

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

JEFFERSON SUSSUMU DE AGUIAR HACHIYA

**REDUÇÃO DO SÓDIO EM QUEIJO MINAS PADRÃO: EFEITO NAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E NO PERFIL DE TEXTURA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

LONDRINA

2015

JEFFERSON SUSSUMU DE AGUIAR HACHIYA

**REDUÇÃO DO SÓDIO EM QUEIJO MINAS PADRÃO: EFEITO NAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E NO PERFIL DE TEXTURA**

Dissertação de mestrado, apresentado ao Curso de Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Dra. Marly Sayuri Katsuda.

Coorientadora: Dra. Lucia Felicidade Dias

LONDRINA

2015

**Catlogação na publicação elaborada por:
Dina Yassue Kagueyama Lermen (CRB 9/1.138) – IFPR/Londrina.**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

H117r Hachiya, Jefferson Sussumu de Aguiar.

Redução do sódio em queijo Minas padrão: efeito nas características físico-químicas e no perfil de textura / Jefferson Sussumu de Aguiar Hachiya. – Londrina, 2015.
59 f. : il.

Orientador : Marly Sayuri Katsuda
Co-orientador: Lucia Felicidade Dias.

Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Londrina, 2015.
Inclui bibliografia.

1. Alimentos – Teor de sódio. 2. Queijo-de-minas. 3. Potássio. I. Katsuda, Marly Sayuri. II. Dias, Lucia Felicidade. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. IV. Título.

CDD 664



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de
Alimentos Nível Mestrado Profissional



FOLHA DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação Nº 25

REDUÇÃO DO SÓDIO EM QUEIJO TIPO MINAS PADRÃO: EFEITO NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO- QUÍMICAS E NO PERFIL DE TEXTURA

por

JEFFERSON SUSSUMU DE AGUIAR HACHIYA

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 14h30 de 03 de junho de 2015. O trabalho foi aprovado pela Banca Examinadora, composta por:

Dra. Marly Sayuri Katsuda
UTFPR Câmpus Londrina
Orientadora

Lúcia Helena da Silva Miglioranza
UEL Londrina
Membro Examinador Titular

Dra. Margarida Masami Yamaguchi
UTFPR Câmpus Londrina
Membro Examinador Titular

Visto da coordenação:
Prof. Fábio A. Coró, Dr.
Coordenador do PPGTAL

Dedico este trabalho à minha família, principalmente a minha esposa Amanda por me ajudar em todos os momentos difíceis, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por iluminar o meu caminho na elaboração deste trabalho.

Agradeço a Prof. Dr. Marly S. Katsuda, pelos ensinamentos a mim transmitidos e pela sabedoria com que me orientou nesta trajetória.

Agradeço a todos os professores do Programa de Pós Graduação em Tecnologia de Alimentos PPGTAL-UTFPR Londrina pelos ensinamentos transmitidos.

Agradeço a UTFPR-Londrina pelo apoio e disponibilização dos laboratórios e equipamentos necessária para a realização deste trabalho.

Agradeço ao IFPR-Londrina pelo apoio e compreensão na disponibilidade das horas de pesquisa.

Agradeço ao Laboratório de Águas e Alimentos da Universidade Estadual de Maringá.

Agradeço ao Departamento de Ciências e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina.

Enfim, a todos os que de alguma forma contribuíram para a realização desta pesquisa.

Resumo

HACHIYA, Jefferson S. A. **Redução do sódio em queijo Minas padrão: efeito nas características físico-químicas e no perfil de textura.** 59 f. Dissertação de Mestrado profissional em Tecnologia de Alimentos – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina. 2015.

O sódio é um elemento essencial na alimentação, contudo, o seu consumo excessivo está associado a problemas de saúde, tais como hipertensão, redução na absorção de cálcio, problemas renais, entre outros. Os queijos têm sido apontados como um dos produtos com elevado teor de sódio, portanto baseado neste contexto o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da substituição parcial do cloreto de sódio pelo potássio nas características físico-químicas e de textura no queijo tipo Minas Padrão. A elaboração de queijos Minas padrão ocorreu com substituição do cloreto de sódio pelo potássio nas proporções de 100% de NaCl (controle), 80% de NaCl + 20% de KCl (T1), 60% de NaCl + 40% de KCl (T2), 40% de NaCl + 60% de KCl (T3) e 20% de NaCl + 80% de KCl (T4). A avaliação físico-química consistiu na determinação do teor de umidade, proteína, gordura, cinzas e cloretos nos tempos 0 e 30 dias de maturação a 12°C. O pH, acidez titulável, índice de extensão e profundidade de maturação foram avaliados nos tempos 0, 7, 15 e 30 dias de maturação na mesma temperatura. A análise do perfil de textura consistiu na avaliação da firmeza, elasticidade, adesividade, coesividade e mastigabilidade. O presente estudo permitiu concluir que o aumento na proporção de potássio teve efeito significativo ($p < 0,05$) nos teores de umidade, proteína e cloretos. A substituição de sódio pelo potássio aumentou o teor de umidade e reduziu o teor de proteína. Os teores de cloretos dos queijos foram inferiores a 0,6%, variando entre 0,319 e 0,594%, onde os tratamentos com maiores concentrações de potássio apresentaram diferença estatística ($p < 0,05$) em relação aos demais. A substituição dos sais não teve efeito significativo nos teores de gordura e cinzas em todos os tratamentos. A atividade de água diminuiu com a substituição do sódio pelo potássio. O teor de sódio entre os tratamentos variou entre 157,36 e 53,85 mg.100 g⁻¹, enquanto o teor de potássio foram de 120,72 a 364,67 mg.100 g⁻¹, permitindo classificar os tratamentos com maiores teores de potássio como de muito baixo teor de sódio. A substituição do sódio pelo potássio não afetou significativamente o pH, índice de extensão e profundidade de maturação de todos os tratamentos. Por outro lado, houve um aumento significativo na acidez titulável nos tratamentos com menores teores de sódio. Ao avaliar os parâmetros de adesividade, elasticidade, coesividade e mastigabilidade dos queijos não diferiram estatisticamente ($p > 0,05$) entre os tratamentos, sendo que a substituição do sódio por potássio afetou negativamente a firmeza ($p < 0,05$) do queijo tipo Minas padrão. Portanto, a substituição do potássio em proporção inferior a 40% apresentou viável para produção de queijos Minas padrão com pouco efeito na composição proximal, físico-química e de textura.

Palavras-chave: composição proximal, potássio, proteólise, textura instrumental.

Abstract

HACHIYA, Jefferson S. A. **Sodium reduction in Minas Padrão cheese: effect on physicochemical characteristics and texture profile.** 59 f. Dissertation – Professional Master's Degree in Food Technology – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina. 2015.

Sodium is an essential component in the feed, however, the excessive use is associated with health problems such as hypertension, reduce calcium absorption, the renal problems, among others. The cheeses have been identified as one of the products with high in sodium, so based on this context the aim of this study was to evaluate the effect of partial substitution of sodium for potassium chloride on the physicochemical characteristics and texture of the cheese type Minas Standard. The preparation of Mines standard cheeses occurred with replacement of sodium by potassium chloride in the proportions of 100% NaCl (control), 80% NaCl 20% KCl + (T1) + 60% NaCl 40% KCl (T2) + 40% NaCl 60% KCl (T3) and 20% NaCl 80% KCl + (T4). The physicochemical evaluation consisted in determining the moisture content, protein, fat, ash and chlorides at 0 and 30 days of aging at 12°C. The pH, titratable acidity, length and depth index maturation were assessed at 0, 7, 15 and 30 days of aging at the same temperature. The texture profile analysis was to assess the firmness, elasticity, adhesiveness, cohesiveness and chewiness. This study found that the increase in the proportion of potassium had a significant effect ($p < 0.05$) in moisture, protein and chlorides. The substitution of sodium for potassium increased the moisture content and reduced the protein content. The cheese chloride levels were less than 0.6%, ranging between 0.319 and 0.594%, where the treatments with higher potassium concentrations showed statistical difference ($p < 0.05$) than the other. The replacement of the salts had no significant effect on fat and ash in all treatments. The water activity decreased by replacing sodium by potassium. The sodium content between treatments varied between 53.85 and 157.36 g mg.100⁻¹, while the potassium content were 120.72 to 364.67 g mg.100⁻¹ to rank treatments with larger potassium levels as very low in sodium. The replacement of sodium by potassium did not significantly affect the pH, extent and depth index maturation of all treatments. On the other hand, there was a significant increase in titratable acidity in treatments with lower levels of sodium. When evaluating the adhesion parameters, elasticity, cohesiveness and chewiness of the cheese were not statistically different ($p > 0.05$) between treatments, and the sodium for potassium replacement negatively affected the strength ($p < 0.05$) cheese type standard mines. Therefore, the substitution of potassium for less than 40% was feasible for production Mines standard cheeses with little effect on the proximal composition and physico-chemical texture.

Keywords: proximal composition, potassium, proteolysis, instrumental texture.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Proteólise e catabolismo dos aminoácidos ao longo da maturação do queijo.....	35
Figura 2 – Esquema mostrando os agentes proteolíticos em queijos, os compostos formados e os índices que os representam (NNC/NT*100, que reflete a extensão da maturação e NNP/NT*100, que reflete a profundidade da maturação).....	37
Figura 3 – Fluxograma de elaboração do queijo Minas Padrão segundo Furtado (2005b) com alterações.....	40
Figura 4: Evolução do pH dos queijos tipo Minas padrão com cloreto de sódio (Controle -100% NaCl), comparados aos tratamentos com substituição parcial de sódio pelo potássio nas proporções de: 80% NaCl + 20% KCl (T1), 60% NaCl + 40% KCl (T2), 40% NaCl + 60% KCl (T3) e 20% NaCl + 80% KCl (T4) no tempo 0 e 30 dias de maturação a 12°C.....	54
Figura 5: Evolução da Acidez titulável dos queijos tipo Minas padrão com cloreto de sódio (Controle -100% NaCl), comparados aos tratamentos com substituição parcial de sódio pelo potássio nas proporções de: 80% NaCl + 20% KCl (T1), 60% NaCl + 40% KCl (T2), 40% NaCl + 60% KCl (T3) e 20% NaCl + 80% KCl (T4) no tempo 0 e 30 dias de maturação a 12°C.....	55
Figura 6: Evolução do Índice de extensão de Maturação dos queijos tipo Minas padrão com cloreto de sódio (Controle -100% NaCl), comparados aos tratamentos com substituição parcial de sódio pelo potássio nas proporções de: 80% NaCl + 20% KCl (T1), 60% NaCl + 40% KCl (T2), 40% NaCl + 60% KCl (T3) e 20% NaCl + 80% KCl (T4) no tempo 0 e 30 dias de maturação a 12°C.....	56
Figura 7: Evolução da profundidade de Maturação dos queijos tipo Minas padrão com cloreto de sódio (Controle -100% NaCl), comparados aos tratamentos com substituição parcial de sódio pelo potássio nas proporções de: 80% NaCl + 20% KCl (T1), 60% NaCl + 40% KCl (T2), 40% NaCl + 60% KCl (T3) e 20% NaCl + 80% KCl (T4) no tempo 0 e 30 dias de maturação a 12°C.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição do queijo Minas Padrão, segundo Furtado, (2005).....	26
Tabela 2– Relação entre a concentração de sal (NaCl/KCl) utilizada nos diferentes tratamentos adicionados a massa do queijo minas padrão.....	40
Tabela 3 – Características físico-químicas do leite padronizado utilizado para a produção dos queijos com diferentes concentrações de sal (NaCl/KCl) comparadas aos limites estabelecidos pelo MAPA I.N. 62 (BRASIL, 2011)	45
Tabela 4 – Composição proximal e característica físico-química dos queijos tipo Minas padrão com cloreto de sódio (Controle), comparados aos tratamentos com substituição parcial de sódio pelo potássio nas proporções de: 80% NaCl + 20% KCl (T1), 60% NaCl + 40% KCl (T2), 40% NaCl + 60% KCl (T3) e 20% NaCl + 80% KCl (T4) no tempo 0 e 30 dias de maturação a 12°C.....	48
Tabela 5 – Concentração de sódio e potássio dos queijos tipo Minas padrão com cloreto de sódio (Controle), comparados aos tratamentos com substituição parcial de sódio pelo potássio nas proporções de: 80% NaCl + 20% KCl (T1), 60% NaCl + 40% KCl (T2), 40% NaCl + 60% KCl (T3) e 20% NaCl + 80% KCl (T4) no tempo 0 e 30 dias de maturação a 12°C.....	51
Tabela 6. Características no perfil de textura dos queijos Minas padrão dos queijos tipo Minas padrão com cloreto de sódio (Controle -100% NaCl), comparados aos tratamentos com substituição parcial de sódio pelo potássio nas proporções de: 80% NaCl + 20% KCl (T1), 60% NaCl + 40% KCl (T2), 40% NaCl + 60% KCl (T3) e 20% NaCl + 80% KCl (T4) no tempo 0 e 30 dias de maturação a 12°C.....	60

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS.

ABIA	Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação
ABIMA	Associação Brasileira das Indústrias de Massas Alimentícias
ABIP	Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria
ABITRIGO	Associação Brasileira da Indústria de trigo
ABIQ	Associação Brasileira das Indústrias de Queijo
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
DASH	Dietary Approaches to Stop Hypertension
GES	Gordura no Extrato Seco
ILCT	Instituto de Laticínios Cândido Tostes
INC	Informação Nutricional Complementar
MAPA	Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
OMS	Organização Mundial de Saúde
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada RDC
VDR	Valor Diário de Referência
WASH	World Action on Salt and Health

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 OBJETIVOS.....	14
2.1 OBJETIVO GERAL.....	14
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	14
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
3.1 CONSUMO DE SAL E SAÚDE.....	15
3.2 FUNÇÕES DO SAL EM ALIMENTOS.....	18
3.3 AÇÕES QUE VISAM A REDUÇÃO NO CONSUMO DE SAL.....	19
3.4 TEOR DE SAL E ROTULAGEM DE ALIMENTOS.....	22
3.5 QUEIJO: CONSUMO E CLASSIFICAÇÃO.....	23
3.6 QUEIJO MINAS PADRÃO.....	26
3.7 FUNÇÃO DO SAL NO QUEIJO.....	29
3.8 EFEITOS DA REDUÇÃO DE SAL EM QUEIJOS.....	31
3.9 A MATURAÇÃO DOS QUEIJOS.....	34
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	39
4.1 MATERIAL.....	39
4.2. ELABORAÇÃO DO QUEIJO MINAS PADRÃO.....	39
4.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	41
4.4 AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO PROXIMAL.....	41
4.5 AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E PROTEÓLISE DOS QUEIJOS.....	43
4.6 ANÁLISE DO PERFIL DE TEXTURA	44
4.7 ANALISE ESTATÍSTICA.....	32
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
5.1 QUALIDADE DO LEITE.....	45
5.2 AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DO QUEIJO.....	47

5.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E PROTEÓLISE.....	53
5.4 AVALIAÇÃO DA ANÁLISE DO PERFIL DE TEXTURA	58
6 CONCLUSÃO.....	63
7 REFERÊNCIAS.....	64

1 INTRODUÇÃO

O queijo apresenta um papel importante na alimentação devido ao seu alto valor nutricional. Em sua composição estão presentes compostos como: proteínas, vitaminas do grupo A, B, niacina, riboflavina, ácido fólico, minerais, principalmente cálcio e fósforo e caseína (COSTA, 2012). Embora os queijos sejam considerados nutricionalmente importantes para a alimentação, a Agência Nacional da Saúde constatou no levantamento da composição mineral, que os queijos apresentaram elevados teores de sódio entre os diversos gêneros alimentícios industrializados, exigindo uma maior atenção dos consumidores que necessitam de cuidados nutricionais (BRASIL, 2011).

O teor de sal nos alimentos é um dos principais focos na indústria alimentícia a nível mundial, no Brasil, o Ministério da Saúde e a Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação (ABIA) firmaram compromissos em 2012 para reduzir o teor de sal de 16 categorias de alimentos que representam 90% do teor de sódio nos produtos industrializados (BRASIL, 2011).

Reduzir o conteúdo em sódio representa um enorme desafio para a indústria de laticínios, uma vez que o sal exerce funções específicas como, sabor, textura e estabilidade físico-química e microbiológica nos produtos (SOARES, 2013). Diversos substitutos do cloreto de sódio estão sendo estudado, como cloreto de potássio, magnésio, cálcio, lítio, entre outros, porém somente o cloreto de potássio apresenta propriedades físicas semelhantes. O potássio tem um efeito diurético que aumenta a excreção dos íons sódio pelos rins, reduzindo a pressão arterial, diminui o risco de acidente vascular cerebral, reduz também a excreção de cálcio pelos rins, evitando a formação de calcificações nos rins e a desmineralização dos ossos (ELLIOTT, 1998).

Estudos realizados por Rapacci et al. (1996) acerca da substituição do sal NaCl por KCl, demonstraram que não é possível substituir totalmente o sódio pelo potássio devido ao sabor residual amargo conferido ao produto. Baseado neste contexto o presente estudo avaliou o efeito da substituição parcial de sódio pelo potássio sobre as características físico-químicas e de textura no queijo tipo Minas padrão.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito da substituição parcial de sódio pelo potássio sobre as características físico-químicas e o perfil de textura do queijo tipo Minas padrão ao longo do período de maturação

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Elaborar os queijos com proporção de cloreto de potássio variando entre 0 e 80% em queijo tipo Minas padrão;

Analisar a composição e características físico-químicas dos queijos tipo Minas padrão com diferentes teores de potássio comparados ao controle;

Avaliar a evolução da extensão e profundidade da proteólise ao longo do período de maturação;

Avaliar a influencia da substituição do cloreto de sódio por cloreto de potássio sobre o perfil de textura do queijo Minas padrão.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 CONSUMO DE SAL E SAÚDE.

O sal utilizado em alimento é predominantemente composto por cloreto de sódio, essa substância encontra-se presente em abundância nos fluidos extracelulares e que permite o transporte de nutrientes, a sua ingestão é essencial, pois contribui com o mecanismo de regulação da pressão sanguínea, de transporte de água intracelular, de regulação da pressão osmótica e de transmissão de impulsos nervosos (SOARES, 2013).

O cloreto de sódio é um nutriente importante e essencial na produção de alimentos, contribuindo com o sabor e conservação, no entanto, pesquisas realizadas por Soares (2013) indicam que em países desenvolvidos, a ingestão média na dieta alimentar de um adulto é de 4-5 g de sódio (10-12 g de cloreto de sódio) por dia, sendo excessiva quando comparada ao limite máximo recomendado, que é de aproximadamente de 2,4 g de Na ou 6 g NaCl por dia, o que pode causar problemas em termos de saúde pública, pois altas concentrações de NaCl provocam hipertensão, aumento da excreção de cálcio e condução concomitante à osteoporose. Deste modo, a redução de sódio na dieta é considerada uma estratégia importante para diminuir os casos de hipertensão e as doenças cardiovasculares (DOYLE e GLASS, 2010).

Em estudos realizados por Karppanen e Mervaala (2006) revelaram que na segunda metade da década de 80, o consumo de sal pela população nos Estados Unidos regrediu, o que permitiu observar que houve redução da pressão arterial média da população. Porém, em 1998, as vendas totais deste sal para alimentação correspondiam 86% superior à década anterior, enquanto as vendas per capita foram 55% superior comparado ao consumo em 1983. A média de ingestão de sódio na década de 90 foi de 3500 mg/dia, sendo que esses números estão de acordo com os valores de 2006, onde a ingestão de sódio neste país foi de aproximadamente 3600 mg/dia ou 9 g de cloreto de sódio/dia. Esses valores são bem maiores quando comparados com os níveis de sódio dos mesmos alimentos

preparados caseiramente, os quais apresentaram um nível de sódio de apenas 600 mg/dia.

Em estudos realizados por Doyle e Glass (2010) em países europeus e norte-americanos, cerca de 5% a 10% de ingestão de sal são consequentes da adição de sal à mesa e durante o cozimento, enquanto que os alimentos processados contribuem com mais de 75% do sódio na dieta, esses percentuais estão de acordo com um estudo recente realizado na Dinamarca por Andersen et al. (2009) usando sal marcado com lítio em substituição ao sal normal, onde as análises de urina nas primeiras 24 horas apresentavam um teor de 8,7% (para mulheres) e 10,2% (para os homens) do sal consumido adicionada aos alimentos durante o cozimento, desta forma aproximadamente 90% do cloreto de sódio ingerido eram provenientes naturalmente dos alimentos ou adicionado a alimentos processados e manufaturados.

Nos países asiáticos, o sal adicionado na comida caseira e a mesa correspondem de 72% a 76% da ingestão diária devido ao consumo de molho de soja, misso, legumes salgados, frutas e peixe, o que contribui significativamente com o teor de sódio na dieta. Já na Irlanda alimentos salgados como lanches, refeições prontos, sopas, molhos processados, queijos e carnes curadas, contribuem com 20,5% do consumo de sódio na dieta, enquanto que em alguns países os níveis de sal em pães e cereais contribuem com um valor estimado de 35% a 50% para o consumo de sódio (DOYLE e GLASS, 2010).

No Brasil a ANVISA realizou em 2012 um levantamento do teor de sódio em alimentos industrializados no país e identificou que o queijo parmesão encontrava-se em um grupo de alimentos que continha a maior concentração absoluta de sódio, com um teor médio de 3052 mg/100 g do produto, já a versão ralada do queijo parmesão ficou em segundo lugar, com teor de sódio de 2976 mg/100 g de produto (BRASIL, 2012).

Outro ponto avaliado pela pesquisa foi à variação do teor de sódio entre as diversas marcas de um mesmo alimento. Neste quesito, alimentos como o queijo minas frescal apresentaram uma diferença de até 14,4 vezes quando comparados às diversas marcas, para o queijo minas padrão a diferença foi de 2,3 vezes, o queijo mussarela a diferença foi de 3,5 vezes e para o queijo parmesão diferença entre os produtos com maior e menor valor de sódio foi de até 13,7 vezes (BRASIL, 2012).

O consumo excessivo de sal pode proporcionar efeitos indesejáveis à saúde, principalmente em termos de pressão arterial, que apresenta no organismo funções importante como a manutenção da perfusão tecidual e o controle do balanço de sódio, que determina em grande parte o volume de líquido extracelular. Ao aumentar o nível de pressão arterial, o corpo é capaz de eliminar do excesso de sódio e água através do mecanismo de pressão-natriurese, assim a pressão arterial tem a função fisiológica de manutenção do equilíbrio de sódio e água. Quando ocorre uma deficiência de ingestão de sódio, tem-se uma diminuição do volume do líquido extracelular, provocando distúrbios gastrointestinais, sudorese, ou perda de sangue. Conseqüentemente o organismo sofre uma redução da pressão arterial, com a finalidade de reter sódio e diminuir a excreção de fluidos (KARPPANEN e MERVAALA, 2006).

Cada indivíduo de acordo com a sua fisiologia apresenta nível de ingestão saudável para todos os nutrientes essenciais, entre eles o sódio. Deste modo, se o consumo de sódio for superior ao intervalo fisiológico por períodos prolongados ocorrem efeitos adversos ou toxicidade grave, os quais tornam susceptíveis ao desenvolvimento de doenças degenerativas (KARPPANEN e MERVAALA, 2006).

Quando alimentos ricos em sódio são ingeridos, 95% do sal é absorvido no trato gastrointestinal, enquanto que a eliminação extra renal ocorre apenas em casos de diarreia e vômito ou por exercício prolongado com sudorese profusa. Caso contrário, a perda extra renal de sal (NaCl) é mínima pela transpiração, cerca de 1mmol (0,058 g). Portanto, para manter a concentração extracelular de sódio ($\approx 142\text{mmol.L}^{-1}$) e o conteúdo total de sal do corpo em níveis constantes, a excreção renal de sal deve ser quase igual ao consumo. Desta forma a excreção renal de sal ocorre somente se houver um excesso de ingestão diária acompanhada por um aumento do consumo de água (ANDERSEN et al., 2009).

O fator genético é fundamental para determinar em que medida a pressão arterial tem de ser aumentada ou diminuída a fim de restaurar e manter o equilíbrio do sal e água, sendo que esse mecanismo de controle do teor de sódio no organismo ocorre nos rins. Contudo a diversidade de sistemas fisiológicos pode influenciar a pressão arterial, alterando o equilíbrio do sal renal. Em uma porção da população, determinados mecanismos genéticos são capazes de lidar com a ingestão de sódio sem qualquer alteração significativa de pressão arterial. Por outro lado, mais da metade da população apresenta problemas de aumento crônico da

pressão arterial para a prevenção do acúmulo de sal, e conseqüentemente, o desenvolvimento de toxicidade aguda do sal (ANDERSEN et al., 2009).

Outro fator importante é a relação entre o teor de sódio e cálcio no organismo, pois o corpo absorve aproximadamente 27% de cálcio na dieta, mas absorção intestinal de cálcio pode mudar, já que o metabolismo e transporte intracelular de sódio e de cálcio são ligados e, assim dietas de alto teor de sal podem afetar a retenção de cálcio e densidade óssea. Uma ingestão elevada de sódio está relacionada com maiores perdas de cálcio na urina, e essa ocorrência pode contribuir para a formação de cálculos de oxalato de cálcio nos rins (DOYLE e GLASS, 2010).

Uma das medidas preventivas sugeridas para reduzir a incidência de hipertensão e doenças cardiovasculares é reduzir a ingestão de sal na dieta, pois as dietas atuais dos indivíduos estão baseadas no consumo de alimentos processados o que acarreta uma elevada ingestão de níveis de sódio, enquanto que o de potássio, de cálcio, de magnésio é baixa em comparação com o nível de uma dieta composta de alimentos naturais e não transformados. Os níveis de ingestão de sal atuais explicam em grande parte a alta prevalência de pessoas que sofrem de hipertensão, assim redução de consumo de sal, tanto sozinho como combinado com o aumento das doses de potássio, cálcio, e magnésio, é capaz de diminuir os níveis de pressão arterial (ANDERSEN et al., 2009).

3.2 FUNÇÕES DO SAL EM ALIMENTOS

Sal e aditivos contendo sódio têm sido utilizados em grandes proporções na produção de alimentos industrializados, pois podem manter as características de texturas, controlarem o crescimento do fermento durante panificação e contribuir no sabor. O sal tem sido considerado um conservante para os alimentos, interferindo na redução da atividade de água agindo assim como obstáculo para controlar o crescimento de patógenos e organismos de deterioração, mas quando os níveis de sal nos alimentos são reduzidos, podem ser necessários outros conservantes para garantir a segurança alimentar (DOYLE e GLASS, 2010).

O cloreto de sódio é o composto mais utilizado para saborizar os alimentos, outros tipos de cátions também apresentam sabores salgado como o lítio, potássio e o cálcio, porém esses últimos dois apresentam gosto às vezes descrito como "metálico" ou "amargo". Nos queijos o sal controla o desenvolvimento de culturas lácticas e as atividades de enzimas lipolíticas e proteolíticas, que produzem compostos aromáticos e de sabor que garantem as características particulares de cada tipo de queijo durante a maturação (GUINEE, 2004).

O cloreto de sódio interage com outros componentes afetando a textura dos alimentos, pois pode promover um aumento na hidratação das proteínas e ligações de proteínas com a gordura, esse fenômeno pode interferir na formação de emulsões cárneas, no desenvolvimento de redes de proteínas do glúten em pães de fermento e na solubilização das proteínas presentes no queijo (DOYLE e GLASS, 2010). Pequenas reduções no nível de cloreto de sódio em alimentos muitas vezes não são notadas pelos consumidores, mas podem contribuir com alterações no sabor, na textura ou na estabilidade microbiológica dos produtos alimentícios (GUINEE, 2004).

3.3 AÇÕES QUE VISAM A REDUÇÃO NO CONSUMO DE SAL

Redução de sódio também é um tema de grande interesse internacional, pois a Organização Mundial de Saúde (OMS), como parte da sua estratégia global para dieta, atividade física e saúde, promoveu um fórum e reunião técnica em 2006, onde autoridades da saúde e pesquisadores discutiram e analisaram a relação entre o consumo elevado de sal e saúde, como resultados apresentaram diversas iniciativas para redução do consumo de sal em toda a população e avaliaram os custos e a eficácia destes programas (SOARES, 2013).

Em 2005 foi criada uma organização internacional de especialistas de 80 países, WASH (World Action on Salt and Health), para divulgar os efeitos adversos do cloreto de sódio sobre a saúde, trabalhando em conjunto com o governo e a indústria a fim de reduzir os níveis de sal nos alimentos processados, assim como a adição de sal durante o cozimento e na mesa. O resultado demonstrou que vários países, como o Japão, Finlândia, Austrália e Reino Unido, desenvolveram

estratégias para reduzir significativamente o teor de cloreto de sódio em muitos alimentos processados e incentivaram a diminuição do consumo de sal (DOYLE e GLASS, 2010).

Em 2008 a Comissão Europeia estabeleceu um procedimento geral para a redução de sal, esta iniciativa contribuiu com a redução do consumo dos níveis de NaCl pelas populações, estando de acordo com as recomendações estabelecidas pela Organização Mundial de Saúde (OMS), cujo o limite de ingestão de cloreto de sódio deve ser inferior a 5 g/dia/adulto. A OMS estabeleceu como principal objetivo uma redução de 16% do consumo total de sal nos 4 anos seguintes.

As atividades centraram-se em quatro categorias de gêneros alimentícios: produtos cárneos, pão, queijo e refeições. A participação dos Países Membros neste procedimento foi voluntária, sendo a Itália, Reino Unido, Irlanda, França, Finlândia, Espanha alguns dos Estados membros participantes (SOARES, 2013).

Segundo Patel (2012), a Secretaria Municipal de Saúde e Higiene Mental de Nova Iorque em 2010 estabeleceu uma meta de redução de 25% na ingestão de sal na dieta humana através de programas voluntários ao longo do período de cinco anos. No Reino Unido, a Agência "Food Standard" em 2006 estabeleceu a meta de consumo de cloreto de sódio inferior a 6 g por dia.

Em abril de 2011 no Brasil o Ministério da Saúde assinou um termo de compromisso com a Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação (ABIA), a Associação Brasileira das Indústrias de Massas Alimentícias (ABIMA), a Associação Brasileira da Indústria de trigo (ABITRIGO) e a Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria (ABIP) com a finalidade de estabelecer metas nacionais para redução do teor de sódio em macarrão instantâneo, pão de forma e bisnaguinhas. Em dezembro de 2011, assinou outro termo com essas mesmas associações ampliando a gama de produtos processados para pão francês, bolos prontos sem recheio, bolos prontos recheados, rocambole, bolo aerado, bolo cremoso, salgadinhos de milho, batatas fritas, batatas palhas, maionese, biscoito doce (Maizena e Maria), biscoito salgado (Cream Cracker, água e sal) e biscoito doce recheado. Em agosto de 2012, assinou o terceiro termo de compromisso com as mesmas associações para os cereais matinais, a margarina vegetal, os caldos líquidos, gel, pós e caldos em cubo, os temperos em pasta, os temperos para arroz e demais temperos (BRASIL, 2012).

De acordo com o levantamento realizado pela ANVISA em 2012 acerca dos teores de sódio em 10 marcas de queijo minas padrão, o teor médio encontrado foi de 546mg/100g, os quais os valores variaram entre 290mg até 673mg na mesma proporção de amostra. A diferença entre os limites mínimos e máximos de sódio entre as amostras foi de 230%. Os resultados reforçam a importância do acordo governamental com as associações das indústrias para redução de sódio nos alimentos industrializados e a necessidade de esclarecer junto ao consumidor sobre o uso da rotulagem nutricional para identificar os alimentos com reduzido teor de sódio e selecionar os produtos mais adequados para compor uma alimentação mais saudável (BRASIL, 2012).

Compostos que podem substituir o sabor de cloreto de sódio em alimentos estão sendo estudados, entre eles encontram-se o cloreto de lítio, que são salgados, mas tóxicos em quantidades que seriam necessários como substitutos do cloreto de sódio. Já os compostos de cálcio e potássio têm sabor salgado, mas também são descritos como metálico ou amargo. Pesquisadores como Doyle e Glass (2010) mencionam que o uso de cloreto de potássio como substituto do cloreto de sódio na proporção de 30% de sódio em alimentos não são notados sensorialmente.

O cloreto de potássio apresenta propriedades físicas semelhantes ao cloreto de sódio, sendo que o potássio ainda apresenta um efeito diurético que aumenta a excreção dos íons sódio pelos rins, reduzindo a pressão arterial, além disso, o potássio diminui o risco de acidente vascular cerebral e reduz a desmineralização dos ossos, a excreção de cálcio pelos rins, evitando a formação de calcificações nos rins (FITZGERALD et al., 1985).

Um aumento na ingestão de potássio em torno de 1,8-1,9 g/dia tem demonstrado reduzir a pressão arterial de pacientes hipertensos, porém essa concentração ainda é inferior ao nível atualmente recomendado de 4,7 g/dia de ingestão de potássio nos Estados Unidos (KARPPANEN e MERVAALA, 2006).

Segundo o “Dietary Approaches to Stop Hypertension” (DASH), dietas a partir de frutas, legumes e produtos lácteos com baixo teor de gordura, proporcionam uma ingestão significativa de potássio, tendo se mostrado uma alternativa para reduzir pressão arterial.

3.4 TEOR DE SAL E ROTULAGEM DE ALIMENTOS.

A rotulagem dos alimentos industrializados desempenha um papel importante na aceitação dos produtos pelo consumidor, os rótulos são considerados uma importante ferramenta que contribui com a saúde pública, permitindo que consumidores tenham acesso as informações sobre as características básicas dos alimentos, como composição, valor nutricional, prazo de validade, origem e forma de conservação (BRASIL, 2012).

Qualquer descrição presente no rótulo que seja destinada a informar ao consumidor sobre as propriedades nutricionais de um alimento é denominada como rotulagem nutricional obrigatória. A Resolução da Diretoria Colegiada, RDC nº 360/2003 da ANVISA (BRASIL, 2012), que foi harmonizada no MERCOSUL, estabelece a obrigatoriedade dos rótulos apresentarem a declaração padronizada do valor energético e das quantidades de carboidratos, proteínas, gordura total, gordura saturada, gordura trans, fibras alimentares e sódio contidos na porção do alimento. O valor diário de referência (VDR) adotado para o sódio é de 2.400 mg.

Os rótulos podem conter informação nutricional complementar (INC), sendo definida como qualquer representação que afirme, sugira ou implique que um alimento possui uma ou mais propriedades nutricionais particulares, relativas ao seu valor energético e o seu conteúdo de proteínas, gorduras, carboidratos, fibras alimentares, vitaminas e ou minerais, essas informações eram até 2012 regulamentadas pela Portaria SVS/MS nº 27/1998 da ANVISA, mas a Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 54, de 12 de novembro de 2012 revogou essa portaria, assim no Brasil as marcas devem apresentar em seus rótulos referências a atributos e/ou termos relacionados à Informação Nutricional Complementar (INC) (BRASIL, 2012).

Segundo essa mesma RDC, Para o teor de sódio a alegação na rotulagem relativa a um conteúdo absoluto de baixo, muito baixos e isento de sódio em alimentos prontos para o consumo devem fornecer no máximo 80mg, 40mg e 5mg de sódio por porção de 30 g de alimento. As alegações de “Redução” de sódio podem ser utilizadas quando o alimento apresentar uma redução mínima de 25 % do teor do componente ou se essa redução for equivalente a no mínimo 120 mg de sódio por 100g ou mL do alimento. A maioria das categorias pactuadas pela

indústria para redução do sódio possui metas que correspondem a reduções inferiores a 25% de sódio, o que impossibilita o uso de INC (BRASIL, 2012).

Na Finlândia a forma eficaz de proporcionar uma redução na ingestão de sal foi reduzir os níveis de sal em alimentos fabricados industrialmente, para isso o Ministério do Comércio e Indústria, em cooperação com o Ministério dos Assuntos Sociais e da Saúde, implantou em 1990 novas regras da rotulagem, onde os rótulos dos alimentos deveriam conter a alegação de "alto teor de sal", nos alimentos com teores de NaCl superiores a 1,3% no pão, de 1,8% em salsichas, 1,4% em queijo, 2,0% na manteiga, e 1,7% em cereais matinais ou pão torrado. Essa legislação chamada de "Salt-labeling", aplica-se a todas as categorias de itens alimentares, que contribuem significativamente para a ingestão de sal na dieta finlandeses, sendo totalmente implementada em 1 de Junho de 1993 (LEE et al., 2013).

Uma rotulagem esclarecedora é aquela que fornece ao consumidor informações sobre os benefícios para a saúde em conjunto com boas propagandas de marketing dos gêneros alimentícios com reduzidos teores de sódio, proporcionando uma maior aceitação por parte do consumidor (LEE et al., 2013).

3.5 QUEIJO: CONSUMO E CLASSIFICAÇÃO

A produção mundial de queijos em 2008 foi de 19,1 milhões de toneladas, um aumento de 27.661 toneladas (0,1%) quando comparado a 2007. Em 2009 a produção de queijos no Brasil ficou em torno de 700 mil toneladas e houve um crescimento de 5% comparado com o resultado de 2008. A partir deste resultado, o Brasil é considerado o terceiro produtor mundial de queijos, classificado depois da União Européia (considerando os 27 países) e Estados Unidos (MIGUEL et al., 2011)

De acordo com Lima Filho (2010), o consumo de queijos no Brasil aumentou nos últimos anos, passando de 2,6 kg per capita/ano em 2000 para 3,4 kg per capita/ano em 2008 um aumento de 31%. Projetando, com base no crescimento médio no período, estima-se que o consumo atual seja em torno de 4 kg de queijo por ano, mas esse consumo ainda é pequeno quando comparado a Grécia e França, cujo consumo chega a 25 kg de queijo per capita ao ano.

Mas esse mercado está em crescimento no Brasil, sendo impulsionado por um aumento de vendas no varejo e também devido ao crescimento expressivo do consumo de alimentos processados e prontos para o consumo, o que representa aumento do consumo de queijos industrializados. Com isso são comercializados 50 tipos de queijo, entre eles, 234 marcas de queijo prato, 353 de mussarela, 263 de minas frescal, 164 de provolone, 147 de minas padrão e 45 de queijo ralado. No caso dos queijos finos, há menor número de marcas, pois requerem maior capacidade tecnológica e de marketing (MIGUEL et al., 2011).

A Associação Brasileira das Indústrias de Queijo (Abiq) estima que o consumo per capita de queijos no Brasil deverá alcançar 11 quilos, em média, em 2030, depois de ter avançado 76% entre 2005 e 2013. Considerando o consumo total, o avanço foi de 8% a 9% ao ano, em média, nos últimos anos. Em 2013 a produção no Brasil alcançou 1,032 milhão de toneladas.

No Brasil, segundo o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Queijos - Portaria n.146 publicado em 1996 pelo Ministério da Agricultura, Pecuário e Abastecimento (MAPA), define queijo como um produto fresco ou maturado obtido pela separação parcial do soro a partir do leite (integral, parcial ou totalmente desnatado) ou soro, coagulado pela ação física do coagulante enzimático, de bactéria específica, de ácidos orgânicos, isolados ou combinados desde que possuam qualidade apta para uso alimentar. Estes queijos podem receber substâncias alimentícias e/ou especiarias e/ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes. Os queijos podem ser classificados como fresco ou maturado, onde o queijo fresco encontra-se pronto para consumo logo após sua fabricação enquanto o queijo maturado sofre modificações bioquímicas e físicas necessárias resultando em características específicas para cada variedade (BRASIL, 1996).

De acordo com a legislação vigente no país, os queijos podem apresentar diferentes composições de acordo com fatores tecnológicos, tais como: matéria-prima, formas de coagulação, obtenção da massa, tratamento da massa, consistência, os quais variam no teor de Gordura no Extrato Seco (GES) e teor de umidade. Sendo classificado de acordo com o seu teor de gordura como: extra gordo com teor de gordura superior a 60%, gordo aquele que contém entre 45,0 – 59,9%, semigordo entre 25,0 – 44,9%, queijo magro entre 10,0 – 24,9% e queijo desnatado com teor máximo de 10,0% de gordura. Quanto ao teor de umidade

podem ser classificados como: baixa umidade contendo até 35,9%, de média umidade entre 36 e 45,9%, alta umidade entre 46 e 54,9% e de muito alta umidade com teor superior a 55% de umidade (BRASIL, 1996).

Para melhor caracterizar os queijos no Brasil, considerando-se que há ao redor do mundo mais de 800 variedades de queijo, o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) criou uma classificação por categorias de frescos, maturados e processados, onde os Queijos Frescos são aqueles que estão prontos para o consumo, logo após sua fabricação; são queijos de massa crua que não passam por processo de cozimento, esses exigem refrigeração e apresentam textura macia. Os queijos frescos são ainda subdivididos em brancos (Minas Frescal, Cottage e Ricota) e cremosos (Cream Cheese, Quark e Petit Suisse). Os Queijos Maturados são os que passam pelo processo de amadurecimento, apresentando sabor mais forte, texturas variáveis e podem ser mantidos em temperatura ambiente (25°C). Quanto à consistência, apresentam a seguinte subdivisão: Duro: Parmesão, Reino (até 25°C); Semi-duro: Emmental (até 25°C), Prato (até 10°C), Provolone (até 25°C), Gouda (10° a 16°C), Minas Padrão (até 10° C); Mole: Gorgonzola (5° a 12°C), Camembert e Brie (5° a 10°C) (BRASIL, 1996).

Os Queijos Processados são queijos obtidos por trituração (redução a pequenos fragmentos/moagem), mistura, fusão (derretimento) e emulsão (resultado da dispersão de um elemento em um meio onde ele é insolúvel, obtendo uma massa homogênea), por meio de calor e agentes emulsionantes, de uma ou mais variedades de queijo, com ou sem adição de outros produtos lácteos e/ou sólidos de origem láctea (creme de leite, iogurte) e/ou temperos (sal, pimenta, orégano, erva-doce etc.) ou outras substâncias alimentícias na qual o queijo constitui o ingrediente lácteo utilizado como matéria-prima preponderante. Podem ser suaves ou de sabor forte, dependendo da origem do leite utilizado como matéria prima e sua consistência pode variar em função do processo e dos ingredientes. São considerados queijos processados cremosos (requeijão), firmes (Polenguinho) e os fatiáveis como: requeijão de corte, queijo saborizados com Cheddar e Prato (BRASIL, 1996).

3.6 QUEIJO MINAS PADRÃO

O Queijo Minas padrão é um dos queijos mais antigos entre os queijos originalmente brasileiros. Segundo Furtado et al. (1994), sua origem ocorreu em Minas Gerais no século XIX, onde surgiram variedades distintas. As técnicas de processamentos sofreram aperfeiçoamento ao longo da história resultando em queijos de identidades próprias, tais como: Minas frescal, os queijos artesanais (das microrregiões mineiras do Serro, da Serra da Canastra dentre outras) e, finalmente, Minas padrão, também denominado Minas curado ou, ainda, Minas prensado.

A composição proximal do queijo minas padrão já foi publicado por diversos pesquisadores, entre eles Furtado (2005) onde cita que o queijo Minas Padrão pode ser classificado como queijo semi-gordo a gordo e de média a alta umidade (Figura 1), baseado no Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Queijos (BRASIL, 1996).

Tabela 1 – Composição do queijo Minas Padrão, segundo Furtado, (2005).

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

Fonte: Furtado (2005)

O queijo Minas Padrão é fabricado a partir de leite pasteurizado com adição de fermento mesófilo, constituído de *Lactococcus lactis subsp lactis* e *Lactococcus lactis subsp cremoris*. Furtado (1994) recomenda que o queijo minas padrão possa ser classificado diferente do frescal, pois o produto é resultado da prensagem, salga com posterior maturação por um período de 20 dias, tendo vida útil determinada por um período de três meses estocado sob refrigeração. Este queijo apresenta forma cilíndrica achatada com diâmetros entre 12 e 14 cm. Seu peso varia entre 0,5 e

1,2kg. O rendimento esperado para o queijo Minas Padrão é de 7,5 a 8,5 litros de leite para cada quilograma de queijo o que corresponde a um rendimento de 9,6 a 11,8%, mas esta proporção depende da composição do leite e o teor de umidade do queijo (FURTADO, 2005).

As características do queijo minas padrão vêm através do método de “curar”, que na prática é envelhecer o queijo, fazendo com que haja perda de umidade. Neste processo é necessário um local limpo, fresco e arejado. Furtado (1994) observa que o Queijo Minas Padrão maturado apresenta a massa crua, sem corante e prensado, tendo em média 20 dias para que ocorra sua maturação.

O Instituto de Laticínios Cândido Tostes (ILCT), localizado em Juiz de Fora - MG, avaliou a composição dos queijos minas padrão fabricado no estado de Minas Gerais e em outros estados, pois este tipo de queijo não possui regulamento próprio no Ministério da Agricultura. Os resultados das pesquisas demonstraram que a composição proximal de queijos Minas padrão dos últimos 12 anos (1998-2010), variou bastante com relação aos parâmetros: Extrato seco (42,6 a 61,4% (m.m⁻¹)), Umidade (42,6 a 44,1% (m.m⁻¹)), gordura (22 a 33% (m.m⁻¹)), pH (5,4 e 5,5), não apresentando padronização para queijos comercializados em relação aos produzidos de forma tradicional, uma vez que a variação nos resultados analíticos, quanto aos teores de gordura, umidade e ainda o pH, foram consideráveis (COSTA et al., 2011).

O processamento do queijo Minas padrão é uma forma de preservar os nutrientes do leite cru, o processo baseia-se na desidratação e acidificação do leite, no qual a proteína e a matéria gorda são concentradas em 6 a 12 vezes e o pH reduzido de aproximadamente de 6,6 para 4,6 a 5,4 (SOARES, 2013). Uma importante consideração na elaboração desse queijo é a obtenção de produto aceitável sob os pontos de vista de sabor, textura e segurança (MIGUEL et al., 2011).

A produção da maioria das variedades de queijo engloba a combinação de quatro ingredientes: leite, coagulante, microrganismos e sal, os quais são processados através de etapas como a formação da coalhada, drenagem do soro, produção de ácido mediante um processo de fermentação, e salga, seguidas de um período de maturação (SOARES, 2013). O gel formado pela coagulação do leite é cortado e trabalhado de modo a remover o soro num processo conhecido como sinérese, podendo ser submetido à prensagem. As alterações que ocorrem durante

a maturação, no sabor, aroma e textura de queijos curados são determinados pelo processo de produção, principalmente pelos níveis de umidade, adição de NaCl, pH, atividade do coagulante residual, tipo de fermentos lácteos e microflora secundária (FURTADO, 2005b).

O coalho ou coagulante atua sobre a caseína sendo o responsável pela formação da coalhada. Este é composto principalmente pela renina, uma enzima proteolítica aspártica de origem gástrica, obtida tradicionalmente de vitelo, sendo composta de 80% de pepsina e 20% de quimosina. Atualmente, a quimosina pode ser obtida através de fungos da espécie *Aspergillus niger*, *Mucor mihei*, entre outros (MCSWEENEY e FOX, 2004).

A formação da coalhada dependente da temperatura, pH e do teor de cálcio do leite, temperatura ótima de ação do coalho é em torno de 40 °C, mas costuma-se utilizar temperaturas ligeiramente menores, em torno de 35 °C, para evitar que a coalhada fique muito dura (PERRY, 2004).

Na formação da coalhada podem ser adicionados aditivos como CaCl_2 , nitratos e corantes, o CaCl_2 tem a função aumentar o teor de íons Ca^{2+} no leite, acelerando a coagulação da caseína e contribuir com a textura mais firme da coalhada, esse aditivo é utilizado em leite pasteurizado para corrigir a concentração de cálcio que foram insolubilizado pelo tratamento térmico. Na fabricação de queijos com baixíssimo teor de gordura, adiciona-se Na_3PO_4 antes do CaCl_2 , pois esse sal reage com o leite formando $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ um coloide que aumenta a elasticidade do coágulo (PERRY, 2004).

No queijo Minas Padrão é utilizada a coagulação enzimática, onde o processo ocorre em dois estágios distintos, o primeiro ocorre hidrólise enzimática, provocado pelo coalho ou coagulante sobre as moléculas de k-caseína situadas na periferia das micelas de caseína, no segundo estágio, após a clivagem as micelas de caseínas formam a para-k-caseína, que são instáveis na presença do cálcio solúvel (Ca^{2+}), formando o gel denominado paracaseinato de cálcio (MCSWEENEY e FOX, 2004).

A maior parte do coalho adicionado ao leite é removida na etapa da dessora, sendo que uma pequena parcela é retida nos grãos da coalhada e desempenha um papel fundamental na proteólise inicial das caseínas em muitas variedades de queijo (SOARES, 2013).

3.7 FUNÇÃO DO SAL NO QUEIJO

A salga é um passo essencial na produção de queijo, pois o sal (NaCl) é utilizado como conservante alimentar no queijo, contribuindo para o controle do crescimento e atividade microbiana, mediante o decréscimo da atividade da água minimizando da esporulação e prevenção do desenvolvimento de patógenos no alimento (SOARES, 2013).

O sal tem efeitos na fabricação e envelhecimento do queijo e de boa qualidade, sendo eles: (1) Favorecer a sinérese e controlar a umidade final do queijo, (2) controlar o metabolismo e a sobrevivência das bactérias, (3) influenciar os tipos de microrganismos secundários que podem metabolizar os componentes dos queijos colaborando com o desenvolvimento do sabor e aroma durante o período de maturação, (4) controlar a atividade enzimática nos queijos durante a maturação, (5) controlar a textura do queijo final e (6) um componente do sabor (JOHNSON et al., 2009).

A quantidade de sal absorvido no queijo depende de vários fatores como: concentração da salmoura e concentração gradiente, tempo salga, temperatura do queijo e salmoura, geometria de queijo, teor de umidade inicial da coalhada, pH do queijo e salmoura entre outros (GUINEE, 2004). Com relação aos tipos de salga, existem quatro métodos, podendo ocorrer diretamente ao leite, na coalhada, a seco após a enformagem ou em salmoura, com exceção do primeiro método, temos como pré-requisito comum para a absorção de sal pelo queijo a existência de um gradiente de sal na fase aquosa entre o queijo e o meio da salga (SOARES, 2013).

A salga no leite é utilizada parcialmente nos queijos Ricotta e Domiati, não ultrapassando 2% de sal sobre o volume de leite, isso para não comprometer a força do coalho. Essa salga apresenta como vantagem a obtenção de uma boa distribuição de sal no queijo, mas um ponto negativo é a perda de sal pelo soro, o que compromete o reaproveitamento do mesmo tornando o processo desvantajoso para as indústrias. Outros fatores que este processo de salga pode causar em queijos é o aumento do tempo de coagulação devido a uma inibição parcial das enzimas do coalho, assim como o aumento da hidratação das proteínas, que retêm mais soro no queijo, uma maior fragilidade da coalhada e um aumento no tempo de

agitação e corte da massa, uma vez que a saída de soro da massa do queijo fica mais difícil (UPADHYAY et al., 2004).

A salga na massa consiste na adição de sal seco diretamente na coalhada após a dessoragem parcial. O mecanismo de absorção de sal ocorre com a dispersão do sal entre os grânulos da coalhada, seguido de sua dissolução na superfície dos grãos através de uma lenta difusão para o seu interior, isto proporciona um contrafluxo do soro do leite dissolvendo o restante dos cristais de sal, criando uma solução supersaturada de salmoura em torno de cada grânulo (GUINEE, 2004). A quantidade de sal adicionada varia em função do teor desejado no produto final, tendo em conta que em queijos mais úmidos promove maiores perdas de sal no decorrer do esgotamento do soro, este método é utilizado em queijos Cheddar, Cottage, entre outros (SOARES, 2013).

A salga seca é realizada a partir da aspersão do sal seco sobre a superfície do queijo após a prensagem, a dispersão ocorre por fricção manual do sal na superfície do queijo, sendo muito aplicado em queijos mofados. Uma coalhada moldada pode ser considerada como uma partícula muito grande, assim o sal seco na camada superficial é um pré-requisito para absorção de sal neste método, pois a contracorrente de umidade do queijo cria uma região supersaturada de água salgada na superfície de queijo e absorção de sal ocorre por um processo de difusão (GUINEE, 2004).

A salga em salmoura ocorre quando o queijo já moldado é imerso em solução salina, a concentração da salmoura de cloreto de sódio com uma composição que deve ser de 18-23% de NaCl (m.m^{-1}) e 0,5% CaCl_2 (m.m^{-1}), sendo caracterizada por ter pH entre 5,2 e 5,3 e temperaturas entre 10-14 °C (SOARES, 2013), nesse processo os queijos ficam imersos nesta solução de salmoura até adquirirem a quantidade de sal necessária para um grau ótimo de dissolução da *para*-caseína, eliminando bactérias patogênicas presentes e evitando a contaminação (PERRY, 2004). O queijo moldado ao ser colocado em solução salina ocorre um movimento entre a umidade interna e os íons Na^+ e Cl^- presentes na salmoura, proporcionando a difusão do soro, conjuntamente com outras substâncias dissolvidas (lactose, lactato, fosfato de cálcio, proteínas, peptídeos solúveis e minerais), através da matriz do queijo para a salmoura de modo a restaurar o equilíbrio da pressão osmótica. Deste modo, a umidade difunde para fora da matriz de queijo, enquanto ocorre uma menor taxa de difusão de NaCl na massa do queijo. A diferença de velocidade da salga

no queijo deve-se pela retenção da umidade do queijo dentro de uma matriz de proteínas, promovendo a mobilidade dos íons Na^+ e Cl^- de uma região de alta concentração para baixa concentração dentro do queijo, cuja velocidade está limitada pelos glóbulos de gordura, que estão agregados na rede de proteína (GUINEE, 2004).

3.8 EFEITOS DA REDUÇÃO DE SAL EM QUEIJOS

O consumo de queijo vem aumentando significativamente nos últimos anos, pois está se tornando cada vez mais frequente seu uso em pratos culinários, adicionalmente ao uso tradicional do queijo de mesa (AYYASH et al., 2011). Esse produto apresenta um teor de sódio considerável em sua composição, pois o sal (NaCl) tem papel importante em suas características, influenciando diretamente na conservação, maturação (proteólise, lipólise), textura e principalmente no sabor e aroma (PATEL, 2012).

O desenvolvimento de queijos com reduzidos teores de sal podem contribuir para atenuar questões relacionadas à saúde pública, mas isso ainda é um desafio para a indústria de laticínios, pois redução da concentração de sódio em queijos promove um aumento na atividade da água, aumento da acidez, mudança na consistência tornando-o macio e surgimento de gosto amargo, esses fenômenos podem ser ocasionados por uma maior proteólise e ocorrência de fermentações irregulares (SOARES, 2013).

Em estudos realizados por Patel (2012) sugerem que a redução lenta e gradual de sal pode não ser notada pelos consumidores, podendo ser considerado mais como um ajuste de sabores, quando o limite dessa redução é atingido, as modificações podem ser detectadas pelo consumidor. Uma das melhores estratégias para a indústria reduzir gradualmente a concentração de sal em alimentos processados, é iniciar com uma redução de 10-25% na concentração de sódio, a qual é pouco detectada pelo paladar humano, podendo não causar grande impacto na tecnologia e mantendo a redução gradual durante um longo período.

De acordo com os autores Guinee (2004), uma alternativa para substituição do NaCl seria o KCl , no mercado atualmente já existem queijos com baixo teor de

sódio disponível para os consumidores, como o suíço e outros queijos naturais e processados, onde a maioria das pesquisas até o momento indicam para substituir uma porção (30-40%) do NaCl por KCl, mas isso deve ser cuidadosamente estudada visto que uma concentrações elevadas de KCl (>1%) tende a causar a percepção de sabor ácido, além de aumentar a proteólise, atividade da água e acidez. Diversos estudos demonstram ser possível substituir NaCl por KCl durante o processamento, sem afetar as propriedades sensoriais, reológicas e a estabilidade do produto final, o que implica em um estudo de parâmetros de qualidade, tais como proteólise e lipólise, juntamente com o tempo de validade (GUINEE, 2004; PATEL, 2012).

Reduções de até 35% no queijo cottage foi considerada aceitável pelos consumidores, quando substituídos parcialmente por KCl, não afetando negativamente a textura, pois o cloreto de potássio (KCl) é o composto mais quimicamente semelhante ao cloreto de sódio, embora existam problemas de sabor com maiores concentrações de potássio. Já o cloreto de magnésio e de cálcio não parecem ser bons substitutos para NaCl em queijos devido a textura quebradiça, macia, ou gordurosa (GUINEE, 2004).

Em estudos realizados por Rapacci et al. (1996), com queijos prato com substituição parcial de sódio, constatou-se que os queijos prato salgados com maior conteúdo de NaCl apresentaram umidade ligeiramente mais baixa que os queijos salgados em salmoura contendo maior concentração de KCl, a acidez titulável não apresentou diferença significativa, assim podemos concluir ser possível processar queijo Prato com baixo conteúdo de Na⁺ pela mistura com KCl, sem que haja alterações nas características finais do produto.

Segundo estudos realizados por LEE et al. (2013), avaliando as características físico químicas de três queijo processado com redução de sal, sendo um controle (100% de NaCl), tratamento 1 (100% de KCl) e tratamento 2 (50% de NaCl + 50% de KCl), não observou-se diferença estatística significativa ($p > 0,05$), quando analisados os perfis de textura, gordura, proteína total e umidade.

Em pesquisas realizadas por Patel (2012) com queijos processados produzidos utilizando-se três diferentes concentrações de sal, sendo um controle (100% NaCl), tratamento1 (100% KCl) e Tratamento 2 (50% NaCl + 50% KCl), pode concluir que não há diferença estatisticamente significativas ($p > 0,05$), para os parâmetros teor de umidade, conteúdo de gordura, proteína total e pH, assim a

redução de sal em queijos processados seria possível sem que houvesse mudanças significativa quanto aos parâmetros físico químicos, mas quando analisados os parâmetros microbiológicos e o tempo de validade, pode-se concluir que os queijos com menores teores de sódio apresentaram prazo de validade limitado quando comparados ao queijo controle.

Miguel et al. (2011) observou que o queijos Minas frescal com e sem substituição de cloreto de potássio apresentaram-se próprios para o consumo durante o período de 28 dias, assim a substituição parcial de cloreto de sódio por cloreto de potássio na proporção de até 60% não interferiu na segurança microbiológica do queijo, porém ocorreram alterações sensoriais, principalmente no que se refere ao atributo sabor.

Em estudos realizados por Kamleh et al. (2012), substituições de sódio pelo potássio em queijo Halloumi, um queijo tradicional do Chipre e muito popular, não diferiram quanto ao teor de gordura, umidade e proteínas para os tratamentos (Tratamento A (100% de NaCl), Tratamento B (70% de NaCl + 30% de KCl) e Tratamento C (50% NaCl, 50% de KCl). Após 8 semanas de maturação as amostras também não afetaram o conteúdo de umidade, já com relação ao pH, foi observado um valor significativamente menor para os tratamentos A e B quando comparados ao tratamento de C, sendo acompanhado por um aumento significativo no teor de acidez titulável. Os resultados químicos e microbiológicos sugerem que o queijo Halloumi pode ser fabricada com sucesso substituindo até 50% de KCl em salmoura.

A redução de sal na fase aquosa de 4,9 para 3,5% em queijo Cheddar não afetou significativamente as características sensoriais e a textura do produto. Com a redução de sal em queijo Cheddar chegando a 0,7 %, foi observada diferença significativa nas características físico-químicas, determinando um elevado teor de acidez titulável, maior proteólise e desenvolvimento de sabores residuais desagradáveis (LINDSAY et al., 1982).

Katsiari et al. (1998) observaram que a redução máxima de 50% de sódio no queijo tradicional Feta não afetou as características físico-químicas e na composição comparado ao controle. Ao substituir o sódio em maiores proporções de potássio perceberam-se alterações composicionais e físico-químicas ao longo do tempo de estudo.

Estudos com substituição de sódio pelo potássio em queijo Kefalograviera nas proporções de NaCl/KCl (3:1 ou 1:1, m.m⁻¹) não apresentaram alterações

significativas nas frações nitrogenadas solúveis e em TCA 12% ao longo do tempo de maturação comparado ao controle a proteólise (KATSIARI et al., 2001).

A redução de sódio em um único alimento como o queijo e não nos demais alimentos que vão à mesa do indivíduo, podem não solucionar o consumo excessivo de cloreto de sódio e problemas de hipertensão, assim substituindo uma parte do cloreto de sódio e adicionando outros produtos químicos para dar a percepção sensorial eventualmente tem sucesso, especialmente com queijos de sabor suave (JOHNSON et al., 2009).

3.9 A MATURAÇÃO DOS QUEIJOS

O queijo é um produto dinâmico que sofre mudanças bioquímicas significativas durante o período de maturação, que na maioria dos casos é realizada em câmaras de cura com controle da temperatura e umidade, onde a proteína, a lactose e a gordura são metabolizadas pela ação do coagulante residual e das enzimas endógenas do leite, e pela atividade microbiana resultante dos fermentos lácteos e microflora secundária (PERRY, 2004).

As primeiras 24 horas que seguem após a coagulação do leite são as mais importantes para a maturação bioquímica do queijo (figura 1), neste período a temperatura do queijo diminui, em relação à temperatura da etapa de coagulação (aproximadamente 35°C), para a baixa temperatura da etapa de maturação (aproximadamente 12°C); Sendo essa a temperatura ótima para desenvolvimento de atividade proteolítica causada por enzimas coagulantes que se desenvolvem nesse intervalo (DINI, 2010). As alterações na micela da caseína continuam ocorrendo durante as fases iniciais de maturação, a micela é compactada ocasionando a perda de água, ao mesmo tempo em que glóbulos de gordura são englobados e comprimidos, sendo fatores determinantes para a formação da estrutura e composição do produto final (SOARES, 2013).

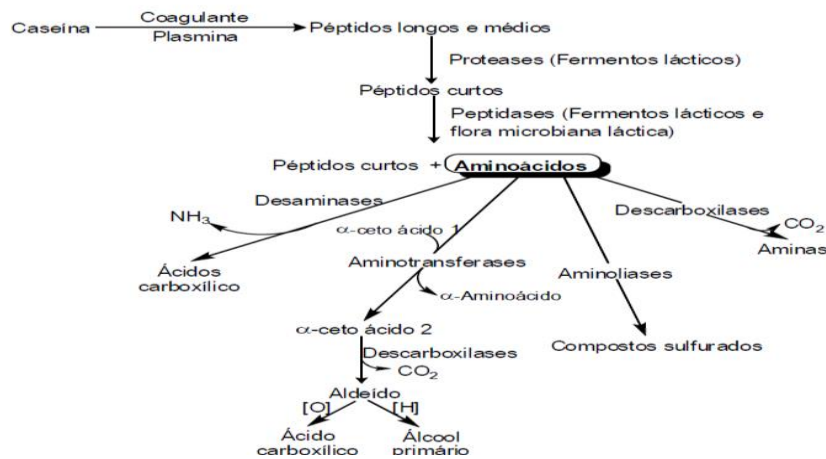


Figura 1 – Proteólise e catabolismo dos aminoácidos ao longo da maturação do queijo

Fonte: MCSWEENEY e FOX (2004).

A proteólise é o principal processo que ocorre na maturação de queijos, especialmente dos queijos duros, nesse processo ocorre degradação das proteínas, que pode ser definido como um fenômeno bioquímico mais complexo que ocorre durante a maturação da maioria dos queijos curados, pois além de influenciar a textura do queijo, a proteólise influencia o desenvolvimento do sabor e aroma devido à formação de peptídeos e aminoácidos, os quais contribuem diretamente para as características sensoriais típicas do queijo (SOARES, 2013).

A proteólise primária tem início na cuba de coagulação e se estende ao longo da maturação, nessa fase a proteólise inicial das caseínas é provocada pelas enzimas do coagulante residual e eventualmente pela plasmina, que é a principal enzima proteolítica que atua em queijos onde a massa é cozida em alta temperatura, como o Gruyère, cozido a 52 °C, ou nos de massa escaldada como o Parmesão, onde há a produção de peptídeos longos, insolúveis em água, e médios, solúveis em água, que podem ser posteriormente degradados. Outros microrganismos presentes resultado de contaminação ambiental, também podem contribuir para essa degradação (SANGALETTI et al., 2009).

A proteólise secundária ocorre durante a maturação, pela ação das proteases e peptidases dos fermentos lácteos e da flora microbiana láctica, sendo responsável pela degradação subsequente dos peptídeos, convertendo-os em peptídeos de cadeia curta e aminoácidos livres, que contribuem diretamente para o sabor e aroma dos queijos, ou podem servir como precursores para a síntese de compostos

orgânicos de dimensões reduzidas, associados a sabor e aroma muito intenso (SOARES, 2013).

O amargor nos queijos pode ser considerado como defeito no sabor e se deve à formação de peptídeos hidrófobos, estes peptídeos são produzidos pela ação das enzimas do coagulante e dos fermentos lácticos, sendo o sabor amargo detectado nos queijos quando atingem concentrações excessivas, sendo resultantes de uma superprodução ou degradação inadequada causada por proteases microbianas. Para reduzir esse sabor amargo no queijo fatores como o pH e sal podem ser utilizados para inibir a atividade do coagulante das proteases e peptidases microbianas (SOARES, 2013).

Outros compostos químicos, além dos peptídeos podem contribuir para o sabor amargo no queijo, como as aminas, amidas, amidas substituídas, cetonas de cadeia longa e alguns monoglicéridios. Outros microrganismos porventura presentes, como resultado de contaminação ambiental, também podem contribuir para essa degradação (SANGALETTI et al., 2009).

Os principais agentes proteolíticos envolvidos na maturação de queijos são os coagulantes residuais; proveniente do leite, representadas pelos organismos que sobreviveram à pasteurização ou que tiveram acesso ao leite pasteurizado, proveniente do coalho, do fermento láctico (cultivo iniciador), que são liberadas após a lise celular e bactérias contaminantes, que não são do fermento láctico (DINI, 2010).

Para a avaliação da proteólise no queijo têm sido desenvolvidas técnicas analíticas, que podem ser classificados em métodos não específicos e específicos. Os métodos não específicos fornecem informação sobre o $\text{NNC}/\text{NT} \times 100$, índice de extensão da maturação e a atividade dos agentes proteolíticos incluem a determinação do azoto solúvel em vários solventes proteicos ou precipitantes, pelo método Kjeldahl (UPADHYAY et al., 2004). Para determinação dessa fração, é realizada a extração em água e posteriormente o fracionamento do extrato aquoso usando solventes com maior caráter ácido (precipitantes de proteínas), para maior seleção de peptídeos e aminoácidos (DINI, 2010).

Um dos procedimentos de combinação de extração e fracionamento mais comuns é a homogeneização de queijo ralado em tampão de acetato de sódio pH 4,6. Neste procedimento de extração ocorre a solubilização de peptídeos de peso molecular alto/intermediário, nitrogênio não caseico (NNC), que foram produzidos

devido à ação do coagulante residual, proteases do fermento láctico e naturais do leite sobre a caseína, conhecida como proteólise primária (figura 2).

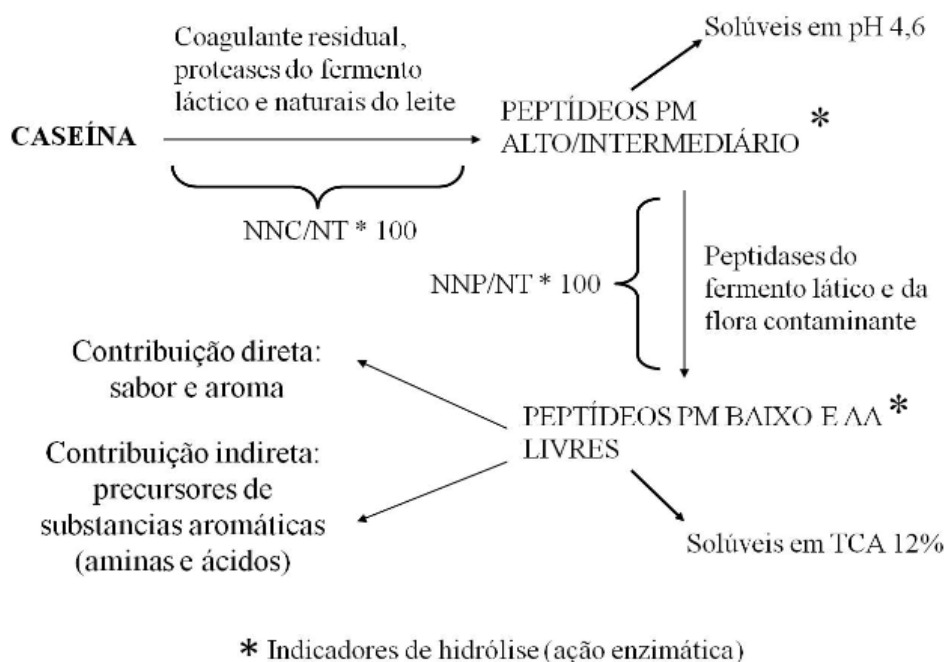


Figura 2: Esquema mostrando os agentes proteolíticos em queijos, os compostos formados e os índices que os representam (NNC/NT*100, que reflete a extensão da maturação e NNP/NT*100, que reflete a profundidade da maturação).

Fonte: RANK (1985).

Esses peptídeos se diferenciam da caseína, que é insolúvel nesse pH. Desta forma o NNC/NT*100 está relacionado com as proteinases naturais do leite e do agente coagulante, as quais degradam as proteínas em peptídeos de alto peso molecular. Com o passar dos dias de maturação a hidrólise pode continuar e o produto pode ter suas características sensoriais alteradas (SANGALETTI et al., 2009).

A fração que corresponde ao nitrogênio não proteico (NNP) é solubilizada em solução por ácido tricloroacético (TCA), onde o TCA 12% dissolve alguns peptídeos longos, alguns peptídeos curtos e aminoácidos livres (Figura 2). As proteinases e peptidases do fermento láctico atuam sobre os peptídeos liberados, principalmente pelo coalho, produzindo aminoácidos e compostos de baixo peso molecular, Esses peptídeos menores e os aminoácidos livres são solúveis em TCA 12%, ácido que

precipita proteínas, e se diferenciam dos peptídeos maiores, que são insolúveis. Desta forma a concentração de azoto solúvel em TCA 12% aumenta ao longo da maturação, o que demonstra que a fração solúvel em TCA contém os peptídeos produzidos pelas enzimas do coagulante, assim como pela flora microbiana presente como mostrado na figura 3 (RANK, 1985). O $\text{NNP/NT} \times 100$, Índice de Profundidade da Maturação é medido pela dosagem de nitrogênio dos compostos solúveis após precipitação com TCA 12%, denominado nitrogênio não proteico (NNP), e está relacionado com o conteúdo de nitrogênio total (NT) (SANGALETTI et al., 2009).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

O leite utilizado na produção dos queijos foi adquirido no laticínio Volpato da cidade de Araongas-PR na forma pasteurizada e com teor de gordura padronizado a 3,4%. O coagulante e o fermento láctico foram gentilmente doados pela CHR-Hansen. O cloreto de sódio foi adquirido no comércio local. Os demais ingredientes e reagentes utilizados nas análises físico-químicas eram de grau de pureza analítica.

4.2. ELABORAÇÃO DO QUEIJO MINAS PADRÃO

Os queijos foram elaborados no laboratório de Laticínios do Departamento de Tecnologia de Alimentos da UTFPR-Londrina. A elaboração do queijo Minas padrão foi desenvolvida de acordo com o procedimento descrito por Furtado (2005a) com algumas alterações (Figura 3).

O leite foi adquirido pasteurizado e padronizado para o teor de 3,4% de gordura. Acondicionou-se 70L de leite padronizado em um tanque de coagulação ajustando a temperatura para 32°C. Adicionou-se 0,04% de solução de cloreto de cálcio 50% (v/v) e 0,003% (p/v) de cultura láctica DVS R-704 (CHR-Hansen), permanecendo em repouso por 35 a 40 min. O corte da coalhada foi realizado no tamanho de 1 cm de aresta seguido de agitação por 50 minutos. Em seguida drenou-se o soro do queijo e foi realizada a salga na massa na proporção de 1% sobre o volume da coalhada. O sal foi adicionada em cinco proporções diferentes de NaCl ou NaCl/KCl (Tabela 2).

Após a homogeneização do sal na coalhada, a massa foi totalmente drenada e moldados em formas cilíndricas com dessoradores e tampas com capacidade para 500 g de queijo. Estes foram prensados por um período de 3,5 horas seguido de viragens sucessivas a temperatura ambiente. As peças moldadas apresentaram o peso final médio de 330 g.

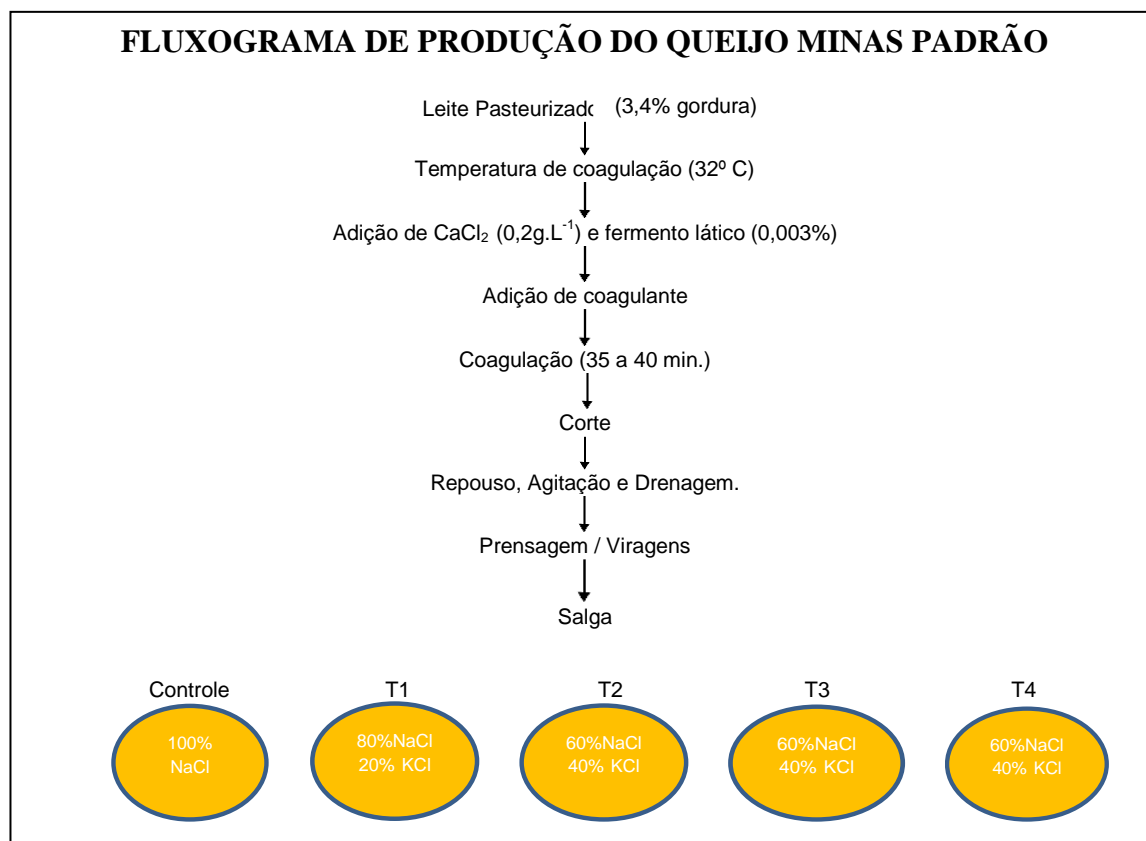


Figura 3 – Fluxograma de elaboração do queijo Minas Padrão segundo Furtado (2005a) com alterações.

Fonte: Furtado (2005a)

Os queijos foram armazenados em refrigerador a temperatura de 10°C para ocorrer a secagem e estabilizar a massa por um período de 36 a 45 horas e em seguida foram envasados em embalagens termoencolhíveis (PVDC) a vácuo transparente, onde foram armazenados em uma câmara incubadora BOD no período de 30 dias na temperatura de 12°C.

Tabela 2: Relação entre a concentração de sal (NaCl/KCl) utilizada nos diferentes tratamentos, adicionados a massa do queijo minas padrão.

TRATAMENTOS	Controle	T1	T2	T3	T4
NaCl (%)	100	80	60	40	20
KCl (%)	-----	20	40	60	80

4.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

A amostragem do queijo consistiu na coleta de partes da peça em forma de cunha totalizando 100 g a partir da média de 330 g dos queijos. As cunhas foram escolhidas aleatoriamente, cortadas em cubos e trituradas em um multiprocessador, até obtenção de uma massa homogênea. Os materiais foram acondicionados em frascos de vidro e mantidos sob refrigeração ($8 \pm 2^\circ\text{C}$) até o momento de cada análise.

A composição proximal foi realizada nos tempos 0 e 30 dias de maturação a 12°C , os quais foram realizados em triplicatas. A caracterização físico-química e perfil proteolítico foram realizados nos tempos 0, 7, 15 e 30 dias de maturação em triplicata. Foram realizadas análise de textura instrumental aos 5 e 30 dias de maturação a 12°C . Este ensaio foi realizado em sextuplicata.

4.4 AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO PROXIMAL

As análises da composição proximal e físico-químicas dos queijos foram realizadas no laboratório de análises químicas e de tecnologia de laticínios na Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus Londrina. Enquanto a análise de textura foi realizada na Universidade Estadual de Londrina no laboratório de análise instrumental do departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos.

O leite pasteurizado utilizado na elaboração do queijo foi caracterizado quanto à acidez titulável, extrato seco total, cinzas, teor de gordura, densidade e proteína. A acidez do leite foi medida utilizando o método de titulação com hidróxido de sódio (solução Dornic), em presença do indicador fenolftaleína, segundo a Instrução Normativa n. 68 do MAPA (BRASIL, 2006). 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 (IDF, 1987). O teor de cinzas foi determinado por incineração em mufla a 550°C por 12 horas (AOAC, 2003). O teor de gordura foi determinado pelo método volumétrico de Gerber conforme a Instrução Normativa n. 68 (BRASIL, 2006). A densidade foi medida através de lactodensímetro

em 500 ml de leite e determinada conforme a Instrução Normativa n. 68 (BRASIL, 2006). As frações proteicas foram determinadas de acordo com os procedimentos descritos para micro Kjeldahl (AOAC, 2003). O índice crioscópico do leite foi medido no crioscópio eletrônico Laktron (LK – 7000, Londrina/PR) segundo a Instrução Normativa n. 68 do MAPA (BRASIL, 2006).

Os queijos elaborados no experimento foram avaliados quanto ao teor de umidade, gordura, extrato seco total (EST), atividade de água, cinzas, cloretos, acidez titulável, pH e proteínas. Esses parâmetros foram avaliados nos tempos 0, 7, 15 e 30 dias.

O teor de umidade foi determinado pelo método gravimétrico, em estufa Nova Ética (modelo 400 – 5 ND) a 105°C por 16 h de acordo com procedimento AOAC (2003). O teor de cinzas foi determinado pela calcinação em mufla a 550°C por 12 horas, seguido de resfriamento e pesagem, enquanto o teor de cloretos foi determinado pelo método argentométrico descrito na AOAC (2003). O teor de gordura foi determinado pelo método volumétrico de Gerber conforme Instrução Normativa n. 68 (BRASIL, 2006).

A análise de atividade de água foi realizada a partir de aproximadamente 5 g de amostra de queijo acondicionada em placas plásticas fornecida pelo fabricante do aparelho Aqualab série 4TE. A determinação foi realizada em sala climatizada com temperatura controlada a 25°C e os procedimentos analíticos ocorreram de acordo com o descrito pelo fabricante. As análises foram realizadas em triplicata.

A análise de sódio e potássio foi realizada com as cinzas obtidas a partir de 10 g de cada amostra, esse material foi submetido à dissolução a quente com 50 mL de ácido clorídrico, em seguida eram filtradas no balão de 100 mL e resfriadas. Após o resfriamento completava-se com água ultrapura recém-produzida até completar o volume no balão. Essas amostras foram submetidas à quantificação em Espectrômetro de absorção atômica com atomização em chama, modelo Nova 300 (Analytik Jena, AG, Alemanha) no laboratório de Análises Químicas na Universidade Estadual de Maringá.

4.5 AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E PROTEÓLISE DOS QUEIJOS

As análises foram realizadas nos tempos 0, 7, 15 e 30 dias de maturação a 12°C. Foram realizadas análises de pH, acidez titulável, nitrogênio solúvel em pH 4,6 (NNC - nitrogênio não caseico), nitrogênio solúvel ao ácido Tricloroacético – TCA 12% (NNP – Nitrogênio não proteico) e nitrogênio total (NT).

A acidez titulável foi medida através da titulação com hidróxido de sódio seguindo a metodologia AOAC (2003). As medidas do valor de pH foram realizadas diretamente na solução das amostras homogeneizadas em água deionizada 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 a obtenção dos valores equivalentes de proteína. Os teores de nitrogênio foram submetidos ao cálculo de índice de extensão de maturação (NNC/NT*100) e de profundidade de maturação (NNP/NT*100) de acordo com descrito por Pereira (2001).

A extensão da maturação (NNC/NT*100) foi calculado de acordo com a equação 1, ou seja, por meio da razão entre a porcentagem de nitrogênio solúvel em pH 4,6, nitrogênio não caseico (NNC) e nitrogênio total (NT), multiplicando-se o resultado por 100 (WOLFSCHOON-POMBO, 1983).

$$\text{NNC/NT} * 100 = \frac{(\% \text{NS a pH 4,6})}{\% \text{NT}} \times 100 \quad (\text{Equação 1})$$

A profundidade da maturação (NNP/NT*100) foi calculado de acordo com a equação 2, ou seja, por meio da razão entre a porcentagem de nitrogênio solúvel em TCA 12% (NNP) e nitrogênio total (NT), multiplicando-se o resultado por 100 (WOLFSCHOON-POMBO, 1983).

$$\text{NNP/NT} * 100 = \frac{(\% \text{NS em TCA})}{\% \text{NT}} \times 100 \quad (\text{Equação 2})$$

A determinação da extensão e índice de profundidade de maturação foi realizada em triplicatas ao longo do período de maturação proposto para este estudo.

4.6 ANÁLISE DO PERFIL DE TEXTURA

A análise do perfil de textura (TPA) dos queijos foi realizada na Universidade Estadual de Londrina no laboratório de análise instrumental do Departamento de Ciência e Tecnologia de alimentos, onde os queijos foram avaliados após 5 e 30 dias de maturação utilizando-se o texturômetro TA-XT2 (Stable Micro Systems, UK). Seis amostras de cada queijo foram fracionadas utilizando um anel metálico em formato cilíndrico com 2,8 cm de diâmetro e 2,0 cm de altura, o qual cerca de um centímetro da superfície do queijo foi descartado. Estas amostras foram acondicionadas a temperatura de 8°C por um período mínimo de 2 horas em refrigeradores ou até o momento da análise. O experimento foi realizado em uma sala com temperatura controlada de 21°C. A textura foi determinada adotando a análise do perfil de textura (TPA) utilizando o sensor cilíndrico de alumínio (probe) de 2,5 cm de diâmetro, fixado no cabeçote móvel. A taxa de deformação foi programada para 1,0 mm/s e 10 mm de penetração máxima. Os parâmetros determinados nesta análise consistiram na: firmeza, elasticidade, coesividade, mastigabilidade e adesividade. O parâmetro adesividade foi determinado pela área sob a porção negativa da curva. Os demais parâmetros foram obtidos de acordo com os cálculos descritos por Kao, Su & Lee (2003).

4.7. ANÁLISE ESTATÍSTICA

As análises de composição proximal, caracterização físico-química e de textura foram realizadas adotando blocos com repetição para avaliar o efeito das interações entre os tratamentos e tempos de maturação. Os fatores que apresentaram efeito significativo no nível de 5% e suas médias foram analisados pelo teste Tukey. O software utilizado para analisar os dados foi o BioEstat versão 5.3 (software livre).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 QUALIDADE DO LEITE

As características físico-químicas do leite utilizado para a elaboração dos queijos apresentaram dentro dos limites (Tabela 3) estabelecidos para leite pasteurizado de acordo com o padrão exigido pelo MAPA segundo a Instrução Normativa n. 62 para leite cru (BRASIL, 2011).

Tabela 3 Características físico-químicas do leite padronizado utilizado para a produção dos queijos com diferentes concentrações de sal (NaCl/KCl) comparadas aos limites estabelecidos pelo MAPA I.N. 62 (BRASIL, 2011)

Parâmetros físico-químicos	Composição	Padrão legal*
Teor de gordura (%)	3,40	Min. 3,0
pH	6,6	Não consta
Acidez titulável (g de ácido láctico.100 mL ⁻¹)	0,15 ± 0,01	0,14 – 0,18
Estabilidade ao Alizarol 72% (v/v)	Estável	Estável para qualquer teor de gordura
Densidade (g.mL ⁻¹)	1,030 ± 0,001	1,028 a 1,034
Proteínas (%)	3,06 ± 0,1	Não consta
Extrato seco total (%)	8,74 ± 0,2	Não consta
Cinzas (%)	0,68 ± 0,01	Não consta

A qualidade do leite influencia na elaboração e maturação do queijo, participando efetivamente na formação da coalhada e na estabilidade físico-química e microbiológica. Furtado (2005b), menciona que o leite destinado para elaborar queijo Minas padrão deve ter o seu teor de gordura padronizado entre 3,2 a 3,4%. A padronização do teor de gordura do leite colabora com a identidade de diferentes tipos de queijos. Enquanto o teor de umidade do queijo é definido pela razão caseína e gordura com a finalidade de definir as características sensoriais e físico-químicas para cada tipo de queijo (JOHNSON e LAW, 2010). Embora não tenha

relatado o valor ideal da razão caseína e gordura para queijo Minas padrão, pois não há legislação que defina o padrão e identidade para este tipo de queijo.

A acidez titulável média do leite utilizado na produção do queijo em estudo apresentou dentro do limite recomendado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) baseado na Instrução Normativa (IN) n. 62 (BRASIL, 2011). Este parâmetro contribui na avaliação da qualidade do leite destinado para processamento, cujo limite deve encontrar entre 0,14 a 0,18 g de ácido láctico em 100 mL de leite. O lote de leite que apresenta dentro da concentração recomendada pela legislação apresenta o teor de acidez original do leite sem o efeito da fermentação pela flora microbiana ou desequilíbrio dos componentes do leite, ou seja, os compósitos que contribuem com a acidez real do leite incluem sais minerais (fosfatos e citratos), albuminas, caseínas e gás carbônico dissolvido (TRONCO, 2008).

O pH embora não seja exigido pela legislação contribui também no diagnóstico da qualidade do leite. Diversos autores mencionam que o pH do leite bovino recém ordenhado apresenta em média 6,6, pois este parâmetro pode mudar em decorrência da sanidade animal ou período de lactação (FOX, 2001).

De acordo com a IN n.62 (BRASIL, 2011) a densidade do leite pasteurizado deve encontrar entre 1,028 a 1,034 g. mL⁻¹, indicando que o produto apresenta apto para o consumo, pois não houve adulteração por aguagem ou adição de substâncias fraudulentas.

Os teores de proteína e extrato seco desengordurado da matéria-prima utilizado na produção de queijo neste estudo apresentaram superiores ao limite estabelecido pelo mesmo, indicando que o mesmo enquadrado na composição adequada para processamento de queijos. O teor de proteína tem um papel importante no rendimento na produção de queijos, onde se destaca a caseína devido a sua capacidade de formar rede aprisionando em diferentes proporções os demais componentes do leite (FURTADO, 2005b). Já o extrato seco desengordura (ESD) é composto pelos demais componentes lácteos o que colabora com o rendimento do queijo. Entre os componentes que constitui o ESD, encontram-se carboidratos, sais minerais, proteínas, entre outros micronutrientes. O baixo teor de sólidos pode ser resultante da adição de água ao leite, diluindo os componentes pode afetar o rendimento na produção do queijo, as características de textura, no desenvolvimento do fermento láctico, resultando em um queijo descaracterizado. De acordo com a IN n. 62 (BRASIL, 2011), o leite tipo A pasteurizado deve apresentar

seu ESD superior a 8,4%. Neste estudo o teor de ESD apresentou concentração superior ao exigido pela legislação, colaborando com a qualidade do leite para produzir o queijo neste estudo.

5.2 AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DO QUEIJO

Os resultados das análises físico-químicas e da composição proximal dos queijos no tempo inicial (Tabela 4) mostram que os teores de umidade dos queijos variaram entre 47,82 a 52,68%, onde os tratamentos T3 e T4 apresentaram maior retenção de umidade, o que corrobora com os resultados obtidos por Rapacci et al. (1996) que observou uma menor retenção de umidade para queijos tipo prato com maior concentração de KCl no primeiro dia de maturação. A Portaria n.146 do MAPA (BRASIL, 1996) classifica os queijos como de muita alta umidade aqueles que apresentam teores entre 46,0 a 54,9%. Dessa forma os queijos desenvolvidos nesse estudo podem ser classificados como de muita alta umidade no tempo inicial.

Aos 30 dias de maturação, todos os tratamentos tiveram redução significativa ($p < 0,05$) nos seus teores de umidades, embora os queijos ainda encontram-se na classificação de muita alta umidade segundo a Portaria n.146 do MAPA (BRASIL, 1996). A redução da umidade está relacionada com a secagem realizada após a etapa da prensagem, o qual este processo ocorreu em um período de 36 a 45 horas a temperatura de 10°C. Embora o teor de umidade entre os tratamentos apresentaram o mesmo incremento de umidade com o aumento da concentração do cloreto de potássio nos queijos minas padrão.

Rocha (2004) observou em suas pesquisas com queijo minas padrão que o teor médio de umidade foi de 44,8% após a maturação. Estes valores foram próximos ao mencionado por Oliveira (1986) para este tipo de queijo comercial, cujo teor médio de umidade era de 43%. Costa et al. (2011) analisou a composição de queijos Minas padrão por um período 12 anos (1998-2010) apresentando o teor médio de 43,4% de umidade.

Tabela 4. Composição proximal e característica físico-química dos queijos tipo Minas padrão com cloreto de sódio (Controle), comparados aos tratamentos com substituição parcial de sódio pelo potássio nas proporções de: 80% NaCl + 20% KCl (T1), 60% NaCl + 40% KCl (T2), 40% NaCl + 60% KCl (T3) e 20% NaCl + 80% KCl (T4) no tempo 0 e 30 dias de maturação a 12°C.

Parâmetros	Tempo (dias)	Controle	T1	T2	T3	T4
Umidade (% p.p ⁻¹)	Zero	48,703 ± 0,050 ^{b, A}	47,822 ± 0,390 ^{b, A}	48,925 ± 0,160 ^{b, A}	52,679 ± 0,300 ^{a, A}	52,579 ± 0,080 ^{a, A}
	30	46,813 ± 0,110 ^{c, B}	46,204 ± 0,320 ^{c, B}	46,173 ± 0,070 ^{c, B}	48,723 ± 0,100 ^{b, B}	49,915 ± 0,150 ^{a, B}
Atividade de água	Zero	0,982 ± 0,010 ^{a, A}	0,983 ± 0,010 ^{a, A}	0,984 ± 0,010 ^{a, A}	0,986 ± 0,010 ^{a, A}	0,979 ± 0,010 ^{a, A}
	30	0,975 ± 0,010 ^{a, B}	0,971 ± 0,010 ^{b, B}	0,971 ± 0,010 ^{b, B}	0,974 ± 0,010 ^{a, B}	0,970 ± 0,010 ^{b, B}
Gordura (% p.p ⁻¹)	Zero	27,700 ± 0,330 ^{a, A}	27,300 ± 0,670 ^{a, A}	27,300 ± 0,330 ^{a, A}	24,700 ± 0,330 ^{a, A}	25,000 ± 0,000 ^{a, A}
	30	25,700 ± 0,330 ^{a, B}	25,700 ± 0,330 ^{a, A}	25,000 ± 0,000 ^{a, B}	25,300 ± 0,330 ^{a, A}	24,700 ± 0,330 ^{a, A}
Cinzas (% p.p ⁻¹)	Zero	2,685 ± 0,050 ^{a, B}	2,600 ± 0,110 ^{a, B}	2,700 ± 0,010 ^{a, B}	2,359 ± 0,120 ^{a, B}	2,866 ± 0,001 ^{a, B}
	30	2,855 ± 0,010 ^{a, A}	2,929 ± 0,050 ^{a, A}	2,981 ± 0,010 ^{a, A}	2,578 ± 0,020 ^{b, A}	3,032 ± 0,010 ^{a, A}
Cloretos (% p.p ⁻¹)	Zero	0,355 ± 0,004 ^{b, A}	0,350 ± 0,007 ^{b, A}	0,380 ± 0,003 ^{b, A}	0,297 ± 0,003 ^{c, A}	0,581 ± 0,014 ^{a, A}
	30	0,396 ± 0,014 ^{b, A}	0,387 ± 0,013 ^{b, A}	0,420 ± 0,029 ^{b, A}	0,319 ± 0,010 ^{c, A}	0,594 ± 0,007 ^{a, A}
Proteína Total (% p.p ⁻¹)	Zero	20,541 ± 0,020 ^{a, A}	20,133 ± 0,030 ^{a, A}	19,315 ± 0,030 ^{a, A}	16,058 ± 0,020 ^{b, B}	15,756 ± 0,060 ^{b, B}
	30	20,246 ± 0,040 ^{a, A}	20,127 ± 0,040 ^{a, A}	17,923 ± 0,040 ^{b, B}	19,710 ± 0,070 ^{a, A}	18,043 ± 0,020 ^{b, A}

** a,b – 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

A umidade é um parâmetro importante para ser avaliado, pois em concentrações superiores influencia no aumento da atividade enzimática e microbiana em queijos ocasionando alterações nas características físico-químicas e na textura dos queijos (AMIOT, 1991).

Ganesan et al. (2014) avaliou o efeito da redução da concentração de cloreto sódico em queijos Cheddar e Mussarela, onde estes observaram que ao reduzir 60% de sódio nestes queijos não alteraram significativamente o teor de umidade. O mesmo foi observado nos estudos realizados por Ayyash et al. (2011b) em queijo tipo mussarela com diferentes níveis de substituição de sódio pelo potássio, onde estes constataram que o teor de umidade não alterou significativamente em queijos com maiores proporções de cloreto de potássio.

A atividade de água nos queijos mostrou que no tempo inicial não apresentou diferença significativa entre os tratamentos variando entre 0,979 e 0,986. Aos 30 dias de maturação a atividade de água diminuiu significativamente para todos os tratamentos variando entre 0,970 e 0,975. Os queijos controle e o T3 apresentaram maior atividade água comparados aos demais tratamentos. Os valores encontrados nesse estudo estão próximos ao citado por Fox (2000), o qual o autor menciona que em queijos macios após 30 dias de estocagem apresentam uma atividade de água média de 0,97. A atividade de água nos alimentos esta associada à disponibilidade de água para reações e desenvolvimento microbiano. Durante a maturação dos queijos ocorre a hidrólise das proteínas em peptídeos e aminoácidos, bem como lipídeos em gliceróis e ácidos graxos, os quais reduzem a atividade de água. Assim como os sais e ácidos orgânicos presentes nos queijos também contribuem com a redução da atividade de água (FOX, 2000).

Gummer et al. (2013) ao reduzir 42% do teor de sódio em queijo Cheddar observou que a atividade de água não diferiu significativamente após o período de maturação em relação ao queijo adicionado de sódio.

O teor de gordura no tempo inicial de estocagem variou de 24,7 a 27,7% ($m.m^{-1}$), embora todos os tratamentos não tenham apresentado diferença estatística, o que demonstrou que os queijos apresentaram homogeneidade na composição lipídica. Os valores encontrados estão de acordo com Furtado (2005b), o qual menciona que o queijo Minas Padrão pode conter entre 23 e 25% ($m.m^{-1}$), de gordura. Costa et al. (2011) analisou queijo Minas Padrão comerciais no período de 1998 a 2010 e observou uma composição lipídica média de 29,3% ($m.m^{-1}$). Rocha

(2004) obteve teores médios de 20,7% de gordura em queijo Minas Padrão, utilizando leite padronizado a 3,17% de gordura, valores semelhantes ao adotado neste estudo. A gordura contribui para o aroma, o rendimento e melhoria na consistência do queijo, além de atribuir características importantes ao queijo durante a maturação (FURTADO, 1979). Estudos com substituição de sódio pelo potássio em queijos Halloumi e Kefalograviera não tiveram efeito no teor de gordura em queijos (AYYASH et al., 2011; KAMLEH, 2012)

As análises revelaram que o teor de cinzas para todos os tratamentos foi semelhante estatisticamente no tempo inicial. Após 30 dias de estocagem o teor de cinzas aumentou para todos os tratamentos, pois como os queijos foram submetidos à secagem por um período de 36 a 45 horas contribuiu com a desidratação e concentração de resíduos minerais. As cinzas ou resíduos minerais participam na formação da coalhada, influenciando na textura do queijo (PERRY, 2004), o cálcio e fósforo são os principais elementos da estrutura na coalhada dos queijos. O teor destes sais depende de diversos fatores, tais como lactação, idade da vaca, alimentação, dentre outros, podendo variar com o manejo de cada propriedade (FURTADO, 1979).

Neste estudo o teor de cloretos no tempo inicial variou entre 0,297 e 0,581% (p.p⁻¹), sendo que o tratamento T4 apresentou uma concentração superior aos demais. Aos 30 dias de maturação, a concentração de cloretos aumentou significativamente para todos variando de 0,319 a 0,594% (p.p⁻¹). Os tratamentos T3 e T4 apresentaram diferença significativa (p<0,05) em relação aos demais tratamentos, onde o T3 apresentou menor concentração enquanto o T4 apresentou maiores concentrações de cloretos, onde estes apresentaram teores inferiores a 0,50% (p.p⁻¹). Esses valores estão muito abaixo aos citados pelos demais pesquisadores, pois segundo Amiot (1991) os queijos maturados geralmente apresentam 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 encontra-se entre 1,4 e 1,6% (p.p⁻¹), enquanto Oliveira (1986) cita em seus estudos que o queijo Minas pode conter em média 1,6% (p.p⁻¹) de cloretos. Um dos fatores que pode ter influenciado na baixa retenção de cloretos no queijo pode ser devido ao curto período de salga na massa após a agitação da coalhada, ou seja, o processo de enformagem ocorreu logo após a adição do sal na massa.

Os teores de proteínas no tempo inicial estiveram entre 15,76% a 20,54 % ($\text{m}\cdot\text{m}^{-1}$) sendo que os tratamentos com maiores concentrações de potássio (T3 e T4) foram significativamente menores ($p < 0,05$). Após 30 dias de estocagem o teor de proteínas aumentou para o tratamento T3 e T4. De acordo com Sghedoni (1979), os valores médios de proteínas no queijo Minas padrão, após a maturação, eram de 25,4%, o mesmo foi constatado por Perry (2004) e Rocha (2004). Neste estudo os teores de proteína de todos os tratamentos apresentaram inferiores ao citado pelos pesquisadores mencionados.

Estudos de Ayyash e Shah (2011b) com queijos mussarela de baixa umidade produzidos com diferentes níveis de substituição de NaCl e KCl sugerem que estas substituições não proporcionem qualquer efeito sobre a composição química como: umidade, proteína, gordura e cinzas entre queijos experimentais no mesmo tempo de armazenamento. As mesmas conclusões foram observadas por Ayyash e Shah (2011a), Katsiari et al. (1998) e Kamleh et al. (2012), ao investigar a composição química dos queijos Halloumi e Kefalograviera com substituição de sódio pelo potássio. Este estudo permitiu concluir que com o aumento da proporção de potássio em queijo Minas Padrão alterou o teor de umidade, atividade de água e cinzas.

A concentração de sódio no tempo inicial apresentou-se entre 245,08 a 36,41 $\text{mg}\cdot 100^{-1}\text{g}$ de queijo (Tabela 5).

Tabela 5. Concentração de sódio e potássio ($\text{mg}\cdot 100^{-1}\text{g}$) dos queijos tipo Minas padrão com cloreto de sódio (Controle), comparados aos tratamentos com substituição parcial de sódio pelo potássio nas proporções de: 80% NaCl + 20% KCl (T1), 60% NaCl + 40% KCl (T2), 40% NaCl + 60% KCl (T3) e 20% NaCl + 80% KCl (T4) no tempo 0 e 30 dias de maturação a 12°C.

Metais ($\text{mg}\cdot 100^{-1}\text{g}$)	Tempo (dias)	Controle	T1	T2	T3	T4
Na ⁺	zero	245,08 ± 4,44 ^{a,A}	156,66 ± 3,29 ^{b,A}	105,70 ± 2,42 ^{c,A}	49,03 ± 0,03 ^{d,A}	36,41 ± 0,09 ^{e,B}
	30	157,36 ± 2,21 ^{a,B}	134,77 ± 1,47 ^{b,B}	112,41 ± 0,73 ^{c,A}	49,79 ± 0,05 ^{d,A}	53,85 ± 1,58 ^{d,A}
K ⁺	zero	83,31 ± 3,56 ^{e,B}	125,64 ± 2,74 ^{d,B}	160,36 ± 4,99 ^{c,B}	209,36 ± 1,42 ^{b,B}	336,25 ± 11,6 ^{a,A}
	30	120,72 ± 1,44 ^{e,A}	150,31 ± 2,95 ^{d,A}	198,91 ± 2,61 ^{c,A}	272,16 ± 11,0 ^{b,A}	364,67 ± 1,26 ^{a,A}

** a,b – 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

Os tratamentos T3 e T4 apresentaram menor concentração desse íon, o que permite observar que a substituição de 60% (T3) e 80% (T4) de sódio colabora com uma redução significativa deste íon nos queijos.

O Regulamento RDC Nº 54 (BRASIL, 2014) recomenda que os alimentos prontos para consumo possam fazer uso de rotulagens especiais, no caso do teor de sódio, os alimentos podem ser classificados como absoluto de baixo, muito baixos e isento de sódio ao conter no máximo 80 mg, 40 mg e 5 mg de sódio por porção de 30 g de alimentos, o que equivale a 267 mg, 133,2 mg, 16,5 mg por porção de 100g de alimento.

No tempo inicial do estudo o tratamento T1 que apresenta 20% de substituição de sódio pode ser classificado como de absoluto de baixo teor de sódio, já os tratamentos T2, T3 e T4 que a apresentam uma substituição de sódio de 40%, 60% e 80% respectivamente, podem ser classificadas como de muito baixo teor de sódio segundo RDC Nº 54 (BRASIL, 2014).

Aos 30 dias de maturação os queijos controle e T1 tiveram uma diminuição nos teores de íons sódio, enquanto o tratamento T4 apresentou um aumento no teor de sódio. Os demais tratamentos não apresentaram mudanças significativas quanto à concentração deste íon. O aumento do teor de sódio durante a maturação pode estar relacionada com a diminuição na umidade e a progressão da atividade proteolítica dos queijos ao longo dos 30 dias de maturação. No caso do controle e T1 possivelmente ocorreu problemas com homogeneidade do sódio nas amostras, o que pode ter ocasionado uma redução significativa na concentração do íon.

Os tratamentos com redução de 40% (T2), 60%(T3) e 80% (T4) de sódio após os 30 dias de maturação classificam-se como de muito baixo teor de sódio segundo RDC Nº 54 (BRASIL, 2014), pois suas concentrações de íons sódio apresentam-se inferiores a $133,2 \text{ mg} \cdot 100^{-1} \text{ g}$ de queijo.

O teor de potássio de todos os tratamentos apresentaram-se entre 83,21 a $336,25 \text{ mg} \cdot 100^{-1} \text{ g}$ de queijo no tempo inicial. O tratamento controle apresentou um significativo teor do íon potássio na massa, embora este não tenha recebido cloreto de potássio na coalhada, cujo teor foi de $83,21 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de queijo. Como a salga ocorreu pela adição do sal de cozinha comercial, foi realizada análise dos íons sódio e potássio na solução aquosa de 1% do sal comercial. Esta investigação resultou em uma concentração de $0,89 \text{ mg} \cdot 100 \text{ mL}^{-1}$ de potássio e $533,9 \text{ mg} \cdot 100 \text{ mL}^{-1}$ de sódio. Deste modo, o teor de potássio retido no queijo não foi totalmente proveniente do sal

comercial, possivelmente pode ser resultante da concentração deste íon presente no leite. Segundo Fennema (2010) a concentração de potássio na matéria-prima encontra-se em média $144 \text{ mg} \cdot 100\text{mL}^{-1}$ de leite, o que pode vir a contribuir significativamente na retenção na massa dos queijos.

A maturação de 30 dias favoreceu a diminuição da umidade dos queijos e o aumento significativo ($p < 0,05$) do teor de potássio para a maioria dos tratamentos, exceto o tratamento T4, o qual não constatou um aumento significativo na concentração deste íon na massa do queijo.

De acordo com o relatório da ANVISA (BRASIL, 2012), a Organização Mundial da Saúde recomenda uma ingestão de no máximo 2000 mg de sódio por dia, sendo que os diferentes tipos de queijos apresentam uma contribuição significativa na dieta do brasileiro. Segundo o estudo de Felício (2013), os queijos que se destacaram pela contribuição na ingestão de sódio no Brasil foram requeijão (com 20% da recomendação diária de sódio), seguido pelo Minas Padrão (com 17,8%), Prato (com 17,6%), mussarela (com 17,2%) e Minas frescal (com 14,2%).

Estes resultados sugerem que os fabricantes de queijo reflitam sobre o conteúdo de sódio em seus produtos e que as autoridades do setor da saúde pública conscientizem a população na observância da ingestão deste mineral em seus alimentos industrializados, incluindo a rotulagem e realização de campanhas educativas para informar o público sobre os perigos associados com alta ingestão de sódio (FELICIO, 2013).

5.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E PROTEÓLISE

Os valores de pH no tempo inicial da maturação de todos os tratamentos variaram entre 5,14 a 5,19, não havendo diferença significativa entre os mesmos ($p > 0,05$), isso demonstra que a substituição do sódio pelo potássio não afetou o teor de acidez dos queijos (Figura 4).

Esses resultados estão de acordo com pesquisa realizadas por Ayyash e Shah (2011b) com queijo mussarela de baixa umidade onde a substituição de sódio por potássio não afetou o pH dos diferentes tratamentos.

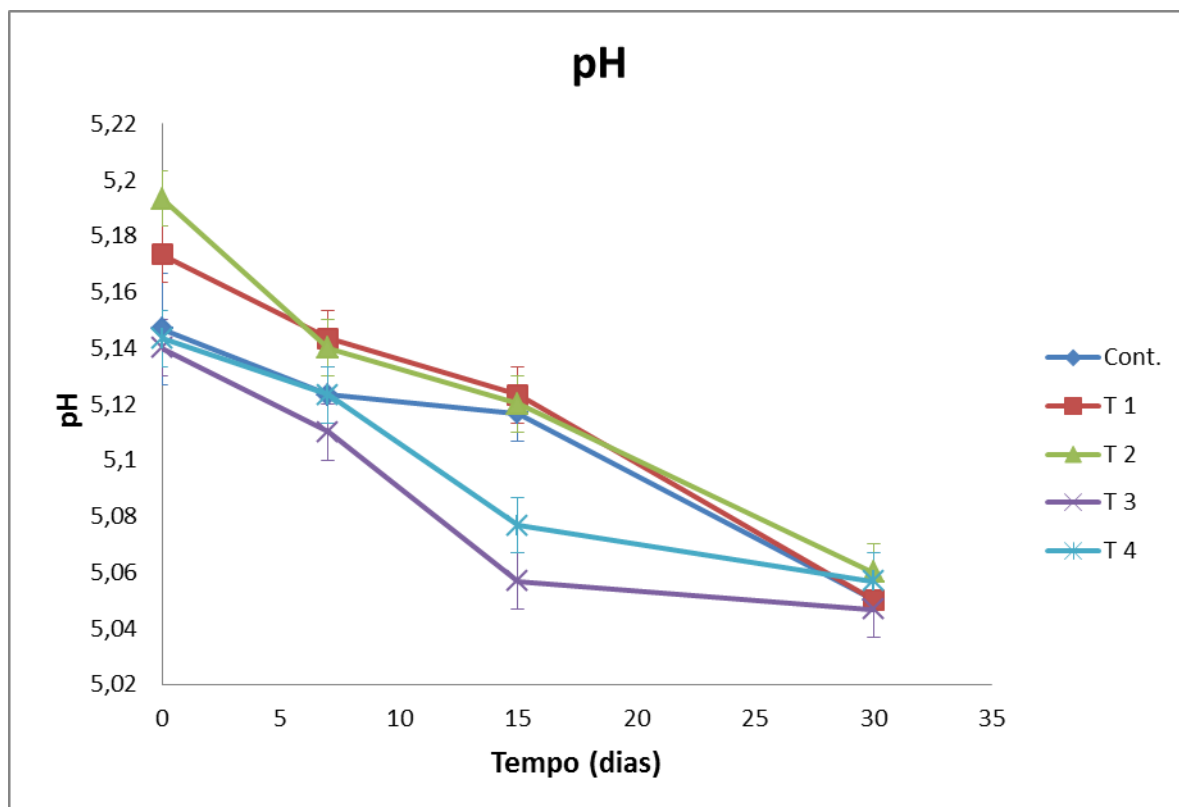


Figura 4: Evolução do pH dos queijos tipo Minas padrão com cloreto de sódio (Controle -100% NaCl), comparados aos tratamentos com substituição parcial de sódio pelo potássio nas proporções de: 80% NaCl + 20% KCl (T1), 60% NaCl + 40% KCl (T2), 40% NaCl + 60% KCl (T3) e 20% NaCl + 80% KCl (T4) no tempo 0 e 30 dias de maturação a 12°C.

Aos 30 dias de maturação os tratamentos apresentaram uma diminuição significativa no valor do pH, embora não tenham apresentado diferença estatística no nível de 5% de significância, onde estes variaram entre 5,05 a 5,08. Esses resultados estão conforme o mencionado por Furtado (2005b), em que o queijo Minas Padrão deve apresentar o pH entre 5,0 e 5,1. Estudos realizados por Ayyash e Shah (2011a), com queijos Nabulsi tratados com diferentes concentrações de sódio e potássio sofreram reduções nos valores do pH no decorrer da estocagem de acordo com o fenômeno ocorrido neste ensaio.

O controle do pH influencia no sabor e nas reações químicas durante a maturação, já que essas são catalisadas pelas enzimas microbianas e pelos próprios microrganismos do queijo (ROCHA, 2004). A diminuição nos valores de pH durante a armazenagem pode ser devido ao crescimento microbiano, especialmente bactérias geradoras de ácido láctico, que pode fermentar a lactose e produzir ácidos orgânicos em queijos. O pH permite avaliar se a fermentação foi efetiva e se a

proteólise está ocorrendo normalmente, pois influencia diretamente as alterações químicas na rede protéica na massa do queijo (AGARWAL et al., 2011).

O teor de acidez titulável dos queijos no tempo inicial de maturação variou entre 0,984 e 1,09 g de ácido láctico.100g⁻¹ de queijo, onde somente o tratamento T1 apresentou estatisticamente diferente em relação aos demais queijos (Figura 6).

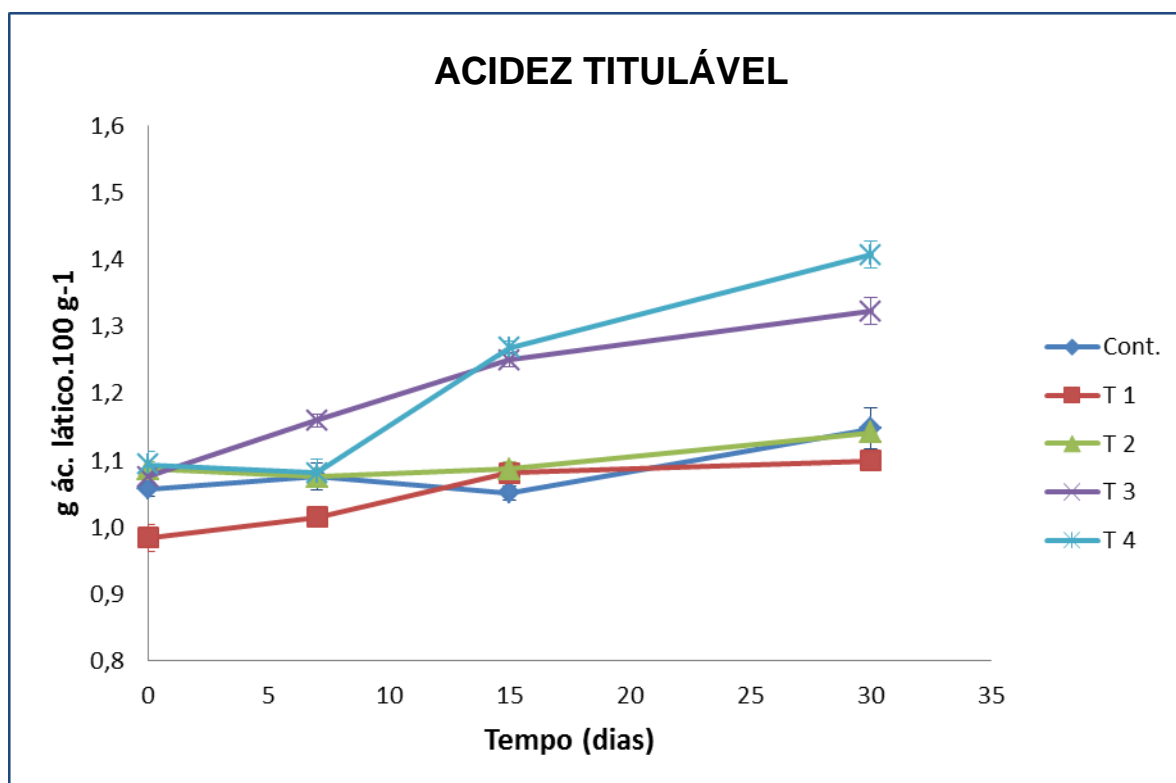


Figura 5: Evolução da Acidez titulável dos queijos tipo Minas padrão com cloreto de sódio (Controle -100% NaCl), comparados aos tratamentos com substituição parcial de sódio pelo potássio nas proporções de: 80% NaCl + 20% KCl (T1), 60% NaCl + 40% KCl (T2), 40% NaCl + 60% KCl (T3) e 20% NaCl + 80% KCl (T4) no tempo 0 e 30 dias de maturação a 12°C.

Os resultados desse experimento estão de acordo com estudos realizados por Rapacci et al (1996) com queijos prato, que constatou não existir diferença significativa entre os diferentes processos para a acidez titulável, podendo concluir que a efetividade do KCl foi similar a do NaCl.

Com maturação dos queijos por um período de 30 dias, pode-se observar que os tratamentos com maiores teores de potássio (T3 e T4) apresentaram um aumento significativo ($p < 0,05$) no teor de acidez titulável (Figura 5). Esses resultados estão em consonância com estudos realizados por Ayyash e Shah (2011b) com queijo

mussarela de baixa umidade, onde foi observado que queijos produzidos com maiores teores de potássio em substituição ao sódio apresentam maior concentração de ácidos orgânicos no decorrer da maturação.

A acidez titulável determina a quantidade de ácido láctico presente nos produtos lácteos. Esse parâmetro também permite avaliar indiretamente a concentração de proteínas, ácidos graxos, fosfatos, citratos, carbonatos, sulfatos de cálcio e magnésio (AMIOT, 1991). Desta forma os tratamentos T3 e T4 apresentaram nos dez primeiros dias de maturação uma maior ação das bactérias ácido-láticas, que transformam a lactose em ácido láctico, isso pode ser justificado, pois esses tratamentos apresentaram no tempo inicial um maior teor de umidade (Tabela 4) e menor pH (Figura 4), o que facilita a ação desse tipo de bactéria.

O índice de extensão da maturação dos queijos Minas padrão com diferentes concentrações de sódio/potássio realizadas nesse estudo permitiu concluir que houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre a amostra T3 comparado aos demais tratamentos no tempo inicial (Figura 6).

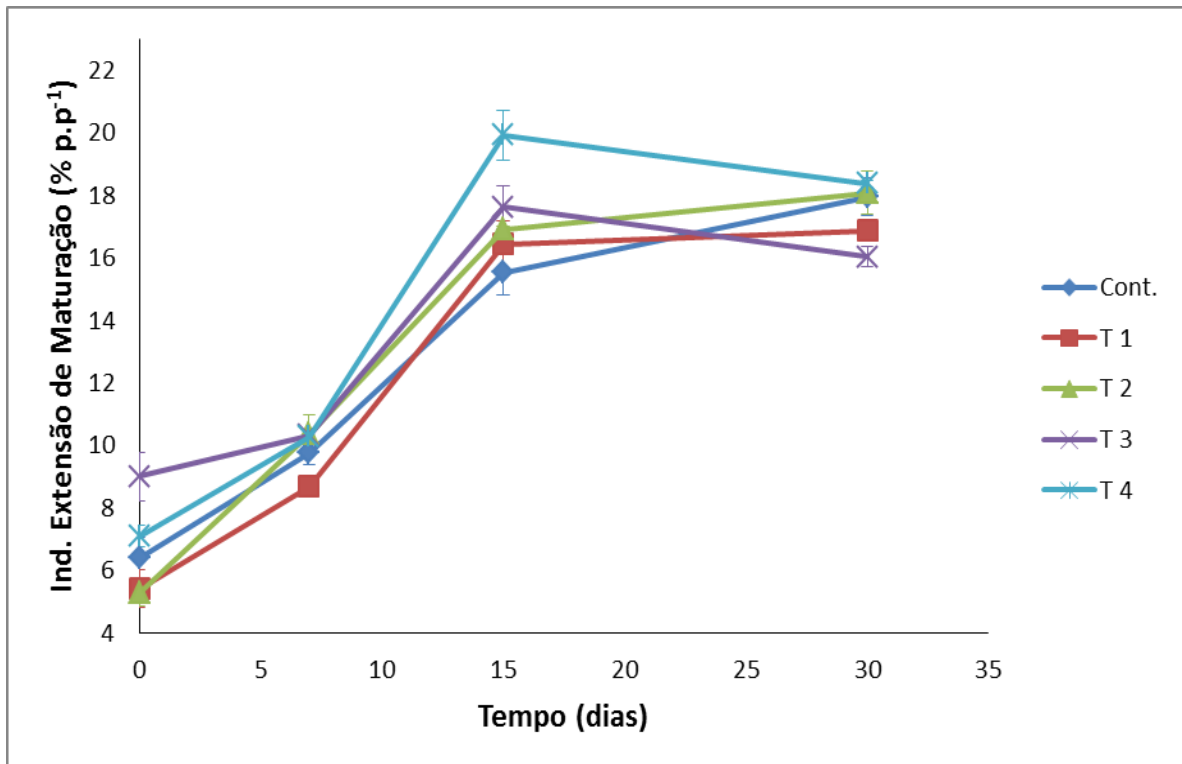


Figura 6: Evolução do Índice de extensão de Maturação dos queijos tipo Minas padrão com cloreto de sódio (Controle -100% NaCl), comparados aos tratamentos com substituição parcial de sódio pelo potássio nas proporções de: 80% NaCl + 20% KCl (T1), 60% NaCl + 40% KCl (T2), 40% NaCl + 60% KCl (T3) e 20% NaCl + 80% KCl (T4) no tempo 0 e 30 dias de maturação a 12°C.

Rapacci et al. (1996) ao avaliar o índice de extensão de maturação no tempo inicial em queijo Prato com 70% de substituição de sódio por potássio não observou diferença estatística ($p>0,05$) em relação ao controle. Ayyash et al. (2012) também observou que não houve diferença estatística ($p>0,05$) nos índices desta fração solúvel no tempo inicial em queijo Akawi com 75% de redução de sódio.

A atividade proteolítica deve-se pela ação das enzimas proteases presentes no queijo (FOX, 2000). Este fenômeno foi constatado em todos os tratamentos neste estudo, onde foi observado um aumento progressivo no decorrer dos 15 dias de maturação ($p<0,05$). Após esse período não houve incremento neste índice até o final da maturação. Neste estudo permitiu observar que a substituição do sódio pelo potássio demonstrou não alterar significativamente neste parâmetro ao final da maturação para o queijo Minas padrão

O índice de profundidade de maturação dos queijos Minas padrão com diferentes concentrações de sódio/potássio permitiu concluir que não houve diferença significativa ($p>0,05$) entre os tratamentos no tempo inicial, variando de 2,934 a 3,640 % ($p.p^{-1}$) (Figura 7).

Os valores encontrados nesse estudo estão de acordo com os índices obtidos por Camisa (2011) em queijo Minas Padrão, o qual apresentou índice de 3,14%. Ayyash et al. (2012) também observaram que os teores de nitrogênio não protéico dos queijos Akawi com 50 e 75% de substituição de sódio pelo potássio não diferiram dos queijos controle no tempo inicial de maturação. Katsiari et al. (2001) avaliaram os teores de nitrogênio não protéico em queijos Kefalograviera produzidos com misturas de NaCl/KCl (3:1 ou 1:1, $m.m^{-1}$), concluíram que a proteólise de todos os tratamentos foram similares em todas as fases da maturação, indicando que a substituição parcial do NaCl por KCl na elaboração do queijo Kefalograviera não aumentou significativamente no teor de nitrogênio não protéico, ou seja, não teve efeito significativo no índice de profundidade da maturação dos queijos.

Neste estudo foi observado um aumento significativo no índice de profundidade de maturação nos primeiros 15 dias de maturação em todos os tratamentos. Após este período não houve incremento neste índice até o 30º dia de maturação (figura 8). Não houve diferença estatística ($p>0,05$) entre os tratamentos aos 30 dias de maturação.

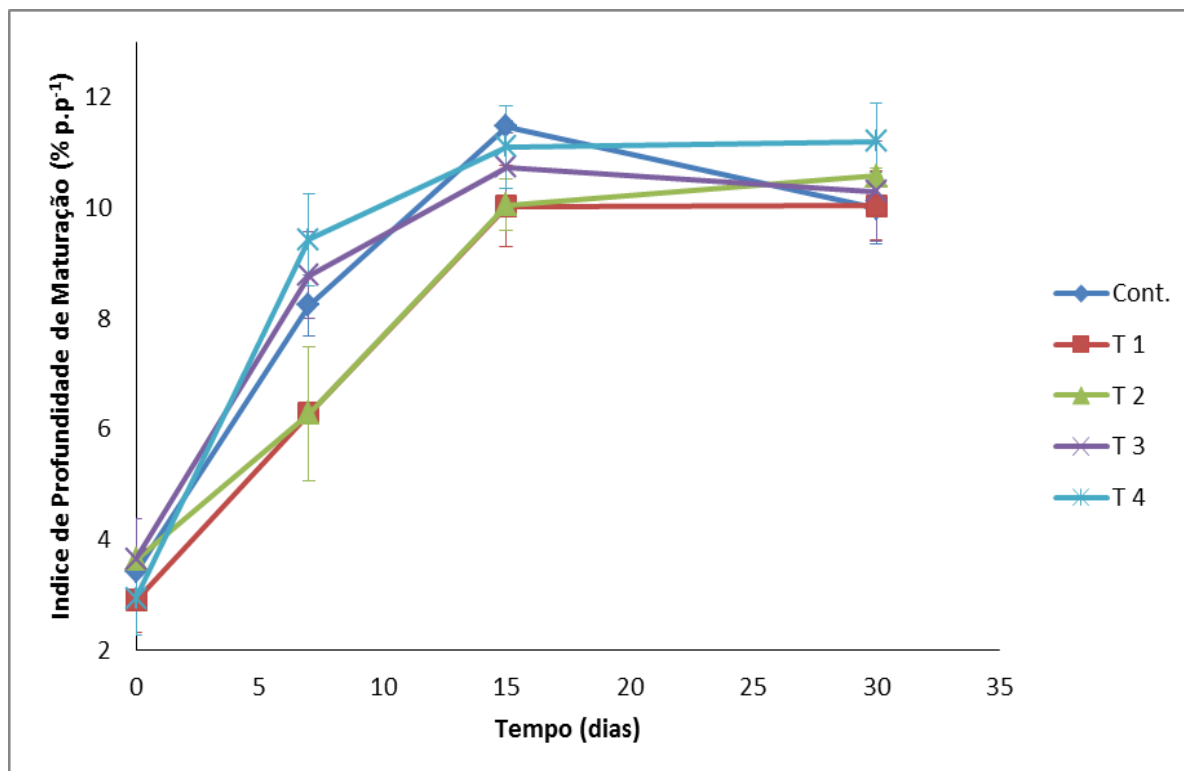


Figura 7: Evolução da profundidade de Maturação dos queijos tipo Minas padrão com cloreto de sódio (Controle -100% NaCl), comparados aos tratamentos com substituição parcial de sódio pelo potássio nas proporções de: 80% NaCl + 20% KCl (T1), 60% NaCl + 40% KCl (T2), 40% NaCl + 60% KCl (T3) e 20% NaCl + 80% KCl (T4) no tempo 0 e 30 dias de maturação a 12°C.

Os valores obtidos em todos os tratamentos neste estudo foram similares ao estudo realizado por Camisa (2011) para o queijo Minas padrão, embora o índice de profundidade de maturação média dos queijos Minas Padrão aos 35 dias de armazenamento refrigerado foi em torno de 8% (p.p⁻¹).

5.4 AVALIAÇÃO DO PERFIL DE TEXTURA

A análise do perfil de textura em queijo tipo Minas padrão com diferentes teores de substituintes do sódio realizada neste estudo consistiu na avaliação da firmeza, adesividade, coesividade, elasticidade e mastigabilidade (Tabela 6).

Os tratamentos T1 e T2 foram significativamente ($p < 0,05$) mais firmes comparados ao controle. Por outro lado, os tratamentos T3 e T4 foram menos firmes

esta característica pode ser resultante do menor teor de proteína e maior umidade (Tabela 4) no início da maturação.

Após 30 dias de maturação todos os tratamentos tiveram um aumento significativo na firmeza ($p < 0,05$), o que pode estar relacionado com a redução da umidade (tabela 4) e com o avanço da proteólise dos queijos durante a maturação. O estudo permitiu observar que os tratamentos com concentrações de K^+ superior a 40% apresentaram menos duros após 30 dias de maturação. Esses resultados podem estar relacionados com a proteólise (figura 6), onde os queijos com maiores teores de potássio após 15^o dias de maturação tiveram maior índices de extensão de maturação. Os resultados nestes estudos foram similares ao observados por Ayyash et al. (2012) em queijos Akawi com substituição de cloreto de sódio por potássio, onde eles constataram que ao reduzir o teor de sódio neste queijo proporcionou uma redução na firmeza dos queijos após 30 dias de maturação.

A adesividade dos queijos no tempo inicial foi significativamente maior nos tratamentos T3 e T4, comparados ao controle. Estes resultados estão de acordo com estudos realizados por Kamleh et al. (2012) em queijos Halloumi, onde os queijos com maior concentração de potássio apresentaram uma maior adesividade no tempo inicial de maturação.

Após 30 dias de maturação somente os tratamentos com maiores concentrações de potássio (T3 e T4) tiveram redução significativa ($p < 0,05$) na adesividade. Porém, todos os tratamentos não apresentaram diferença estatística ($p > 0,05$) neste parâmetro ao final do período de maturação.

Estes resultados estão em consonância com os encontrados por Ayyash et al. (2012) em queijos Akawi, os quais constataram que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos com diferentes proporções de cloreto de sódio e potássio após os 30 dias de maturação. Os tratamentos com maiores teores de potássio (T3 e T4) continuaram com elevado teor de umidade (Tabela 4) após 30 dias de maturação. A adesividade está relacionada com a capacidade das proteínas interagirem com a água ou outras proteínas, assim a proteólise e a umidade são fatores que influenciam intensamente nesse parâmetro (PASTORINO et al., 2003).

Tabela 6. Características no perfil de textura dos queijos Minas padrão dos queijos tipo Minas padrão com cloreto de sódio (Controle -100% NaCl), comparados aos tratamentos com substituição parcial de sódio pelo potássio nas proporções de: 80% NaCl + 20% KCl (T1), 60% NaCl + 40% KCl (T2), 40% NaCl + 60% KCl (T3) e 20% NaCl + 80% KCl (T4) no tempo 0 e 30 dias de maturação a 12°C.

Parametro	Tempo (dias)	Controle	T1	T2	T3	T4
Firmeza	Zero	28,676 ± 0,500 ^{b, B}	38,232 ± 0,550 ^{a, A}	38,997 ± 1,020 ^{a, A}	23,132 ± 0,720 ^{c, B}	22,508 ± 0,500 ^{c, B}
	30	47,632 ± 0,500 ^{a, A}	44,661 ± 0,550 ^{a, A}	39,658 ± 1,010 ^{b, B}	33,754 ± 0,720 ^{b, A}	26,016 ± 0,480 ^{b, A}
Adesividade	Zero	-0,936 ± 0,500 ^{b, A}	-1,362 ± 0,550 ^{c, A}	-1,298 ± 1,010 ^{c, A}	-0,497 ± 0,720 ^{a, A}	-0,494 ± 0,480 ^{a, A}
	30	-0,857 ± 0,170 ^{a, A}	-1,021 ± 0,190 ^{a, A}	-1,022 ± 0,090 ^{a, A}	-0,961 ± 0,130 ^{a, B}	-0,921 ± 0,160 ^{a, B}
Elasticidade	Zero	0,780 ± 0,010 ^{a, A}	0,812 ± 0,030 ^{a, A}	0,822 ± 0,040 ^{a, A}	0,819 ± 0,010 ^{a, A}	0,819 ± 0,020 ^{a, A}
	30	0,640 ± 0,170 ^{a, B}	0,662 ± 0,030 ^{a, B}	0,598 ± 0,040 ^{a, B}	0,722 ± 0,010 ^{a, A}	0,604 ± 0,030 ^{a, B}
Coesividade	Zero	0,304 ± 0,020 ^{a, A}	0,340 ± 0,007 ^{a, A}	0,318 ± 0,0 ^{a, A}	0,217 ± 0,007 ^{b, A}	0,275 ± 0,008 ^{a, A}
	30	0,114 ± 0,004 ^{a, B}	0,110 ± 0,004 ^{a, B}	0,115 ± 0,004 ^{a, B}	0,107 ± 0,006 ^{a, B}	0,124 ± 0,003 ^{a, B}
Mastigabilidade	Zero	7,200 ± 0,310 ^{b, A}	11,306 ± 0,330 ^{a, A}	7,429 ± 0,370 ^{b, A}	4,171 ± 0,110 ^{d, A}	5,368 ± 0,150 ^{c, A}
	30	3,341 ± 0,190 ^{a, B}	3,402 ± 0,090 ^{a, B}	1,952 ± 0,070 ^{a, B}	2,562 ± 0,150 ^{a, B}	2,165 ± 0,190 ^{a, B}

** a,b – 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

O aumento do teor de potássio nos queijos não afetou significativamente ($p > 0,05$) na elasticidade no tempo inicial. Este mesmo perfil foi observado por Ayyash et al. (2012) no início da maturação de queijos Akawi com diferentes proporções de sódio e potássio. Aos 30 dias de maturação todos os tratamentos tiveram redução na elasticidade ($p < 0,05$), exceto o tratamento T3 que permaneceu a mesma intensidade deste parâmetro no tempo inicial.

Kamleh et al. (2012) concluiu que ao longo da maturação em queijo Halloumi com diferentes proporções de sódio e potássio teve uma redução significativa na elasticidade. Este parâmetro, na análise instrumental de textura, está relacionada com a velocidade com que o material deformado volta à condição inicial, após a compressão do mesmo (GARCIA, 2009).

Somente a coesividade do tratamento T3 no tempo inicial foi significativamente menor ($p < 0,05$) comparado aos demais tratamentos. Não houve efeito da substituição do sódio pelo potássio neste parâmetro. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Ayyash et al. (2012) em queijos Akawi os quais observaram que com o aumento da proporção de potássio houve uma redução significativa ($p < 0,05$) da coesividade.

Após 30 dias de maturação ocorreu uma diminuição significativa ($p < 0,05$) da coesividade em todos os tratamentos, embora não tenha apresentando diferença entre os mesmos. Este parâmetro avalia a capacidade do material se deformar antes de se romper. Segundo Pastorino et al. (2003) a redução do teor de umidade dos queijos tem efeito direto na redução deste parâmetro.

As maiores proporções de potássio em queijo Minas padrão (T3 e T4) promoveu uma diminuição da mastigabilidade no tempo inicial. Kamleh et al. (2012) observou que com o aumento da proporção de potássio em queijo Halloumi proporcionou uma diminuição na mastigabilidade no produto.

Aos 30 dias de maturação todos os tratamentos tiveram uma redução significativa ($p < 0,05$) na mastigabilidade embora não tenha sido observado o efeito da concentração do potássio neste parâmetro nos queijos Minas padrão. Kamleh et al. (2012) concluiu que houve uma forte interação do teor de potássio e o tempo de maturação em queijos Halloumi no parâmetro mastigabilidade e firmeza, onde o autor observou que ao longo do tempo de maturação este queijo aumentou sua dureza ao longo do tempo de maturação, embora com a substituição do sódio pelo potássio tenha demonstrado uma redução na intensidade deste parâmetro.

Este estudo permitiu avaliar que as proporções de substituição do sódio pelo potássio não afetou significativamente ($p>0,05$) os parâmetros de textura: adesividade, elasticidade, coesividade e mastigabilidade aos 30 dias de maturação dos queijos Minas padrão.

6 CONCLUSÃO

Neste estudo os queijos tipo Minas padrão com substituição de sódio pelo potássio tiveram efeito sobre o teor umidade, proteína e cloretos. Os tratamentos T3 e T4 apresentaram mais úmidos, enquanto o teor de proteína foram inferiores comparados aos demais tratamentos. O teor de cloretos variou entre os tratamentos, onde o T3 apresentou a menor concentração e o T4 foi superior em relação aos demais tratamentos. Não houve efeito sobre o teor de gordura e cinzas. A atividade de água das amostras que receberam potássio como substituinte tiveram redução significativa, embora o T3 tenha apresentado igualdade estatística comparada ao controle.

Este estudo confirmou que houve redução significativa no teor de sódio. Os tratamentos T2, T3 e T4, foram classificados de acordo com a legislação vigente para rotulagem de alimentos com alegação de saúde como absoluto baixo teor de sódio.

Não houve efeito da substituição do sódio no pH dos queijos aos 30 dias de maturação. Embora os tratamentos T3 e T4 apresentaram maior teor de acidez titulável comparado aos demais tratamentos. O índice de extensão e de profundidade de maturação dos queijos Minas padrão com substituição do sódio pelo potássio não apresentou efeito significativo neste fenômeno bioquímico.

Na análise do perfil de textura dos queijos Minas padrão constatou-se uma redução na firmeza com substituição de sódio pelo potássio em concentrações superiores a 40%, os demais parâmetros não sofreram alterações aos 30 dias de maturação.

Este estudo permitiu observar que há viabilidade de produzir queijos com substituição em até 60% de sódio considerando as características físico-químicas e no parâmetro firmeza demonstrou que teores inferiores a 40% de potássio não difere do controle.

7 REFERÊNCIAS

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

ANDERSEN, L.; RASMUSSEN, L.B.; LARSEN, E.H.; JAKOBSEN, J. Intake of household salt in a Danish population. **European Journal of Clinical Nutrition**. v.63, p. 598-604, 2009.

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

AYYASH, M. M., and N. P. SHAH. Effect of partial substitution of NaCl with KCl on Halloumi cheese during storage: Chemical composition, lactic bacterial count, and organic acids production. **J. Food Science**. v. 75, p. 525–529. 2010.

AYYASH, M.M.; SHERKAT, F.; FRANCIS, P.; WILLIAMS, R.P.W. & SHAH, N.P. The effect of sodium chloride substitution with potassium chloride on texture profile and microstructure of Halloumi cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 94 (1), p.37-42, 2011.

AYYASH, M. M., and N. P. SHAH. The effect of substituting NaCl with KCl on Nabulsi cheese: Chemical composition, total viable count, and texture profile. **Journal of Dairy Science**, v. 94 (6), p. 2741-2751, 2011.

AYYASH, M. M., and N. P. SHAH. The effect of substitution of NaCl with KCl on chemical composition and functional properties of low-moisture Mozzarella cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 94 (8), p.3761–3768, 2011.

AYYASH, M. M.; SHERKAT F.; N. P. SHAH. 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. **Journal of Dairy Science**, v. 95 (9), p.4747-4759, 2012.

AGARWAL S.; MCCOY, D.; GRAVES, W.; GERARD, P. D.; CLARK S. Sodium content in retail Cheddar, Mozzarella, and process cheeses varies considerably in the United States. **Journal of Dairy Science**. v. 94, p.1605–1615. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Portaria Nº 146 de 07 de março de 1996. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade do queijo. **Diário Oficial da União** de 11 de março de 1996.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).. Instrução Normativa nº 4 de 01 de Março de 2004. Regulamento Técnico para Fixação da Identidade e Qualidade do Queijo Minas Frescal. Publicado no **Diário Oficial da União** de 05 de março de 2004, Seção 1, p.12, 2004.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). 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. Publicado no **Diário Oficial** da União de 14 de dezembro de 2006, Seção 1, Página 8. Acessado em 17 de outubro de 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Informe Técnico nº 42/2010, **Perfil Nutricional dos Alimentos Processados**, 2010.

BRASIL. Agência nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Informe Técnico nº 50/2012, **Teor de sódio dos alimentos processados**. Abril de 2011.

BRASIL. Agência nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Regulamento técnico sobre informação nutricional complementar**. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 54. De 12 de Novembro de 2012.

BRASIL. Agência nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Informe Técnico nº 61/2014, **Resultados do monitoramento da redução do Sódio em Alimentos Processados**, Agosto de 2014.

BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009 - Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil. Rio de Janeiro 2010.

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

BYNUM, D. G.; BARBANO, D. M. Whole milk reverse osmosis retentates for cheddar cheese manufacturing: chemical changes during ageing. **Journal Dairy Science**, Institution, London, UK. v.68, n.1, p.1-10, 1985.

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

COSTA, L. C. G.; COSTA, R. G. B.; SOBRAL, D.; BRUMANO, L. P. Avaliação de aspectos físico-químicos do queijo Minas padrão comercializado nos últimos 12 anos e suas variações. **Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica**. v. 8, 2011.

COSTA, W N. **Análise físico-química de queijo minas padrão comercializados em feiras livres na cidade de Goiânia**. 2012. Tese (Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharel em Química Industrial) Universidade Estadual de Goiás, UnCET, Goiânia, 2012.

DINI, C, M. **Produção, purificação e caracterização da protease de *thermomucor indicae-seudaticae* N31 e avaliação de sua aplicação na fabricação de queijo maturado**. 2010. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência de Alimentos), UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”, São José do Rio Preto. Outubro/2010.

DOYLE, M. E.; GLASS, K. A. Sodium Reduction and Its Effect on Food Safety, Food Quality, and Human Health. **Comprehensive reviews in food science and food safety**. v. 9, p. 44-56, 2010.

ELLIOTT, P. Results for 24 hour urinary sodium and potassium excretion. **Intersalt: An international study of electrolyte excretion and blood pressure**. *BMJ*, v.297, p. 319-328, 1988.

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? **Appetite**, v. 66, p. 84–88, 2013.

FENNEMA, O. R.; DOMODARAM S.; PARKIN K. L. **Química de alimentos de Fennema**, Porto Alegre, Artmed, 2010. 900p.

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

Fox, P.F.; Guinee, T. P.; Cogan, T.M.; McSweeney, P.L.H. **Fundamentals of cheese Science**, Maryland:Aspen Publishers, 2000.

FURTADO, M. M.; POMBO, A. F. W. Fabricação do queijo prato e minas: Estudo do rendimento. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.34, nº 205, p.3-19, set./out., 1979.

FURTADO, M.M.; LOURENÇO NETO, J.P.M. **Tecnologia de queijos: manual técnico para a produção industrial de queijos**. São Paulo: Dipemar, 1994. 118p.

FURTADO, M. M. **Quesos Típicos de Latinoamérica**, 1ª ed. São Paulo: Fonte Comunicações e Editora, 2005. 192 p.

FURTADO, M. M. **Principais problemas dos queijos: causas e prevenção**. Edição Revisada e Ampliada. São Paulo: Fonte de Comunicação e Editora, 2005, 200 p.

GANESAN, B.; BROWN, K.; IRISH, D. A.; BROTHERSEN, C.; MCMAHON, D. J. Manufacture and sensory analysis of reduced- and low-sodium Cheddar and Mozzarella cheeses. **Journal of Dairy Science**. v.97, p.1970–1982. 2014.

GARCIA, G. A. C. et al. Composicao de macronutrientes e evolução da maturação de queijo Prato com teor reduzido de gordura adicionado de enzima proteolitica fastuosaina. **Brazilian Journal of Food Technology**, VII BMCFB, p. 69-77, 2009.

GUINEE, T. P. Salting and the role of salt in cheese. **International Journal of Dairy Technology**. v. 57 - 2/3, p. 99-109, May-Aug 2004.

GUMMER, J.; BOBOWSKI, N.; KARALUS, M.; VICKERS, Z.; SHOENFUSS, T. Use of potassium chloride and flavors enhancers in low sodium Cheddar cheese. **Journal Dairy Science**. v.96, p.1401-1418. 2013.

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

JOHNSON, M and 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.

JOHNSON, M. E.; KAPOOR, R.; MCMAHON, D. J.; MCCOY D. R.; NARASIMMON R. G. Reduction of Sodium and Fat Levels in Natural and Processed Cheeses: Scientific and Technological Aspects. **Comprehensive reviews in food science and food safety**. v. 8, p. 252-268, 2009.

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. **Journal of Dairy Science**. v. 95, n^o. 3, p. 1140-1151, 2012.

KAO, FUH-JUIN, SU, NAN-WEI e LEE, MIN-HSIUNG. Effect of Calcium sulfate concentration in soymilk on the microstructure of Firm Tofu and the protein constitution in Tofu Whey. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v.51, p.6211-6216. 2003.

KARPPANEN, H.; MERVAALA, E. Sodium Intake and Hypertension. **Progress in Cardiovascular Diseases**. v. 49-2, p. 59-75, Sep-Oct, 2006.

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. **Food Chemistry**. v. 61 (1/2), p. 63-70, 1998.

KATSIARI, M.C.; VOUTSINAS, L.P.; ALICHANIDIS, E.; ROUSSIS, I.G. Proteolysis in reduced sodium Kefalograviera cheese made by partial substitution of NaCl by KCl. **International Dairy Journal**. v. 10, p. 635-646. 2001

LEE, E. J.; PATEL, J. B.; PATEL, P. V. The Effect of Potassium Chloride as a Salt Replacer on the Qualities of Processed Cheese. **Journal of Student Research**. p. 313 a 329. 2013.

LIMA FILHO, Rafael, R. **Aumenta o consumo de queijo no Brasil. 2010.** Disponível em: <http://www.portalruralsoft.com/noticias/noticiaExibe.asp?id=1139>>.

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. **Journal of Dairy Science**. v. 65 (3), p.360-370, 1982.

MCSWEENEY, P.L.H. Biochemistry of Cheese Ripening: Introduction and Overview. *In* Fox, P.F. (3rd ed.), **Cheese: Chemistry, physics and microbiology**, v. 1: 391-433. London: Chapman & Hall. (2004).

Mercado de Queijos cresce no País e atrai estrangeiros, **Jornal valor econômico**, São Paulo, 20 de outubro de 2014.

MIGUEL, D. P.; SILVA, D. S.; Determinação da vida de prateleira de queijo minas frescal processado com substituição do cloreto de sódio pelo cloreto de potássio. **Cadernos de Pós-Graduação da FAZU**, v. 2, 2011.

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

PASTORINO, J. A.; HANSEN, C. L.; MCMAHON D. J. Effect of Salt on Structure-Function Relationships of Cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p. 60–69, 2003.

PATEL, P. V. Effect of Potassium Chloride and Potassium-Based Emulsifying Salts as a Salt (Sodium chloride) Replacer on the Chemical and Microbiological Characteristics of Pasteurized Process Cheese. **MS Food & Nutritional Sciences**; University of Wisconsin-Stout, Graduate School. Spring, 2012.

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 p., 2001.

PERRY, K. S. P. Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. **Química Nova**, v. 27, Nº 2, p. 293-300, 2004.

PHAN, V.A.; YVEN, C.; LAWRENCE, G.; CHABANET, C.; REPARET, J.M.; SALLES, C. In vivo sodium release related to salty perception during eating model cheeses of different textures. **International Dairy Journal**. v.18, p. 956–63. 2008.

RANK, T.C., GRAPPIN, R., OLSON, N.F. Secondary proteolysis of cheese during ripening. A review. **Journal of Dairy Science**. v. 68, p. 801-805, 1985.

RAPACCI, M.; ANTUNES, L. A. R.; FURTADO, M. Efeito da substituição de NaCl por KCl nas características do queijo prato. **Rev. Inst. Latic. "Cândido Tostes"**. v. 50, nº 297, p. 3-12, jan-jul 1996.

ROCHA, A. M. P. **Controle de fungos durante a maturação de queijo minas padrão**. Dissertação (Mestrado em ciência e Tecnologia de Alimentos - PPGCTA) UFSM, Santa Maria, 96 p., 2004.

SANGALETTI, N.; PORTO, E.; BRAZACA, S., G. C.; YAGASAKI C. A.; DALLA DEA R. C.; SILVA, M. V. Estudo da vida útil de queijo Minas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 29 nº 2, p. 262-269, abr.-jun. 2009.

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

SOARES, C. P. **Influência da redução de sal nas propriedades do queijo de São João da Ilha do Pico**. Dissertação (Doutorado em Qualidade Alimentar). Faculdade de Ciência e Tecnologia UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA. Julho de 2013.

TRONCO, V. M. **Manual para inspeção da qualidade do leite**. 3. ed. Santa Maria: Editora da UFSM, p203, 2008.

UPADHYAY, V.K.; MCSWEENEY, P.L.H.; MAGBOUL, A.A.A, FOX, P.F. **Proteolysis in Cheese Ripening**. *In Fox, P.F. (3rd ed.), Cheese: Chemistry, physics and microbiology*, Vol. 1: 391-433. London: Chapman & Hall. 2004.

VICENTE, M.S.; ILBÁÑEZ, F. C.; BARCINA, Y. BARRON, L. J.R. Changes in the free amino acid content during ripening of Idiazábal cheese: influence of starter and rennet type. **Food Chemistry**. v.72, p. 309 – 317, 2001.

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