

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

VALÉRIA BARBOSA GOMES DE SANTIS

**QUEIJO MINAS PADRÃO COM BAIXO TEOR DE SÓDIO E**  
**GORDURA: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL**

LONDRINA  
2016

VALÉRIA BARBOSA GOMES DE SANTIS

**QUEIJO MINAS PADRÃO COM BAIXO TEOR DE SÓDIO E  
GORDURA: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL**

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

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marly Sayuri Katsuda  
Co-orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Brígida dos Santos Scholz

LONDRINA  
2016

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

S236q Santis, Valéria Barbosa Gomes de  
Queijo Minas padrão com baixo teor de sódio e gordura: caracterização físico-química e sensorial / Valéria Barbosa Gomes de Santis. - Londrina : [s.n.], 2016.  
67 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Marly Sayuri Katsuda  
Coorientadora: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Brígida dos Santos Scholz  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. Londrina, 2016.  
Bibliografia: f. 48-56.

1. Queijo-de-Minas. 2. Alimentos - Teor de sódio. 3. Alimentos - Análise.  
4. Cloreto de potássio. I. Katsuda, Marly Sayuri, orient. II. Scholz, Maria Brígida dos Santos, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. IV. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. V. Título.

CDD: 664

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**QUEIJO MINAS PADRÃO COM BAIXO TEOR DE  
SÓDIO E GORDURA: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-  
QUÍMICA E SENSORIAL**

por

**VALÉRIA BARBOSA GOMES DE SANTIS**

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 9 h de 28 de julho de 2016. O trabalho foi aprovado pela Banca Examinadora, composta por:

---

Dra. Marly Sayuri Katsuda  
UTFPR Câmpus Londrina  
Orientadora

---

Marta Toledo Benassi  
Universidade estadual de Londrina  
Membro Examinador Titular

---

Margarida Masami Yamaguchi  
UTFPR Câmpus Londrina  
Membro Examinador Titular

Visto da coordenação:

---

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

A folha de aprovação assinada encontra-se arquivada na secretaria do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos

Dedico este trabalho à minha filha  
Gabriela para que um dia, ao ler esta  
obra, compreenda o que a mamãe tanto  
fazia no computador.

## **AGRADECIMENTOS**

Eu quero agradecer a Deus. Sei que minhas conquistas já estavam planejadas, não foi um pedido atendido, foi obediência aos planos que Ele tinha para mim e o início para prosseguir com os novos.

Agradeço ao meu esposo por ter sido companheiro nos momentos felizes, por ter me auxiliado diversas vezes com as análises de laboratório, carregando vidrarias, cortando e embalando queijo. Agradeço a minha filha que sempre me proporcionou bons momentos ao chegar em casa, seu sorriso foi a minha força, seu desenvolvimento foi a certeza que eu nunca deveria desistir.

Agradeço os meus pais, que sem saber ao certo a importância desta etapa me apoiaram e estão hoje orgulhosos, sou a primeira pessoa de nossa família a concluir um Mestrado.

Agradeço a Prof. Dra. Marly Katsuda, pela confiança a mim depositada, desde a graduação em que me orientou no Trabalho de Conclusão de Curso até o Mestrado. Ser professor é algo único, é transmitir ao próximo um saber adquirido sem medir esforços.

Agradeço a Dra. Brígida que me acolheu em seu laboratório como fez há 8 anos atrás, quando procurei meu primeiro estágio. Como sempre me incentivou e compartilhou sua experiência e sabedoria, isso só me fez ter certeza do meu sonho em me tornar uma pesquisadora.

Agradeço a Dra. Cintia que me ajudou sendo uma boa amiga em todos os momentos, não cabem palavras suficientes para agradecê-la.

Agradeço a todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos da UTFPR Londrina pelos ensinamentos transmitidos, em especial ao coordenador Fábio Coró.

## RESUMO

SANTIS, Valéria Barbosa Gomes. **Queijo Minas padrão com baixo teor de sódio e gordura: caracterização físico-química e sensorial.** 2016. 67 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2016.

As culturas adjuntas são amplamente utilizadas pela indústria queijeira principalmente pela sua capacidade de melhorar aroma e sabor de queijos maturados. O presente estudo avaliou o efeito da aplicação de culturas adjuntas em queijos Minas Padrão com baixo teor de gordura e substituição do cloreto de sódio por cloreto de potássio sobre as características físico-química e sensorial ao longo dos 60 dias de maturação a 14°C. Os queijos tipo Minas padrão foram elaborados a partir de leite pasteurizado com 50% de redução de gordura, adicionados de culturas lácticas compostas por *Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris* (A) e *Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris*, *Lactobacillus helveticus* e *Streptococcus thermophilus* (B), os quais foram salgados em diferentes proporções de cloreto de sódio e cloreto de potássio, originando os tratamentos C (100:0), T1 (50:50) e T2 (30:70). As análises físico-químicas e sensoriais foram realizadas a cada 20 dias de maturação. A avaliação sensorial consistiu na técnica de perfil livre. Após 20 dias de maturação, todos os queijos elaborados pela formulação B apresentaram-se mais úmidos e com maior retenção de sal que os queijos de formulação A, indicando a funcionalidade dos exopolissacarídeos formados pela cultura adjunta. Não houve diferença em relação ao teor de gordura e GES. Independente do tratamento de salga, os queijos da formulação B apresentaram aumento significativo no grau de proteólise secundária que repercutiu na melhoria da qualidade sensorial, pois aos 20 dias de maturação apresentaram um maior número de atributos relacionados a aroma e sabor e descrições de textura de caráter positivo tendo em vista a redução de 32 % do nível de gordura dos queijos. As análises dos queijos de formulação A demonstraram a atuação tardia da cultura no que diz respeito a formação de sabores, foram necessários 40 dias de maturação para mascarar o sabor amargo, metálico e residual oriundo das alterações realizadas. Além disso, ao longo dos 60 dias a intensidade da percepção de aroma e sabores foi reduzida e os atributos relacionados a textura indicaram com frequência um queijo quebradiço, consistente, seco e farelento, típicos defeitos causados pela redução de gordura. Desta forma é possível concluir que as culturas adjuntas contribuíram com a melhora da textura e sabor em queijo Minas Padrão com teor de gordura e cloreto de sódio reduzido.

**Palavras-chave:** Culturas adjuntas. Baixo teor de gordura. Substituição de cloreto de sódio. Cloreto de potássio.

## ABSTRACT

SANTIS, Valéria Barbosa Gomes. **Minas cheese standard with low sodium and fat: physico-chemical and sensory**. 2016. 67 f. Dissertação (Dissertation – Professional Master's Degree in Food Technology) - Federal Technology University - Parana. Londrina, 2016.

The adjunct cultures are widely used for the cheese industry, mainly for its ability to enhance the aroma and flavor of matured cheeses. This study evaluated the effect of application adjunct cultures in cheese standard Minas with low fat content and replacement of sodium chloride by potassium chloride on the physico-chemical and sensory characteristics over 60 days of aging at 14 ° C. Cheeses type standard Mines were made from pasteurized milk with 50% fat reduction, added lactic cultures composed of *Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris* (A) and *Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris*, *Lactobacillus helveticus* and *Streptococcus thermophilus* (B), which were salted in different proportions of sodium and potassium chloride, yielding the C treatment (100: 0), T1 (50:50) and T2 (30:70). The physicochemical and sensory analyzes were performed every 20 days old. The sensory evaluation consisted of free technical profile. After 20 days of ripening, cheeses all prepared by formulation B showed to be more moist and greater retention of salt the formulation of the cheese, indicating the functionality of exopolysaccharides formed by the adjunct culture. There was no difference in relation to the fat content and GES. Irrespective of treatment brining, cheese formulation B showed significant increase in the degree of secondary proteolysis reflected in improved sensory quality, since after 20 days of aging showed a greater number of attributes related to aroma and flavor and character texture descriptions positive in view of the reduction of 32% fat level of the cheese. Analysis of formulation A cheese showed delayed action culture as regards the formation of flavors, it took 40 days of aging to mask the bitter and metallic aftertaste arising from changes made. Moreover, over the 60 days of the intensity of the aroma and flavor perception was reduced and the texture-related attributes indicated often a brittle cheese, consistent, dry and crumbly, typical defects caused by the reduction of fat. Thus it can be concluded that the adjunct cultures contributed to the improved texture and flavor in cheese Minas Standard with reduced fat and sodium chloride.

**Keywords:** Cultures adjunct. Low fat. Replacement of sodium chloride. Potassium chloride.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Funções e efeitos do sal no queijo .....	19
Figura 1 – Configuração de consenso das amostras de queijos com 20 dias de maturação .....	40
Figura 2 – Configuração de consenso das amostras de queijos com 40 dias de maturação.....	43
Figura 3 – Configuração de consenso das amostras de queijos com 60 dias de maturação .....	46

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Elaboração de queijo Minas padrão com diferentes culturas lácticas e doses de NaCl e KC .....	28
Tabela 2 – Composição de queijo Minas elaborados a partir de diferentes formulações (A e B) e tratamentos com NaCl / KCl aos 20 dias de maturação.....	33
Tabela 3 – Quadro de análise do efeito adição da cultura adjunta, substituição de cloreto de sódio pelo potássio e tempo de maturação sobre os teores de nitrogênio solúvel e pH.....	35
Tabela 4 – Atributos com correlação superior a  0,35  para primeira dimensão.....	38
Tabela 5 – Atributos com correlação superior a  0,35  para segunda dimensão.....	39

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	12
2.1 OBJETIVO GERAL .....	12
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO .....	12
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	13
3.1 QUEIJO TIPO MINAS PADRÃO .....	13
3.2 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO QUEIJO MINAS PADRÃO .....	14
3.2.1 Maturação .....	17
3.2.2 Função do sal no queijo .....	19
3.3 QUEIJOS COM BAIXO TEOR DE GORDURA .....	20
3.4 UTILIZAÇÃO DE CULTURAS ADJUNTAS .....	21
3.4.1 <i>Lactobacillus helveticus</i> e <i>Streptococcus thermophilus</i> .....	21
<b>CAPÍTULO 1 - EFEITO DA ADIÇÃO DE <i>Lactobacillus helveticus</i> E <i>Streptococcus thermophilus</i> NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS DE QUEIJO MINAS PADRÃO LIGHT COM REDUZIDO TEOR DE NaCl</b> .....	23
INTRODUÇÃO .....	25
MATERIAIS E MÉTODOS .....	26
MATERIAIS .....	26
MÉTODO DE FABRICAÇÃO DO QUEIJO .....	27
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS .....	28
ANÁLISE SENSORIAL .....	30
Seleção dos avaliadores, familiarização com a metodologia e condições da execução do teste .....	30
ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	31
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	32
COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA .....	32
EVOLUÇÃO DA PROTEÓLISE E pH .....	34
ANÁLISE SENSORIAL .....	37
Seleção dos avaliadores e levantamento de atributos .....	37
Evolução dos atributos sensoriais ao longo da maturação .....	37
Avaliação dos queijos com 20 dias de maturação .....	40
Avaliação dos queijos com 40 dias de maturação .....	43
Avaliação dos queijos com 60 dias de maturação .....	45
CONCLUSÃO .....	48
REFERÊNCIAS .....	49
APÊNDICE A .....	58
APÊNDICE B .....	59
APÊNDICE C .....	60
ANEXO .....	64

## 1 INTRODUÇÃO

A fabricação de queijos no Brasil mostra uma grande variedade do produto, alguns oriundos de outros países e reproduzidos pelos colonos franceses, dinamarqueses, italianos, e ainda, queijos introduzidos por influência devido aos hábitos alimentares ingleses e americanos. O queijo Minas padrão, um dos mais antigos fabricados no país, trata-se de um queijo tipicamente brasileiro, estima-se que sua fabricação tenha se iniciado no século XIX, no estado de Minas Gerais. É um queijo de massa crua, prensado, com consistência semidura, tendendo à macia, possui coloração interna branco-creme e casca fina amarelada formada durante a maturação de 20 dias (BRASIL, 1952; FURTADO, 2005; ABIQ, 2014).

O queijo Minas padrão, assim como todos os queijos, é composto por elementos nutricionais importantes para a dieta alimentar como o cálcio, fósforo, magnésio e vitaminas e a ingestão do queijo ainda pode estar associada à melhoria óssea, ao mesmo tempo o queijo apresenta quantidade significativa de gordura saturada, colesterol e sódio e o consumo destes compostos aliado à falta de exercícios físicos dos consumidores são os principais fatores das doenças crônicas não transmissíveis. Visando amenizar esses fatores a Organização Mundial da Saúde desenvolveu orientações e estratégias para que os diversos setores de alimentos façam as reduções dos níveis destes compostos em seus produtos. No caso de queijos, a redução de sódio e gordura pode trazer importantes impactos nas suas características físico-químicas e sensoriais (GUINEE; FOX, 1993a; O'CONNOR; O'BRIEN, 2000; WHO, 2004; BRASIL, 2014).

A redução de gordura provoca alterações de elementos importantes que afetam diretamente a proteólise, fundamental para formação de textura, aroma e sabor. Vários são os efeitos indesejáveis no queijo devido à redução de gordura tais como a diminuição de sabor e aroma, intenso amargor e textura firme, seca, elástica, granulosa e aspecto de borracha (OHREN; TUCKEY, 1969; BANKS; EMMONS, et al., 1980; BRECHANY; CHRISTIE, 1989; LAWRENCE; GILLES; CREAMER, 1999; MISTRY, 2001). Uma alternativa viável para a indústria queijeira é a utilização de cepas selecionadas de bactérias ácido lácticas não iniciadoras, também chamadas de culturas adjuntas. As características destas culturas têm sido extensivamente estudadas e sua principal função é acelerar a maturação através da proteólise,

desenvolvendo melhoria sensorial uma vez que proporcionam quantidade significativa de aminoácidos livres (BOUZAR, CERNING, DESMEZEAUD, 1997; CHRISTENSEN et al., 1999; EL SODA; MADKOR; TONG, 2000).

Os efeitos da utilização de culturas adjuntas foram descritos em diversos estudos. Em queijo tipo Cheddar de reduzido teor de gordura contendo *Lactobacillus helveticus*, os valores de proteólise foram significativamente maiores que o controle com reduzido teor de gordura sem a cultura adjuvante. Este aumento de proteólise foi diretamente proporcional a qualidade sensorial, amenizando a percepção de sabor amargo e destacando o sabor característico de queijo (DRAKE et al., 1997). Em queijo tipo Kefalagroviera a cultura não influenciou significativamente na proteólise, mas o acúmulo de pequenos peptídeos e aminoácidos livres foi maior em relação a amostra controle (MICHAELIDOU et al., 2003).

O cloreto de sódio (NaCl), além de exercer a função de conservação pela capacidade de controlar o crescimento e atividade microbiana, ainda confere sabor salgado. Na tecnologia de queijos, a maior influência exercida pelo sal seria na maturação que pode ser prejudicada principalmente devido ao menor controle de atividade de água, alteração na conformação da proteína, inibição de enzimas e possíveis alterações na umidade do queijo devido a maior sinérese (GUINEE; FOX, 1993a).

Para que essas características não sejam alteradas e a redução do sódio seja efetiva, a substituição do NaCl por cloreto de potássio (KCl) tem se mostrado adequada, porém não ultrapassando os níveis de 30 a 40% devido ao amargor, o que o torna pouco aceitável (FITZGERALD; BUCKLEY, 1985; GUINEE; FOX, 1993a; GUINEE, 2004). Uma das vantagens da utilização do KCl é não apresentar influência sobre a proteólise, conforme verificado em queijo Mussarela de baixa umidade (AYYASH; SHAH, 2011a).

Até o momento nenhum estudo relata a possibilidade de reduzir a percepção do sabor amargo do KCl em queijos através da atuação de cultura adjunta aumentando a proteólise e, conseqüentemente a concentração de aminoácidos precursores de aroma e sabor. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da adição de *Lactobacillus helveticus* e *Streptococcus thermophilus*, como cultura adjunta, nas características físico-químicas e sensoriais de Queijo Minas padrão com reduzido teor de gordura e diferentes concentrações de NaCl e KCl.

## 2 OBJETIVO

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar as características físico-químicas e sensoriais de queijo Minas padrão com substituição parcial de NaCl por KCl e com reduzido teor de gordura, adicionado de *L. helveticus* e *S. thermophilus* como cultura adjunta.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar queijos com dois tipos de cultura láctica;
- Fabricar queijos com redução de 50% do teor de gordura e substituição de NaCl por KCl em até 70%;
- Avaliar a composição proximal dos queijos após 20 dias de maturação;
- Analisar a evolução da proteólise dos queijos através do índice de extensão e profundidade da proteólise e pH ao longo dos 60 dias de maturação;
- Caracterizar sensorialmente o queijo após 20, 40 e 60 dias de maturação através dos atributos levantados para as categorias de aparência, aroma, sabor e textura.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 QUEIJO TIPO MINAS PADRÃO

Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Queijos (ABIQ), considerando os 1500 laticínios inspecionados, o Brasil produziu cerca de um milhão de toneladas de queijos em 2013, apresentando crescimento de 75 % em relação ao ano de 2005, com movimentação de R\$18 bilhões. O principal destino da produção é o mercado interno, com consumo anual de 5,1 Kg per capita, com preferência pelos queijos dos tipos mozzarella, prato e requeijão. A estimativa é que até 2030 o consumo per capita de queijos alcance 11 Kg devido ao expressivo avanço do consumo total, que teve variação de taxa entre 8 a 9% anualmente (ABIQ, 2011; ROCHA, 2014).

O queijo Minas padrão é obtido pela ação de enzimas e bactérias ácido lácticas sobre o leite com teor de gordura padronizado, sua massa é do tipo crua e se diferencia do Minas frescal por apresentar um período de maturação. Após a maturação o queijo deve apresentar casca fina e amarelada, coloração branca ao creme ao ser fatiado, consistência semidura, sem grandes olhaduras, sabor e odor próprios, levemente ácidos e não picantes (FURTADO, 2005).

Segundo Furtado (2005), a diversidade de procedimentos de elaboração do queijo Minas padrão e condições da qualidade do leite de acordo com a região pode conferir ao queijo variações em sua composição. Em geral, a umidade varia entre 46-49%, sólidos totais 51-54%, gordura entre 23-25%, gordura no extrato seco 43-49% e cloreto entre 1,4 e 1,6% com pH de 5 a 5,1. Baseado no Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Queijos, os queijos, de um modo geral, podem ser classificados como queijo semi-gordo a gordo e de umidade média a alta, sem haver uma classificação especial para o queijo Minas padrão (BRASIL, 1996; FURTADO, 2005).

O processo de elaboração de queijos Minas padrão, segundo Furtado (2005), consiste basicamente na padronização do leite ao nível de 3,2% de gordura, pasteurização e resfriamento à temperatura ideal de coagulação, em torno de 35 °C. Alguns ingredientes tais como a cultura láctica, coalho e cloreto de cálcio são adicionados ao leite sob agitação. Após essas etapas inicia-se a coagulação, que dura

cerca de 50 minutos, seguindo às etapas de corte da coalhada, agitação, repouso, salga, enformagem e prensagem. Os queijos embalados a vácuo são direcionados à câmara de maturação, com temperatura controlada onde permanecem por no mínimo 20 dias para realização da cura ou maturação.

### 3.2 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO QUEIJO MINAS PADRÃO

Para obtenção de qualquer tipo de produto lácteo de qualidade são necessários alguns cuidados com a matéria prima, o leite. A legislação brasileira determina algumas características físico-químicas do leite destinado à produção de queijos em geral. Aspectos como a padronização do teor de gordura, pH, acidez titulável, estabilidade ao alizarol 72%, densidade, proteínas, extrato seco total e cinzas, que devem ser rigorosamente controlados (BRASIL, 2011).

A padronização permite que ao final de cada processo de produção e maturação os queijos sejam uniformes, podendo apresentar apenas as variações relacionadas à raça do animal, clima, manejo e alimentação do animal, entre outras (JOHNSON; LAW, 2010).

Outra etapa de extrema importância para qualidade do produto final é a pasteurização do leite, já que o queijo pode causar intoxicação alimentar ou se tornar fonte de microrganismos patogênicos ao consumidor (FOX, 1993a). O processo de pasteurização consiste no emprego do calor com a finalidade de destruir totalmente a flora microbiana patogênica, porém sem alterar a constituição física e equilíbrio do leite, não influenciando ainda seus elementos bioquímicos e propriedades sensoriais (BRASIL, 1952).

Embora a pasteurização do leite seja essencial, o processo acaba exercendo influência sobre alguns aspectos tecnológicos que dificultam a fabricação do queijo. A coagulação do leite, por exemplo, se torna mais difícil devido à desnaturação das proteínas do soro do leite e sua interação com as micelas  $\kappa$ -caseína. A desnaturação da  $\alpha$ -lactoalbumina e sua interação com a  $\kappa$ -caseína faz com que a  $\kappa$ -caseína se torne menos acessível ou mais resistente à ação do coalho. Outra possível alteração devido ao tratamento térmico é o desequilíbrio cálcio-fósforo, em que parte do cálcio iônico passa a fosfato de cálcio coloidal e não solúvel, o que torna a coagulação demorada

ou incompleta, dando origem a um coágulo frágil. Neste caso, uma prática comumente utilizada é a adição de  $\text{CaCl}_2$  antes do coalho para que a coagulação ocorra mais facilmente uma vez que as micelas são altamente sensíveis ao aumento da concentração de  $\text{Ca}^{2+}$  (DALGLEISH, 1993; FOX, 1993a).

A etapa seguinte é a adição de cultura láctica que possuem papel fundamental na elaboração da maioria dos queijos e sua escolha varia de acordo com a tradição do tipo de queijo, a quantidade de ácido a ser produzido durante a fabricação, no sabor e nas características desejadas após a maturação. As culturas lácticas possuem como principal característica a produção de ácido láctico, que atinge geralmente de 1 a 4 °Dornic. Embora esta acidificação não seja intensa, ela tem um efeito marcante na ação do coalho, que tem seu poder coagulante aumentado. Além de ajudar na ação das enzimas do coalho essa acidificação aumenta sensivelmente a coesão ou consistência do coágulo, auxilia na dessora e confere condições que limitam o crescimento de bactérias indesejáveis no queijo (COGAN; HILL, 1993; JOHNSON; LAW, 2010).

As culturas lácticas comumente utilizadas para elaboração de queijos são as mesofílicas e as termofílicas, que se diferenciam pela temperatura ótima de crescimento, 30 °C e 45 °C, respectivamente. O fermento láctico do tipo O, composto de *Lactococcus lactis* e *Lactococcus cremoris*, é utilizado tradicionalmente para a elaboração de queijos Minas padrão. A adição de fermento ocorre entre 0,5 a 2% em relação ao leite, o mesmo deve estar homogêneo, ou seja, sem grumos de coágulo a fim de permitir sua perfeita distribuição no leite. A adição é feita antes do coalho, cerca de 20 a 30 minutos para que a cultura tenha tempo para agir sobre o leite (OLIVEIRA, 1986; FURTADO, 1991; JOHNSON; LAW, 2010).

A adição do coalho deve estar nas proporções exatas em função da sua atividade e do tempo de coagulação que se deseja. Antes de ser adicionado ao leite, o coalho deve ser diluído visando facilitar a sua distribuição e evitar formações de flocos de coágulo no primeiro contato do coalho concentrado com o leite. A diluição é feita geralmente com água destilada, nas proporções de 1:10 para o coalho na forma líquida. A adição do coalho diluído é feita aos poucos, agitando o leite a fim de conseguir uma completa distribuição, porém a mesma não deve durar mais que 2 a 3 minutos, após o qual o leite deve ser deixado em completo repouso até que se obtenha a coagulação, que normalmente ocorre dentro de 45 minutos. É indispensável a manutenção da temperatura do leite durante a coagulação e, para isso geralmente se



empregam tanques com paredes duplas, onde é possível circular água aquecida visando manter a temperatura do leite (OLIVEIRA, 1986).

A função do coalho é coagular a caseína presente no leite. A principal enzima presente no coalho responsável por essa ação é quimosina que atua hidrolisando ligações peptídicas da caseína, transformando-a em para-k-caseína que precipita em presença de íons  $\text{Ca}^{2+}$  formando a coalhada. Este processo é dependente da temperatura, do pH e do teor de cálcio do leite. A temperatura ótima de ação do coalho é em torno de 40 °C, mas costuma-se utilizar temperaturas ligeiramente mais baixas (em torno de 35 °C) para evitar que a coalhada fique muito firme (OLIVEIRA, 1986; DALGLEISH, 1993).

A coagulação é interrompida em função da consistência de gel ou coágulo formado, denominado ponto de corte da massa. O momento destinado ao corte deve estar bem determinado, pois se o corte for realizado antes do ponto dará origem a um coágulo frágil, haverá perdas de caseína e de gordura no soro, ocasionando quedas no rendimento. Por outro lado, se for realizado após o ponto de corte o coágulo se tornará muito rígido dificultando a dessora, podendo dar origem a queijos com diferentes teores de umidade (JOHNSON; LAW, 2010).

Após atingir o ponto de corte, o coágulo é fracionado visando acelerar o fenômeno de sinérese, que promoverá a dessora da massa. O corte deve ser regular para que não tenha diferença de umidade entre os grãos e desigualdade na acidificação produzida pelas bactérias. Para obter uniformidade são utilizadas liras com fios cortantes dispostos paralelamente com 1 cm de distância. Quanto menor for o tamanho do grão maior será a quantidade de gordura perdida, menor volume dentro da coalhada e menor retenção de soro no queijo, além de aumentar as perdas de massa finamente subdivididas no momento da separação do soro. Com o corte do coalho inicia-se imediatamente a eliminação de soro, os grãos de coalhada são levemente agitados e intensificando à medida que os grãos se tornam mais firmes. O ponto da massa é avaliado pelo manipulador sentindo a consistência dos grãos ao pressioná-los com a mão, cerca de 45 a 50 minutos após o início da agitação. Ao se atingir o ponto de massa, a mesma é deixada decantar durante 5 a 10 minutos e o soro é drenado pela saída do tanque (OLIVEIRA, 1986; FURTADO, 2005).

A salga do queijo pode ocorrer de quatro formas: direto no leite, na coalhada, por imersão em salmoura ou a seco. Em queijos de alta umidade adota-se o processo de salga na coalhada ou por imersão em salmoura. A salga na coalhada colabora com

maior difusão e uniformidade do sal na massa do queijo, porém este processo não colabora com o reaproveitamento do soro. Para realização da salga direto na massa recomenda-se não drenar o soro por completo a fim de facilitar a completa distribuição do sal e obtenção de uma salga homogênea (OLIVEIRA, 1986; FOX, 2000a).

Em seguida a massa é colocada em formas adequadas e em seguida prensadas mecanicamente. A enformagem dos queijos Minas padrão ocorrem em formas cilíndricas chatas. Nesta etapa é necessário fracionar a massa antes de inserir em formas, onde estas são submetidas a prensagem por um período de 2 a 3 horas para promover a dessora do queijo e sua moldagem. Durante esta etapa, os queijos são virados em intervalos de 30 minutos na primeira viragem seguido de intervalos de 1 hora entre as demais viragens. Nesta etapa ocorre a fermentação do queijo colaborando com a sinérese da coalhada. Em seguida os queijos são resfriados e secos por um período, seguido de envase em embalagens poliméricas a vácuo e armazenados em câmara de maturação a uma temperatura média de 12 °C por um período de 20 dias (FURTADO, 2005; OLIVEIRA, 1986; JOHNSON; LAW, 2010).

### 3.2.1 Maturação

A maturação consiste em uma série de processos físicos, bioquímicos e microbiológicos que ocorre em todos os queijos, exceto naqueles que são consumidos frescos, com a finalidade de proporcionar características específicas. Estes processos alteram a composição química dos queijos, principalmente seu conteúdo em açúcares, proteínas e lipídeos (FOX et al, 2000a; PERRY, 2004).

Segundo Furtado (2005), o queijo Minas padrão deve ser maturado por no mínimo 20 dias para desenvolvimento de suas características sensoriais típicas. A maturação dos queijos é feita em câmaras com controle de temperatura e umidade.

Basicamente o processo de maturação de queijos consiste nas etapas de glicólise, proteólise e lipólise. A glicólise ocorre mediante ação das culturas lácticas e se trata do processo de fermentação da lactose residual com produção de ácido láctico em proporções variáveis, além da formação de outros compostos como o ácido acético e o ácido propiônico por culturas secundárias. A proteólise consiste na hidrólise de caseína a produtos que podem variar desde grandes polipeptídeos,

peptídeos intermediários e de pequeno porte, liberando aminoácidos livres e seus produtos de degradação (FOX; MCSWEENEY; SINGH, 1995; FOX et al., 2000b).

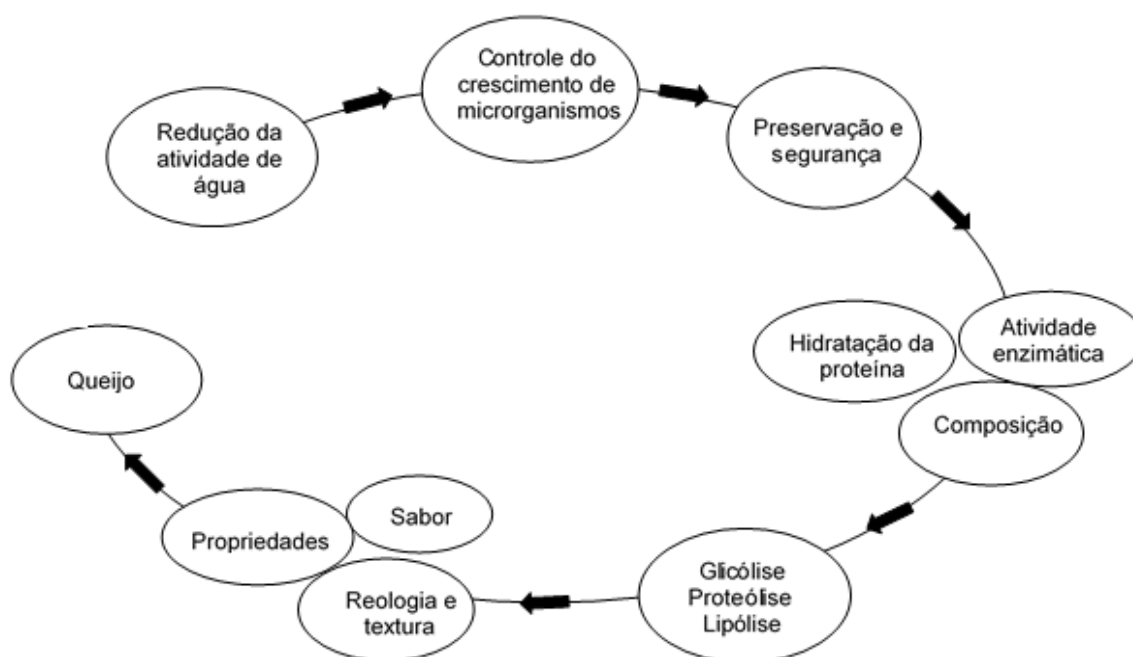
A proteólise proporciona diferentes contribuições para a maturação do queijo e está diretamente relacionado a formação de sabor por meio de aminoácidos e peptídeos, alguns dos quais podem causar aromas anormais conferindo amargura indiretamente, através de catabolismo dos aminoácidos. A proteólise também fornece maior liberação de compostos precursores de sabor que são percebidos na mastigação, promove mudanças no pH através da formação de amônia e causa mudanças na textura resultante da quebra da rede proteica e uma maior ligação de água pelos grupos amino e carboxílicos recém-formados (FOX et al., 2000c).

A evolução da proteólise é medida de acordo com o grau de degradação de caseína, podendo ser dividida em proteólise primária e secundária. A proteólise primária ocorre principalmente pela atuação das enzimas residuais do coagulante, e pode ser calculada pelo índice de extensão da proteólise (IEP). Este índice é a razão entre nitrogênio não caseico e o nitrogênio total, ou seja, quanto maior a atividade proteolítica primária, mais peptídeos solúveis em pH 4,6 são liberados da caseína. O índice de profundidade de proteólise (IPP) é um indicador do grau de proteólise secundária, que é obtido da razão entre o nitrogênio não proteico e o nitrogênio total. A proteólise secundária ocorre principalmente devido à ação das culturas lácticas iniciadoras, e pode ser quantificada pela determinação de pequenos peptídeos e aminoácidos livres (WOLFSCHOON-POMBO, 1983; FOX, 1993a; FOX et al., 1993b; PERRY, 2004).

Já a lipólise consiste na hidrólise de triglicerídeos através da ação das lipases e esterases e resulta na formação de glicerídeos simples, e liberação uma quantidade limitada de ácidos graxos livres, mas suficiente para influenciar na formação de aroma e sabor em alguns tipos de queijos maturados (FOX et al., 1993b). Fox (2000a) menciona que espécies de *Lactococcus* e *Lactobacillus* possuem baixa atividade lipolítica quando comparados aos fungos e bactérias. Por outro lado, se não houver lipases e esterases de outros microrganismos, essas bactérias podem ser os principais agentes lipolíticos.

### 3.2.2 Função do sal no queijo

A adição de sal em queijos vai além da função de conferir sabor salgado pois sua concentração e distribuição tem grande influência sobre vários aspectos da qualidade do queijo (Figura 1). O sal inibe a atividade e crescimento dos microrganismos, incluindo os patogênicos, também inibe a atividade de várias enzimas. O sal afeta ainda a sinérese da coalhada uma vez que controla a expulsão do soro de leite e assim, a redução de umidade do queijo o que influencia a solubilidade e provavelmente a conformação de algumas proteínas relacionadas à formação de textura (FOX et al., 2000d).



**Figura 1. Funções e efeitos do sal no queijo**

**Fonte:** GUINEE; O'KENNEDY, 2007 (adaptação).

Devido à associação do consumo de NaCl com algumas doenças, diversas estratégias estão sendo utilizadas para a elaboração de queijos com teor reduzido de sódio. Uma delas é reduzir o nível de sal ao mínimo ou abaixo do nível de sal exigido, sem comprometer a qualidade natural do queijo. Outra estratégia é a utilização de outros sais, tais como o KCl, MgCl<sub>2</sub> e CaCl<sub>2</sub> para a substituição do NaCl. Porém,

estudo indicam que ao contrário do sódio, cátions como o potássio, magnésio, cálcio e amônio apresentam-se mais amargos e levemente salgados. Por isso, a substituição total do NaCl por outro sal não é adequada, porém uma substituição parcial tem se mostrado como um importante recurso para redução de sódio em queijo (GUINEE; O'KENNEDY, 2007).

### 3.3 QUEIJOS COM BAIXO TEOR DE GORDURA

Produção de queijo com baixo teor de gordura é considerado um desafio para a indústria porque ocasiona efeitos significativos na textura, sabor e funcionalidade do produto final (MISTRY, 2001; BANKS, 2004; JOHNSON et al., 2009).

A gordura contribui para as características físicas do queijo, tais como a opacidade e textura e é um precursor para muitos compostos aromatizantes lipossolúveis, essenciais para a percepção de compostos voláteis. Os queijos com baixo teor de gordura costumam ser rejeitados em relação à sua versão integral principalmente pelos defeitos sensorialmente perceptíveis. O queijo se apresenta como seco, com aumento de firmeza, elasticidade e granulação. Isso se deve principalmente pela desagregação insuficiente da matriz da caseína e pela hidrólise da  $\alpha_{S1}$ -caseína. Também ocorre redução na intensidade de percepção de aroma e sabor pela falta de um solvente de natureza lipídica para solubilização dos compostos de sabor, ocorre também a formação de sabor amargo. Além disso, a falta de gordura pode inibir a ação de algumas reações enzimáticas que também contribuem para a formação de sabor em queijos e alterar os produtos finais da lipólise e proteólise (MISTRY, 2001; JANHOJ; QVIST, 2010).

Muitas alternativas visando amenizar os defeitos causados pela falta de gordura estão sendo utilizados. Geralmente estas alternativas envolvem mudanças na composição química e outras propriedades que podem, por sua vez, afetar a maturação do queijo e influenciar a formação do sabor (JANHOJ; QVIST, 2010). Os substitutos de gordura consistem basicamente em proteínas combinadas com outros materiais que imitam as propriedades da gordura aprisionando água e preenchendo a rede caseica tridimensional e, conseqüentemente, conferindo sensação de lubrificação e cremosidade. Porém, os substitutos não são capazes de substituir

totalmente as propriedades funcionais não-polares da gordura, tais como a sua capacidade de transportar sabor (ARDÖ, 1997)

### 3.4 UTILIZAÇÃO DE CULTURAS ADJUNTAS

Vários estudos relatam resultados obtidos pela adição de culturas adjuntas, em sua maioria bactérias ácidos lácticas, à cultura de arranque. As culturas adjuntas são adicionadas com a finalidade de aumentar a taxa da degradação da caseína e de desenvolvimento de aroma e sabor. Podem ser encontradas comercialmente e compostas por uma ou mais cepas de bactérias relacionados à fabricação de queijos. Estudos indicam que a inoculação dessas culturas melhora o sabor de queijos devido ao aumento da concentração de aminoácidos livres (WILKINSON, 1993; ARDÖ, 1997; FOX, 2000b).

Dentre as diversas combinações de bactérias ácido lácticas as estirpes de *S. thermophilus* e *L. helveticus* podem apresentar incremento na qualidade do produto final. A maioria das estirpes de *S. thermophilus* são incapazes de fermentar a galactose, assim o *L. helveticus* atua convertendo a galactose em ácido láctico e contribui para a formação de compostos aromatizantes específicos (HOIER et al., 2010).

Outra importante propriedade de algumas culturas adjuntas é a capacidade de produzir exopolissacarídeos. Estes compostos exercem importantes funções em queijos com baixo teor de gordura, principalmente aquelas decorrentes de sua capacidade de reter a umidade e por diminuir a sinérese, fator essencial para formação de textura (AGRAWAL, 2008).

#### 3.4.1 *Lactobacillus helveticus* e *Streptococcus thermophilus*

*Lactobacillus helveticus* pertence ao grupo das bactérias ácido láctica, tendo o ácido láctico como principal produto de seu metabolismo e ainda cetonas, aldeídos e compostos sulfurosos. É uma bactéria homofermentativa, capaz de fermentar a

galactose, glicose e lactose e termofílica, com temperatura ótima entre 42 a 45 °C, podendo resistir até 55 °C e pH ótimo de crescimento entre 5,5 a 5,8. Esta espécie é utilizada na fabricação de queijo tipo Swiss, queijos curados italianos, além de leite fermentado (GATTI et al., 2004; VINDORELA et al., 2007). A adição do *L. helveticus* como cultura adjunta é considerada muito importante para a indústria de laticínios por apresentar capacidade de reduzir o sabor amargo, devido à sua especificidade por ligações contendo prolina, além de conferir sabor característico ao queijo. Tem sido utilizado como cultura adjunta na produção de queijos semiduros de baixo teor de gordura, promovendo aumento dos níveis de proteólise, diminuição do sabor amargo e intensificação dos sabores desejáveis (DRAKE; SWANSON, 1995)

O sistema proteolítico do *L. helveticus* é considerado altamente eficaz, inclusive em relação aos outros lactobacilos. É considerada uma bactéria exigente com requisitos nutricionais complexos de aminoácidos, peptídeos, base de nucleotídeos, vitaminas, minerais e hidratos de carbono e produz peptídeos curtos e aminoácidos livres a partir da matriz de caseína com a finalidade de garantir suas necessidades nutricionais (SAVIJOKI; INGMER; VARMANEN, 2006).

*S. thermophilus* é considerada a segunda bactéria ácido láctica mais importante para a indústria e é amplamente utilizada para elaboração de diversos produtos lácteos. Um dos principais papéis de *S. thermophilus* para a fermentação do leite é fornecer o metabolismo do açúcar conferindo uma rápida acidificação. Além da produção do ácido láctico seu metabolismo confere outra propriedade tecnológica importante, a atividade proteolítica (HOLS et al., 2005; DE VUYST; TSAKALIDOU, 2008). Estas bactérias também são consideradas nutricionalmente exigentes. O sistema proteolítico deste grupo de bactérias compreende cerca de 20 enzimas proteolíticas e está formado por proteases capazes de hidrolisar a caseína, por um conjunto de transporte de aminoácidos e de peptídeos necessários para a importação de aminoácidos e por um grupo de peptidases intracelulares envolvidas na hidrólise de peptídeos derivados da caseína (HOLS et al., 2005).

**ARTIGO**

**EFEITO DA ADIÇÃO DE *Lactobacillus helveticus* E *Streptococcus thermophilus*  
NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS DE QUEIJO MINAS  
PADRÃO LIGHT COM REDUZIDO TEOR DE NaCl.**



## **Efeito da adição de *Lactobacillus helveticus* e *Streptococcus thermophilus* nas características físico-químicas e sensoriais de queijo Minas padrão light com reduzido teor de NaCl.**

### **RESUMO**

O estudo consistiu na avaliação físico-química de queijo Minas padrão light com substituição de cloreto de sódio pelo potássio de até 70% e adição de cultura adjunta, maturados por 60 dias a 14 °C. O teor de gordura, gordura no extrato seco e proteína aos 20 dias não apresentaram diferença estatística entre a formulação A (*Lc. Lactis* e *Lc. cremoris*) e formulação B (*Lc. lactis*, *Lc. cremoris*, *Lb helveticus* e *St thermophilus*) e entre os tratamentos de salga. Houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) no perfil proteolítico nos queijos com cultura adjunta (B), apresentando proporções maiores de nitrogênio solúvel em TCA 12% além de um aumento de umidade, retenção de sal e cinzas, permitindo concluir que o uso de cultura adjunta colaborou com o aumento da atividade proteolítica. Aumento similar foi observado considerando as características sensoriais levantadas pelos 16 avaliadores, que avaliaram os queijos após 20, 40 e 60 dias de maturação através do método Perfil Livre. A cultura adjunta demonstrou atuação positiva logo aos 20 dias de maturação apresentando um maior número de atributos relacionados a aroma e sabor que puderam atenuar o sabor amargo da redução de gordura e presença de KCl e as descrições de textura que relacionam a um queijo de versão integral no nível de gordura. Os queijos de formulação A apresentaram redução na intensidade de atributos relacionados a aroma e sabor, apenas aos 40 dias deixou de apresentar o atributo amargo, concluindo que a cultura empregada produz tardiamente condições para minimizar os defeitos causados pelas modificações de gordura e sal.

**Palavras-chave:** Perfil livre, cloreto de potássio, maturação, cultura adjunta.

### **ABSTRACT**

This study consisted of physical-chemical evaluation of the standard Minas light cheese with replacing sodium chloride by 70% of potassium and adding adjunct culture, matured for 60 days at 14°C. The fat content, the fat in dried extract and the protein at the 20th day, didn't presented statistical difference between the formulation A (*Lc. lactis* and *Lc. cremoris*) and formulation B (*Lc. lactis*, *Lc. cremoris*, *Lb. helveticus* and *St. thermophilus*) and between the salting treatments. There was a significant effect ( $p < 0,05$ ) in the proteolytic profile in cheeses with adjunct culture (B), presenting higher proportions of soluble nitrogen in TCA 12% likewise a humidity increase, salt retention and ashes, allowing to conclude that the use of adjunct culture collaborated with the proteolytic activity increase. Similar increase was observed considering the sensory characteristics raised by 16 assessors who evaluated the cheeses after 20, 40 and 60 days of maturation through this profile free method. The adjunct culture demonstrated positive activity soon after 20 days of maturation presenting a greater number of attributes related to aroma and flavor that might mitigate the bitter taste of fat reduction and the presence of KCl and texture descriptions that relate to a full cheese version in the level of fat. The formulation A cheeses presented reduction in the intensity of attributes related to aroma and flavor, only by the 40th day it let to present the bitter attribute, concluding that the imposed culture lately produces conditions to minimize the defects caused by the modification of fat and salt.

**Keywords:** Free profile, potassium chloride, maturation, adjunct culture.

## 1 INTRODUÇÃO

O queijo tipo Minas padrão tem origem brasileira no Estado de Minas Gerais e é popularmente consumido em todo o país. Este queijo é produzido industrialmente e apresenta massa crua, prensada, semi-macia e maturado por um período mínimo de 20 dias por culturas lácticas compostas por *Lactococcus lactis* (*Lc. lactis*) e *Lactococcus cremoris* (*Lc. cremoris*). O aspecto do queijo é cilíndrico achatado, apresenta crosta amarelada e ao fatiar apresenta uma massa branca leitosa, possui sabor suave, pouco ácido com fundo ligeiramente amargo devido à proteólise. Normalmente é produzido com leite padronizado com teor de 3,2% a 3,5% de gordura, sendo classificado como semi-gordo a gordo, de umidade média a alta (BRASIL, 1996; FURTADO, 2005).

O queijo Minas padrão, assim como a maioria dos tipos de queijo, apresenta quantidade considerável de gorduras saturadas, colesterol e sódio. Nos últimos anos a preferência por alimentos com teor reduzido de gordura e sódio vem aumentando, porém, esses elementos são essenciais para qualidade do produto final. A retirada parcial ou total de gordura em queijos provoca alterações que afetam diretamente a proteólise, fundamental para formação da textura, aroma e sabor durante a maturação. Em queijos com baixo teor de gordura, alguns efeitos indesejáveis podem ser observados, tais como a diminuição de sabor e aroma, intenso amargor, textura firme, menos úmida, maior elasticidade e coesividade, e aspecto borrachento, que colaboram para uma menor preferência do produto em relação a sua versão integral (OHREN; TUCKEY, 1969; EMMONS; KALAB; LARMOND, 1980; BANKS; BRECHANY; CHRISTIE, 1989; LAWRENCE; GILLES; CREAMER, 1999; MISTRY, 2001; WHO, 2004; SAHAN, 2007). Para redução do teor de sódio em queijos, dentre as técnicas utilizadas, a substituição de NaCl por KCl tem se mostrado a mais adequada. Sua aplicação foi amplamente estudada demonstrando que o mesmo não afeta a proteólise em queijo Mussarela de baixa umidade (AYYASH; SHAH, 2011a) e Cheddar (REDDY; MARTH, 1993). Porém, é recomendado que a incorporação de KCl em queijos não ultrapasse níveis de 30 a 40% devido ao amargor residual que o potássio confere aos alimentos (GUINEE, 2004).

Uma alternativa avaliada pelas indústrias queijeiras para o aumento da qualidade de queijos é a utilização da cultura iniciadora em conjunto a culturas

formadas por cepas selecionadas de bactérias ácido lácticas não iniciadoras (NSLAB). Estas culturas são também chamadas de culturas adjuntas e possuem como principal característica a capacidade de acelerar a maturação através da proteólise, desenvolvendo melhoria sensorial uma vez que proporcionam quantidade significativa de aminoácidos livres precursores de aroma e sabor (BOUZAR; CERNING; DESMAZEAUD, 1997; CHRISTENSEN et al., 1999; EL SODA; MADKOR; TONG, 2000). A análise sensorial de Perfil livre foi a técnica escolhida para avaliar as características sensoriais dos queijos Minas padrão, elaborados neste estudo. Esta técnica se baseia no princípio de que as pessoas possuem as mesmas percepções sensoriais em relação a um determinado produto mesmo quando se expressam através de termos diferentes (WILLIAMS; LANGRON, 1984; VERRUMA-BERNARDI; DAMÁSIO, 2004).

O Perfil livre possui algumas vantagens comparativamente a outras análises sensoriais descritivas, principalmente por reduzir o tempo de condução da análise e eliminar as etapas de treinamento e seleção final dos avaliadores. Outra vantagem é o fato de não haver necessidade do desenvolvimento de uma terminologia de consenso já que os avaliadores podem utilizar o número de descritores que desejarem e conforme a experiência e familiaridade com o produto, proporcionando informação similar à do consumidor (OLIVEIRA; BENASSI, 2003; VERRUMA-BERNARDI; DAMÁSIO, 2004).

Deste modo, o presente estudo avaliou o efeito da adição de *Lactobacillus helveticus* e *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*, nas características físico-químicas, sensoriais de Queijo Minas padrão com reduzido teor de gordura e de cloreto de sódio.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 MATERIAIS**

O leite utilizado foi obtido em um laticínio localizado em Londrina /Paraná, Brasil, que segue os padrões de identidade e qualidade para fabricação de leite do

tipo A. O coagulante líquido empregado (Estrella®, Chr. Hansen) foi composto por quimosina produzida por fermentação com o poder coagulante de 1:3000. As culturas utilizadas para a produção dos queijos foram: *Lc. lactis* e *Lc. cremoris*, denominação comercial DVS R-704 (Chr. Hansen) e *Lc. lactis*, *Lc. cremoris*, *L. helveticus* e *S. thermophilus*, DVS RSF-736 (Chr. Hansen), segundo especificações do fabricante, produtor de exopolissacarídeos (EPS<sup>+</sup>).

## 2.2 MÉTODO DE FABRICAÇÃO DO QUEIJO

A elaboração dos queijos ocorreu em diferentes datas, com intervalos de 15 dias, totalizando os experimentos 1, 2 e 3. Em cada experimento foram produzidos seis tipos de queijos, sendo uma peça de 1 Kg e uma peça de 500 g para cada tratamento, direcionados posteriormente à análise sensorial e análise físico-química, respectivamente.

Os queijos Minas padrão foram elaborados conforme a metodologia descrita por Furtado (2005) com modificações. Para realização de cada experimento foram utilizados 70 L de leite padronizado a 1,6% de gordura e pasteurizado a 65°C por 30 minutos no Laboratório de Laticínios da Universidade Tecnológica Federal do Paraná *campus* Londrina-PR. A formulação denominada A consistiu na elaboração do queijo Minas padrão adicionado de cultura láctica iniciadora tradicional composta por *Lc. lactis*, *Lc. cremoris*, e a formulação denominada B recebeu o fermento contendo cultura adjunta composto por *Lc. lactis*, *Lc. cremoris*, *L. helveticus* e *S. thermophilus*.

O leite padronizado e pasteurizado foi ajustado para a temperatura de 35 °C em um tanque de coagulação seguido de adição do fermento láctico das formulações A ou B na dose recomendada pelo fabricante, 0,04% de cloreto de cálcio diluído a 50% (v. v<sup>-1</sup>) e mantido em agitação por 15 minutos. Por último adicionou-se quimosina na proporção recomendada pelo fabricante para a quantidade de leite utilizada. Esta mistura permaneceu em repouso por 50 minutos para a obtenção da coalhada, posteriormente realizou-se o corte em cubos de 1 cm<sup>3</sup> e após um repouso de 5 minutos efetuou-se uma agitação por 40 minutos e dessora parcial da coalhada.

A salga foi do tipo direto na massa, para isso a coalhada foi dividida em três partes iguais e cada tratamento recebeu um total de 1% (p. v<sup>-1</sup>) de sal com diferentes proporções de NaCl e KCl conforme descrito na Tabela 1.

**Tabela 1 - Elaboração de queijo Minas padrão com diferentes culturas lácticas e doses de NaCl e KCl.**

Formulação <sup>1</sup>	Tratamento
	C (100% NaCl)
A / B	T1(50% NaCl/ 50% KCl)
	T2 (30% NaCl/ 70% KCl)

<sup>1</sup>Formulação A (*Lc. lactis* e *Lc. cremoris*); Formulação B (*Lc. lactis*, *Lc. cremoris*, *L. helveticus* e *S. thermophilus*).

Após a difusão do sal realizou-se a dessora total seguido de pré-prensagem com pressão equivalente ao dobro do peso da coalhada por um período de 10 minutos. Finalmente a coalhada foi transferida para formas cilíndricas de 1 Kg e 500 g, os quais foram submetidos a prensagem de 30 minutos com pressão equivalente a 10 vezes o peso do queijo, seguido de viragens e prensagens com intervalo de 1 hora, totalizando 3 horas. Os queijos foram desenformados e submetidos a secagem a temperatura de 10 °C por um período de 24 horas. Os queijos foram embalados a vácuo e maturados em câmaras de maturação a temperatura de 14 °C.

### 2.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Para realização das análises físico-químicas de cada tratamento foi realizada amostragem utilizando 100g de queijo. Essas amostras foram trituradas, identificadas e mantidas sob refrigeração até o momento das análises. Após a amostragem o restante do queijo era embalado a vácuo e direcionado novamente à câmara de maturação. Todas as análises foram feitas em triplicata. Os resultados apresentados são referentes às médias das três repetições do processo.

A composição dos queijos foi verificada após 20 dias de maturação, avaliando os teores de extrato seco total (EST) e umidade por método gravimétrico (AOAC, 2003), o teor de cinzas determinado por calcinação em mufla a 550°C por 12 horas e o teor de cloretos determinado pelo método argentométrico (AOAC, 2003). O teor de gordura foi determinado pelo método volumétrico empregando butirômetro de Gerber (IAL, 2008) e gordura no extrato seco (GES) foi determinada pela razão entre a gordura e o extrato seco total.

A determinação da proteólise nos queijos foi avaliada aos 0, 20, 40 e 60 dias de maturação. O pH foi medido pelo método potenciométrico (AOAC, 1997). A determinação de nitrogênio total (NT) seguiu método micro-Kjedahl e os resultados de nitrogênio foram multiplicados pelo fator de 6,38 para obtenção dos valores equivalente a proteína (AOAC, 2003). As frações de nitrogênio solúvel (NS) foram determinadas como nitrogênio não caseico (NNC) e nitrogênio não proteico (NNP). Para obtenção dos valores de NS-NNC a amostra foi solubilizada em solução de citrato de sódio 0,5 M e precipitada em pH 4,6 com solução de ácido clorídrico 1,41 N (VAKALERIS; PRICE, 1959). Os valores de NS-NNP foram obtidos nas amostras previamente solubilizadas em citrato de sódio 0,5 M e posteriormente precipitadas com ácido tricloroacético 12% (TCA) conforme descrito por Gripon (1975).

Os precipitados formados em NNC e NNP foram separados por filtração e a solução límpida determinou-se o teor de nitrogênio solúvel pelo método micro-Kjedahl. Os teores de nitrogênio solúvel indicam a proteólise primária e secundária através dos índices de extensão de maturação e profundidade de maturação, respectivamente, através dos cálculos das Equações 1 e 2 (WOLFSCHOON-POMBO, 1983).

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

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

## 2.4 ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial de Perfil livre considerou atributos relacionados a aparência, aroma, sabor e textura dos queijos Minas padrão das formulações A e B com diferentes níveis de cloreto de sódio e potássio.

As amostras direcionadas à análise sensorial foram fracionadas dos queijos de 1 Kg dos experimentos 1 e 2. Após o fracionamento os queijos eram embalados a vácuo e retornavam para a câmara de maturação. Os queijos foram avaliados aos 20, 40 e 60 dias de maturação.

Em todas as etapas do estudo, foram adotados os aspectos éticos da pesquisa envolvendo seres humanos, de acordo com a Resolução nº466/12 do Conselho Nacional de Saúde – CNS. A pesquisa teve início após o parecer consubstanciado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, CAAE: 50738515.9.0000.5547.

### 2.4.1 Recrutamento dos avaliadores, familiarização com a metodologia e condições da execução do teste

A análise sensorial foi realizada mediante autorização pelo Foram recrutados 16 participantes com base em sua disponibilidade de tempo e interesse. Para caracterização da equipe, foram solicitados dados de faixa etária, sexo, escolaridade, condições de saúde e hábitos de consumo de queijo.

Realizou-se uma sessão para apresentação do produto e procedimentos dos testes e o levantamento de atributos foi realizado pelo Método de Rede (MOSKOWITZ, 1983). Para familiarizar os avaliadores com atributos encontrados em queijos foram apresentados queijos com características sensoriais distintos, queijo Minas padrão tradicional, queijo Minas padrão com teor reduzido de gordura, ricota e queijo Minas frescal adquiridos no comércio local. Os avaliadores foram orientados a indicar os termos que descrevessem as amostras em relação às categorias aparência, aroma, sabor e textura.

Em outra sessão os avaliadores realizaram o levantamento dos atributos com as amostras do estudo. As definições dos atributos levantados pelos avaliadores foram descritas em uma entrevista individual, possibilitando a elaboração de um glossário que expressa o significado dos atributos para cada avaliador. Após a definição dos atributos montou-se para cada avaliador uma ficha de avaliação sensorial empregando a escala híbrida de 10 cm ancorada nos extremos com expressões de intensidade para o atributo (RUA, 2003).

As amostras de queijo foram fracionadas em cubos de 1,5 cm de aresta e foram apresentadas aos avaliadores em pratos plásticos codificados com três dígitos e dispostos de forma aleatória, servidas a temperatura ambiente em cabines individuais sob luz branca. Os avaliadores foram orientados a tomarem água entre uma amostra e outra. Cada avaliador recebeu a sua ficha de avaliação com os atributos específicos e o glossário.

Realizou-se duas sessões diárias (manhã e tarde), cada uma com três amostras de queijo aleatorizadas que foram analisadas conforme a evolução do processo de maturação (20, 40 e 60 dias), totalizando seis sessões por repetição do processo de fabricação dos queijos. A análise sensorial foi realizada em duas repetições, sendo os resultados apresentados provenientes de médias individuais de cada provador segundo suas avaliações dos queijos.

## 2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados das análises de composição dos queijos foram avaliados por Análise de Variância (ANOVA), delineamento experimental do tipo aleatorizado em blocos, o fator estudado foi a adição de cultura adjunta no tempo mínimo de maturação (20 dias) com diferentes tratamentos de sal (Tabela 1). Para verificar diferenças entre as médias utilizou-se o teste Fisher, empregando o software XLStat (ADDINSOFT, 2010).

O delineamento experimental adotado para avaliar a evolução da proteólise e pH foi do tipo *Split-plot* de parcelas subdivididas, onde os blocos foram representados pelas três repetições relativas as produções de queijos divididos em parcelas, representadas pelas formulações A e B, subdivididas pelos tratamentos de



acordo com as proporções de NaCl e KCl (C, T1 e T2) e subdivididas em relação aos tempos de maturação (0, 20, 40 e 60 dias). O teste de F-ANOVA foi utilizado para verificar as diferenças entre as formulações, entre os níveis de sal ao longo do tempo e avaliar interações dos mesmos em relação ao pH e índices de extensão e profundidade de maturação. Para estes testes foi empregado o software R versão 3.2.3 (CRAN UFPR, 2015).

A Análise Generalizada de Procrustes (AGP) foi aplicada aos dados sensoriais, empregando o software XL Stat (ADDINSOFT, 2010). Os dados da análise sensorial foram inseridos na forma de matrizes (uma por avaliador), com 12 colunas referentes ao número de amostras de duas repetições de experimentos e o número de linhas variando de 10 a 23, referentes ao número de atributos de cada avaliador.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA**

Os valores médios da composição proximal dos queijos Minas padrão obtidos após 20 dias de maturação a 14 °C demonstram que os teores de gordura, gordura no extrato seco (GES) e proteína não apresentaram diferença estatística ( $p > 0,05$ ), indicando que adição de diferentes culturas e diferentes doses de KCl não interferiram nestes parâmetros (Tabela 2). A substituição de NaCl por KCl em queijo Halloumi e Mussarela com doses de 30 a 70% de KCl também não afetou os teores de gordura (AYYASH; SHAH, 2011b; AYYASH; SHAH, 2011c; KAMLEH et al., 2012). Da mesma maneira a adição de diferentes proporções de cultura adjunta em queijo Feta não apresentou influência no teor de gordura, entre 6,50 a 7,16% (KATSIARI, 2002).

Segundo Furtado (2005), queijos Minas padrão fabricados a partir de leite integral (3,2 a 3,5% de gordura) apresentam em média 23 a 25% de gordura e 43 a 49% de GES. No presente experimento, os queijos elaborados com leite a 1,6% apresentaram em média 15,49% de gordura o que representa uma redução de gordura de 32 a 38% em relação a versão integral. No Brasil, os queijos são classificados quanto ao teor de gordura no extrato seco (GES). O valor médio de GES

obtido neste estudo foi de 28,16%, que de acordo com a legislação brasileira é classificado como semi-gordo (BRASIL, 1996; BRASIL, 1998).

Os teores de umidade apresentaram diferença significativa entre os tratamentos controle ( $p < 0,05$ ), onde queijos Minas padrão com cultura adjunta mostraram-se com umidade superior em relação ao convencional (Tabela 2).

**Tabela 2 - Composição de queijo Minas elaborados a partir de diferentes formulações (A e B) e tratamentos<sup>3</sup> com NaCl / KCl aos 20 dias de maturação<sup>1</sup>**

Composição (% p.p <sup>-1</sup> )	Formulação <sup>2</sup> A			Formulação <sup>2</sup> B		
	C	T1	T2	C	T1	T2
Gordura	15,94±0,10 <sup>a</sup>	15,67±0,73 <sup>a</sup>	15,89±0,35 <sup>a</sup>	15,17±1,04 <sup>a</sup>	15,28±1,11 <sup>a</sup>	15,00±1,00 <sup>a</sup>
GES	27,54±0,71 <sup>a</sup>	27,73±1,17 <sup>a</sup>	28,30±0,49 <sup>a</sup>	28,90±0,29 <sup>a</sup>	28,75±0,72 <sup>a</sup>	27,72±1,28 <sup>a</sup>
Proteína	28,73±2,62 <sup>a</sup>	28,18±2,61 <sup>a</sup>	29,09±1,52 <sup>a</sup>	27,88±2,65 <sup>a</sup>	26,36±1,97 <sup>a</sup>	26,30±2,27 <sup>a</sup>
Umidade	41,99±1,75 <sup>b</sup>	43,40±4,15 <sup>ab</sup>	43,84±1,50 <sup>ab</sup>	47,45±4,09 <sup>a</sup>	46,89±2,59 <sup>ab</sup>	45,85±2,69 <sup>ab</sup>
Cinzas	3,52±0,03 <sup>d</sup>	3,64±0,09 <sup>c</sup>	3,71±0,08 <sup>bc</sup>	3,68±0,02 <sup>bc</sup>	3,76±0,07 <sup>ab</sup>	3,84±0,02 <sup>a</sup>
Cloretos	0,48±0,02 <sup>bc</sup>	0,44±0,07 <sup>c</sup>	0,55±0,01 <sup>b</sup>	0,63±0,06 <sup>a</sup>	0,65±0,02 <sup>a</sup>	0,69±0,03 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Valores correspondentes a média de três repetições (n=9).

<sup>2</sup>Formulação A (*Lc. lactis* e *Lc. cremoris*) e formulação B (*Lc. lactis*, *Lc. cremoris*, *L. helveticus* e *S. thermophilus*).

<sup>3</sup>Tratamento com três doses de NaCl / KCl: C (100% NaCl), T1 (50% NaCl/ 50% KCl) e T2 (30% NaCl/ 70% KCl). Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem ( $p > 0,05$ ) pelo Teste F.

A substituição do sal não teve efeito neste parâmetro, uma vez que os tratamentos T1 e T2 de ambas formulações não diferiram estatisticamente dos tratamentos controles. Este comportamento sugere que o aumento da umidade foi decorrente a produção de exopolissacarídeos pela cultura adjunta utilizada. Resultado similar foi apresentado por Agrawal (2008) que ao utilizar culturas de *Lc. cremoris* produtoras de EPS<sup>+</sup> observou um aumento de 10% de umidade em relação ao queijo controle. Em queijo Karish, caracterizado tradicionalmente pelo seu baixo teor de gordura, culturas EPS<sup>+</sup> proporcionaram aumento significativo de 4,8% no teor de umidade comparado ao queijo controle. Imagens da microestrutura dos queijos elaborados com culturas produtoras de EPS apresentaram poros mais abertos, concentrando cristais de água, o que justificaria esse aumento de umidade (HASSAN, 2004).

O teor de cloretos e de cinzas foram influenciados significativamente em consequência da substituição do sódio e adição de culturas adjuntas. Os queijos de

formulação A apresentaram menores teores de cloretos e cinzas comparados aos queijos de formulação B. Segundo Furtado (2005), a versão integral de queijo Minas padrão apresenta quantidade de cloretos entre 1,4 a 1,6%. Porém a baixa retenção de cloretos para queijos com baixo teor de gordura é esperada uma vez que a difusão de sal é dificultada pela baixa umidade em consequência da pouca retenção de gordura nas redes proteicas (GUINEE; FOX, 1993).

### 3.2 EVOLUÇÃO DA PROTEÓLISE E pH

Na Tabela 3 observa-se que o tipo de cultura utilizada (A e B) não alterou o índice de nitrogênio solúvel em pH 4,6 (NNC/NT). Esse resultado está de acordo com o fato da proteólise primária ocorrer principalmente pela atuação das enzimas residuais do coagulante e não pelas bactérias ácido lácticas (WOLFSCHOON-POMBO, 1983; FOX, 1993a).

A substituição de cloreto sódio pelo cloreto de potássio nas formulações A e B também não influenciou na proteólise primária (Tabela 3). Este fenômeno foi observado em vários tipos de queijo, como por exemplo, em queijo Akawi (AYYASH et al., 2012) e em queijo Minas com até 75% de redução de sódio (FELICIO et al., 2016). Deste modo o presente estudo constatou que não houve interação significativa entre a substituição de NaCl por KCl e presença da cultura adjunta (Tabela 3).

No decorrer da maturação o teor de nitrogênio solúvel em pH 4,6 apresentou diferença significativa ao longo dos 60 dias, no entanto não se observou interação do fator tempo com o tipo de cultura utilizada ou tratamentos de sal.

O índice de profundidade de proteólise é um indicador do grau de proteólise secundária devido a atuação principalmente das culturas lácticas iniciadoras e quantifica pequenos peptídeos e aminoácidos livres (WOLFSCHOON-POMBO, 1983; FOX, 1993a). No presente estudo, a cultura adjunta proporcionou aumento significativo de NNP/NT, conferindo maior grau de proteólise secundária (Tabela 3). Comportamento similar ocorreu em queijo Cheddar adicionado de cultura adjunta composta por *L. acidophilus* e *L. helveticus*, onde o teor de nitrogênio solúvel em TCA 12% diferiu significativamente em relação a cultura tradicional utilizada (ONG; SHAH, 2008).

**Tabela 3 - Quadro de análise do efeito adição da cultura adjunta, substituição de cloreto de sódio pelo potássio e tempo de maturação sobre os teores de nitrogênio solúvel e pH<sup>1</sup>**

Análise/Tempo	Formulação A (sem cultura adjunta)			Formulação B (com cultura adjunta)			Contraste						
	C	T1	T2	C	T1	T2	F <sup>2</sup>	T <sup>3</sup>	t <sup>4</sup>	F x T	F x t	T x t	F x T x t
<b>NNC/NT</b>							ns	ns	p<0,001	ns	ns	ns	ns
0 dias	4,44	3,44	4,14	3,95	4,41	3,90							
20 dias	6,20	6,24	6,28	6,45	7,46	7,10							
40 dias	7,04	6,96	6,89	8,44	7,80	8,19							
60 dias	7,69	8,38	7,21	9,69	8,98	8,85							
<b>NNP/NT</b>							p<0,05	ns	p<0,001	ns	ns	ns	ns
0 dias	3,04	3,20	3,26	3,61	3,39	3,25							
20 dias	3,36	3,40	3,83	3,98	3,99	4,05							
40 dias	4,20	3,83	3,98	4,01	5,26	4,55							
60 dias	4,62	3,92	4,61	4,99	5,47	5,50							
<b>pH</b>							ns	ns	p<0,001	ns	ns	ns	ns
0 dias	5,13	5,15	5,14	5,32	5,31	5,26							
20 dias	5,36	5,36	5,32	5,34	5,37	5,39							
40 dias	5,24	5,34	5,31	5,31	5,36	5,33							
60 dias	5,52	5,51	5,44	5,46	5,48	5,45							

<sup>1</sup>Valores correspondentes a média de três repetições (n=3).

<sup>2</sup>F = Formulação A (*Lc. lactis* e *Lc. cremoris*) e formulação B (*Lc. lactis*, *Lc. cremoris*, *L. helveticus* e *S. thermophilus*).

<sup>3</sup>T = Tratamento com três doses de NaCl / KCl: C (100% NaCl), T1 (50% NaCl/ 50% KCl) e T2 (30% NaCl/ 70% KCl).

<sup>4</sup>t = Tempo 0, 20, 40 e 60 dias.

ns = não significativo (p>0,05).

As diferentes proporções de NaCl e KCl não interferiram na profundidade de proteólise ( $p>0,05$ ), indicando que a adição parcial de KCl não interfere na proteólise secundária. O nível de KCl também não afetou a quantidade de nitrogênio solúvel em TCA 12% em queijo Nabulsi (AYYASH; SHAH, 2011d). A interação da cultura adjunta e doses de potássio não teve efeito significativo na fração nitrogenada solúvel (Tabela 3).

O tempo de maturação colaborou com o incremento da concentração da fração NNP/NT de ambas as formulações, os quais evoluíram significativamente ( $p<0,05$ ), porém não se observou interação significativa com o tipo de cultura e com a dose da substituição do sódio (Tabela 3).

As formulações A e B não diferem estatisticamente entre si em relação ao pH ( $p>0,05$ ). O mesmo foi observado em queijo Feta de baixo teor de gordura preparado a partir de cultura adjunta (KATSIARI, et al., 2002).

Os tratamentos com diferentes doses de NaCl e KCl também não apresentaram diferenças significativas nos valores de pH. Este resultado está de acordo com o comportamento de queijo Halloumi cuja formulação utilizou diferentes doses de KCl, concluindo que este sal não afeta o pH dos queijos (AYYASH; SHAH, 2010). Não houve interação entre as culturas nas formulações A e B e as diferentes doses de NaCl e KCl nos valores de pH. Os valores de pH apresentaram diferença significativa ao longo do tempo de 60 dias de maturação (Tabela 3).

Segundo Furtado (2005), o queijo Minas padrão em sua versão integral de gordura deve apresentar pH entre 5,0 a 5,1. Os queijos elaborados neste estudo apresentaram valores de pH mais elevados que o estipulado ao longo de 60 dias. A redução de gordura pode ter sido responsável pelo comportamento mais básico dos queijos uma vez que provoca redução de umidade no extrato seco desengordurado, ocasionando o aumento de pH (FENELON; GUINEE, 2000).

Os resultados obtidos pelas análises físico-químicas, proteólise e pH são indicativos da presença e interação dos diversos de compostos aromáticos e de sabores formados durante a maturação. Desta forma a técnica de análise sensorial perfil livre pode indicar as modificações ocorridas durante a maturação em relação a ação das culturas e da presença de cloreto de potássio.

### 3.3 ANÁLISE SENSORIAL

#### 3.3.1 Seleção dos avaliadores e levantamento de atributos

A equipe foi composta por 5 homens e 11 mulheres, na faixa de 20 a 60 anos, cerca de 80% com ensino superior completo, saudáveis e que consumiam queijo e demais produtos lácteos regularmente e possuíam experiência prévia em análise sensorial de Perfil livre com outros tipos de alimentos.

O número de atributos levantados pelos avaliadores variou entre 10 e 23, com média de 16 atributos para cada avaliador e, nenhum avaliador solicitou alteração em sua ficha de avaliação, ou seja, todos os atributos indicados permaneceram ao longo dos 60 dias de análises. Os avaliadores levantaram 75 atributos na categoria de sabor, 65 atributos de aparência e para as categorias textura e aroma levantaram 54 e 51 atributos, respectivamente.

#### 3.3.2 Evolução dos atributos sensoriais ao longo da maturação

Para acompanhar a evolução da descrição sensorial e obter uma melhor descrição e entendimento das características sensoriais os resultados serão apresentados separadamente de acordo com o tempo de maturação.

Para formação das dimensões e caracterização das amostras de queijos foram considerados os atributos citados pelo maior número de avaliadores e que apresentaram coeficiente de correlação ( $r$ ) maiores que 0,35 ( $|r| \geq 0,35$ ) com a dimensão (Tabelas 4 e 5).

A contribuição de um atributo na formação de uma dimensão indica a sua correlação e importância na descrição da amostra nesta dimensão. Quando esta contribuição diminui indica que sua intensidade é menor e tem pouco impacto na formação da dimensão (DE JONG et al., 2003).

Tabela 4 – Quantidade de citações dos atributos com correlação superior a |0,35| para primeira dimensão.

Dimensão Parâmetros / Tempo	F1+ CB, T1B e T2B 20 dias	F1- CA, T1A e T2A 20 dias	F1+ CA, T1A e T2A 40 dias	F1- CB, T1B e T2B 40 dias	F1+ CB, T1B e T2B 60 dias	F1- CA, T1A e T2A 60 dias
Aparência	Brilho (4), Cor (2), Gordura (5), Homogêneo (2)	Brilho (4), Cor (12), Homogêneo (4), Poroso (7)	Cor (13), Homogêneo (3), Poroso (9)	Brilho (6), Gordura (4), Homogêneo (2)	Brilho (7), Gordura (5), Homogêneo (4), Poroso (2), Úmido (2)	Cor (14), Homogêneo (2), Poroso (6)
Aroma	Azedo (2), Fermentado (2), Iogurte (3), Lácteo (5), Manteiga (5), Queijo (2)	Doce (2), Lácteo (4), Manteiga (4)	Iogurte (2), Lácteo (2), Manteiga (3)	Azedo (2), Doce (2), Fermentado (2), Iogurte (3), Lácteo (6), Manteiga (5)	Fermentado (2), Iogurte (4), Lácteo (5)	Manteiga (5), Queijo (2)
Sabor	Amargo (5), Ácido (3), Azedo (2), Doce (2), Fermentado (7), Gordura (4), Lácteo (4), Picante (2), Queijo (2), Salgado (6)	Residual (2), Salgado (3)	Amargo (3), Fermentado (2), Salgado (2)	Amargo (3), Ácido (4), Adstringente (2), Azedo (2), Fermentado (5), Gordura (2), Lácteo (5), Picante (2), Queijo (3), Salgado (5)	Amargo (6), Doce (3), Ácido (4), Fermentado (5), Gordura (4), Lácteo (3), Picante (3), Queijo (2), Salgado (5)	Lácteo (3), Residual (2)
Textura	Homogênea (3), Macia (9), Pastoso (4), Úmida (4)	Consistente (10), Fibroso (3), Farelento (2)	Consistente (11), Fibroso (3), Farelento (2)	Macia (7), Pastosa (5), Úmida (3)	Homogêneo (2), Macio (10), Pastoso (3), Úmido (4)	Consistente (15), Fibroso (4), Farelento (2), Homogêneo (2), Pastoso (2)

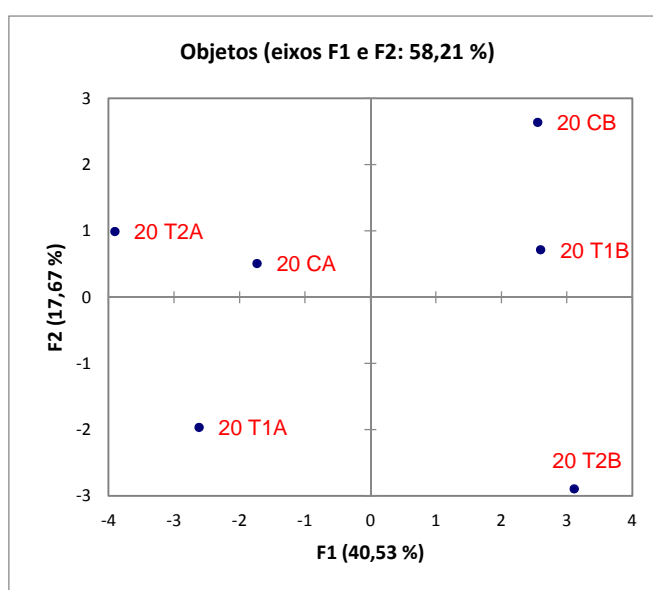
Tabela 5 - Atributos com correlação superior a |0,35| para segunda dimensão.

<b>Dimensão</b> Parâmetros / Tempo	<b>F2+</b> CA, T2A, CB e T1B <b>20 dias</b>	<b>F2-</b> T1A e T2B <b>20 dias</b>	<b>F2+</b> T1A, T2A, T1B e T2B <b>40 dias</b>	<b>F2-</b> CA e CB <b>40 dias</b>	<b>F2+</b> T2A e T2B <b>60 dias</b>	<b>F2-</b> CA, T1A, CB e T1B <b>60 dias</b>
Aparência	Brilho (3), Cor (5), Gordura (2), Homogêneo (2), Poroso (2)	Cor (4), Homogêneo (4), Poroso (3).	Brilho (5), Cor (6) Gordura (4), Homogêneo (2), Poroso (3)	Brilho (3), Homogêneo (3), Poroso (5)	Cor (3), Homogênea (3)	Brilho (2), Cor (3), Gordura (4), Homogêneo (2), Poroso (7)
Aroma	logurte (2), Lácteo (2), Manteiga (4)	Ácido (2), logurte (2), Manteiga (2)	Manteiga (2)	Ácido (2), logurte (4), Lácteo (6), Manteiga (4), Queijo (2)	Lácteo (2), Manteiga (4)	Doce (2), Fermentado (3), logurte (3), Lácteo (2), Manteiga (3)
Sabor	Amargo (2), Ácido (3), Fermentado (2), Picante (4), Salgado (4)	Amargo (5), Ácido (2), Fermentado (5), Lácteo (3), Salgado (4)	Amargo (5), Azedo (2), Fermentado (4), Lácteo (2), Metálico (2), Picante (4), Residual (2), Salgado (3)	Fermentado (2), Gordura (2), logurte (2), Lácteo (3), Queijo (3), Salgado (4)	Amargo (7), Ácido (2), Fermentado (7), Gordura (3), Picante (3), Residual (2), Salgado (2)	Lácteo (3), Queijo (4), Salgado (6)
Textura	Consistente (3), Macia (2), Poroso (5), Úmida (2)	Consistente (6)	Consistente (7), Fibroso (2), Pastoso (2)	Consistente (2), Macio (6), Pastoso (3)	Consistente (5), Fibroso (3), Pastoso (2)	Consistente (3), Homogêneo (2), Macio (3)



### 3.3.2.1 Avaliação dos queijos com 20 dias de maturação

As amostras de queijo Minas padrão após 20 dias de maturação apresentaram uma solução bidimensional com 58 % de explicação da variabilidade originalmente presente nas amostras (Figura 1). Resultados semelhantes foram descritos por Kitzberger et al. (2010) com explicação bidimensional de 57 % para café arábica e Costell (1995) com 58,92% para géis de laranja.



**Figura 1 - Configuração de consenso das amostras de queijos com 20 dias de maturação.**

A primeira dimensão separou os queijos pelo tipo de cultura láctea utilizada, ou seja, os avaliadores foram capazes de diferenciar a cultura tradicional e a cultura adjunta. Os queijos CA, T1A e T2A estão alocados a esquerda da Figura 1, sendo caracterizados pelos atributos relacionados a aparência como: brilho, cor, homogêneo e poroso. Apresentaram aromas doce, lácteo e manteiga e sabores residual e salgado e a textura foi descrita como consistente, fibrosa e farelenta. Os queijos CB, T1B e T2B, dispostos a direita da Figura 1, estão relacionados com os atributos de aparência brilho, cor, gordura e homogêneo. Apresentaram ainda aroma azedo, fermentado, iogurte, lácteo, manteiga e queijo juntamente com sabor amargo, ácido, azedo, doce, fermentado, gordura, lácteo, picante, queijo e salgado. A textura destes queijos foi descrita como homogênea, macia, pastosa e úmida (Tabela 4).

O atributo de aparência brilho apresentaram a mesma quantidade de citação de correlação superior a 0,35, portanto são semelhantes neste aspecto. Os queijos de formulação A apresentaram maior número de citação nos atributos cor e homogêneo. O atributo de aparência poroso foi específico para a formulação A podendo indicar uma matriz protéica menos uniforme devido a menor incorporação das proteínas pela falta de gordura (FOX et al., 2000). Em micro-imagens de queijo Karish é possível observar que a matriz protéica de queijos elaborados com cultura não produtora de EPS apresenta espaços vazios, diferente da amostra fabricada com cultura adjunta EPS<sup>+</sup>, que apresenta poros densos (HASSAN et al., 2004). O atributo de aparência gordura foi apontado pelos avaliadores como um termo específico para os queijos de formulação B, o que indica a contribuição positiva da cultura na aparência de queijos com baixo teor de gordura que geralmente se apresentam com aparência opaca (BANKS, 2004).

Os aromas lácteo e manteiga foram comuns para as duas formulações apresentando a mesma quantidade de citação. O aroma doce foi específico para a formulação A, enquanto que aromas azedo, fermentado, iogurte e queijo foram observados apenas na formulação B. Novamente é possível destacar a atuação da cultura adjunta, principalmente pela sua capacidade em proporcionar maior percepção de aroma, uma vez que sua atuação está relacionada ao aumento da concentração de peptídeos voláteis precursores de aroma e sabor característico dos produtos fermentados lácteos e maturados (BARTELS; JOHNSON e OLSON, 1987).

As culturas adjuntas permitem a obtenção do produto acabado com inúmeras propriedades sensoriais sendo esse o principal motivo de sua utilização nas indústrias queijeiras (EL SODA, 2000). A presença de cultura adjunta proporcionou diferença no tipo e quantidade de sabores levantados pelos avaliadores. O sabor salgado foi comum às formulações, porém os queijos de formulação B apresentaram maior número de citação. O sabor residual foi relacionado apenas na formulação A, para formulação B, os queijos foram caracterizados com os sabores amargo, ácido, azedo, doce, fermentado, gordura, lácteo, picante e queijo. Conforme relatado, a adição de cloreto de potássio confere aos alimentos sabor amargo residual ou metálico (DOYLLE; GLASS, 2010). Observa-se que os queijos elaborados com adição de cultura adjunta (B), independentemente da quantidade de KCl empregada, não apresentaram este sabor residual. Estes queijos apresentaram o sabor amargo que é característico de queijos maturados e de queijos com redução de gordura (MISTRY;

KASPERSON, 1998; SOUZA; ARDÖ; MCSWEENEY, 2001). O mesmo não acontece em queijos de cultura tradicional (A) em que foi apontado o atributo residual. Estes dados sugerem que a cultura B proporcionou aromas agradáveis e característicos de produtos lácteos em quantidade e qualidade suficientemente maior que o sabor residual do cloreto de potássio, mascarando o sabor deste sal que é um dos principais motivos de sua rejeição pelo consumidor (DOYLLE; GLASS, 2010).

Em relação a textura, os efeitos decorrentes da redução de gordura foram perceptíveis nos queijos de formulação A, apresentando-se como consistente, fibroso e farelento. O mesmo não ocorreu com a formulação B que propiciou aos queijos uma textura homogênea, macia, pastosa e úmida. A redução de gordura confere aos queijos uma textura seca e quebradiça, diferentemente do produto integral. A falta de gordura influencia ainda a atividade proteolítica, responsável pela formação de textura durante a maturação, principalmente pela quebra insuficiente da  $\alpha$ -caseína, tendência esperada devido a relação inversa entre os níveis de gordura e proteína no queijo (ARDÖ, 1997; FENELON; GUINEE, 2000; HARBOE; BROE; QVIST, 2010; JOHNSON; LAW, 2010).

O emprego das culturas adjuntas aliado à substituição parcial do sódio pelo potássio não afetou significativamente algumas características composicionais dos queijos Minas padrão. O aumento do teor de umidade em queijo com baixo teor de gordura colabora com a melhora da textura dos queijos, principalmente quando combina o efeito da substituição parcial do sódio e culturas produtoras de exopolissacarídeos, o que promoveu um incremento na atividade proteolítica secundária. Acredita-se que esse recurso possa ter colaborado com a melhoria das características sensoriais observada neste estudo através da análise de Perfil livre.

A segunda dimensão atuou na separação principalmente dos tratamentos com diferentes níveis de NaCl e KCl (Figura 1). Os queijos CA, T2A, CB e T1B estão posicionados na parte superior da Figura 1 e os queijos T1A e T2B estão posicionados na parte inferior da Figura 1. Os atributos relacionados a aparência, aroma, sabor e textura estão descritos na Tabela 5.

Os queijos dispostos na segunda dimensão possuem semelhança quanto aos atributos de aparência cor, homogêneo e poroso, já o atributo brilho e gordura se deve aos queijos dispostos na F2+. Em relação a aroma a descrição se assemelha com os atributos iogurte e manteiga, sendo lácteo específico para F2+ e ácido para F2-. Os queijos nesta segunda dimensão diferem no sabor, além dos sabores amargo, ácido,

fermentado e salgado que possuem em comum, F2+ apresenta o sabor picante enquanto que a F2- apresenta o sabor lácteo. Os queijos apresentaram diferentes texturas, queijos CA, T2A, CB e T1B apresentam textura consistente, macia, porosa e úmida enquanto que os queijos em F2- tem textura consistente (Tabela 5).

É possível verificar que os avaliadores conseguiram diferenciar os níveis diferentes de NaCl e KCl empregados nos tratamentos, com exceção do CA. Isto provavelmente ocorreu por ainda não ter sido atingida uma estabilização dos aromas e sabores na maturação ocasionando uma dificuldade de estabelecer uma diferenciação dos níveis de adição de sal. Este fato não aconteceu com a cultura adjunta, possivelmente por apresentar um maior número de atributos de aroma e sabor que beneficiaram a percepção do gosto salgado nos tratamentos.

### 3.3.2.2 Avaliação dos queijos com 40 dias de maturação

Aos 40 dias de maturação, os avaliadores seguiram os mesmos procedimentos para avaliação dos queijos. Nesta etapa, a configuração de consenso apresentou uma explicação bidimensional de 62,34% na configuração das amostras conforme Figura 2.

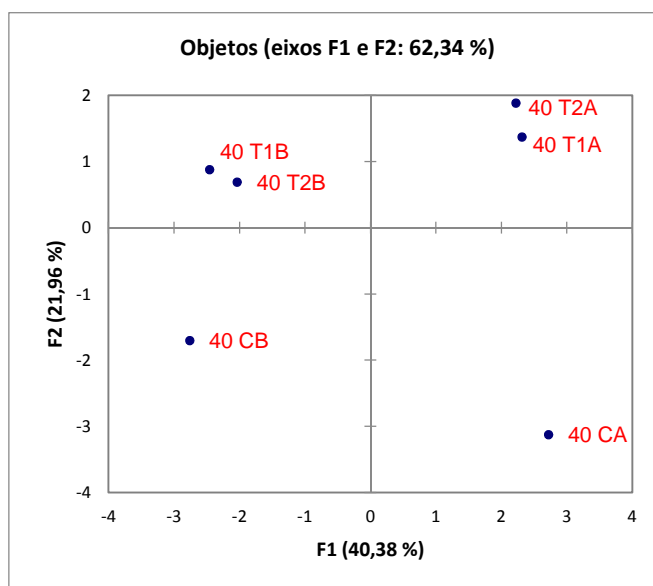


Figura 2 - Configuração de consenso das amostras de queijos com 40 dias de maturação.

Novamente os avaliadores foram capazes de identificar e expressar as diferenças em relação a cultura láctea empregada nos queijos Minas padrão. Os queijos CA, T1A e T2A posicionados na dimensão F1+ se diferenciaram dos queijos CB, T1B e T2B (F1-) através dos atributos descritos na Tabela 4.

Para a categoria aparência, os queijos se assemelham pelo atributo homogêneo, sendo cor e poroso para os queijos de formulação A e o atributo gordura que continua representando os queijos de formulação B. Em relação a aroma, os queijos se assemelham pelo atributo iogurte, manteiga e lácteo, porém os queijos de formulação B apresentaram maior número de citações destes atributos, demonstrando maior percepção sensorial. A formulação B apresentou novamente um maior número de atributos nas categorias de aroma e sabor quando comparado a formulação A. O sabor amargo e salgado foi comum aos queijos, porém os queijos B apresentaram maior citação do sabor salgado, indicando assim uma percepção maior por parte dos avaliadores sobre este sabor. O sabor fermentado foi específico para os queijos A e os sabores ácido, adstringente, azedo, gordura, lácteo, picante e queijo foram específicos para os queijos B. O sabor residual observado aos 20 dias de maturação nos queijos de formulação A tem menor importância nesta dimensão, sugerindo que foram necessários 40 dias de maturação para que o produto não apresentasse mais o sabor característico do cloreto de potássio.

Para os atributos de textura, ainda são perceptíveis os efeitos da redução de gordura nos queijos de formulação A uma vez que os atributos associados à redução de gordura foram levantados para esta formulação, o atributo consistente foi o mais representativo, apresentando 11 citações, indicando a representação deste atributo na descrição dos queijos A. Os atributos relacionados à textura macia, pastosa e úmida foram descritos na formulação B.

A segunda dimensão (F2+ e F2-) novamente representa a composição do sal empregada. Os queijos T1B, T2B, T1A e T2A estão projetados na F2+ enquanto que os queijos CA e CB estão na dimensão F2- com os atributos expostos na Tabela 5.

Analisando a dimensão F2-, onde estão projetados apenas os queijos de tratamento controle, ou seja, com 100% NaCl utilizado na salga dos queijos, nota-se que, os avaliadores não apontaram como importante nenhum atributo de sabor relacionado a presença de KCl. Já na dimensão F2+, referentes aos queijos adicionados de 30 a 70% do sal, os queijos foram associados à atributos como sabor

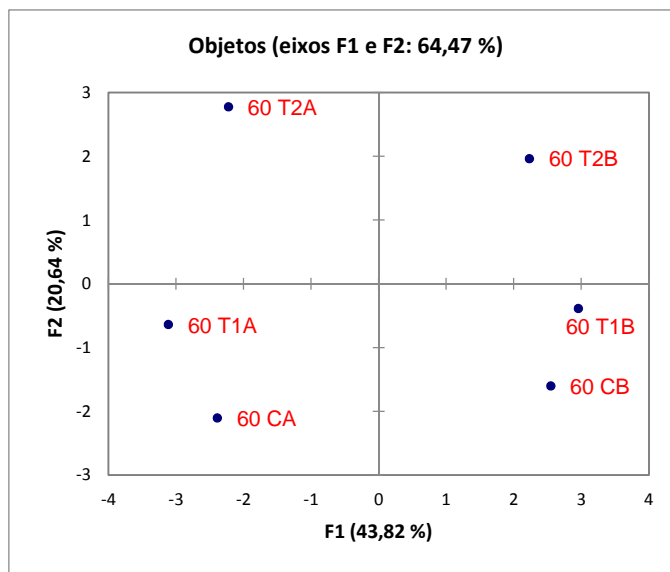
metálico e residual que, conforme glossário elaborados pelos avaliadores significam sabores de medicamento ou de ferro e perceptível ou persistente, respectivamente.

Os queijos elaborados com a cultura adjunta, ainda aos 40 dias de maturação, apresentaram redução da intensidade do aroma de queijo e deixou de ser importante na descrição desses queijos. Por outro lado, o aroma doce tornou-se importante para esta formulação. Após um período de 20 dias de maturação o sabor doce era um atributo que contribuía para a descrição desses queijos, porém com o decorrer da maturação, no tempo de 40 dias, o sabor adstringente está mais associado aos queijos contendo a cultura adjunta. Os atributos de aparência se mantiveram estáveis e em relação a textura, o atributo homogeneidade deixa de estar correlacionado com estes queijos.

O processo de maturação aliado à adição de cultura adjunta mostrou que aos 40 dias o processo de maturação já atingiu um perfil de características sensoriais positivas e desejáveis no queijo. Isto sugere que o processo é finalizado a 40 dias de maturação não havendo necessidade de uma maturação por um período maior. Porém, aos 20 dias de maturação a cultura adjunta já proporcionava aos queijos, independente da dose de NaCl e KCl uma textura homogênea, macia, pastosa e úmida. Essas características remetem grande economia para a indústria queijeira. Para os queijos de formulação B a adição de 70% de KCl apresentou características muito similares à adição de 50% de substituição, podendo então ser empregada uma maior porcentagem de substituição sem prejuízo à qualidade sensorial do produto e ao mesmo tempo, solucionando os desafios tecnológicos que o setor enfrenta ao ter que realizar a alteração de um ingrediente tão importante como o cloreto de sódio.

### 3.3.2.3 Avaliação dos queijos com 60 dias de maturação

As avaliações sensoriais dos queijos Minas padrão após 60 dias de maturação, submetidos a AGP apresentaram uma explicação bidimensional de 64,47% na configuração consenso, conforme Figura 3.



**Figura 3 - Configuração de consenso das amostras de queijos com 60 dias de maturação.**

A primeira dimensão distinguiu o tipo de cultura láctica empregada, isto é, os queijos CA, T1A e T2A estão representados na dimensão F1- enquanto que os queijos CB, T1B e T2B estão posicionados na dimensão F1+. Os atributos relacionados à aparência descritos para os queijos de formulação B são aqueles associados positivamente à queijos com baixo teor de gordura como o brilho, gordura e homogêneo. Além destes atributos, a porosidade e a umidade que nos tempos 20 e 40 dias não eram considerados importantes para a descrição dos queijos passam a contribuir para a descrição dos queijos aos 60 dias (Tabela 4).

Em relação a categoria aroma verifica-se que após 60 dias de maturação, aromas de azedo, doce e manteiga deixam de estar correlacionados com as dimensões que descrevem os queijos.

Na descrição de sabores, observou-se que estes permaneceram correlacionados com as dimensões já que o aroma doce, percebido no tempo 20, volta a estar correlacionado com a dimensão de descrição de amostras. Notou-se ainda que, os sabores relacionados a utilização do KCl não foram mencionados como importantes pelos avaliadores. Com relação a textura os atributos macio, pastoso e úmido permaneceram relacionados com esta dimensão acrescentando ainda o atributo de textura homogênea.

Na formulação A, pode-se observar que após 60 dias de maturação ocorreu uma redução de atributos de aroma e sabor percebidos em relação aos 40 dias.

Notou-se ainda que o sabor residual volta a ser percebido indicando que o sabor do cloreto de potássio se tornou pronunciado.

A maturação aos 60 dias alterou a textura dos queijos da formulação A (dimensão F1-) que se caracterizam como consistente, fibroso, farelento e ainda, homogêneo e pastoso. Estes queijos, no tempo 40 dias apresentaram-se apenas consistente, fibroso e farelento. Estes atributos adicionais sugerem uma melhora na textura com a evolução da maturação.

Observamos que a cultura adjunta após 60 dias de maturação continuou proporcionando um perfil de aparência, aroma, sabor e textura com maior número de atributos do que empregando a cultura tradicional.

A segunda dimensão separou os queijos de menor proporção de KCl (CA, CB, T1A e T1B na dimensão F2-) daqueles de maior proporção (T2A e T2B na dimensão F2+). Dentre os atributos relacionados com a dimensão F2-, não aparecem os atributos de sabor relacionados à percepção de KCl, indicando que os queijos com proporção menor desse sal não são afetados sensorialmente.

Já as descrições de sabor na dimensão F2+ apresentam, dentre outros atributos, o sabor amargo e residual. O queijo T2B quando caracterizado pelos atributos de F1+ e F2+ não apresentou o sabor residual, porém o queijo T2A apresentou este sabor indicando que mesmo com a maior quantidade de KCl empregada a cultura adjunta foi capaz de amenizar a percepção do sabor deste sal.



## 4 CONCLUSÃO

A adição de cultura adjunta e diferentes proporções de cloreto de sódio não influenciou significativamente o teor de gordura, de GES e de proteína em queijo tipo Minas padrão com baixo teor de gordura.

A presença de cultura adjunta manteve a umidade provavelmente devido a capacidade da cultura em produzir exopolissacarídeos.

Queijos contendo a cultura adjunta apresentaram maior retenção de cloretos o que resultou - em maior teor de cinzas.

No entanto não se observou efeito significativo da adição da cultura adjunta na proteólise primária, porém teve efeito significativo na proporção de nitrogênio solúvel em TCA 12%, indicando que a cultura proporciona maior grau de proteólise secundária.

A substituição do NaCl por KCl não influenciou a proteólise tanto primária como secundária. Notou-se ainda que a presença de KCl ao nível de até 70% não interfere ou inibe atuação das culturas lácticas.

Observou-se efeito significativo do tempo de maturação na proteólise primária, secundária e pH independente da cultura e da dose de KCl aplicada.

O emprego de cultura adjunta melhorou os atributos de aparência, aroma, sabor e textura de queijos com redução do teor de gordura e substituição de sódio em relação a emprego de cultura tradicional. Sua atuação ficou evidente já aos 20 dias de maturação, tempo que comumente os queijos Minas padrão são direcionados à venda para o consumidor final.

A adição de *L. helveticus* e *S. thermophilus* à cultura mesofílica tradicional proporcionou número de atributos de sabor e aroma positivos resultando em queijos com qualidade sensorial superior

A maturação do queijo com cultura adjunta encerra aos 40 dias, embora a maioria dos atributos positivos tenha sido observada já aos 20 dias de maturação.

A presença de cultura adjunta possibilitou a maior adição de KCl mantendo qualidade sensorial dos queijos.

## REFERÊNCIAS

ABIQ. Associação Brasileira das Indústrias de Queijo. **Queijos**. Disponível em: <[http://www.abiq.com.br/nutricao\\_queijos.asp](http://www.abiq.com.br/nutricao_queijos.asp)>. Acesso em: 10 jul. 2014.

ABIQ. **Avanços e perspectivas da indústria brasileira de queijos. 2011.**

**Disponível em: <**

[http://www.abiq.com.br/abiq\\_noticias\\_ler.asp?codigo=1003&codigo\\_categoria=2&codigo\\_subcategoria=17](http://www.abiq.com.br/abiq_noticias_ler.asp?codigo=1003&codigo_categoria=2&codigo_subcategoria=17)>. Acesso em: nov. 2015.

Addinsoft XLSTAT. **XLStat: Software for Statistical Analysis**. Versão 2007.8. Paris, 2007. CD-ROM.

AGRAWAL, P.; HASSAN, A. N. Characteristics of reduced fat Cheddar cheese made from ultrafiltered milk with an exopolysaccharide-producing culture. **Journal of Dairy Research**, v. 75, p. 182–188, 2008.

ARDÖ, Y. Flavour and texture in low-fat cheese. In: LAW, B. A. **Microbiology and biochemistry of cheese and fermented milk**. London, Blackie Academic & Professional, 1997. p. 208-218.

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

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 16<sup>a</sup> ed. Washington, DC: AOAC, 1997.

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

AYYASH, M. M.; SHAH, N. P. Proteolysis of low-moisture Mozzarella cheese as affected by substitution of NaCl with KCl. **Journal of Dairy Science**, v. 94, p. 3769–3777, 2011a.

AYYASH, M. M.; SHAH, N. P. Effect of partial substitution of NaCl with KCl on proteolysis of Halloumi cheese. **Journal of Food Science**, v. 76, n. 1, p. C31 – C37, 2011b.

AYYASH, M. M.; SHAH, N. P. The effect of substitution of NaCl with KCl on chemical composition and functional properties of low-moisture Mozzarella cheese. **J. Dairy Sci.**, v. 94, p. 3761–3768, 2011c.

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, p. 2741-2751, 2011d.

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

BANKS, J. M. The technology of low-fat cheese manufacture. **International Journal of Dairy Technology**, v. 57, n. 4, p. 199-207, 2004.

BANKS, J. M.; BRECHANY, E. Y.; CHRIESTIE, W. The production of low fat Cheddar-type cheese. **Journal of the Society of Dairy Technology**, v. 42, n. 1, p. 6-9, 1989.

BARTELS, H. J.; JOHNSON, M. E.; OLSON, N. F. Accelerated ripening of Gouda cheese. 1. Effect of heat-shocked thermophilic lactobacilli and streptococci on proteolysis and flavor development. **Milchwissenschaft**, v. 42, n. 2, p. 83-87, 1987.

BOUZAR, F.; CERNING, J.; DESMAZEAUD, M. Exopolysaccharide Production and Texture-Promoting Abilities of Mixed-Strain Starter Cultures in Yogurt Production. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 2310-2317, 1997.

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 da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 11 mar. 1996.

BRASIL. Queijos. Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 29 mar. 1952.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 146 de 7 de março de 1996. Regulamentos técnicos de identidade e qualidade dos produtos lácteos. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, mar. 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Regulamentos Técnicos de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, do Leite Cru Refrigerado, do Leite Pasteurizado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel. **Instrução Normativa Nº. 62**. 2011. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>>. Acesso em: mar. 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento técnico referente à informação nutricional complementar. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 16 jan. 1998.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Guia alimentar para a população brasileira. **Ministério da Saúde**, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.

CHRISTENSEN, J. E. *et al.* Peptidases and amino acid catabolism in lactic acid bacteria. **Antonie van Leeuwenhoek**, v. 76, p. 217-246, 1999.

COGAN, T. M; HILL, C. Cheese starter cultures. In: P. F. Fox (Ed.), **Cheese: Chemistry, Physics, and Microbiology**. 2 ed., v.1, London, United Kingdom: Chapman and Hall, 1993. p. 193-256.

COSTELL, E. Texture of sweet Orange gels by free-choice profiling. **Journal of Sensory Studies**, v.10, p. 163-179, 1995.

CRAN Universidade Federal do Paraná. **R for Windows**. Disponível em: <<http://cran-r.c3sl.ufpr.br/>>. Acesso em: ago. 2015.

DALGLEISH, D. G. The enzymatic coagulation of milk. In: P. F. Fox (Ed.), **Cheese: Chemistry, Physics, and Microbiology**. 2 ed., v.1, London, United Kingdom: Chapman and Hall, 1993. p. 69-100.

DE JONG, S.; HEIDEMA, J.; VAN DER KNAAP, H. C. M. Generalized Procrustes analysis of coffee brands tested by five european sensory panels. **Food Quality and Preference**, v. 9, p. 111-114, 2003.

DE VUYST, L.; TSAKALIDOU, E. *Streptococcus macedonicus*, a multi-functional and promising species for dairy fermentations. **International Dairy Journal**, v. 18, p. 476–485, 2008.

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.

DRAKE, M. A; SWANSON, B. G. Reduced and low fat cheese technology: a review. **Trends in Food Science and Technol.**, v. 6, n. 11, p. 366-369, 1995.

DRAKE, M. *et al.* Improvement of sensory quality of reduced fat Cheddar cheese by a *Lactobacillus* adjunct. **Food Research International**, v. 30, n. 1, p. 35-40, 1997.

EL SODA, M.; MADKOR, S. A.; TONG, P. S. Adjunct cultures: recent developments and potential significance to the cheese industry. **J. Dairy Sci.**, v. 83, p. 609–619, 2000.

EMMONS, D. B.; KALAB, M.; LARMOND, E. Texture and Microstructure in Cheddar Cheese Made From Whole Milk and From Homogenized Low-Fat Milk. **Journal of Texture Studies**, v. 11, p. 15-34, 1980.

FELICIO, T. L. *et al.* Physico-chemical changes during storage and sensory acceptance of low sodium probiotic Minas cheese added with arginine. **Food Chemistry**, v. 196, p. 628-637, 2016.

FENELON, M. A.; GUINEE, T. P. Primary proteolysis and textural changes during ripening in Cheddar cheeses manufactured to different fat contents. **International Dairy Journal**, v. 10, p. 151-158, 2000.

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. Cheese: an overview. In \_\_\_\_\_. **Cheese: Chemistry, Physics, and Microbiology**. 2 ed., v.1, London, United Kingdom: Chapman and Hall, 1993a. p. 1-36.

FOX, P. F. *et al.* Acceleration of cheese ripening. In: \_\_\_\_\_. **Fundamentals of Cheese Science**. Gaithersburg, MD: Aspen Publishers Inc., 2000b. p. 349-360.

FOX, P. F. *et al.* Biochemistry of cheese ripening. In: \_\_\_\_\_. **Cheese: Chemistry, Physics, and Microbiology**. 2 ed., v.1, London, United Kingdom: Chapman and Hall, 1993b. p. 389-438.

FOX, P. F. *et al.* Cheese flavor. In: \_\_\_\_\_. **Fundamentals of Cheese Science**. Gaithersburg, MD: Aspen Publishers Inc., 2000c. p. 282-304.

FOX, P. F. *et al.* Overview of cheese manufacture. In: \_\_\_\_\_. **Fundamentals of Cheese Science**. Gaithersburg, MD: Aspen Publishers Inc., 2000a. p. 10-17.

FOX, P. F. *et al.* Salting of cheese curd. In: \_\_\_\_\_. **Fundamentals of Cheese Science**. Gaithersburg, MD: Aspen Publishers Inc., 2000d. p. 349-360

FOX, P. F.; MCSWEENEY, P. L. H.; SINGH, T. K. Methods for assessing proteolysis during maturation. In: MALIN, E.; TUNICK, M. H. **Chemistry of structure-function relationships in cheese**, 1995. p. 161-194.

FURTADO, M. M. **Quesos Típicos de Latinoamérica**. p.192. 2 ed. São Paulo: Fonte Comunicações e Editora, 2005.

FURTADO, M. M. **A arte e ciência do queijo**. 2 ed. São Paulo: Globo, 1991.

GATTI, M. *et al.* Biodiversity among *Lactobacillus helveticus* strains isolated from different natural whey starter cultures as revealed by classification trees. **Appl. Environ. Microbiol.**, v. 70, p. 182–190, 2004.

GRIPON, J. C. *et al.* Etude du rôle des micro-organismes et des enzymes au cours de la maturation des fromages. II Influence de la presure commerciale. **Le Lait**, v. 55, n. 548, p. 502-515, 1975.

GUINE, T. P.; FOX, P. F. Salt in cheese: physical, chemical and biological aspects. In: P. F. Fox (Ed.) **Cheese: Chemistry, Physics, and Microbiology**. 2° ed., v.1, London, United Kingdom: Chapman and Hall, 1993. p. 257-302.

GUINEE, T. P.; O`KENNEDY, B. T. Reducing salt in cheese and dairy spreads. In: KILCAST, D; ANGUS, F. (ed). **Reducing salt in foods: practical strategies**. Woodhead Publishing Limited, 2007. p. 316-348.

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

HARBOE, M.; BROE, M. L.; QVIST, K. B. The production, action and application of rennet and coagulants. In: LAW, B. A; TAMIME, A. Y (Ed). **Technology of cheesemaking**. 2° ed. Westmorland: Blackwell Publishing Ltd, 2010. p. 99-129.

HASSAN, A. N. *et al.* Microstructure and rheology of an acid-coagulated cheese (Karish) made with an exopolysaccharide-producing *Streptococcus thermophilus* strain and its exopolysaccharide non-producing genetic variant. **Journal of Dairy Research**, v. 71, p. 116–120, 2004.

HOIER, E. *et al.* The Production, Application and Action of Lactic Cheese Starter Cultures. In: LAW, B. A; TAMIME, A. Y (Ed). **Technology of cheesemaking**. 2 ed. Westmorland: Blackwell Publishing Ltd, 2010. p. 166-178.

HOLS, P. *et al.* New insights in the molecular biology and physiology of *Streptococcus thermophilus* revealed by comparative genomics. **FEMS Microbiology Reviews**, v. 29, p. 435–463, 2005.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). Leites e derivados. In: **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4 ed., p.819-877, São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

JANHOJ, T.; QVIST, K. B. The formation of cheese curd. In: LAW, B. A; TAMIME, A. Y (Ed). **Technology of cheesemaking**. 2° ed. Westmorland: Blackwell Publishing Ltd, 2010. p. 130-165.

JOHNSON, M. E. *et al.* Reduction of sodium and fat levels in natural and processed cheeses: scientific and technological aspects. **Compr. Ver. Food Sci. Food Saf.**, v. 8, n. 2, 52–68, 2009.

JOHNSON, M.; LAW, B. A. The origins, development and basic operations of cheesemaking technology. In: LAW, B. A; TAMIME, A. Y (Ed). **Technology of cheesemaking**. 2 ed. Westmorland: Blackwell Publishing Ltd, 2010. p. 68-96.

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 of dairy science**, v. 95, p. 1140-1151, 2012.

KATSIARI, M. C. *et al.* Flavour enhancement of low-fat Feta-type cheese using a commercial adjunct culture. **Food Chemistry**, v. 79, p. 193–198, 2002.

KITZBERGER, C. S. G. *et al.* Caracterização sensorial de cafés arábica de diferentes cultivares produzidos nas mesmas condições edafoclimáticas. **Braz. J. Food Technol.**, p. 39-48, 2010.

LAWRENCE, R. C.; GILLES, J.; CREAMER, L. K. Cheddar Cheese and Related Dry-Salted Cheese Varieties. In FOX, P. F. **Cheese: chemistry, physics and microbiology**. 2° ed. v. 2. Gaithersburg, MD: Aspen Publishers Inc. p. 1-38, 1999.

MICHAELIDOU, A. *et al.* Effect of commercial adjunct cultures on proteolysis in low-fat Kefalograviera-type cheese. **International Dairy Journal**, v. 13, n. 9, p. 743-753, 2003.

MISTRY, V. V. Low fat cheese technology. **International Dairy Journal**, v. 11, p. 413-422, 2001.

MISTRY, V. V.; KASPERSON, K. M. Influence of salt on the quality of reduced fat Cheddar cheese. **J. Dairy Sci.**, v. 81, p. 1214–1221, 1998.

MOSKOWITZ, H. R. Product testing and sensory evolution of foods. **Food and Nutrition Press**, p. 605, 1983.

O'CONNOR, T. P.; O'BRIEN, N. M. Nutritional aspects of cheese. In Fox, P. F. *et al.* **Fundamentals of Cheese Science**. p. 504-513. Gaithersburg, MD: Aspen Publishers Inc., 2000.

OHREN, J. A.; TUCKEY, S. Relation of flavor development in Cheddar cheese to chemical changes in the fat of the cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 52, p. 598–607, 1969.

OLIVEIRA, A. P. V.; BENASSI, M. T. Perfil Livre: uma opção para Análise Sensorial Descritiva. Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 37, p. 66-72, 2003.

OLIVEIRA, J. S. **Queijo: fundamentos tecnológicos**. 2 ed. Campinas: UNICAMP, 1986.

ONG, L.; SHAH, N. P. Influence of probiotic *Lactobacillus acidophilus* and *L. helveticus* on proteolysis, organic acid profile, and ACE-Inhibitory activity of Cheddar cheese ripened at 4, 8 and 12°C. **Journal of Food Science**, v. 73, n. 3, p. 111-120, 2008.



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

REDDY, K. A.; MARTH, E. H. Proteolysis in Cheddar cheese made with sodium chloride, potassium chloride or mixtures of sodium and potassium chloride. **Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie**, v. 26, n. 5, p. 434-442, 1993.

ROCHA, A. A. **Mercado de queijos cresce no país e atrai estrangeiros**. 2014. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/agro/3740444/mercado-de-queijos-cresce-no-pais-e-atrai-estrangeiros>>. Acesso em: nov. 2015.

RUA, N. E. R. **Desempenho das Escalas Híbrida e Auto ajustável no Perfil Livre Associado a Consumidores**. 2003. 173 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

SAHAN, N. *et al.* Influence of fat replacers on chemical composition, proteolysis, texture profiles, meltability and sensory properties of low-fat Kashar cheese. **Journal of Dairy Research**, v. 75, p. 1–7, 2007.

SAVIJOKI, K.; INGMER, H.; VARMANEN, P. Proteolytic systems of lactic acid bacteria. **Appl. Microbiol. Biotechnol.** v. 71, p. 394–406, 2006.

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

VAKALERIS, D. G.; PRICE, W. V. A rapid spectrophotometric method for measuring cheese ripening. **Journal of Dairy Science**, v. 42, p. 264-276, 1959.

VERRUMA-BERNARDI, M. R.; DAMÁSIO, M. H. Análise Descritiva de Perfil Livre em Queijo Mozzarella de Leite de Búfala. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, p. 536- 542, 2004.

VINDORELA G. *et al.* Mucosa immuno modulation by the non-bacterial fraction of milk fermented. **Int. J. Food Microbiol.** v. 115, p. 180-186, 2007.

WILKINSON, M. G. Acceleration of cheese ripening. In: P. F. Fox (Ed.), **Cheese: Chemistry, Physics, and Microbiology**. 2 ed., v.1, London, United Kingdom: Chapman and Hall, 1993. p. 523-556.

WILLIAMS, A. A.; LANGRON, S. P. The use of free-choice profiling for evaluation of commercial port. **Journal of Science and Food Agriculture**, Sussex, v. 35, n. 5, p. 558-568, 1984.

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.

World Health Organization (WHO). **GLOBAL STRATEGY ON DIET, PHYSICAL ACTIVITY AN HEALTH**. Genebra: WHO; 2004. Disponível em: <[http://www.who.int/dietphysicalactivity/strategy/eb11344/strategy\\_english\\_web.pdf](http://www.who.int/dietphysicalactivity/strategy/eb11344/strategy_english_web.pdf)>. Acesso em: 15 set. 2015.

**APÊNDICE A – Atributos relacionados a aparência e aroma.**

<b>ATRIBUTOS</b>	<b>DEFINIÇÕES</b>	<b>QUANTIDADE DE AVALIADOR</b>
<b>APARÊNCIA</b>		
Brilho	Superfície brilhosa.	10
Característica de queijo	Semelhante a outros queijos.	1
Compacto	Superfície sem poros.	1
Cor	Variação entre branco e amarelo.	16
Esburacado	Apresenta buracos.	2
Fibroso	Fibras aparentes.	2
Firme	Superfície firme ou fechada.	2
Gordura	Superfície gordurosa.	8
Grossa	Superfície grossa.	1
Homogêneo	Ausência de grumos ou partículas.	7
Liso	Superfície lisa.	3
Poroso	Apresenta poucos poros ou buracos.	9
Seco	Superfície seca.	1
Úmido	Superfície úmida.	2
Uniformidade	Superfície de cor e poros balanceados.	1
<b>AROMA</b>		
Ácido	Produtos ácidos, fermentados.	2
Adocicado	Aroma de doce de leite.	1
Amanteigado	Produtos aromatizados com manteiga.	6
Azedo	Leite estragado, leite azedo.	3
Característica de queijo	Semelhante a outros queijos.	4
Coalhada	Leite coalhado.	3
Doce	Aroma doce.	3
Fermentado	Semelhantes a produtos fermentados.	4
Iogurte	Semelhante a iogurte ou fermentado.	7
Lácteo	Produtos lácteos em geral.	8
Leite	Aroma de leite fresco.	2
Leite queimado	Leite aquecido e queimado.	1
Manteiga	Semelhante a manteiga.	6
Salgado	Aroma salgado, salgadinho aromatizado.	1

**APÊNDICE B – Atributos relacionados a sabor e textura.**

<b>ATRIBUTOS</b>	<b>DEFINIÇÕES</b>	<b>QUANTIDADE DE AVALIADOR</b>
<b>SABOR</b>		
Amargo	Sabor perceptível, não persistente, lembra medicamentos.	8
Ácido	Ácido de fermentação.	6
Adstringente	Sabor que “amarra” a boca nas laterais.	2
Azedo	De produtos azedos, de fermentação.	3
Característico de queijo	Lembra outros queijos.	5
Doce	Sabor doce, açúcar.	4
Fermentado	Lembra fermento de produtos panificados.	7
Gordura	Lembra produto lácteo gorduroso.	5
Iogurte	Sabor de iogurte, fermentado.	2
Lácteo	Produtos lácteos no geral.	8
Lácteo fermentado	Lembra produtos fermentados.	1
Leite	Sabor de leite natural.	1
Leite fermentado	Produtos como Yakult.	1
Metálico	Sabor amargo persistente ou de ferro.	2
Picante	Sabor picante na ponta da língua.	4
Residual	Sabor amargo persistente na boca.	4
Salgado	Sabor do sal, percepção salgada.	11
Soro de leite	Lembra produtos à base de soro.	1
<b>TEXTURA</b>		
Aderência	Massa aderida a boca.	1
Borrachudo	Ao mastigar é resistente, emite som.	1
Consistente	Resistente ao morder e mastigar.	13
Elástico	Resiste a pressão exercida.	1
Farelento	Ao morder esfarela na boca.	1
Fibroso	Fibras perceptíveis.	5
Firme	Resistente a mastigação.	3
Granuloso	Grânulos perceptíveis na mastigação.	1
Homogêneo	Não apresenta grumos ou fibras.	4
Macio	Fácil de mastigar.	10
Pastoso	Derrete ao mastigar formando pasta.	7
Poroso	Poros são perceptíveis na mastigação.	1
Quebradiço	Ao morder é quebradiço.	1
Seco	Seco, arenoso.	1
Úmida	Úmido, molhado.	4

## **APÊNDICE C - Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)**

**Título da pesquisa: Desenvolvimento de Queijo Minas padrão com reduzido teor de gordura e sódio adicionado de cultura adjunta.**

**Pesquisadora, com endereços e telefones:** Valéria Barbosa Gomes de Santis, Av. dos Pioneiros, 3131, Jardim Morumbi, Londrina-PR, fone de contato: (043) 3315-6153. email: val\_bgomes@hotmail.com

**Outro profissional responsável:** Dra. Marly Sayuri Katsuda, Av. dos Pioneiros, 3131, Jardim Morumbi, Londrina-PR, fone de contato: (043) 3315-6153, 9655-5559 (Tim), email: mskatsuda@gmail.com

**Local de realização da pesquisa:** Universidade Tecnológica Federal do Paraná Endereço, telefone do local: Av. dos Pioneiros, 3131 - Jardim Morumbi, Londrina-PR, Fone: 3315 6153

### **A) INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE**

#### **1. Apresentação da pesquisa**

Entre as doenças não transmissíveis que vem destacando nas últimas décadas é a hipertensão e hipercolesterolemia resultante do consumo excessivo de sódio e gordura. Entre os alimentos que se destaca com elevado teor de sódio encontram-se os queijos maturados. O queijo Minas padrão é um dos produtos lácteos mais consumidos no Brasil, embora não tenha se destacado nos relatórios da ANVISA como produto com elevado teor de sódio, diversas indústrias de laticínios estão antecipando a tendência do mercado visando oferecer um produto saudável. O presente estudo visa avaliar o efeito da substituição parcial do sódio em queijo Minas padrão com baixo teor de gordura combinado com a adição ou não de cultura adjunta composta por *Lactobacillus helveticus* e *Streptococcus thermophilus* na aceitação sensorial e nas características microbiológicas e físico-químicas ao longo do tempo de maturação.

#### **2. Objetivos da pesquisa**

Este estudo tem a finalidade de verificar o efeito da redução do teor de sódio no queijo Minas padrão com baixo teor de gordura nas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais. Com a finalidade de contribuir com a melhora do sabor e textura, será adicionada de cultura adjunta além do fermento láctico convencional.

### **3. Participação na pesquisa**

Sua participação tem a finalidade de avaliar o impacto nas características sensoriais de queijos salgados com 1% de sal contendo proporcionalmente 100, 50 e 30% de substituição de sódio. Todas as amostras de queijos em estudo serão analisadas previamente quanto às suas características físico-químicas e microbiológicas antes de serem avaliados pelos avaliadores. Para participar do projeto, você será incluído em uma equipe de avaliadores desde que seja aprovado nas provas de seleção envolvendo testes de gostos, avaliação do seu perfil de consumo e saúde. Será aprovado se obtiver 100% de acerto nos gostos básico, não apresentar problemas olfativos (rinite, por exemplo) e gostar de queijos. O teste sensorial aplicado denomina-se Perfil livre, portanto a primeira etapa consiste no levantamento de atributos através da avaliação dos queijos Minas padrão salgado exclusivamente por cloreto de sódio e outra amostra com redução e 50% de sódio com substituição pelo potássio. Após essa sessão você deverá definir cada atributo relativos ao sabor, textura, aroma, entre outros. E finalmente ocorrerá a avaliação sensorial, onde você irá receber em cada sessão, 3 amostras diferentes de queijos para serem avaliados em uma ficha com escala de 10 pontos acompanhado da ficha de definição previamente descrito por você.

### **4. Confidencialidade**

Asseguro manter o sigilo dos seus dados pessoais, fazendo uso da sua participação para a avaliação científica e possível publicação deste trabalho, dentro dos princípios éticos que devem nortear a pesquisa e a nossa profissão.

### **5. Desconfortos, Riscos e Benefícios**

**5a) Desconfortos e ou Riscos:** O queijo com sódio reduzido poderá apresentar gosto alterado devido a substituição do sódio pelo potássio, bem como resultante da atividade proteolítica da cultura ajunta. Neste caso, o consumidor poderá rejeitar o produto ou sentir-se constrangido em preencher a ficha de avaliação. Os avaliadores que rejeitarem o produto e não quiserem julgar poderão interromper a análise e anunciar aos pesquisadores responsáveis que deseja se retirar da análise. No entanto, pede-se que seja avaliado o sabor residual do produto, mesmo sendo rejeitado. Caso seja percebida alteração no sabor, textura ou aparência, estes devem ser apontadas pelos avaliadores para que os pesquisadores melhorem esses defeitos gerados pela redução do sal e gordura.

**5b) Benefícios:** A partir deste estudo deseja-se obter um produto voltado para um público com necessidades especiais, tais como restrição de sal e gordura, com características sensoriais agradáveis. Espera-se ao final deste estudo gerar uma variedade de queijos com

redução de sódio e gordura saboroso e agradável ao paladar para este segmento de público de consumidores.

#### **6. Critérios de inclusão e exclusão.**

**6a) Inclusão:** O participante deverá ter idade superior a 18 anos, poderão ser de ambos os gêneros e de qualquer classe social, e preferencialmente consumidores de queijos. Poderão compor entre os participantes: acadêmicos, docentes, funcionários administrativos e terceirizados da UTFPR câmpus Londrina. O avaliador deverá gostar de queijo, terá que apresentar condições mínimas de estado de saúde, bem como disponibilidade de tempo para participar da pesquisa.

**6b) Exclusão:** Os participantes que apresentarem intolerância à lactose, alergia às proteínas do leite e derivados, restrições à ingestão de lactobacilos e hipertensos, não poderão participar da pesquisa. O participante poderá ser excluído do grupo de avaliadores qualitativos, caso seja reprovado em uma das etapas de seleção.

#### **7. Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo**

Você poderá desistir de participar a qualquer momento sem prejuízo à sua pessoa ou retaliação pela sua decisão. Caso ocorra alguma dúvida acerca do produto ou necessite de mais informações sobre o projeto, o pesquisador responsável estará presente a todo o momento para esclarecimentos.

#### **8. Ressarcimento ou indenização**

A sua participação não implicará em gastos tampouco receberá remuneração financeira. Em caso de algum dano à sua saúde devido a sua participação no estudo, a indenização fica garantida de acordo com a Resolução no. 466 de 2012.

#### **B) CONSENTIMENTO**

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos e benefícios deste estudo. Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo. Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Nome completo: \_\_\_\_\_

RG: \_\_\_\_\_ Data de Nascimento: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Telefone: \_\_\_\_\_ Endereço: \_\_\_\_\_

CEP: \_\_\_\_\_ Cidade: \_\_\_\_\_ Estado: \_\_\_\_\_

Email: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Assinatura pesquisador: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

(ou seu representante)

Nome completo: Marly Sayuri Katsuda

Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar via e-mail: mskatsuda@gmail.com ou telefone: (043) 3315-6153.

**Endereço do Comitê de Ética em Pesquisa para recurso ou reclamações do sujeito pesquisado**

Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR)

REITORIA: Av. Sete de Setembro, 3165, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, telefone: 3310-4943, e-mail: coep@utfpr.edu.br



## ANEXO - Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa.

UNIVERSIDADE  
TECNOLOGICA FEDERAL DO



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** DESENVOLVIMENTO DE QUEIJO MINAS PADRÃO COM REDUZIDO TEOR DE GORDURA E SÓDIO ADICIONADO DE CULTURA ADJUNTA

**Pesquisador:** Marly Sayuri Katsuda

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 50738515.9.0000.5547

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 1.361.955

**Apresentação do Projeto:**

Entre as doenças não transmissíveis que vem destacando nas últimas décadas é a hipertensão e hipercolesterolemia resultante do consumo excessivo de sódio e gordura. Entre os alimentos que se destaca com elevado teor de sódio encontram-se os queijos maturados. O queijo Minas padrão é um dos produtos lácteos mais consumidos no Brasil,

embora não tenha se destacado nos relatórios da ANVISA como produto com elevado teor de sódio, diversas indústrias de laticínios estão antecipando a tendência do mercado visando oferecer um produto saudável. O presente estudo visa avaliar o efeito da substituição parcial do sódio em queijo Minas padrão com baixo teor de gordura combinado com a adição ou não de cultura adjunta composta por *Lactobacillus helveticus* e *Streptococcus thermophilus* na aceitação sensorial e nas características microbiológicas e físico-químicas ao longo do tempo de maturação.

**Objetivo da Pesquisa:**

Avaliar o efeito da sua qualidade físico química, microbiológica e sensorial de queijo Minas Padrão com reduzido teor de gordura e sódio adicionado de *Lactobacillus helveticus* como cultura adjunta,

Objetivo Secundário:

**Endereço:** SETE DE SETEMBRO 3165

**Bairro:** CENTRO

**CEP:** 80.230-801

**UF:** PR

**Município:** CURITIBA

**Telefone:** (41)3310-4494

**E-mail:** coep@utfpr.edu.br

Continuação do Parecer: 1.361.955

- Elaborar queijos com redução de 50% do teor de gordura do leite e substituir 50 e 70% de sódio pelo potássio aliado a adição de *Lb. helveticus*;
- Avaliar a composição proximal de todos os tratamentos nos tempos 1 e 60 dias de maturação  $12^{\circ}\text{C} \pm 1\text{C}$ ;
- Caracterizar físico-quimicamente e a atividade proteolítica de todos os tratamentos nos tempos 1, 20, 40 e 60 dias de maturação;
- Avaliar a qualidade microbiológica dos queijos nos tempos 1, 20 e 40 dias de maturação;
- Caracterizar sensorialmente os queijos maturados nos tempos 20, 40 e 60 dias através do método do perfil livre para avaliar o efeito da substituição do sódio, redução de gordura e adição de cultura adjunta na aceitação do queijo Minas Padrão.

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

As autoras colocam como risco: o queijo com sódio reduzido poderá apresentar gosto alterado devido a substituição do sódio pelo potássio, bem como resultante da atividade proteolítica da cultura ajunta. Neste caso, o consumidor poderá rejeitar o produto ou sentir-se constrangido em preencher a ficha de avaliação. Os provadores que rejeitarem o produto e não quiserem julgar poderão interromper a análise e anunciar aos pesquisadores responsáveis que deseja se retirar da análise. No entanto, pede-se que seja avaliado o sabor residual do produto, mesmo sendo rejeitado. Caso seja percebida alteração no sabor, textura ou aparência, estes devem ser apontadas pelos provadores para que os pesquisadores melhorem esses defeitos gerados pela redução do sal e gordura.

Como benefícios incluem: A partir deste estudo deseja-se obter um produto voltado para um público com necessidades especiais, tais como restrição de sal e gordura, com características sensoriais agradáveis. Espera-se ao final deste estudo gerar uma variedade de queijos com redução de sódio e gordura saboroso e agradável ao paladar para este segmento de público de consumidores.

#### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A pesquisa apresenta caráter relevante para o meio científico.

#### **Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

O projeto atende a Resolução CNS 466/12.

**Endereço:** SETE DE SETEMBRO 3165

**Bairro:** CENTRO

**CEP:** 80.230-901

**UF:** PR

**Município:** CURITIBA

**Telefone:** (41)3310-4494

**E-mail:** coep@utfpr.edu.br

Continuação do Parecer: 1.361.955

**Recomendações:**

Não há recomendações

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Não há pendências

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Lembramos aos senhores pesquisadores que, no cumprimento da RESOLUÇÃO Nº 466, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2012, o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) deverá receber relatórios anuais sobre o andamento do estudo, bem como a qualquer tempo e a critério do pesquisador nos casos de relevância, além do envio dos relatos de eventos adversos, para conhecimento deste Comitê. Salientamos ainda, a necessidade de relatório completo ao final do estudo.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP-UTFPR de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e as suas justificativas.

Lembramos aos senhores pesquisadores que, no cumprimento da RESOLUÇÃO Nº 466, de 12 de dezembro de 2012, o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) deverá receber relatórios anuais sobre o andamento do estudo, bem como a qualquer tempo e a critério do pesquisador nos casos de relevância, além do envio dos relatos de eventos adversos, para conhecimento deste Comitê. Salientamos ainda, a necessidade de relatório completo ao final do estudo.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_616992.pdf	26/11/2015 20:46:55		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_CEP_VALERIA.pdf	26/11/2015 20:46:31	Marly Sayuri Katsuda	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_PERFIL_LIVRE.pdf	26/11/2015 20:45:56	Marly Sayuri Katsuda	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_PREFERENCIA.pdf	26/11/2015 20:45:47	Marly Sayuri Katsuda	Aceito
Folha de Rosto	FolhadeRosto.pdf	02/11/2015 20:55:03	Marly Sayuri Katsuda	Aceito

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

CEP: 80.230-901

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3310-4494

E-mail: coep@utfpr.edu.br

UNIVERSIDADE  
TECNOLOGICA FEDERAL DO



Continuação do Parecer: 1.361.955

Outros	TESTE_GOSTOS_BASICOS_PL.pdf	02/11/2015 20:46:10	Marly Sayuri Katsuda	Aceito
Outros	QUESTIONARIO_PERFIL_LIVRE.pdf	02/11/2015 20:45:43	Marly Sayuri Katsuda	Aceito
Outros	MODELO_DEFIN_ATRIB_PL.pdf	02/11/2015 20:45:03	Marly Sayuri Katsuda	Aceito
Outros	LEVANTAM_ATRIB_REDE_PL.pdf	02/11/2015 20:44:38	Marly Sayuri Katsuda	Aceito
Outros	FICHA_AVAL_PerfilLivre.pdf	02/11/2015 20:43:34	Marly Sayuri Katsuda	Aceito
Outros	FICHA_TESTE_PREF.pdf	02/11/2015 20:42:33	Marly Sayuri Katsuda	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

CURITIBA, 10 de Dezembro de 2015

---

**Assinado por:**  
**Frieda Saicla Barros**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** SETE DE SETEMBRO 3165

**Bairro:** CENTRO

**UF:** PR

**Telefone:** (41)3310-4494

**Município:** CURITIBA

**CEP:** 80.230-801

**E-mail:** coep@utfpr.edu.br