresentado valores significativamente inferiores aos do tratamento T2.

Segundo Amiot (1991) os queijos em geral possuem teores de cloretos que variam entre 1,0% e 2,0% ($p.p^{-1}$). Furtado (2005b), menciona que o teor de cloretos em queijo Minas padrão esperado está entre 1,4% e 1,6% ($p.p^{-1}$). Oliveira (1986) menciona que o queijo Minas pode conter valores médios de cloretos de 1,6% ($p.p^{-1}$). Segundo Felício *et al.* (2013) relataram, 10% das amostras de queijos Minas Padrão

avaliadas apresentaram teores de sódio entre 120 a 400 mg.100 g⁻¹, ou seja, os queijos provavelmente continham no mínimo 0,4% de sal.

De acordo com Sghedoni *et al.* (1979), os valores médios de proteínas no queijo Minas Padrão devem ser de 25,4%. Perry (2004) relata que um queijo com 48% de gordura no extrato seco contém entre 23% e 25% de proteína. Rocha (2004) também encontrou valores médios de proteína de 25,5%.

Desse modo, os valores de proteínas determinados neste estudo foram bem próximos aos encontrados pelos autores supracitados, com exceção do tratamento controle no tempo inicial que apresentou valor médio de 21,86%, o qual foi inferior a concentração citada pelos demais autores.

Segundo a Anvisa (BRASIL, 2012), para o uso das alegações de conteúdo absoluto de baixo, muito baixo e isento de sódio, os alimentos prontos para o consumo devem conter no máximo 80mg, 40mg e 5mg de sódio por 100g ou ml, respectivamente. As alegações comparativas de redução de sódio podem ser utilizadas quando o alimento tiver uma redução mínima de 25 % no seu teor de sódio e essa redução for equivalente a no mínimo 120mg de sódio por 100g ou ml do alimento.

As concentrações de sódio e potássio encontradas nos tratamentos foram determinadas somente aos 45 dias de estocagem.

Observando os valores de sódio na Tabela 2, é possível afirmar que os tratamentos T1 e T2 podem receber a alegação de produtos com baixo teor de sódio, pois possuem teor de sódio superior a 40 mg.100 g⁻¹ e igual ou inferior a 120 mg.100 g⁻¹ de queijo.

O tratamento T2 apresentou menor teor de sódio, com valor médio de 73,18 mg.100 g⁻¹ e o maior teor de potássio, com valor médio de 243,45 mg.100 g⁻¹. Rapacci *et al.* (1996) determinaram 850 mg. 100 g⁻¹ do teor de potássio em queijo Prato com 70% de substituição de sódio, enquanto o controle continha 50 mg. 100 g⁻¹ de potássio. De acordo com os resultados dos pesquisadores, com a substituição do sódio pelo potássio, houve um aumento de 1600% de potássio e uma redução de 85% de sódio no queijo em estudo.

O relatório da Anvisa (BRASIL, 2012) divulgou que o teor de sódio em queijo Minas Padrão apresentou em média de 546 mg.100 g⁻¹ do produto. Embora os teores desse elemento nas amostras variaram a concentração entre 290 mg e 673 mg, pode-

se concluir que é possível elaborar queijos Minas Padrão com teor moderado de sódio (120 mg a 400 mg.100 g⁻¹).

5.2 ALTERAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DO QUEIJO DURANTE O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO

Os pH dos três tratamentos variaram de 5,65 a 5,73 no tempo inicial (Figura 4), onde os queijos com substituição de sódio apresentaram valores do pH significativamente inferiores ao queijo controle ($p < 0,05$).

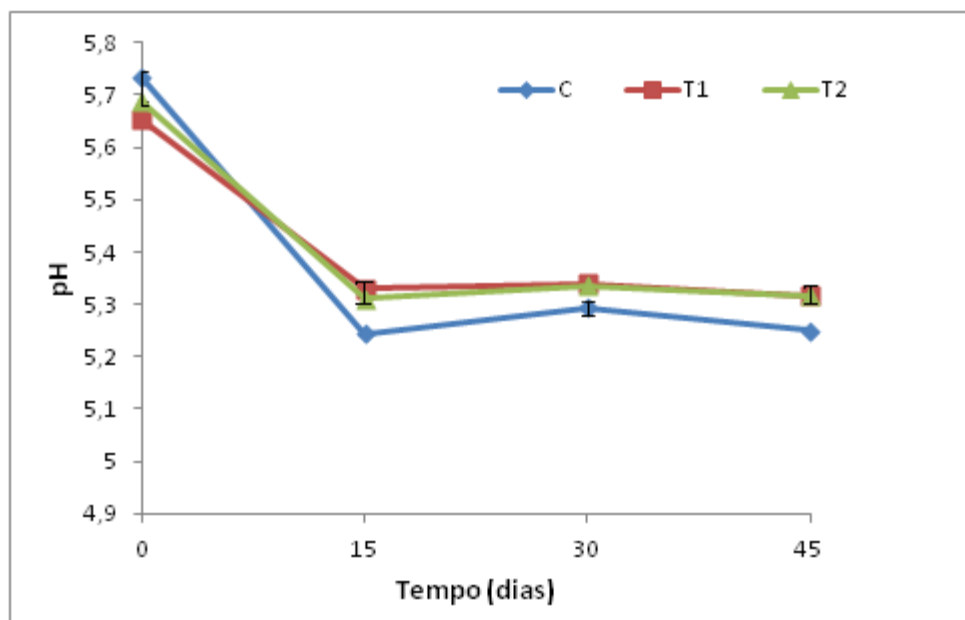


Figura 4 - Evolução do pH ao longo dos 45 dias de estocagem a 10 ± 1°C dos tratamentos Controle (C- 100% NaCl), T1 (50% NaCl + 50% KCl) e T2 (30% NaCl + 70% KCl)

Fonte: A autoria própria.

O valor médio de pH do tempo inicial do queijo controle foi próximo ao encontrado por Cavalcante *et al.* (2005), cujo valor médio foi de 5,79 em 7 dias de maturação do queijo Minas Padrão. Os valores do pH dos queijos T1 e T2 foram próximos aos observados por Rapacci (1996) em queijo Prato ao longo do tempo de estocagem com substituição de 70% de sódio.

O reduzido teor de cloretos nos queijos em estudo pode ter contribuído com a atividade microbiana, além disso, o maior teor de umidade no tempo inicial também colaborou com as reações de degradação da lactose (SCOTT, 1991; FURTADO, 2005a). Os valores médios de pH após 15 dias de maturação são semelhantes aos valores encontrados por Oliveira (1986) e Furtado (2005b).

Os pHs de todos os tratamentos apresentaram uma queda significativa nos primeiros 15 dias de maturação (Figura 4), embora o queijo controle tenha tido um grande declínio na curva do pH comparado aos demais tratamentos, cujo causa pode ter sido o elevado teor de umidade, condição que colabora com a proteólise e formação de compostos ácidos durante a maturação (FOX *et a.*, 2000).

De acordo com Oliveira (1986), um queijo Minas apresenta pH entre 5,1 e 5,3 no tempo inicial. Após 20 dias de maturação seu pH aumenta para 5,4, pois trata-se de um queijo com acidez típica, na sua forma tradicional. Furtado (2005b) menciona que o queijo Minas Padrão após 21 dias de maturação deve apresentar o pH entre 5,0 e 5,1. Este estudo permitiu observar que todos os tratamentos estabilizaram o valor de pH entre 5,2 e 5,3. Valores intermediários comparados aos determinados pelos pesquisadores citados.

No tempo inicial, todos os tratamentos apresentaram diferença estatística nos teores de acidez titulável ($p < 0,05$). Aos 15 dias de estocagem, T1 e T2 apresentaram-se iguais estatisticamente (Figura 5).

O teor de acidez titulável da amostra controle iniciou significativamente inferior aos demais tratamentos, embora a acidez do tratamento controle esteja com valor próximo ao observado por Machado *et al.* (2004), que foi de $0,28 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de ácido láctico.

Os tratamentos T1 e T2 apresentaram acidez titulável no tempo inicial de 0,36 e $0,43 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ respectivamente, que foram significativamente superiores ao observado no controle. O mesmo fenômeno foi determinado por Kamleh *et al.* (2012) em queijo Halloumi com 50% de substituição de sódio por potássio.

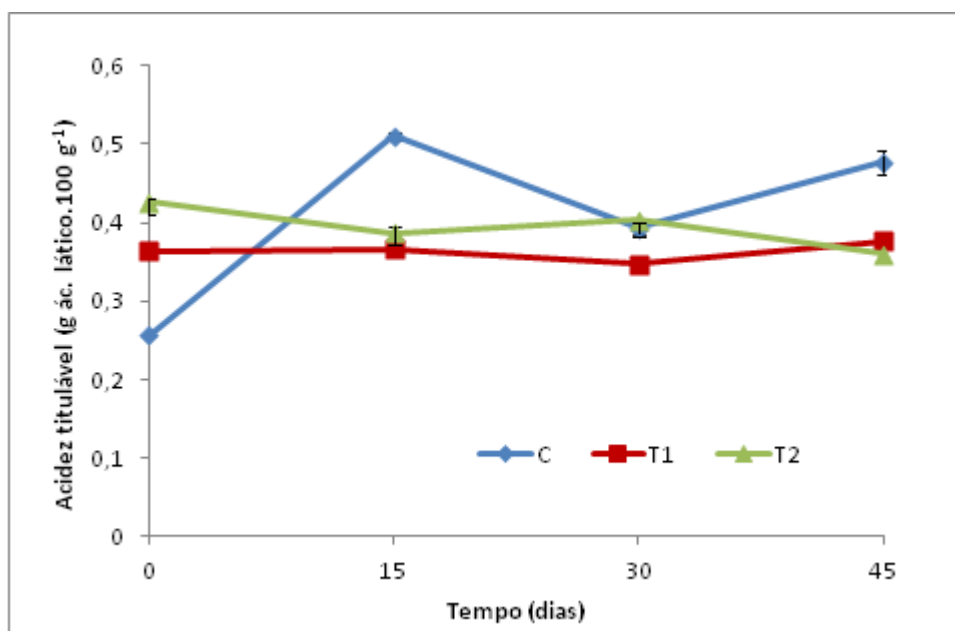


Figura 5 - Evolução da acidez titulável ao longo dos 45 dias de estocagem a $10 \pm 1^\circ\text{C}$ dos tratamentos Controle (C- 100% NaCl), T1 (50% NaCl + 50% KCl) e T2 (30% NaCl + 70% KCl)

Fonte: Autoria própria.

Aos 15 dias de estocagem, a amostra controle apresentou um aumento significativo de acidez e, a partir desse período, esse parâmetro manteve entre 0,45 e 0,50 g.100 g⁻¹ de ácido láctico. O valor desse parâmetro apresentou-se próximo ao observado por Cavalcante *et al.* (2005) em queijo Minas Padrão. Já os tratamentos T1 e T2 apresentaram acidez titulável inferior ao controle após 15 dias de estocagem.

Após esse período, as concentrações de acidez para o tratamento T1 variaram de 0,35 a 0,38 g.100 g⁻¹ de ácido láctico. Enquanto o tratamento T2, essa variação foi de 0,36 a 0,40 g.100 g⁻¹ de ácido láctico. Essa situação não foi observada por Rapacci (1996), quando a substituição de sódio por potássio em proporções superiores a 70% não apresentou diferença estatística desse parâmetro comparado ao queijo Prato controle.

Os queijos controle e T2 tiveram aumento significativo do índice de extensão de proteólise ao longo do tempo de estocagem neste estudo (Figura 6).

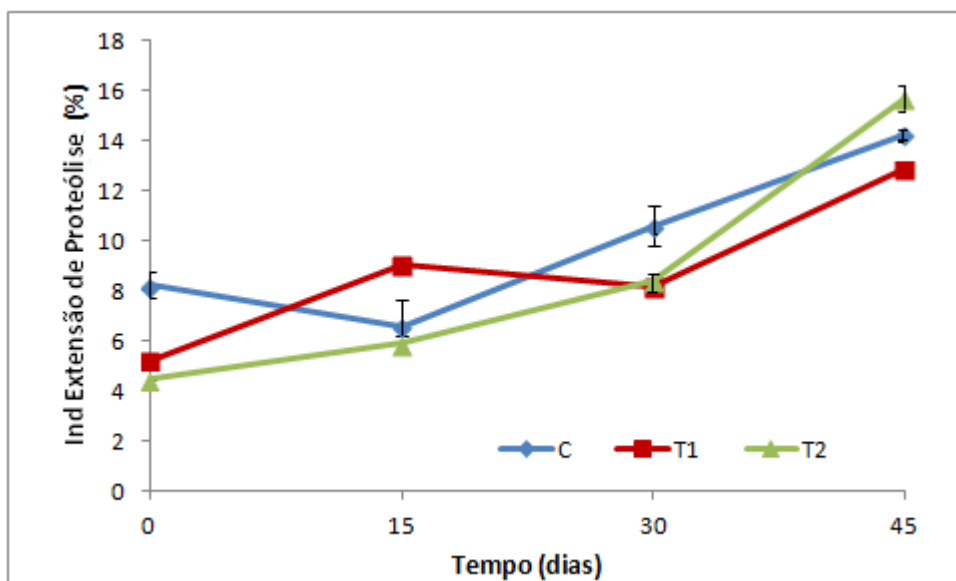


Figura 6 - Efeito da substituição do sódio sobre o índice de extensão ao longo dos 45 dias de estocagem a $10 \pm 1^\circ\text{C}$ dos tratamentos Controle (C-100% NaCl), T1 (50% NaCl + 50% KCl) e T2 (30% NaCl + 70% KCl)
 Fonte: Autoria própria.

O índice de extensão do controle apresentou o mesmo valor comparado a Camisa (2011) no tempo inicial. Ao substituir 50% e 70% de sódio por potássio no queijo Minas Padrão, o índice de extensão dos queijos com substituição de sódio por potássio foi inferior, no tempo inicial, quando comparado ao controle ($p < 0,05$). Esse evento foi diferente ao observado por Rapacci (1996) em queijo Prato com 70% de substituição de sódio por potássio e por Ayyash *et al.* (2012) em queijo Akawi com 75% de redução de sódio, quando os autores não identificaram diferença estatística no nível de fração solúvel no tempo inicial.

Os tratamentos controle e T2 não apresentaram alterações significativas no índice de extensão durante os 30 dias de estocagem ($p > 0,05$). Aos 45 dias todos os tratamentos apresentaram aumento significativo no índice de extensão. O mesmo foi observado em queijo Akawi com redução de 50% e 75% de sódio após 30 dias de estocagem (AYYASH *et al.*, 2012).

No tempo inicial não foi observada diferença estatística entre os três tratamentos ($p > 0,05$) quanto ao índice de profundidade, no qual os valores variaram entre 3,3% a 4,9% (Figura 7).

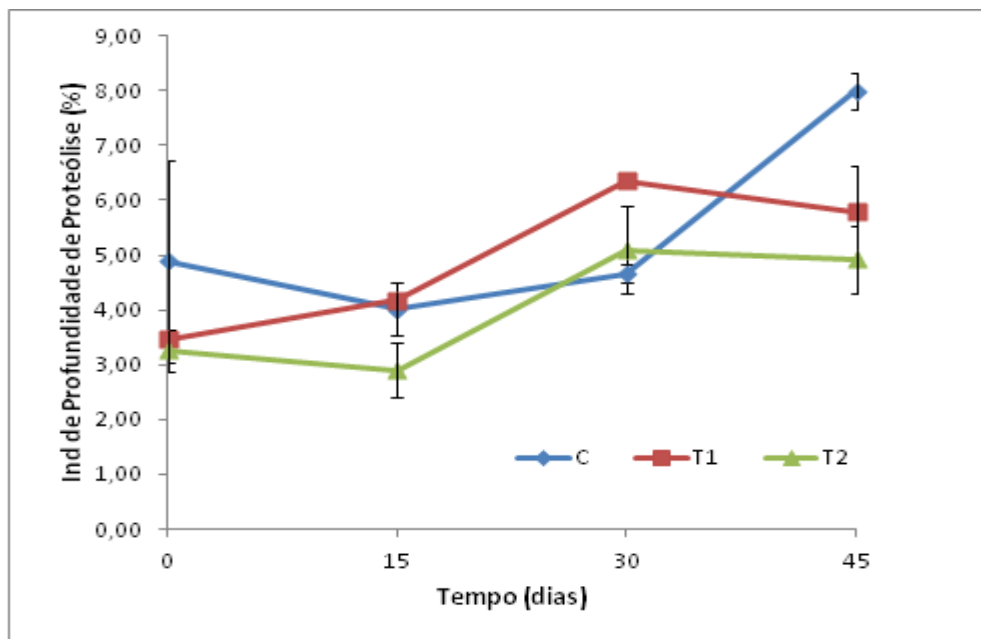


Figura 7 - Efeito da substituição do sódio sobre o índice de profundidade ao longo dos 45 dias de estocagem a $10 \pm 1^\circ\text{C}$ dos tratamentos Controle (C- 100% NaCl), T1 (50% NaCl + 50% KCl) e T2 (30% NaCl + 70% KCl)

Fonte: Autoria própria.

Os tratamentos T1 e T2 apresentaram índices próximos ao determinado por Camisa (2011) em queijo Minas Padrão, que determinou índice de 3,14%.

Ayyash *et al.* (2012) também observou que os índices de profundidade dos queijos Akawi com 50% e 75% de substituição de sódio pelo potássio foram similares aos queijos controle no tempo inicial de maturação. O tratamento controle apresentou um índice de profundidade constante durante os 30 dias de estocagem, sofrendo um aumento a partir dos 45 dias. Enquanto o tratamento T1 e T2 apresentaram índices de profundidade constantes nos primeiros 15 dias de estocagem, ocorrendo um aumento a partir dos 30 dias. Ayyash *et al.* (2012) determinaram um aumento de 50% do índice de profundidade aos 30 dias de estocagem em queijo Akawi com 50% e 75% de substituição de sódio por potássio quando comparado ao queijo controle, essa evolução foi similar ao observado neste estudo.

Camisa (2011) determinou índice de profundidade de 8,41% em queijo Minas Padrão aos 35 dias de armazenamento refrigerado, semelhante ao observado no queijo controle no presente estudo aos 45 dias de estocagem.

5.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Todos os tratamentos apresentaram contagens dentro dos limites estabelecidos pela Portaria n.146 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1996) para *Staphylococcus aureus*, coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Salmonella* sp. ao longo do tempo de estocagem (Tabela 3).

Tabela 3 – Médias das contagens de *Staphylococcus aureus*, coliformes totais e termotolerantes e *Samonella* sp dos queijos tipo Minas Padrão com cloreto de sódio (C), comparados aos tratamentos com substituição de 50% de sódio (T1) e 70% de sódio (T2) nos tempos 0 e 45 dias de armazenamento refrigerado a $10 \pm 1^{\circ}\text{C}$

Parâmetro	Tempos (dias)	Tratamentos			
		Portaria n. 146 do MAPA*	Controle	T1	T2
<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	0	<1,0 X 10 ³	<1,0 x 10 ³	<1,0 x 10 ³	<1,0 x 10 ³
	45		<1,0 x 10 ³	<1,0 x 10 ³	<1,0 x 10 ³
Coliformes Totais (UFC/g)	0	<1,0 X 10 ⁵	<1,0 x 10 ³	<1,0 x 10 ³	<1,0 x 10 ³
	45		1,5 X 10 ³	2,0 X 10 ³	1,0 X 10 ³
Coliformes Termotolerantes (UFC/g)	0	<5,0 X 10 ³	<1,0 x 10 ³	<1,0 x 10 ³	<1,0 x 10 ³
	45		<1,0 x 10 ³	<1,0 x 10 ³	<1,0 x 10 ³
<i>Salmonella</i> sp. (UFC/g)	0	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
	45		Ausente	Ausente	Ausente

*Portaria n. 146 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1996).

Fonte: Autoria própria.

Kamleh *et al.* (2012) também não observaram alterações significativas quanto à contagem de coliformes totais nos queijos Halloumi com 50% de substituição de sódio.

De acordo com a Tabela 3, é possível afirmar que a substituição de sódio por potássio nas proporções de 50% e 70% não promoveu alterações microbiológicas comparadas aos controles. Felício *et al* (2013) menciona que desde que garanta as práticas higiênicas na produção dos queijos, a qualidade microbiológica dos queijos

com substituição de sódio será mantida estável ao longo do período de estocagem. De acordo com este estudo, houve uma redução significativa do teor de umidade dos queijos com substituição de sódio, o que pode colaborar com a estabilidade microbiana desses queijos.

Além disso, os teores de cloretos de todos os tratamentos ao longo do tempo de estocagem mantiveram dentro de um intervalo de 0,3% a 0,44%. Embora tenham apresentado diferença estatística entre os tratamentos durante o período de estocagem, os valores foram próximos, o que pode ter contribuído com a estabilidade microbiana nesse período de estudo.

6. CONCLUSÃO

O teor de umidade do tratamento controle foi superior aos dos tratamentos com substituição de sódio durante o período de estocagem ($p < 0,05$).

Não foi observada diferença estatística ($p > 0,05$) entre os diferentes tratamentos quanto ao teor de cinzas, proteína e gordura.

O pH dos tratamentos T1 e T2 foram estatisticamente superiores ($p < 0,05$) ao controle durante todo o período de armazenamento, enquanto que os valores de acidez titulável foram inferiores ($p < 0,05$) ao controle.

O índice de extensão de proteólise do tratamento T2 teve aumento progressivo em relação aos demais tratamentos ($p < 0,05$). Portanto, a substituição de sódio por potássio promoveu aumento da taxa de proteólise do queijo Minas Padrão.

Não foi observado aumento significativo no índice de profundidade de proteólise dos queijos com substituição de sódio comparado ao controle ($p > 0,05$).

Os queijos controle, T1 e T2 apresentaram resultados microbiológicos, durante o período de estocagem, dentro dos limites exigidos pela legislação, de acordo com a classificação quanto ao teor de umidade para o queijo em estudo (BRASIL, 1996). Portanto, os queijos com substituição de sódio não tiveram alterações microbiológicas comparados ao controle.

Neste estudo foi possível concluir que a substituição de 50% de sódio por potássio apresentou o menor índice de extensão de proteólise sendo, portanto, o mais estável comparado ao controle.

A presente pesquisa demonstrou que a substituição de sódio pelo potássio nas proporções de 50% e 70% não alterou as características microbiológicas e a composição proximal dos queijos. Porém, ainda é necessário realizar análise sensorial dos queijos com substituição de sódio para verificar a sua aceitação.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, L. C. **Queijos no mundo: origem e tecnologia**. Juiz de Fora: Ed. Mago Cultural, v. II, p. 92-93, 2002.

ALY, M.E. An attempt for producing low-sodium Feta type cheese. In: **Food Chemistry**, v. 52, p. 295-299, 1995.

AMIOT, J. **Ciencia y Tecnologia de la leche – Principios e aplicaciones**. Zaragoza: Acribia, 1991.

ANJAN, R. K., MARTH, E. H. Composition of cheddar cheese made with sodium chloride and potassium chloride either singly or as mixtures. In: **Journal of Food Composition and Analysis**, 6(4), p. 354-363, 1993.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 17 ed. Washington, DC: AOAC, 2003.

ASARIA, P.; CHISHOLM, D.; MATHERS, C.; EZZATI, M.; BEAGLEHOLE, R. Chronic disease prevention: health effects and financial costs of strategies to reduce salt intake and control tobacco use. In: **The Lancet**, v. 370, ed. 9604, página 2004, dez. 2007.

AYYASH, M. M.; SHAH, N. P. Effect of partial substitution of NaCl with KCl on halloumi cheese during storage: chemical composition, lactic bacterial count, and organic acids production. In: **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 6, p. 525-529, 2010.

_____. The effect of substituting NaCl with KCl on Nabulsi cheese: Chemical composition, total viable count, and texture profile. In: **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 6, p. 2741-2751, 2011a.

_____. The effect of substitution of NaCl with KCl on chemical composition and functional properties of low-moisture Mozzarella cheese. In: **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 8, p. 3761-3768, 2011b.

AYYASH, M. M.; SHERKAT, F.; SHAH, N. P. The effect of NaCl substitution with KCl on Akawi cheese: Chemical composition, proteolysis, angiotensin-converting enzyme-inhibitory activity, probiotic survival, texture profile, and sensory properties. In: **Journal of Dairy Science**, v. 95, p. 4747-4759, 2012.

BOURGEOIS, C. M.; LARPENT, J. P. **Microbiologia Alimentária – Fermentaciones Alimentárias**. Zaragoza: Acribia, 1995.

BOURROUL, G. O potencial da cadeia láctea brasileira. In: **Leite e Derivados**, p. 36-48, nov./dez. 2006.

BRANDSMA, I. Reducing sodium: A European perspective attitudes and regulations regarding sodium in foods pose challenges for the food industry. In: **Food Technology**, v. 60, n. 1, p. 24-29, 2006.

BRASIL. Extrato do termo de compromisso n_ 4/2011. Acessado em 08 de setembro de 2014. Disponível em: http://www.in.gov.br/pelo_codigo_00032011040800081 Acesso em 14 mai. 2014.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Informe Técnico n. 50/2012. Teor de sódio dos alimentos processados. Publicado em 16 de outubro de 2012. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/9155f6804d19a2fb9bb8ff4031a95fac/INF_ORME+T%C3%89CNICO+2012-+AGOSTO.pdf?MOD=AJPERES Acesso em 08 set. 2014.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Publicado em 14 de dezembro de 2011. Mais sete grupos de alimentos terão redução de sódio. Disponível em:

http://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/anvisa/imprensa!/ut/p/c5/rZHNjqpAEIWfxQcYu4GGhiUoNCC0ND8ibEiLlyqg-DPA8PSX5K5nVIO1OclJzlcnBXlw743314q_L_cbb8Ae5EqxlrqNsAchVlwVdlhMFZltdEQSMEEoiK6fnfOVE_hdQr9uJZ9emWD75kwmtxZ0yC6hm5svqYogSPF6UDN0RdKTd_hZzNR1G6a4WsxZ-S80uBX_-_CH0SGg9r39BBnlcbEjompviACJiw3omLFtbaEluQEG8R_e_CtLRn_KckF-ObTLoWyXcAmRJEqyhARNQFgVVDT_IsjEcf1yhrUZFiMbcR4bSX-PvtsyzeSdg6Jm5EWHkIV0wLdSk069F0NILO34Wb5bkYVj18YMS5ZNP3RzJ2dEfGxJGeJTvnW_ipN8OhY-PMt5CauHt9sEmGWcOqZR1U35IBPDu1mlwoSUpbw28k81scaC9MeQupV6IC8aCXz9umzMZ_FmmDQhe5yl_ddL_uBGY54aLeh0JB1rkixA1_adPQhztWHxD7qL6qU!/dl3/d3/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/?pcid=1ccac100496b1c67ba4aff4ed75891ae. Acesso em 30 mai. 2014.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. RDC n.28, de 28 de março de 2000. Disponível em: <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id¼3180>. Acesso em 10 set. 2014.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. RDC n.360 de 13 de dezembro de 2003. Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso 08 set. 2014.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 146 de 07 de março de 1996. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. In: Diário Oficial da União de 11 de março de 1996, Seção 1, página 3977, 1996.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 4 de 01 de Março de 2004. Regulamento Técnico para Fixação da Identidade e Qualidade do Queijo Minas Frescal. In: Diário Oficial da União de 05 de março de 2004, Seção 1, p. 12, 2004.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62 de 26 de Agosto de 2003. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. In: Diário Oficial da União de 18 de setembro de 2003, Seção 1, p. 14, 2003.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 68 de 12 de Dezembro de 2006. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais Físico-químicos, para controle de leite e produtos lácteos, conformidade com o anexo desta Instrução Normativa determinando que sejam utilizados nos Laboratórios Nacionais Agropecuários. In: Diário Oficial da União de 14 de dezembro de 2006, Seção 1, Página 8. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=17472>. Acesso em 17 out. 2012.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 146 de 07 de março de 1996. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. In: Diário Oficial da União de 11 de março de 1996, Seção 1, página 3977, 1996.

_____. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Portaria nº 27. Regulamento técnico referente a informação nutricional complementar, 1998. Disponível: http://crn6.org.br/legislacao_alimentacao_e_nutricao/portaria. Acesso em 14 nov. 2010.

_____. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Portaria nº 54/MS/SNVS, de 4 de julho de 1995, Aprova o Padrão de identidade e Qualidade para Sal Hipossódico, 1995.

_____. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Portaria nº 54, de 12 de novembro de 2012, Regulamento Técnico Mercosul sobre Informação Nutricional Complementar (Declarações de Propriedades Nutricionais), 2012.

_____. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Informe Técnico n° 42/2010, Perfil Nutricional dos Alimentos Processados, 2010.

_____. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA. Decreto n° 30.691 de 29 de março de 1952, 154 páginas, 1952.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **Determination of fat content of milk and milk products (Gerber Method)-Methods**. British Standards, 1989.

CAMISA, J. **Influência do uso de um substituto de renina no rendimento, proteólise e características sensoriais do queijo Minas Padrão**. Dissertação. UNOPAR, Londrina, 44 páginas, 2011.

CARR, J. A.; MUNRO, P. A.; CAMPANELLA, O. H. Effect of added monovalent or divalent cations on the rheology of sodium caseinate solutions. In: **International Dairy Journal**, v. 12, p. 487–492, 2002.

CAVALCANTE, J. F. M.; JUNCAL, L. F.; ANDRADE, N. J. DE; SOUZA, J. G. DE; FURTADO, M. M. Fabricação de queijo minas padrão utilizando cultura láctica endógena. In: **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”** – XXII Congresso Nacional de Laticínios, n. 345, 60, p. 97-100, jul/ago., 2005.

CRUZ, A. G.; FARIA, J. A. F.; POLLONIO, M. A. R.; BOLINI, H. M. A.; CELEGHINI, R. M. S.; GRANATO, D.; SHAH, N. P. Cheese with reduced sodium content: Effect on functionality, public health benefits and sensory properties. In: **Trends in Food Science & Technology**. v. 22, p. 276-291, 2011.

DEWITT, M. C. A. **Processing and ingredients: Sodium Reduction**. Reciprocal Meat Conference, Proc. Am. Meat Sci. Assoc., Gainesville, FL., Champaign, p. 1-5, 2008.

DIETARY GUIDELINES FOR AMERICANS. Sodium and Potassium. Publicado em 2005. Disponível em:
<http://www.health.gov/dietaryguidelines/dga2005/.../pdf/Chapter8.pdf>. Acesso em 11 set. 2014.

DURACK, E; GONZALEZ, M. A.; WILKINSON, M. G. Salt: A review of its role in food science and public health. In: **Curr. Nutr. Food Science**. 4:p. 290-297, 2008.
ELMER, P. Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrometry, 1994.

DOYLE, M. E.; GLASS, K. A. Sodium reduction and its effect on food safety, food quality, and human health. In: **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 9, p. 44–56, 2010.

FARKE, N. Y. Cheese technology. In: **International Journal of Dairy Technology**, v. 57, n. 1, p. 91-98, 2004.

FEITOSA, T; MAIA, G. A.; ORIA, H. F.; VASCONCELOS, M. E. L.; FÉ, J. A. M. Composição centesimal do queijo tipo coalho do estado do Ceará. In: **Revista Agrônômica de Fortaleza**, v. 18, n. 2, p. 57-63.

FELICIO, T. L.; ESMERINO, E. A.; CRUZ, A. G.; NOGUEIRA, L. C.; RAICES, R. S. L.; DELIZA, R.; BOLINI, H. M. A.; POLLONIO, M. A.R. Cheese. What is its contribution to the sodium intake of Brazilians? In: **Appetite**, v. 66, p. 84-88, 2013.

FILHO, A. E. S.; FILHO, N. A. Ocorrência de *Staphylococcus aureus* em queijo tipo Minas “frescal”. In: **Revista de Saúde Pública**, v. 34, n. 6, p. 578-580, 2000.

FILHO, R. N. O maravilhoso mundo dos queijos especiais. In: **Revista Superhiper**, p. 60-64, abr. 2012.

FITZGERALD, E.; BUCKLEY, J. Effect of total and partial substitution of sodium chloride on the quality of cheddar cheese. Dairy Foods Research Papers. In: **Journal of Dairy Science**, v. 68, n. 12, p. 3127-3134, 1985.

FORMAKER, B. K.; HILL, D. L. An analysis of residual NaCl taste response after amiloride. In: **American Physiological Society**, v. 255, p.1002-1007, 1988.
FOX, P. F. Proteolysis during cheese manufacture and ripening. In: **Journal of Dairy Science**, v. 72, p. 1379-1400, 1989.

_____. Developments in the biochemistry of cheese ripening. In: **Proceedings of 25th International Dairy Federation**, p. 11-38, 1998.

FOX, P. F.; LAW, J. Enzimology of cheese ripening. **Food Biotechnology**, v. 5, n. 3, p. 239-262, 1991.

FOX, P. F.; GUINEE, T. P.; COGAN, T. M. & McSWEENEY, P. L. H. **Fundamentals of cheese science**. Gaithersburg Maryland: Aspen Publishers, 2000.

FOX, P. F.; MCSWEENEY, P. L. H. **Dairy Chemistry and Biochemistry**. Springer Science & Business Media, 478 páginas, 1998.

FURTADO, M. M. **A arte e a ciência do queijo**. 2ed., São Paulo: Globo, 297 páginas, 1990.

_____. **Principais problemas dos queijos: causas e prevenção**. Edição Revisada e Ampliada. São Paulo: Fonte de Comunicação e Editora, 200 páginas, 2005a.

_____. **Quesos típicos de latinoamérica**. 1ed. São Paulo: Danisco, p. 77-105, 2005b.

FURTADO, M. M.; POMBO, A. F. W. Fabricação do queijo prato e minas: Estudo do rendimento. In: **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 34, n. 205, p. 3-19, set./out., 1979.

GOMES, A. P.; CRUZ, A. G.; CADENA, R. S.; CELEGHINI, R. M. S.; FARIA, J. A. F.; BOLINI, H. M. A.; POLLONIO, M. A. R.; GRANATO, D. Manufacture of low-sodium Minas fresh cheese: Effect of the partial replacement of sodium chloride with potassium chloride. In: **Journal of Dairy Science**. v. 94, ed. 6, p. 2701-2706, 2011.

GREELEY, A. Pinch of Controversy Shakes up Dietary salt. Publicado em 1997. Disponível em: http://www.fda.gov/fdac/features/1997/797_salt.html. Acesso em 10 set. 2014.

GRUCHOW, H. W.; SABOCINSKI, K. A.; BARBORIAK, J. J. Calcium intake and the relationship of dietary sodium and potassium to blood pressure. In: **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 48, p. 1463-1470, 1998.

GUÀRDIA, M. D., GUERRERO, L., GELABERT, J., GOU, P., ARNAU, J. Consumer attitude towards sodium reduction in meat products and acceptability of fermented sausages with reduced sodium content. In: **Meat Science**, v.73, p. 484-490, 2006.

_____. Sensory characterisation and consumer acceptability of small caliber fermented sausages with 50% substitution of NaCl by mixtures of KCl and potassium lactate. In: **Meat Science**, v. 80, p. 1225–1230, 2008.

GUINNE, T. P. Salting and the role of the salt in cheese. In: **International Journal of Dairy Technology**, 57, p. 99-109, 2004.

GUINEE, T.P.; O'KENNEDY, B.T. **Mechanisms of taste perception and physiological controls**. Reducing salt in foods: Practical strategies. Boca Raton LA, USA: CRC Press. p. 246-287, 2007a.

GUINEE, T. P.; O'KENNEDY, B. T. **Reducing salt in cheese and dairy spreads**. Reducing salt in foods: Practical strategies (eds. D. Kilcast & F. Angus). Cambridge, UK, Woodhead Publishing Ltd., p. 316-355, 2007b.

HE, F. J.; BURNIER, M.; MACGREGOR, G. A. Nutrition in cardiovascular disease. Salt in hypertension and heart failure. In: **European Heart Journal**, v. 32, p. 3073–3080, 2011.

HE, F. J.; MACGREGOR, G. A. Fortnightly review: beneficial effects of potassium. In: **British Medical Journal**, v. 323, p. 497-501, 2001.

HEANEY, R. P. Role of dietary sodium in osteoporosis. In: **Journal of the American College of Nutrition**, v. 25, p. 271–276, 2006.

HENDERSON, L; GREGORY, J.; IRVING, K. **National diet and nutrition survey: adults aged 19 to 64**. London: TSO, v. 3, p. 127-136, 2003.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS (ICMSF). **Microorganisms in Food 2: Sampling for Microbiological Analysis: Principles and Specific Applications**. 2nd ed., University of Toronto Press, 1986.

IDE, L. P. A., BENEDET, H. D. Contribuição ao Conhecimento do Queijo Colonial Produzido na Região Serrana do Estado de Santa Catarina. In: **Revista Ciências Agrotécnicas**, v. 25, n. 6, p. 1351-1358, 2001.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION – IDF. **Milk, cream and evaporated milk: determination of total solids content** (reference method). Brussels, 2 páginas, 1987.

_____. The world market for cheese 1995-2004. In: **Bulletin IDF**, n. 402, p. 5-18, 2005.

_____. The world situation 2007. In: **Bulletin IDF**, 423, p. 5-18, 2007.

_____. International IDF Standard 20B:1993: **Milk – determination of nitrogen content**. Bruxelas, página 12, 1993.

JANEYWATT, C. Acceptability of reduced sodium in breads, cottage cheese, and pickles. In: **Journal of Food Science**, 48(4), p. 1645-1648, 1983.

JOHNSON, M. E.; KAPOOR, R.; MCMAHON, D. J.; MCCOY, D. R.; NARASIMMOM, R. G. Reduction of sodium and fat levels in natural and processed cheeses: scientific and technological aspects. In: **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 8, p. 252-268, 2009.

JOHNSON, M.; LAW, B.A. The origins, development and basic operations of cheesemaking technology. In: LAW, B.A. and TAMIME, A.Y. **Technology of Cheesemaking**. Second Edition. United Kingdom: Wiley-Blackwell. p. 77-78. 2010.

JORNAL DA UNICAMP. **Estudo revela excesso de consumo de sal e aponta malefícios de temperos prontos**. Universidade Estadual de Campinas. 14 a 20 de maio, p. 7. Disponível em: http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/jornalPDF/ju358pag07.pdf . Acesso em 17 out. 2012.

_____. **Estudo revela excesso de consumo de sal e aponta malefícios de temperos prontos**. Universidade Estadual de Campinas. 14 a 20 de maio, p.7. Disponível em: http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/jornalPDF/ju358pag07.pdf. Acesso em 17 out. 2012.

KAMLEH, R.; OLABI, A.; TOUFEILI, I.; NAJM, N. E. O.; YOUNIS, T.; AJIB, R. The effect of substitution of sodium chloride with potassium chloride on the physicochemical, microbiological, and sensory properties of Halloumi cheese. In: **Journal Dairy Science**, v. 95, n. 3, p. 1140-1151, 2012.

KAPLAN, N. M. The dietary guideline for sodium: should we shake it up? In: **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 71, p. 1020-1026, 2000.

KARAGOZLU, C.; KINIC, O.; AKBULUT, N. Effects of the fully and partial substitution of NaCl by KCl on physico-chemical and sensory properties. In: **International Journal of Food Science and Nutrition**, v. 59, p. 181–191, 2008.

- KATSIARI, M. C.; ALICHANIDIS, E.; VOUTSINAS, L. P.; ROUSSIS, I. G. Proteolysis in reduced sodium Kefalograviera cheese made by partial replacement of NaCl with KCl. In: **Food Chemistry**, v. 73, p. 31–43, 2001.
- KATSIARI, M. C.; VOUTSINAS, L. P.; ALICHANIDIS, E.; ROUSSIS, I. G. Manufacture of Kefalograviera cheese with less sodium by partial replacement of NaCl with KCl. In: **International Dairy Journal**, v. 61, p. 63–70, 1998.
- KATSIARI, M. C.; VOUTSINAS, L. P. Manufacture of low-fat Feta cheese. In: **Food Chemistry**, v. 49, p. 53–60, 1994.
- KEARNEY, P. M.; WHELTON, M.; REYNOLDS, K.; MUNTNER, P.; WHELTON, P. K.; HE, J. Global burden of hypertension: analysis of worldwide data. In: **Lancet**, v. 365, p. 217-223, 2005.
- LAW, B. A. **Microbiology and biochemistry of cheese and fermented milk**. 2ed. London: Blackie Academic & Professional, 365 páginas, 1997.
- LINDSAY, R. C.; HARGETT, S. M.; BUSH, C. S. Effect of sodium/potassium (1:1) chloride and low sodium chloride concentrations on quality of cheddar cheese. In: **Journal Dairy Science**, v. 65, p. 360–70, 1982.
- MACHADO, E. C.; FERREIRA, C. L. L. F.; FONSECA, L. M; SOARES, F. M.; JÚNIOR, F. N. P. Características físico-químicas e sensoriais do queijo minas artesanal produzido na região do serro, Minas Gerais. In: **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, p. 516-521, 2004.
- MANUAL PERKIN ELMER. **Atomic Absorption spectroscopy- Analytical Methods**. Part nº 0303-0152. The Perkin Elmer Corporation, USA, 1996.
- MARTENS, R., VAN DEN POORTEN, R., & NAUDTS, M. Production, composition and properties of low-sodium Gouda cheese. In: **Revue de L'Agriculture**, v. 29, p. 681-698, 1976.
- MATTES, R. D. The taste of fat elevates postprandial triacylglycerol. In: **Physiological Behavior**, v. 74, p. 343-348, 2001.
- MATTHEWS, K; STRONG, M. Salt—Its role in meat products and the industry's action plan to reduce it. In: **Nutrition Bulletin**, v. 30, p. 55–61, 2005.

MCMAHON, D. J. Issues with low and lower salt cheeses. In: **Australian Journal of Dairy Technology**, v. 65, p. 200-2005, 2010.

MCLEAN, R.; HOEK, J.; HEDDERLEY, D. Effects of alternative label formats on choice of high- and low-sodium products in a New Zealand population sample. In: **Public Health Nutrition**, v. 15, p. 783–791, 2012.

MEILGAARD, M. R.; CIVILLIE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 3 ed. Boca Raton: CRC Press, página 387, 1999.

MOLINA, M. C. B.; CUNHA, R. S.; HERKENHOFF, L. F.; MILL, J. G. Hipertensão arterial e consumo de sal em população urbana. In: **Revista de Saúde Pública**, v. 37, p. 743-750, 2003.

NARIMATSU, A; DORNELLAS, J. R. F.; SPADOTI, L. M.; PIZAIA, P. D. Avaliação da proteólise e do derretimento do queijo prato obtido por ultrafiltração. In: **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, 23 (supl): p. 177-182, dez. 2003.

OECD-FAO Agricultural Outlook 2013-2022. Publicado em 2013. Disponível em: http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=HIGH_AGLINK_2013. Acesso em 08 set. 2014.

OLIVEIRA, J. S. **Queijo: fundamentos tecnológicos**. São Paulo: Unicamp, 2 ed., 1986.

PEREIRA, D.B.C.; SILVA, P.H.F.; COSTA JÚNIOR, L.C.G.; OLIVEIRA, L.L. **Físico-química do leite e derivados: métodos analíticos**. 2 ed. Juiz de Fora: EPAMIG, 243 páginas, 2001.

PERRY, K. S. P. Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. In: **Revista Química Nova**, v. 27, n. 2, p. 293-300, 2004.

POLYCHRONIADOU, A.; MICHAELIDOU, A; PASCHALLOUDIS, N. Effect of time, temperature and extraction method on the trichloroacetic acid-soluble nitrogen of cheese. In: **Internacional Dairy Journal**, n. 9, p. 559-568, 1999.

PURDY, J., ARMSTRONG, G. Dietary salt and the consumer: reported consumption and awareness of associated healthy risks. In: T. P. Guinee, & B. T. O’Kennedy (Eds.). **Reducing salt in foods: Practical strategies**. Boca Raton LA, USA: CRC Press., p. 99-123, 2007.

QUEIJO: A conquista de mais fatias no mercado. In: **Revista Indústria de Laticínios**, p. 6-10. 2011.

RAPACCI, M.; ANTUNES, L. A. F.; FURTADO, M. M. Efeito da substituição de NaCl por KCl nas características do queijo Prato. In: **Revista Indústria de Laticínios**, n. 297, 50:3-12, p.3-12, 1996.

RAPACCI, M. **Efeito da substituição do cloreto de sódio por cloreto de potássio nas características do queijo Prato**. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 106 páginas, 1989.

REDDY, K.A., MARTH, E. H. Composition of Cheddar cheese made with sodium chloride and potassium chloride either singly or as mixtures. In: **Journal Food Composition Analysis**, v. 6, p. 354–363, 1993.

_____. Lactic-acid bacteria in Cheddar cheese made with sodium chloride, potassium chloride or mixtures of the two salts. In: **Journal Food Protection**, v. 58, p. 62–9, 1995.

ROBINSON, R. K. **Microbiología lactológica** – microbiología de los productos lácteos. Zaragoza: Acribia, 1987.

ROCHA, A. M. P. **Controle de fungos durante a maturação de queijo minas padrão**. Dissertação. UFSM, Santa Maria, 96 páginas, 2004.

RUUSUNEN, M.; PUOLANNE, E. Reducing sodium intake from meat products. In: **Meat Science**, v. 70, p. 531–541, 2005.

SCHIFFMAN, S. S. Taste quality and neural coding: Implications from psychophysics and neurophysiology. In: **Physiology & Behavior**, v. 69, p. 147–159, 2000.

SCOTT, R. Acidez y otros análisis químicos para el control del proceso de elaboración. In: SCOTT, R. **Fabricación de queso**. 2 ed. Zaragoza: ACRIBIA, p. 93-110, 1991.

SGHEDONI, A.; RETTL, C.; SOUZA, G. P.; Queijo Minas. In: **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 34, n. 203, p. 37-40, 1979.

SHAH, M. M.; SHERKAT, F.; SHAH, N. P. The effect of NaCl substitution with KCl on Akawi cheese: Chemical composition, proteolysis, angiotensin-converting enzyme-inhibitory activity, probiotic survival, texture profile, and sensory properties. In: **Journal Dairy Science**, 95:4747-4759, 2012.

SOUZA, M. J.; ARDO, Y.; MACSWEENEY, P. L. H. 2001. Advances in the study of proteolysis during cheese ripening. In: **International Dairy Journal**, v. 11, p. 327–345, 2001.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. Sociedade Brasileira de Hipertensão. Sociedade Brasileira de Nefrologia. IV Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial. In: **Arquivo Brasileiro de Cardiologia** v. 82, supl. 4, p. 1-14, 2004.

SOUZA, M. J.; ARDO, Y.; MCSWEENEY, P. L. H. **Advances in the study of proteolysis during cheese ripening**. Int Dairy J. 11:327-345.

SPREER, E. **Lactologia industrial**. 2 ed. Zaragoza: Acribia, 617 páginas, 1991.

TIAN, H. G.; GUO, Z. Y.; HU, G.; YU, S. J.; SUN, W.; PIETINEN, P. Changes in sodium intake and blood pressure in a community-based intervention project in China. In: **Journal of Human Hypertension**, v. 9, p. 959-968, 1995.

TOKUYAMA, E.; SHIBASAKI, T.; KAWABE, H.; MUKAI, J.; OKADA, S; UCHIDA, T. Bitterness suppression of BCAA solutions by L-ornithine. In: **Chemical & Pharmaceutical Bulletin**. v. 54, n. 9, p. 1288-1292, 2006.

TUOMILEHTO, J.; LINDSTRÖM, J.; ERIKSSON, J. G.; VALLE, T. T.; HÄMÄLÄINEN, H. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. In: **New England Journal of Medicine**, v. 344, p. 1343-1350, 2001.

VAN DER KLAUW, N. J., SMITH, D. V. Taste Quality Profiles for Fifteen Organic and Inorganic Salts. In: **Physiology & Behavior**, v. 58, n. 2, p. 295-306, 1995.

VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. **Leche y productos lácteos, Tecnología, Química y Microbiología**. Zaragoza: Acribia, 1995.

VEJA. Nutrição – Campanha nacional alerta para consumo excessivo de sal. Publicado em 26/07/2011. In: **Revista Veja online**. Disponível em:

<http://veja.abril.com.br/noticia/saude/campanha-nacional-alerta-para-consumi-excessivo-de-sal>. Acesso em 17 out. 2012.

WALSTRA, P.; WOUTERS, J. T. M.; GEURTS, T. J. **Dairy Science Technology**, 2ed, Boca Raton: CRC Press, 2006.

WALTER, B.; SCHMID, A.; STEBER, R.; WERMÜLLER, K. Cheese in nutrition and health. In: **Dairy Science and Technology**, v. 88, p. 389-405, 2008.

WEINSIER, R. L. Overview: Salt and the development of essential hypertension. In: **Prev. Med.** 5:7–14, 1976.

WHO (World Health Organization). Publicado em 2003. Reported of Joint WHO/FAO expert consultation on diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Geneva: Switzerland. Disponível em: http://www.who.int/hpr/NPH/docs/who_fao_experts_report.pdf. Acesso em 10 set. 2014.

_____. Publicado em 2013. **WHO issues new guidelines on dietary salt and potassium**. Disponível em: http://www.who.int/mediacentre/news/notes/2013/salt_potassium_20130131/en/. Acesso em 08 set. 2014.

_____. **Review and updating of current WHO recommendations on salt/sodium and potassium consumption**. Geneva, Switzerland, 8 páginas, 2011.

WOLFSCHOON-POMBO, A. F. Índices de proteólise em alguns queijos brasileiros. In: **Boletim do Leite**, Rio de Janeiro, v. 51, n. 661, p. 1-8, 1983.

WYATT, C. J. Acceptability of reduced sodium in breads, cottage cheese, and pickles. In: **Journal of Food Science**, p. 1300-1302, 1983.

WYNESS, L. A.; BUTRISS, J. L.; STANNER, S. A. Reducing the population's sodium intake. The UK Food Standards Agency's salt reduction programme. **Public Health Nutrition**, v. 15, p. 254–261, 2012.