

## ACEITAÇÃO SENSORIAL DE QUEIJO MINAS PADRÃO COM TEOR DE SÓDIO REDUZIDO

*Marly Sayuri Katsuda  
Vanessa da Silva Martins  
Luciana Furlaneto-Maia  
Valéria Barbosa Gomes de Santis  
Jefferson Sussumu de Aguiar Hachiya  
Ana Flávia de Oliveira*

### 1 INTRODUÇÃO

O queijo Minas Padrão, também chamado de Minas Curado, Minas Pressado ou Minas Pasteurizado, é um dos queijos mais antigos e populares do Brasil. Teve sua origem em Minas Gerais no início do século passado, o qual foi adaptado e definido tecnologicamente ao longo dos anos. Este queijo é o mais consumido e está entre os 5 queijos mais produzidos pelas indústrias laticínias no país (OLIVEIRA, 1986).

Seu tempo mínimo de maturação ocorre com 20 dias, mas sob refrigeração esse queijo possui uma vida útil de dois a três meses, com riscos de apresentar gosto amargo. Quanto à composição, o queijo Minas Padrão pode ser classificado como queijo semigordo a gordo e de média a alta umidade, com teor médio de 1,5 % de cloreto de sódio (FURTADO, 2005).

Os produtos lácteos contribuem com 11% da ingestão de NaCl na dieta americana, enquanto no Reino Unido esse gênero alimentício contribui com 8% de ingestão de NaCl da dieta (HENDERSON et al., 2003). No Brasil, levando-se

em consideração o consumo médio de produtos lácteos *per capita* por ano (OECD-FAO, 2013) e a média de teor de sódio desses alimentos estabelecido pela Anvisa (BRASIL, 2012a), os produtos lácteos contribuem em média com 4% da ingestão de NaCl na dieta brasileira, sendo significativamente menor que o consumo dos Estados Unidos e países da União Europeia. Porém, certos tipos de queijos podem contribuir com 0,8 gramas de NaCl com apenas uma porção de 40 gramas (SAINT-EVE et al., 2009).

Estudos envolvendo avaliação de sódio em queijos comerciais brasileiros demonstraram que 90% das amostras de requeijão e queijo Minas Padrão e 75% das amostras de Muçarela e queijo Prato são classificadas como de 'alto' teor de sódio (Felício et al., 2013). Os pesquisadores concluíram que o queijo Minas Padrão contribui significativamente para a ingestão de sódio na porção estabelecida pela Anvisa: esse produto fornece 17,8% da recomendação diária máxima estabelecida pela OMS (WHO, 2003).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estabeleceu uma meta global para reduzir as taxas de morte por doença crônica, portanto, foram selecionadas duas intervenções: reduzir o consumo de NaCl da população e controlar o consumo do tabaco. De acordo com a OMS, os adultos devem consumir menos de 2000 mg de sódio, o que equivale a 5 gramas de NaCl e, pelo menos, 3510 mg de potássio por dia (WHO, 2013).

A redução do teor de sódio em queijos pode alterar algumas características físico-químicas, a qualidade microbiológica e a aceitação sensorial (PURDY; ARMSTRONG, 2007). Estudo realizado em queijo Minas Frescal salgado com diferentes proporções de NaCl pelo KCl (25 a 75%) permitiu concluir que até 50% de substituição não ocasionou alteração sensorial e nas características físico-químicas, apenas aumentou a firmeza dos queijos com substituição do sódio durante os 21 dias de estocagem (Gomes et al., 2011).

Baseado nesse contexto, o presente trabalho visou investigar o efeito da redução do NaCl pela substituição do KCl nas características físico-químicas, microbiológicas e aceitação sensorial do queijo tipo Minas Padrão.

## **2 A IMPORTÂNCIA DO CLORETO DE SÓDIO NA PRODUÇÃO DE QUEIJOS**

A salga é uma etapa essencial durante o processamento do queijo. O NaCl é incorporado ou permeado à coalhada, de modo a controlar a atividade da cultura *starter* utilizada, além de influenciar nas características físicas e

físico-químicas do queijo (MCMAHON, 2010). O NaCl é o principal agente determinante da atividade de água ( $A_w$ ) do produto e, conseqüentemente, exerce o controle sobre o crescimento microbiano, a atividade enzimática e as alterações bioquímicas durante a maturação do queijo (GUINEE, 2004). A concentração de NaCl influencia na atividade enzimática durante a maturação e pode ou não beneficiar as espécies microbianas que têm impacto no sabor. Outras funções do NaCl incluem melhoria na textura, inativação e/ou redução das bactérias deteriorantes envolvidas nas etapas de salga e maturação de diversos queijos (MCMAHON, 2010).

Durante o processo da salga do queijo, também há uma diferença de pressão osmótica entre a solução salina e a massa que provoca parte da liberação da umidade, drenando também proteínas do soro, ácido láctico e mineral dissolvido, enquanto o NaCl é absorvido. A fim de ter um bom equilíbrio, é importante que a concentração da solução salina e o pH sejam apropriados (o pH ideal da salmoura é entre 5,2 e 5,3). Além disso, o teor de cálcio deve estar entre 0,1 e 0,2%. Durante o processo de salga ocorrerá troca de íons  $Ca^{2+}$  e  $Na^+$  nas moléculas de paracaseína, isso faz com que a massa da coalhada fique mais suave. Se o pH estiver abaixo de 5,0, haverá mais íons  $H^+$  que  $Ca^{2+}$  ligados à molécula de paracaseína e, conseqüentemente, haverá uma incorporação suficiente de íons  $Na^+$  que tornará o queijo quebradiço. Porém, se o pH estiver em 5,8, haverá incorporação excessiva de íons  $Na^+$  e o queijo será bastante suave. A concentração da salmoura deve estar entre 18 e 23% de NaCl em temperaturas de 10 a 14 °C (GUINNE; O'KENNEDY, 2007; FARKE, 2004; GUINNE, 2004; PERRY, 2004).

O NaCl, o pH e o teor de cálcio influenciam diretamente o grau de hidratação ou agregação da caseína que, por sua vez, afeta a capacidade de hidratação da matriz do produto e sua tendência à sinérese ou expulsão do soro. A adição de NaCl altera a função da caseína, diminuindo o pH, o que sugere que a interação do sódio com a caseína resulta na liberação de íons  $H^+$  (GUINEE, 2004).

De acordo com estudos realizados por Floury et al. (2009a), o nível de NaCl não foi significativo para o tamanho das partículas de proteínas agregadas, embora a redução da concentração de NaCl tenha diminuído a solubilidade das proteínas significativamente, devido à alteração da força iônica do meio. Os resultados do experimento mostraram que a redução do teor de NaCl inicial na matriz do produto leva a alterações na composição e arranjo geométrico da caseína, com conseqüentes alterações na textura dos queijos, tais como dureza,

aderência e viscosidade. Segundo Flourey et al. (2009b), esses eventos ocorrem provavelmente porque a microestrutura da matriz do produto é pressionada pela redução do teor de NaCl, que limita a sua difusão na massa.

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

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

Felício et al. (2013) avaliou cerca de 156 amostras de diferentes tipos de queijos brasileiros e comparou seus teores de sódio com a classificação dos alimentos de acordo com o teor de sódio estabelecidos pela Anvisa (2012). Neste estudo, os autores observaram que aproximadamente 90% das amostras de requeijão e queijo Minas Padrão e aproximadamente 75% das amostras de Muçarela e queijo Prato são classificadas como 'alto' teor de sódio. As amostras de queijo Minas Frescal tiveram menores teores de sódio, com 40% das amostras sendo classificadas como 'moderado' teor de sódio. De acordo com os pesquisadores, o requeijão contribui significativamente para a ingestão de sódio na porção estabelecida pela Anvisa, seguido pelo queijo Minas Padrão, Prato, Muçarela e queijo Minas Frescal, que fornecem 17,8%, 17,6%, 17,2% e 14,2% respectivamente.

Nos países industrializados, a maior parte do NaCl vem de alimentos industrializados (WHO, 2003). Nos EUA, estima-se que 75% do NaCl é consumido por meio de alimentos processados (BRANDSMA, 2006). De acordo com a Tabela 1, o queijo Minas Padrão, bem como outros queijos, é uma grande fonte de NaCl na dieta também.

**Tabela 1.** Contribuição dos queijos na ingestão diária de sódio<sup>a</sup>

<b>Queijos</b>	<b>Ingestão (g)</b>	<b>Ingestão (%)</b>
Minas Frescal	284,2	14,2
Muçarela	344,7	17,2
Prato	353,5	17,6
Minas Padrão	356,7	17,8
Requeijão	391,3	19,5

<sup>a</sup> Considerando o consumo diário de duas porções de queijos (30 g cada) e valor máximo de 2000 mg Na/pessoa/dia.

Fonte: Felício et al. (2013).

Diante dessas pesquisas, há uma pressão sobre as indústrias para redução do teor de sódio em alimentos. Porém, segundo Brandsma (2006), o grande desafio é não prejudicar a palatabilidade dos produtos, pois, embora as pesquisas de mercado indiquem que o consumidor é a favor de produtos saudáveis, elas também indicam que o sabor dos alimentos continua a ser o fator mais crítico na decisão de compra.

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

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

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

## 2.1 EFEITOS DA SUBSTITUIÇÃO DE SÓDIO EM QUEIJOS

Existem duas maneiras para se controlar a quantidade de sódio em queijo. Uma é simplesmente reduzir a adição de NaCl. A outra é a utilização de

substitutos de NaCl, que têm pouco ou nenhum traço de sódio, mas que dão um sabor semelhante de NaCl ao queijo (JOHNSON et al., 2009).

Pesquisas mostram que a substituição parcial do NaCl por  $\text{CaCl}_2$  e  $\text{MgCl}_2$  e a substituição total do NaCl por KCl não têm demonstrado bons resultados, pois resultam em queijos extremamente azedos, com sabor residual metálico e com alterações severas de textura, que podem ser em consequência do aumento de atividade lipolítica e proteolítica (GUINEE; O'KENNEDY, 2007).

Essas alterações que ocorrem no queijo quando são utilizados substitutos de NaCl podem ser explicadas pelas diferenças químicas entre o NaCl e os outros sais. Porém, o cloreto de potássio (KCl) é o composto quimicamente mais semelhante ao NaCl e, conseqüentemente, tem demonstrado melhores resultados nas pesquisas já realizadas (JOHNSON et al., 2009). Portanto, os cloretos de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) e de magnésio ( $\text{MgCl}_2$ ) não são bons substitutos do cloreto de sódio (NaCl).

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

Gomes et al. (2011) investigaram o efeito da redução do teor de sódio com a substituição parcial do NaCl pelo KCl em salmoura com proporções de 0, 25, 50 e 75% (p/p) de KCl na aceitação sensorial, características físico-química e de textura em queijo Minas Frescal estocados durante 21 dias sobre refrigeração. Os autores observaram que a redução do teor de sódio em até 51,8% em queijo Minas Frescal apresentou boa aceitação sensorial, embora nestas proporções tenham promovido maior proteólise, possivelmente devido ao alto teor de umidade, que favorece as reações enzimáticas, tais como a ação hidrolítica da quimosina, que é a principal enzima responsável pela proteólise primária em queijo fresco (SOUZA et al., 2001). Os autores também relataram que a substituição parcial de 25 a 50% (p/p) de NaCl pelo KCl em queijo Minas Frescal não alterou significativamente essas características comparados com os queijos tradicionais. Essas observações foram condizentes com outros estudos em diversos queijos (KARAGOZLU et al, 2008; KATSIARI; VOUTSINAS, 1994; KATSIARI et al., 1998).

Apesar dos consumidores preferirem queijos com maior teor de NaCl (próximo de 1,75%) em relação aos queijos com menor teor de NaCl (1,25%) e com substituição parcial por KCl, a substituição do NaCl por KCl é aceitável pelo

consumidor, para muitos alimentos, desde que não ultrapasse 30 a 40% de NaCl substituído (GUÀRDIA et al., 2006; LINDSAY et al., 1982). Embora Gomes et al. (2011) tenham determinado que alguns queijos comerciais apresentam teores moderado ou baixo de sódio, os quais são aceitos por determinados grupos de consumidores.

## 2.2 QUEIJO TIPO MINAS PADRÃO

Segundo a Portaria nº 146 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), entende-se por queijo

[...] o produto fresco ou maturado que se obtém por separação parcial do soro do leite ou leite reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado), ou de soros lácteos, coagulados pela ação física do coalho, de enzimas específicas, de bactéria específica, de ácidos orgânicos, isolados ou combinados, todos de qualidade apta para uso alimentar, com ou sem agregação de substâncias alimentícias e/ou especiarias e/ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes (BRASIL, 1996, Seção 1, página 3977).

Este queijo é um produto tipicamente brasileiro, muito consumido e pode receber denominações como Minas Curado, Minas prensado ou Minas pasteurizado (FURTADO, 2005), o qual pode ser estocado sob refrigeração com uma vida útil de 2 a 3 meses, embora possa apresentar riscos de desenvolver gosto amargo.

Segundo o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA (BRASIL, 2017), o queijo Minas padrão pode ser obtido a partir de leite coagulado pela ação do coalho ou enzimas coagulantes apropriadas, complementada por bactérias lácticas específicas, cuja massa pode ser crua ou semicozida, totalmente dessorada, prensada mecanicamente, salgada e maturada. Baseado na composição média de queijo tipo Minas padrão apresentado por alguns autores é possível classificá-lo quanto ao teor de gordura como um queijo semigordo a gordo e de alta umidade baseado na Portaria n. 146 (BRASIL, 1996).

Devido aos diversos procedimentos de elaboração do queijo tipo Minas Padrão e da qualidade do leite de acordo com a região em que é produzido, o mesmo apresenta variação na sua composição (Tabela 2).

**Tabela 2** - Composição média do queijo Minas Padrão

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

Fonte: Furtado, 2005.

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

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado em 2013 no laboratório de Tecnologia de Laticínios da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina. Trata-se de um estudo experimental com dados quantitativos. Foram produzidos três queijos: um considerado padrão com cloreto de sódio (C), um com substituição de 50% de sódio (T1) e outro com 70% de sódio (T2). Todos foram armazenados sob refrigeração a  $10 \pm 1$  °C por 20 dias.

O leite utilizado na produção de queijo Minas Padrão foi padronizado para 3,4% e pasteurizado no laticínio na região de Londrina. O coagulante utilizado foi quimosina microbiana (*Aspergillus niger* var. *awamori*) da marca Estrela® e a cultura láctica utilizada possui característica mesofílica (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*), homofermentativo do tipo adição direta ao tanque, gentilmente doado pela empresa CHR-Hansen (R-704). A solução cloreto de cálcio 50 e o sal cloreto de potássio da marca Alphatec® utilizados para a elaboração dos queijos foram de grau analítico. O cloreto de sódio foi adquirido no comércio local, da marca Cisne®. Todos os reagentes utilizados para as análises físico-químicas foram de grau analítico de pureza. As placas de 3M™ Petrifilm™ (Sumaré/SP) para análises de coliformes totais e termotolerantes, e estafilococos foram gentilmente cedidas pela empresa Labtec Comércio de Produtos Microbiológicos Ltda. (Londrina/PR).

### 3.1 ELABORAÇÃO DO QUEIJO MINAS PADRÃO

O processo de elaboração dos queijos ocorreu em duas repetições e desenvolvido de acordo com o procedimento descrito por Furtado (2005), com adaptações. O leite padronizado foi acondicionado em tanque de coagulação com temperatura ajustada para 35 °C. Em seguida adicionou-se 0,04% de solução de cloreto de cálcio 50% (v/v) e 0,003% (p/v) de cultura lática DVS R-704 (CHR-Hansen), seguido de agitação com pré-maturação de 10 minutos. Finalmente adicionou-se 0,08% de coagulante da marca Estrela e após homogeneização manteve-se em repouso. O corte da coalhada foi realizado no tamanho de 1 cm<sup>3</sup> de aresta seguido de agitação por 45 minutos. Em seguida, drenou-se parcialmente o soro do queijo e foi realizada a salga na massa na proporção de 1% v/v sobre o volume da coalhada. A salga consistiu na adição de NaCl/KCl nas seguintes proporções: 100% (C), 50:50 (T1) e 70:30 (T2). Após a homogeneização do sal na coalhada, a massa foi totalmente drenada e moldada em fôrmas cilíndricas chatas 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. As peças apresentaram o peso final médio de 330 g. Os queijos foram armazenados em refrigerador no período de 20 dias na temperatura de 10 °C ± 0,1.

### 3.2 CARACTERÍSTICA FÍSICO-QUÍMICA

Os queijos estocados durante 20 dias sobre refrigeração foram avaliados quanto ao teor de umidade, gordura, cinzas, cloretos e proteínas (AOAC, 2003). As amostras calcinadas foram lixiviadas em solução de ácido clorídrico 1% a quente e diluídas em água ultrapura para 100 ml. Os teores de sódio e potássio foram determinados por fotometria de chama no Instituto Federal do Paraná, unidade de Londrina, por meio da curva de calibração dos íons potássio e sódio. Todas essas análises foram realizadas em triplicatas.

### 3.3 AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA

Foram realizadas contagem de coliformes totais e termotolerantes, estafilococos coagulase positiva e *Salmonella* sp. no tempo inicial. As análises de coliformes e estafilococos coagulase positiva foram realizadas pelo método 3M<sup>tm</sup> Petrifilm<sup>tm</sup>. A pesquisa de *Salmonella* sp. foi realizada de acordo com os procedimentos descritos por Silva et al. (2007). Os resultados foram comparados com os requisitos microbiológicos para queijos especificados na Portaria nº 146 do

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1996). Todas as análises foram realizadas em triplicatas.

### 3.4 ANÁLISE SENSORIAL

Aos 20 dias de estocagem os queijos foram avaliados por meio do teste de aceitação por 78 provadores não treinados, composto por estudantes, funcionários e colaboradores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Os provadores foram inicialmente esclarecidos sobre o teor do projeto e em seguida assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CAAE n.50551615.0.0000.5547), seguindo a Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012.

As amostras foram fracionadas em cubos com arestas de 1,5 cm e armazenadas em recipientes plásticos com tampas sobre refrigeração a 10 °C. Foram servidas aos provadores em pratos, codificadas com números aleatórios de três dígitos e acompanhadas com um copo de água para enxágue da boca na prova entre as amostras. Foram apresentadas três amostras em duas sessões: uma amostra considerada padrão com cloreto de sódio (C), uma amostra com substituição de 50% de sódio (T1) e outra amostra com 70% de sódio (T2) aos 20 dias de armazenamento refrigerado a  $10 \pm 1$  °C. Os provadores pontuaram as avaliações das amostras, em relação aos atributos aparência, sabor de queijo, gosto salgado, textura e nota global em uma ficha de escala hedônica híbrida de 0 a 10 pontos, cujo 0 corresponde a “desgostei extremamente” e 10 “gostei extremamente”, proposta por Villanueva, Petenate e Silva (2005).

### 3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados das características físico-química e sensorial foram tratados estatisticamente adotando a análise de variância, e as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey com nível de 5% de significância. O *software* utilizado para analisar os dados foi o BioEstat versão 5.0 (2007).

## 4 RESULTADOS

O leite pasteurizado utilizado para a produção dos queijos com reduzido teor de sódio foi avaliado quanto às características físico-química. A acidez titulável apresentou 0,15 g de ácido láctico/100 ml, pH de 6,70, densidade de 1,034 g/ml e teor de gordura padronizado para 3,4%. Portanto, a qualidade do leite

estava de acordo com os padrões recomendados pela legislação para leite de consumo (BRASIL, 2011). Para melhor compreensão dos resultados, o mesmo será dividido em três seções: características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais, descritos a seguir.

#### 4.1 CARACTERÍSTICA FÍSICO-QUÍMICA

O teor de umidade dos tratamentos T1 e T2 foi menor do que o controle ( $p < 0,05$ ) em ambos os períodos de estocagem (Tabela 3).

**Tabela 3.** Características físico-químicas dos queijos Minas Padrão com cloreto de sódio (C), comparados aos que receberam tratamento com substituição parcial de sódio por potássio de 50% (T1) e 70% (T2) aos 20 dias de estocagem

Parâmetro	Tratamentos		
	C	T1	T2
Umidade (%)	48,35 ± 0,72 <sup>a</sup>	43,96 ± 0,29 <sup>b</sup>	43,10 ± 0,20 <sup>c</sup>
Gordura (%)	20,00 ± 1,73 <sup>a</sup>	21,30 ± 1,32 <sup>a</sup>	22,50 ± 1,00 <sup>a</sup>
Cinzas (%)	3,14 ± 0,01 <sup>a</sup>	3,30 ± 0,04 <sup>a</sup>	3,52 ± 0,01 <sup>a</sup>
Proteínas (%)	23,10 ± 1,40 <sup>a</sup>	23,54 ± 0,61 <sup>a</sup>	23,89 ± 0,44 <sup>a</sup>
Cloretos (%)	0,55 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,57 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,61 ± 0,01 <sup>a</sup>
Sódio (mg/100 g)	247,35 ± 1,81 <sup>a</sup>	147,23 ± 1,60 <sup>b</sup>	97,68 ± 5,29 <sup>c</sup>
Potássio (mg/100 g)	20,05 ± 7,90 <sup>a</sup>	254,58 ± 2,73 <sup>b</sup>	296,45 ± 18,53 <sup>c</sup>

<sup>a,b</sup> – letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística entre as médias dos tratamentos no nível de 5% de significância.

Fonte: Autoria Própria (2015).

A composição média esperada para o queijo Minas Padrão após 20 dias de maturação seria de 46-49% de umidade (FURTADO, 2005). Neste estudo, somente o queijo Minas Padrão controle apresentou teor de umidade dentro dos limites citados pelo autor. Por outro lado, Rocha (2004) e Oliveira (1986) determinaram em queijo Minas Padrão teores de umidade médio de 44,8% e 43%, respectivamente. Esses valores estão próximos ao observado neste estudo para os queijos com substituição de sódio pelo potássio, os quais tiveram redução significativa ( $p < 0,05$ ) no teor de umidade, o que demonstra que esses queijos podem não apresentar alterações significativas na sua consistência. Esse mesmo efeito também foi observado em queijo Nabulsi com 75% de redução de sódio pelo potássio (AYYASH; SHAH, 2011).

O teor de gordura, resíduo mineral e proteína não apresentaram diferença significativa ( $p > 0,05$ ) com a substituição do cloreto de sódio pelo potássio em queijo Minas Padrão. O teor de gordura em queijo Minas Padrão varia de acordo com a composição do leite, pois esse queijo pode ser classificado de semigordo a gordo, variando entre 25 a 59,9% de gordura na base seca (BRASIL, 1996). Rocha (2004), determinou em suas amostras de queijo Minas Padrão teores médios de 20,7% de gordura, quando estes são produzidos a partir do leite padronizado a 3,17%. Neste estudo, efetuando a correção do teor de gordura em base seca, todos os tratamentos encontram-se na classificação de queijo semigordo, baseado na Portaria nº 146 (BRASIL, 1996).

De acordo com Sghedoni, Retzl e Souza (1979), os valores médios de proteínas no queijo Minas Padrão devem ser de 25,4%. Perry (2004) relata que um queijo com 48% de gordura no extrato seco contém entre 23 e 25% de proteína. Rocha (2004) também encontrou valores médios de proteína de 25,5%. Desse modo, os valores de proteínas determinados neste estudo foram bem próximos aos encontrados pelos autores supracitados.

Os teores de cloretos em todos os tratamentos de queijos foram inferiores a 1%, proporção adicionada na coalhada antes da enformagem. Parte das perdas dos sais podem ter ocorrido por lixiviação durante a moldagem e prensagem. Segundo Amiot (1991), os queijos em geral possuem teores de cloretos que variam entre 1,0 e 2,0% (p/p). Furtado (2005) menciona que o teor de cloretos em queijo Minas Padrão encontram-se entre 1,4 e 1,6% (p/p). Oliveira (1986) menciona que o mesmo tipo de queijo Minas contém em média 1,6% (p.p<sup>-1</sup>) de cloretos. Segundo Felício et al. (2013), 10% das amostras de queijos Minas Padrão avaliadas apresentaram teores de sódio entre 120 a 400 mg/100 g, ou seja, os queijos provavelmente continham no mínimo 0,4% de sal. Desse modo, os queijos elaborados neste estudo são classificados como queijo com 'moderado' a 'baixo' teor de sal.

Segundo a Anvisa (BRASIL, 2012b), para classificar um determinado alimento pronto para o consumo como baixo, muito baixo e isento de sódio, ele deve conter no máximo 80 mg, 40 mg e 5 mg de sódio por 100 g ou ml, respectivamente. As alegações comparativas de redução de sódio podem ser utilizadas quando o alimento tiver uma redução mínima de 25% no seu teor de sódio e essa redução for equivalente a no mínimo 80 mg de sódio por 100 g ou ml do alimento. Neste estudo, mesmo com 70% de substituição de sódio pelo potássio, o produto não enquadrou em nenhuma das categorias, pois a amostra T2 apresentou 97,68 mg de sódio em 100 g de queijo.

Rapacci, Antunes e Furtado (1996) determinaram 850 mg/100 g do teor de potássio em queijo Prato com 70% de substituição de sódio, enquanto o controle continha 50 mg/100 g de potássio. De acordo com os resultados dos pesquisadores, a substituição do sódio pelo potássio proporcionou um aumento de 1600% de potássio e uma redução de 85% de sódio no queijo contendo em média 0,85% de cloretos. Neste estudo, houve um aumento de 1478% de potássio no queijo, que recebeu 70% menos sódio comparado ao controle, totalizando uma redução de aproximadamente 61% de sódio.

O relatório da Anvisa (BRASIL, 2012a) menciona que o teor de sódio em queijo Minas Padrão apresentou em média de 546 mg/100 g do produto. A concentração de sódio dos queijos Minas Padrão neste estudo variou de 97,68 a 247,35 mg/100 g, o que permite concluir que é possível elaborar queijos Minas Padrão com teor moderado de sódio com pouca alteração físico-química.

## 4.2 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Todos os tratamentos apresentaram contagens dentro dos limites estabelecidos pela Portaria nº 146 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1996) para queijo com alta umidade, o qual requer monitoramento de contagens de estafilococos coagulase positiva, coliformes a 35 °C e a 45 °C e *Salmonella* sp. (Tabela 4).

**Tabela 4** – Médias das contagens de estafilococos coagulase positiva, coliformes a 35 °C e a 45 °C e *Salmonella* sp. dos queijos tipo Minas Padrão com cloreto de sódio (C), comparados aos tratamentos com substituição de 50% de sódio (T1) e 70% de sódio (T2) aos 20 dias de armazenamento refrigerado a  $10 \pm 1^\circ\text{C}$

Parâmetro	Tratamentos		
	Controle	T1	T2
Estafilococos coagulase positiva (UFC/g)	$<1,0 \times 10^1$	$<1,0 \times 10^1$	$2,0 \times 10^2$
Coliformes a 35 °C (UFC/g)	$2,0 \times 10^3$	$<1,0 \times 10^1$	$<1,0 \times 10^1$
Coliformes a 45 °C(UFC/g)	$<1,0 \times 10^1$	$<1,0 \times 10^1$	$<1,0 \times 10^1$
<i>Salmonella</i> sp. (UFC/g)	Ausente	Ausente	Ausente

\*Portaria nº 146 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1996) baseado em queijo com alta umidade.

Fonte: Autoria Própria (2014)

Como a contagem de coliformes a 35 °C e 45 °C foram realizadas em Petri-film, os valores estão expressos em Unidades Formadoras de Colônias por unidade de amostra de peso (UFC/g), enquanto na legislação a unidade está baseada em Número Mais Provável (NMP) por unidade em peso do queijo.

A substituição de cloreto de sódio pelo potássio em queijo na proporção de 70% apresentou maior contagem de estafilococos comparado aos demais tratamentos. Aparentemente esse tratamento teve um problema de contaminação durante o processamento, embora esteja dentro dos limites legais para este tipo de queijo. Os estafilococos podem ser inoculados pelo manipulador, superfície ou mesmo pelo leite (FORSYTHE, 2013). O queijo adicionado somente por cloreto de sódio apresentou contagem de coliformes a 35 °C superior aos demais tratamentos. Possivelmente houve problema de contaminação durante a manipulação do queijo.

Kamleh et al. (2012) não observaram alterações significativas quanto à contagem de coliformes totais nos queijos Halloumi com 50% de substituição de sódio. Rapacci et al. (1996) também não notaram efeito na substituição parcial ou total de sódio pelo potássio sobre a contagem de coliformes em queijo tipo Prato em seu estudo.

De acordo com a Tabela 4 é possível afirmar que a substituição de sódio por potássio nas proporções de 50 e 70% não promoveu alterações microbiológicas comparados aos controles. Felício et al. (2013) mencionam que desde que garanta as práticas higiênicas na produção dos queijos, a sua qualidade microbiológica com substituição de sódio continuará estável ao longo do período de estocagem. De acordo com este estudo, houve redução significativa do teor de umidade dos queijos com substituição de sódio, o que pode colaborar para a sua estabilidade microbiana.

### 4.3 ANÁLISE SENSORIAL

Os provadores parecem não ter percebido alteração na aparência do queijo Minas Padrão com substituição parcial do cloreto de sódio pelo potássio, uma vez que a aceitação geral e em todos os atributos foi boa e não apresentou diferença significativa entre o controle e tratamento (Tabela 5).

**Tabela 5** - Média das notas atribuídas por 78 provadores para cada atributo dos queijos tipo Minas Padrão com cloreto de sódio (C), comparados aos tratamentos com substituição de 50% de sódio (T1) e 70% de sódio (T2) aos 20 dias de armazenamento refrigerado a  $10 \pm 1^\circ\text{C}$

Tratamentos	Atributos				
	Aparência	Sabor de queijo	Gosto salgado	Textura	Nota global
C	$9,1 \pm 1,3^a$	$8,5 \pm 1,7^a$	$8,1 \pm 2,0^a$	$8,6 \pm 1,7^a$	$8,6 \pm 1,5^a$
T1	$9,0 \pm 1,3^a$	$8,0 \pm 1,8^a$	$7,4 \pm 2,2^a$	$8,6 \pm 1,5^a$	$8,2 \pm 1,6^a$
T2	$8,9 \pm 1,1^a$	$7,5 \pm 1,8^a$	$7,0 \pm 2,5^a$	$8,4 \pm 1,6^a$	$7,8 \pm 1,5^a$

\*Letras minúsculas diferentes entre linhas indicam que os tratamentos diferem significativamente ( $p < 5\%$ ) entre si em cada atributo.

Fonte: Autoria Própria (2015).

A aceitação da cor do queijo com diferentes proporções de cloreto de potássio não demonstrou diferença estatística ( $p > 0,05$ ) comparado ao queijo controle. A substituição do sal também não afetou significativamente o gosto salgado do queijo Minas Padrão, embora os provadores tenham demonstrado considerável dificuldade na avaliação do gosto salgado do queijo com diferentes proporções de combinação de sódio e potássio, pois foi observada uma variação de 25%. Katsuda et al. (2017a) observaram redução significativa ( $p < 0,05$ ) no gosto salgado em queijo Minas Padrão ao reduzir até 80% de cloreto de sódio pelo potássio, embora as médias atribuídas pelos provadores em queijos com 40% de redução sódio foram inferiores aos tratamentos com 20% de cloreto de potássio (T1).

A aceitação da textura dos queijos com reduzido teor de sódio também não diferiu significativamente ( $p > 0,05$ ) comparado ao queijo controle. Katsuda et al. (2017b) observaram que ao substituir cloreto de sódio por potássio em proporções superiores a 40% em queijo Minas Padrão, promoveu redução significativa da firmeza ao avaliar a textura quando comparado com o queijo salgado com 100% de sódio. Ayyash e Shah (2011) não observaram modificação significativa ( $p > 0,05$ ) na firmeza em queijo Nabulsi no tempo inicial de maturação ao substituir diferentes proporções de sódio pelo potássio (25 a 75%) comparado ao queijo controle. Porém, o tempo de maturação colaborou com a melhora da textura do queijo, tornando-o mais macio. Como neste estudo o queijo Minas padrão foi estocado a  $10^\circ\text{C}$  por um período de 20 dias, isso pode não ter colaborado com a alteração na sua textura, pois não foi percebido sensorialmente pelos provadores.

Os provadores não conseguiram identificar diferença ao atribuir nota para avaliação global dos queijos com reduzido teor de sódio, os quais não apresentaram diferença significativa comparado ao queijo controle. O estudo de subs-

tituição de cloreto de sódio pelo potássio em queijo tipo prato demonstrou que reduzir proporções superiores a 30% de sódio afetou a aceitação sensorial devido ao gosto residual amargo atribuído ao queijo (RAPACCI et al., 1996). Desse modo, o presente estudo permitiu observar que a substituição do sódio pelo potássio em até 70% na formulação do queijo minas parece não afetar a aceitação sensorial de consumidores.

## 5 CONCLUSÃO

A substituição do cloreto de sódio pelo potássio reduziu significativamente o teor de umidade dos queijos Minas Padrão comparado ao controle. Não houve diferença no teor de gordura, proteína e cinzas em queijo Minas Padrão com substituição do sódio pelo potássio neste estudo. O teor de cloretos no queijo foi inferior a 1%, o que pode ter influenciado na estabilidade composicional.

Todos os tratamentos apresentaram qualidade microbiológica dentro dos limites estabelecidos pela legislação vigente para a composição do queijo em estudo. Não houve diferença na substituição do sódio pelo potássio na contagem de coliformes a 45 °C e *Salmonella* sp. Observou-se apenas que houve um incremento na contagem de estafilococos coagulase positiva em queijos com 70% de substituição de sódio pelo potássio, bem como uma contagem elevada de coliformes a 35 °C em queijo controle.

Os queijos com substituição de sódio pelo potássio após 20 dias de estocagem foram bem aceitos, não havendo diferença na aceitação sensorial comparados ao controle.

## REFERÊNCIAS

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

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

AYYASH, M. M.; SHAH, N. P. The Effect of Substituting NaCl with KCl on Nabulsi Cheese: Chemical Composition, Total Viable Count, and Texture Profile. *Journal of Dairy Science*, v. 94, n. 6, p. 2741-2751, 2011.

BRANDSMA, I. Reducing Sodium: A European Perspective Attitudes and Regulations Regarding Sodium in Foods Pose Challenges for The Food Industry. *Food Technology*, v. 60, n. 1, p. 24-29, 2006.

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

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011. Aprova o Regulamento Técnico de produção, identidade e qualidade do leite tipo A. Regulamento de identidade e qualidade de leite cru refrigerado, o Regulamento técnico de identidade e qualidade de leite pasteurizado e o regulamento técnico da coleta de leite cru refrigerado e seu transporte a granel. *Diário Oficial da União*, 30 de dezembro de 2011. Seção 1, página 6, 2011.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Informe Técnico nº 50/2012. *Teor de sódio dos alimentos processados*, 16 de outubro de 2012a. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/9155f6804d19a2fb9bb8ff4031a95fac/INFORME+T%C3%89CNICO+2012-+AGOSTO.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 8 set. 2014.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução - RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. *Diário Oficial da União*, 13 de novembro de 2012. nº 219, Seção 1, p. 125, 2012b.

\_\_\_\_\_. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA). Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. *Regulamenta a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.terraaviva.com.br/site/2017/marco/riispoa.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2018.

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

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.

FLOURY, J.; CAMIER, B.; ROUSSEAU, F.; LOPEZ, C.; TISSIER, J. P. Reducing salt level in food: Part 1. Factors affecting the manufacture of model cheese systems and their structure–texture relationships. *Food Science and Technology*, v. 42, p. 1611-1620, 2009a.

FLOURY, J.; ROUAUD, O.; POULLENNEC, M. L.; FAMELART, M. H. Reducing salt level in food: Part 2. Modelling salt diffusion in model cheese systems with regards to their composition. *Food Science and Technology*, v. 42, p. 1621-1628, 2009b.

FORSYTHE, S. J. *Microbiologia da segurança dos alimentos*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 600 p.

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

GOMES, A. P. et al. Manufacture of Low-sodium Minas Fresh Cheese: Effect of The Partial Replacement of Sodium Chloride with Potassium Chloride. *Journal of Dairy Science*, v. 94, ed. 6, p. 2701-2706, 2011.

GUÀRDIA, M. D. et al. Consumer Attitude Towards Sodium Reduction in Meat Products and Acceptability of Fermented Sausages with Reduced Sodium Content. *Meat Science*, v. 73, p. 484-490, 2006.

GUINNE, T. P. Salting and the Role of the Salt in Cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 57, p. 99-109, 2004.

\_\_\_\_\_.; O’KENNEDY, B. T. Reducing Salt in Cheese and Dairy Spreads. In: \_\_\_\_\_. KILCAST, D.; ANGUS, F. (Ed.). *Reducing Salt in Foods: Practical Strategies*. Cambridge (UK): Woodhead Publishing Ltd., 2007. p. 316-355.

HENDERSON, L.; GREGORY, J.; IRVING, K. *National Diet and Nutrition Survey: Adults Aged 19 to 64*. London: TSO, 2003. v. 3. p. 127-136.

JOHNSON, M. E. et al. 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. et al. The Effect of Substitution of Sodium Chloride with Potassium Chloride on the Physicochemical, Microbiological, and Sensory Properties of Halloumi Cheese. *Journal Dairy Science*, v. 95, n. 3, p. 1140-1151, 2012.

KARAGOZLU, C.; KINIC, O.; AKBULUT, N. Effects of The Fully and Partial Substitution of NaCl by KCl On Physico-chemical and Sensory Properties. *International Journal of Food Science and Nutrition*, v. 59, p. 181-191, 2008.

KATSIARI, M. C.; VOUTSINAS, L. P. Manufacture of Low-fat Feta Cheese. *Food Chemistry*, v. 49, p. 53-60, 1994.

\_\_\_\_\_. et al. Manufacture of Kefalograviera Cheese with Less Sodium by Partial Replacement of NaCl with KCl. *International Dairy Journal*, v. 61, p. 63-70, 1998.

\_\_\_\_\_. et al. Proteolysis in reduced sodium Kefalograviera cheese made by partial replacement of NaCl with KCl. *Food Chemistry*, v. 73, p. 31-43, 2001.

KATSUDA, M. S. et al. Aceitação sensorial de queijo Minas Padrão com reduzido teor de sódio. In: LEITE, D. B. G.; FRASSON, A. C. *Desafios da Ciência e Tecnologia de Alimentos 3*. Curitiba: Atena, 2017a. p. 8-16.

\_\_\_\_\_. Queijo Minas Padrão com reduzido teor de sódio: efeito na composição e textura. In: LEITE, D. B. G.; FRASSON, A. C. *Desafios da Ciência e Tecnologia de Alimentos 3*. Curitiba: Atena, 2017b. p.157-167.

MCMAHON, D. J. Issues with Low and Lower Salt cheeses. *Australian Journal of Dairy Technology*, v. 65, p. 200-205, 2010.

OECD-FAO. *Agricultural Outlook 2013-2022*. 2013. Disponível em: <[http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=HIGH\\_AGLINK\\_2013](http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=HIGH_AGLINK_2013)>. Acesso em: 8 set. 2014.

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

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

PURDY, J., ARMSTRONG, G. Dietary Salt and the Consumer: Reported Consumption and Awareness of Associated Healthy Risks. In: T. P. GUINEE; B. T. O'KENNEDY (Ed.), *Reducing Salt in Foods: Practical Strategies*. Boca Raton LA, USA: CRC Press., 2007. p. 99-123.

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, n. 297, p. 3-12, 1996.

ROCHA, A. M. P. *Controle de fungos durante a maturação de queijo minas padrão*. Dissertação (Mestrado) – UFSM, Santa Maria, 2004.

SAINT-EVE, A. et al. Reducing Salt and Fat Content: Impact of Composition, Texture and Cognitive Interactions on the Perception of Flavored Model Cheeses. *Food Chemistry*, v. 116, n. 1, p. 167-175, 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.

SILVA, N. et al. *Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos*. 3. ed. São Paulo: Varela, 2007.

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

VILLANUEVA, N. D. M.; PETENATE, A. J.; DA SILVA, M. A. A. P. Performance of the Hybrid Hedonic Scale As Compared to the Traditional Hedonic, Self-adjusting and Ranking Scales. *Food Quality and Preference*, v. 16. Issue 8, p. 691-703, 2005.

WHO (World Health Organization). *Reported of Joint WHO/FAO Expert Consultation on Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases*. Geneva: Switzerland, 2003. Disponível em: <[http://www.who.int/hpr/NPH/docs/who\\_fao\\_experts\\_report.pdf](http://www.who.int/hpr/NPH/docs/who_fao_experts_report.pdf)>. Acesso em: 10 set. 2014.

WHO (World Health Organization). *WHO issues new guidelines on dietary salt and potassium*. Geneva: Switzerland, 2003. Disponível em: <[http://www.who.int/mediacentre/news/notes/2013/salt\\_potassium\\_20130131/en/](http://www.who.int/mediacentre/news/notes/2013/salt_potassium_20130131/en/)> Acesso em: 8 set 2014.

