

Influência do Kefir na Qualidade do Queijo Minas Frescal

Influence of Kefir on the Quality of Minas Frescal Cheese

Lidiane Amorim Bitencourt Alves¹, Wellington Cristina Almeida do Nascimento Benevenuto², José Manoel Martins³, Vanessa Riani Olmi Silva⁴, Kamila Ferreira Chaves⁵, Aurélia Dornelas de Oliveira Martins⁶

RESUMO

Minas Frescal é considerado um dos queijos brasileiros mais populares, podendo ser obtido por meio da coagulação enzimática e adicionado de bactérias lácticas. O estudo avaliou a qualidade microbiológica e físico-química do queijo Minas Frescal, um dos mais populares do Brasil, produzido de três formas: com leite fermentado de Kefir (T1), cultura láctica (T2) e ácido láctico (T3). Após análises, todas as formulações atenderam aos padrões microbiológicos exigidos. As contagens de lactobacilos e cocos lácticos gram-positivos foram consistentes em T1 e T2, enquanto T3 teve contagens ligeiramente menores. A umidade estava dentro dos padrões legais em todas as formulações, mas a gordura no extrato seco excedeu o limite em T2 e T3 nos dias 0 e 7. O rendimento técnico e econômico não diferiu significativamente entre as formulações. Concluiu-se que o uso de leite fermentado de Kefir para fazer o queijo Minas Frescal atende aos padrões de qualidade e não afeta o rendimento. Isso sugere que o Kefir pode ser uma alternativa promissora para a produção de queijos funcionais como o Minas Frescal.

Palavras-chave: Produto lácteo. Rendimento. Bactéria láctica.

ABSTRACT

Minas Frescal is considered one of the most popular Brazilian cheeses, which can be obtained through enzymatic coagulation and addition of lactic bacteria. The study evaluated the microbiological and physicochemical quality of Minas Frescal cheese, one of the most popular in Brazil, produced in three ways: with fermented Kefir milk (T1), lactic culture (T2), and lactic acid (T3). After analysis, all formulations met the required microbiological standards. The counts of lactobacilli and gram-positive lactic cocci were consistent in T1 and T2, while T3 had slightly lower counts. Moisture content was within legal standards in all formulations, but fat in dry extract exceeded the limit in T2 and T3 on days 0 and 7. Technical and economic yield did not differ significantly among formulations. It was concluded that the use of fermented Kefir milk to make Minas Frescal cheese meets quality standards and does not affect yield. This suggests that Kefir could be a promising alternative for the production of functional cheeses such as Minas Frescal.

Keywords: Dairy product. Yield. Lactic bacteria.

¹ Mestra em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Campus Rio Pomba.

E-mail:
lidianebitencourt45@gmail.com

Orcid: 0009-0007-1329-617X

² Doutora em Produção Vegetal pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Orcid: 0000-0002-9761-0942

³ Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa. Orcid: 0000-0001-6236-1862

⁴ Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa. Orcid: 0000-0002-8512-5093

⁵ Doutora em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas. Orcid: 0000-0001-9865-9011

⁶ Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa. Orcid: 0000-0002-0664-7492

1. INTRODUÇÃO

Produtos lácteos possuem o leite como principal elemento em sua composição. Dentre esses produtos, encontra-se o queijo Minas Frescal, produzido por meio da coagulação enzimática do leite com coalho e/ou outras enzimas coagulantes apropriadas (BRASIL, 2004). O queijo Minas Frescal possui um baixo custo de produção, permitindo um maior acesso por toda a população, o que o torna amplamente difundido no Brasil. Possui como característica coloração esbranquiçada, consistência macia, textura fechada, elevada umidade e sabor variando de levemente ácido a suave (SILVA, 2005).

O Kefir é um produto lácteo fermentado produzido de forma caseira no Brasil, por meio da inoculação de seus grãos no leite ou açúcar mascavo. Como definição tem-se que o Kefir é o produto cuja fermentação se realiza com cultivos ácido-lácticos elaborados com grãos de Kefir, *Lactobacillus Kefir*, espécies do gênero *Leuconostoc*, *Lactococcus* e *Acetobacter*. Os grãos de Kefir são constituídos por leveduras fermentadoras de lactose (*Kluyveromyces marxianus*) e leveduras não fermentadoras de lactose (*Saccharomyces omnisporus*, *Saccharomyces cerevisiae* e *Saccharomyces exiguus*), *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium* sp e *Streptococcus salivarius* subsp *thermophilus* (BRASIL, 2007).

No setor de alimentos a busca constante dos consumidores por novos produtos permite o desenvolvimento de pesquisas em instituições públicas ou privadas, que sejam capazes de unir sabor, nutrição, qualidade e segurança (CARVALHO; ARAÚJO, 2017). Dessa forma, a inovação de um produto popular no Brasil, com características economicamente viáveis para ambas as partes e com capacidade benéfica torna-se promissor, abrindo espaço para utilização de leite fermentado de Kefir na elaboração de queijo Minas Frescal.

O presente estudo tem como objetivo principal desenvolver um processo de produção de queijo Minas Frescal utilizando leite fermentado de Kefir, uma cultura láctica composta por 5% de *L. lactis* e 95% de *L. cremoris*, bem como a adição de ácido láctico. Além disso, o estudo visa realizar uma avaliação abrangente das características microbiológicas e físico-químicas do queijo resultante, juntamente com a análise dos rendimentos econômicos e técnicos das formulações utilizadas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A amostra de Kefir foi obtida no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Campus Rio Pomba. Para produzir o leite fermentado foi

adicionado 5% dos grãos de Kefir em leite UHT integral e o produto foi armazenado a temperatura de 25°C, por 18 a 24 horas. Posteriormente, o leite fermentado de Kefir foi obtido por meio da separação dos grãos do leite, utilizando uma peneira previamente higienizada com solução de água clorada contendo 200 mg L⁻¹ de cloro ativo. Esse processo de separação foi repetido por três vezes consecutivas, a fim de promover a ativação dos microrganismos presentes nos grãos de Kefir. Na última etapa de ativação, obteve-se o leite fermentado de Kefir. Análises microbiológicas foram realizadas no leite fermentado para detectar coliformes a 30 e 45 °C (KORNACK; JOHNSON, 2001).

A produção dos queijos Minas Frescal foi realizada segundo Silva (2005), com algumas modificações. O processo de pasteurização prévia do leite a 72 °C por 15 segundos, resfriamento a 35 °C e adição dos ingredientes: cloreto de cálcio (40 mL para cada 100 L de leite), agentes de fermentação ou ácido láctico e coagulante (7 mL para cada 100 L de leite, diluídos em água pasteurizada em uma proporção de 10 vezes). Após a coagulação do leite (aproximadamente 35 minutos) foi realizada a quebra da coalhada (grão número 1), os grãos ficaram em repouso por 5 minutos e mexidos de forma contínua e lenta por 25 minutos. Foi realizada a dessoragem, salga (1% de NaCl em relação ao volume do leite), moldagem (formas de 0,5 ou 1 kg e, após 20 minutos), armazenamento sob refrigeração por 12 horas e embalagem em sacos plásticos para armazenamento à temperatura de 4 °C.

No caso específico da produção do queijo Minas Frescal com ácido láctico, foram utilizados 20 mL de ácido láctico para cada 100 L de leite. O ácido láctico foi previamente diluído em água pasteurizada em uma proporção de 10 vezes. Para os tratamentos experimentais, foram adotados três métodos distintos: T1 utilizou 1% de leite fermentado de Kefir, T2 utilizou 1% de uma cultura láctica composta por 5% de *L. lactis* e 95% de *L. cremoris* e T3 utilizou ácido láctico.

Após a produção dos queijos, foram conduzidas análises microbiológicas para avaliar a qualidade do produto, incluindo a detecção de coliformes a 30 °C e 45 °C (KORNACKI; JOHNSON, 2001), estafilococos coagulase positiva (LANCETTE; BENNETT, 2001), *Salmonella* sp. (ANDREWS et al., 2001) e *Listeria monocytogenes* (RYSER; DONNELLY, 2001), conforme a metodologia descrita pela APHA (2001).

A viabilidade das bactérias lácticas presentes nas formulações de queijo Minas Frescal foi analisada (RICHTER; VEDAMUTHU, 2001) ao longo do tempo (0, 7, 14 e 21 dias de

armazenamento) à temperatura de 4 °C. Análises de fungos filamentosos e leveduras foram realizadas seguindo o protocolo proposto por Beuchat e Cousin (2001).

Análises físico-químicas foram conduzidas para avaliar as características das formulações de queijo Minas Frescal, soro e leite ao longo do tempo (0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento) seguindo as diretrizes estabelecidas pela instrução normativa nº 30, de 26 de junho de 2018 (BRASIL, 2018a).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software Sisvar versão 5.3 (FERREIRA, 2014). Nas análises físico-químicas foi utilizado o sistema fatorial 3X4 (3 tratamentos e 4 tempos). O rendimento foi calculado pelo delineamento inteiramente casualizado e as médias comparadas por meio do teste Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS

A análise microbiológica de leite fermentado de Kefir apresentou contagens para coliformes a 45 °C inferiores a 3 NMP g⁻¹ (BRASIL, 2022). Em relação a qualidade microbiológica das formulações de queijo Minas Frescal as formulações apresentaram contagens de coliformes a 45 °C inferiores a 3 NMP g⁻¹ e ausência para estafilococos coagulase positivo, *L. monocytogenes* e *Salmonella*. Em relação a coliformes a 35 °C, os valores ficaram próximos a 3,0 NMP g⁻¹ de em todas as repetições.

A contagem de fungos filamentosos e leveduras (Figura 1) mostrou-se mais elevada no queijo Minas Frescal adicionado de leite fermentado de Kefir em comparação aos queijos produzido com cultura láctica (5% de *L. lactis* e 95% de *L. cremoris*) e ácido láctico.

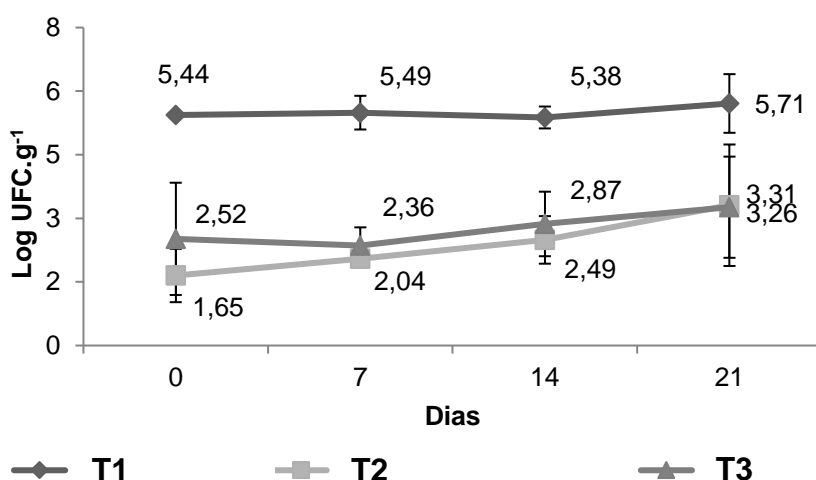


Figura 1. Quantificação de fungos filamentosos e leveduras ao longo do armazenamento das formulações de queijo Minas Frescal

Fonte: dados da pesquisa.

Legenda: Queijo Minas Frescal adicionado de leite fermentado de Kefir (T1), queijo Minas Frescal adicionado de cultura láctica composta por 5% de *L. lactis* e 95% de *L. cremoris* (T2) e queijo Minas Frescal adicionado de ácido láctico (T3).

A viabilidade de bactérias lácticas, incluindo lactobacilos (Figura 2A) e cocos Gram-positivos (Figura 2B), foi semelhante nos T1 e T2, conforme demonstrado pelas contagens em meio MRS e M17, variando de 5,87 a 7,32 log UFC g⁻¹ para lactobacilos e de 5,91 a 7,32 log UFC g⁻¹ para cocos Gram-positivos. T3 apresentou médias de 3,71 e 4,08 log UFC g⁻¹ para lactobacilos e cocos Gram-positivos, respectivamente.

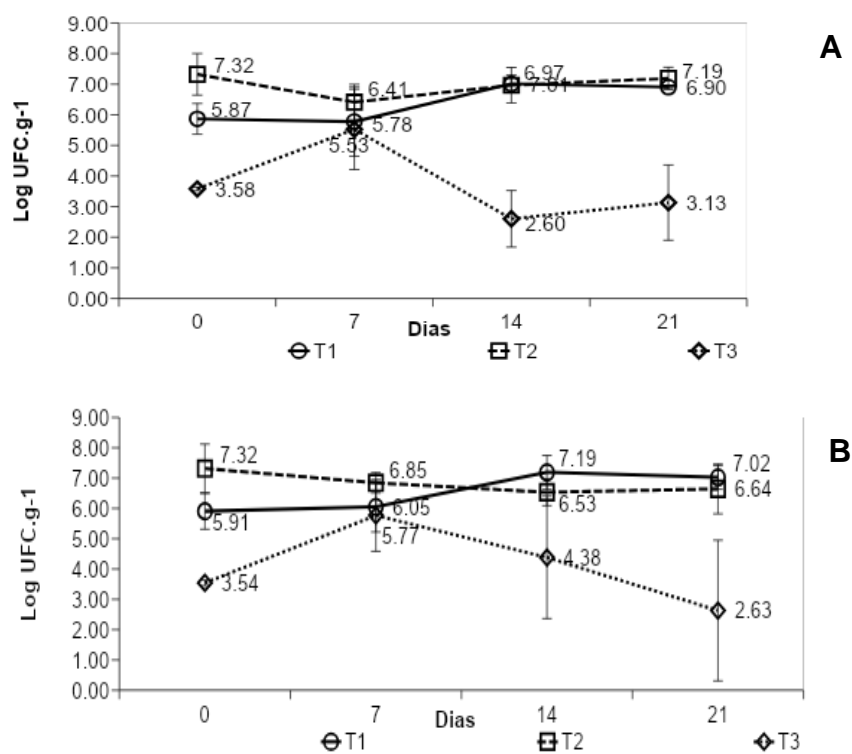


Figura 2. Viabilidade de bactérias do ácido láctico em MRS (A) e M17 (B) nas formulações de queijo Minas Frescal

Fonte: dados da pesquisa.

Legenda: Queijo Minas Frescal adicionado de leite fermentado de Kefir (T1), queijo Minas Frescal adicionado de cultura láctica composta por 5% de *L. lactis* e 95% de *L. cremoris* (T2) e queijo Minas Frescal adicionado de ácido láctico (T3).

O estudo não identificou diferenças significativas ($p>0,05$) nos parâmetros de umidade, proteína, extrato seco total, gordura no extrato seco, gordura e cinzas (Figura 3)

entre os queijos elaborados com leite fermentado de Kefir, cultura láctica (5% de *L. lactis* e 95% de *L. cremoris*) e ácido láctico durante 21 dias de armazenamento a 4,0 °C.

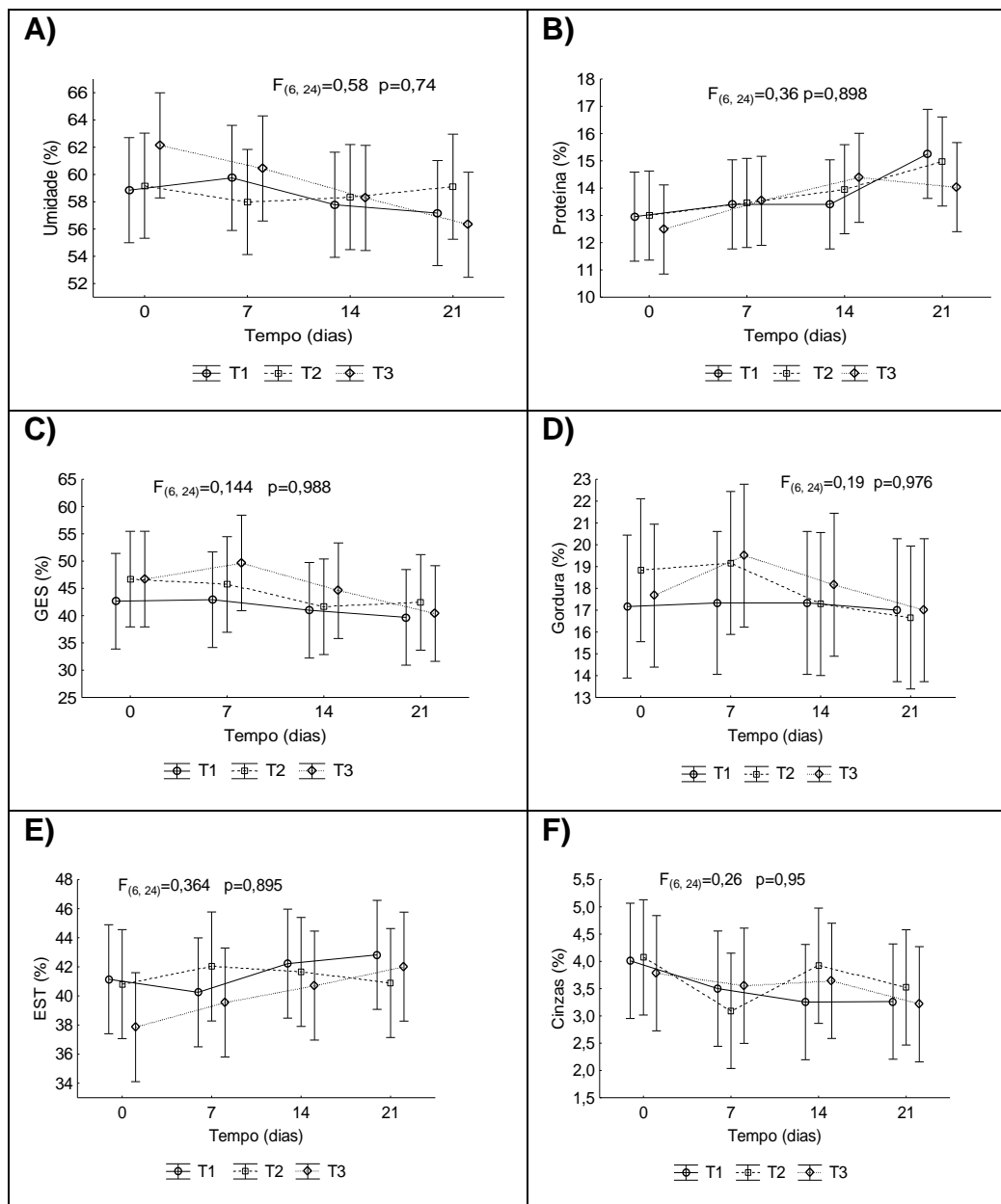


Figura 3. Parâmetros físico-químicos das formulações de queijo Minas Frescal

Fonte: dados da pesquisa.

Legenda: Umidade (A), proteína (B), gordura no extrato seco (GES) (C), gordura (D), extrato seco total (EST) (E) e cinzas (F). Queijo Minas Frescal com leite fermentado de Kefir (T1); queijo Minas Frescal com cultura láctica composta por 5% de *L. lactis* e 95% de *L. cremoris* (T2) e queijo Minas Frescal com ácido láctico (T3).

Os valores de umidade observados variaram de 57,17 a 59,75 g/100g; 57,98 a 59,18 g/100g e 56,31 a 62,14 g/100g para o T1, T2 e T3, respectivamente. Os valores médios de

proteína (Figura 3B) encontrados variaram de 12,95 a 15,25 g/100g, 12,99 a 14,97 g/100g e 12,48 a 14,37 g/100g para o T1, T2 e T3, respectivamente.

A legislação estabelece que a gordura no extrato seco (GES) de queijo semigordo varia de 25 a 44,9 g/100g (BRASIL, 1997). Durante o período de armazenamento, apenas o T1 atendeu aos critérios legais estabelecidos (Figura 3C). Os outros tratamentos apresentaram valores superiores a 44,9 g/100g de GES nos tempos 0 e 7 dias de armazenamento refrigerado. Foram encontrados valores médios de 39,7 a 42,92 g/100g para o T1, 41,63 a 46,70 g/100g para T2 e 40,39 a 49,66 g/100g para T3.

Os valores médios de gordura (Figura 3D) variaram de 17,1 a 17,33 g/100g; 16,67 a 19,17 g/100g e 17,30 a 19,50 g/100g para o T1, T2 e T3, respectivamente. Os valores de extrato seco total (Figura 3E) variaram entre 40,25 e 42,82 g/100g para T1, 40,81 e 42,03 g/100g para T2 e 37,35 e 42,03 g/100g para T3. Observou-se, conforme demonstrado na Figura 3, uma relação inversa entre os resultados de extrato seco total (E) e umidade (A).

Os valores de cinzas (Figura 3F) variaram 3,25 a 4,01 g/100g para T1, de 3,09 a 4,07 g/100g para T2 e de 3,21 a 3,78 g/100g para T3. Resultados semelhantes aos do presente estudo em relação à porcentagem de cinzas foram encontrados por Barbosa; Siqueira e Matias (2019), que analisaram duas amostras de queijo Minas Frescal e encontraram valores de 2,75 e 4,16 g/100g de cinzas.

Em relação à acidez, T1 apresentou variação de 0,017 a 0,038 g/100g de ácido láctico, T2 variou de 0,025 a 0,044 g/100g de ácido láctico e T3 variou de 0,024 a 0,038 g/100g de ácido láctico. Não houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey entre os tratamentos e os tempos.

A composição do leite pasteurizado utilizado na fabricação das diferentes formulações de queijo Minas Frescal apresentou valores médios de 1,033 g mL⁻¹ de densidade, 3,3% de gordura e 3,14% de proteína.

Os parâmetros observados para as amostras de soro provenientes das formulações dos queijos Minas Frescal com leite fermentado de Kefir (S1), cultura láctica (S2) e ácido láctico (S3), não apresentaram diferença ($p > 0,05$) entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey. Os valores médios foram 0,42% de gordura; 0,94% de proteína e 1,0290 g mL⁻¹ de densidade.

Os queijos obtiveram rendimento econômico entre 4,89 e 5,35 L Kg⁻¹, não sendo afetados pelos diferentes métodos de acidificação (direta e fermentação), ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 1).

Tabela 1. Rendimento das formulações de queijo Minas Frescal pelo método econômico.

Amostras	Rendimento (L Kg ⁻¹)	Perda de gordura (% m m ⁻¹)	Perda de proteína (% m m ⁻¹)
T1	4,89±0,72	13,43±7,94	30,06±1,74
T2	5,10±0,84	15,43±9,03	29,30±0,72
T3	5,35±1,01	9,81±3,13	30,56±2,37
DMS	2,17	17,97	4,30

Fonte: dados da pesquisa.

Legenda: Queijo Minas Frescal com leite fermentado de Kefir (T1); queijo Minas Frescal com cultura láctica composta por 5% de *L. lactis* e 95% de *L. cremoris* (T2) e queijo Minas Frescal com ácido láctico (T3). DMS: Diferença Mínima Significativa.

Os valores encontrados para coeficiente GL e cifras de transição de gordura e proteína não diferiram entre as formulações estudadas ($p>0,05$), indicando que o rendimento técnico não foi afetado pelos diferentes métodos de acidificação do queijo Minas Frescal (Tabela 2).

Tabela 2. Rendimento das formulações de queijo Minas Frescal pelo método técnico.

Amostras	Coefficiente GL (g ST L ⁻¹)	Transição de gordura (% m m ⁻¹)	Transição de proteína (% m m ⁻¹)
T1	86,43±9,25	10,82±6,77	23,91±0,36
T2	82,21±10,16	12,50±7,65	22,83±1,43
T3	76,41±12,89	7,83±2,68	24,72±0,67
DMS	11,22	8,51	2,83

Fonte: dados da pesquisa.

Legenda: Queijo Minas Frescal com leite fermentado de Kefir (T1); queijo Minas Frescal com cultura láctica composta por 5% de *L. lactis* e 95% de *L. cremoris* (T2) e queijo Minas Frescal com ácido láctico (T3). DMS: Diferença Mínima Significativa.

4. DISCUSSÃO

A análise microbiológica de leite fermentado de Kefir apresentou conformidade com a legislação que estabelece um limite máximo 10 UFC g⁻¹ de coliformes a 45° C em leite fermentado (BRASIL, 2022). Os resultados da avaliação da qualidade microbiológica das formulações de queijo Minas Frescal também indicam conformidade com a legislação vigente (BRASIL, 2022), sendo as formulações seguras para consumo. Quanto a contagem

de coliformes a 35 °C não há limites estabelecidos pela legislação para esse grupo de microrganismos.

A maior contagem de leveduras fermentadoras e não fermentadoras de lactose na formulação elaborada com leite fermentado de Kefir (Figura 1) se deve a uma contagem mínima de 10^4 UFC g⁻¹ no Kefir conforme regulamentação (BRASIL, 2007). Em todos os tempos avaliados (0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento), os produtos estavam conforme a legislação vigente para Kefir, sendo considerados seguros para fabricação do queijo Minas Frescal.

No queijo Minas Frescal adicionado de 1% de cultura láctica (5% de *L. lactis* e 95% de *L. cremoris*) e ácido láctico, o ambiente pode ter influenciado a contagem de fungos e leveduras no tempo 21 (Figura 1) durante a produção. Não existem padrões legais específicos para fungos e leveduras em queijos de muita alta umidade, permitindo a elaboração de queijo Minas Frescal com leite fermentado de Kefir.

Em comparação, amostras de queijo Minas Artesanal comercializadas em feiras livres em Pelotas/RS, relatadas por Bairros; Vargas e Destri (2016), apresentaram valores próximos a $0,1 \times 10^4$ log UFC g⁻¹ para bolores e uma média de $1,7 \times 10^5$ log UFC g⁻¹ para leveduras, superiores aos do presente estudo com cultura láctica e ácido láctico.

Quanto a viabilidade de bactéria láctica (Figura 2A) percebe-se que para o consumo de queijo elaborado com leite fermentado de Kefir (T1), aproximadamente 100 g são suficientes para beneficiar o organismo humano, considerando seu potencial probiótico, durante os primeiros 7 dias de armazenamento. Após 14 e 21 dias, apenas 10g do produto são necessários para conferir benefícios ao organismo. A legislação brasileira estabelece uma contagem mínima de 10^7 UFC g⁻¹ de bactérias lácticas em Kefir (BRASIL, 2007).

Sperry et al. (2018) constataram valores de 7,63 log UFC g⁻¹ de *L. lactis* em queijo Minas Frescal convencional e 7,71 log UFC g⁻¹ para *L. lactis* e 8,32 log UFC g⁻¹ para *Lactobacillus casei* 01 em queijo adicionado de cultura probiótica. Após a fabricação de produtos fermentados, a composição das bactérias lácticas pode ser afetada por modificações intrínsecas, como mudanças de pH, redução do potencial de oxi-redução e escassez de nutrientes, influenciando nas características dos produtos alimentícios (SILVA, 2011).

Quanto aos parâmetros de umidade, proteína, extrato seco total, gordura no extrato seco, gordura e cinzas (Figura 3) entre os queijos elaborados com leite fermentado de Kefir, cultura láctica (5% de *L. lactis* e 95% de *L. cremoris*) e ácido láctico durante 21 dias de

armazenamento a 4,0 °C, os resultados indicam que o Kefir não influenciou nessas características.

Para queijos de muita alta umidade, os parâmetros de umidade e gordura no extrato seco são estabelecidos pela legislação (BRASIL, 1997). Outros parâmetros não são regulamentados pela legislação vigente. Em relação à umidade (Figura 3A), todas as formulações estão em conformidade com a legislação para queijo Minas Frescal, que estabelece valor maior ou igual a 55 g/100g (BRASIL, 1997).

Barbosa, Siqueira e Matias (2019) encontraram valores semelhantes aos do presente estudo ao avaliarem amostras de queijos Minas Frescal comercializados em feiras livres em Gama/DF. Andrade et al. (2020) avaliaram os parâmetros físico-químicos de queijos Minas Frescal comercializados em Fortaleza/CE e encontraram valores entre 42,86 a 48,05 g/100g de umidade.

Matera et al. (2018) investigaram as características físico-químicas de queijos brasileiros e observaram que as amostras de queijo Minas Frescal analisadas apresentavam valores de GES entre 37 e 58 g/100g. Das cinquenta amostras analisadas, 40% estava conforme a legislação. Souza et al. (2019) encontraram valores para GES em queijo Minas Frescal comercializados na cidade de Montes Claros/MG entre 41,30 e 58,41 g/100g. Entre as 20 amostras analisadas, apenas 8 estavam em acordo com a legislação, que estabelece a faixa de 25 a 44,9 g/100g (BRASIL, 1997). Antunes et al. (2017) encontraram uma média de 40,36 g/100g para queijo Minas Frescal tradicional. Sperry et al. (2018) encontraram valores de gordura total de 23,45 g/100g para queijo convencional elaborado com cultura mesofílica tipo O e 24,04 g/100g para queijo probiótico.

No presente estudo, a formulação T1 demonstrou ter um menor teor de gordura ao longo do tempo em comparação com os demais tratamentos, possivelmente devido à presença de bactérias e leveduras. Entre as leveduras produtoras de lipases, o gênero *Candida sp.* é destacado na literatura como promissor (BHARATHI; RAJALAKSHMI, 2019), sendo este gênero comum na microbiota do Kefir. A presença dessa levedura, especialmente do gênero *Candida sp.*, pode contribuir para a degradação da gordura em comparação com outros microrganismos (ROSA et al., 2017). As bactérias do ácido láctico são conhecidas produzem enzimas glicolíticas, proteolíticas e lipolíticas. Além disso, as lipases presentes no leite podem participar na degradação da gordura do queijo, um processo mais comum em queijos maturados (SILVA, 2011).

Antunes et al. (2017) avaliaram o efeito da casca de banana na dieta de vacas em lactação sobre as características do leite e queijo Minas Frescal, encontrando uma média geral de 39,07 g/100g de extrato seco total para o queijo. Resultados estes próximos ao do presente estudo quando se trata do Queijo Minas Frescal com leite fermentado de Kefir.

Em relação à acidez dos produtos, Rosa et al. (2017) relatam que bactérias do ácido láctico produzem ácido láctico e outros compostos por meio de processos fermentativos. O Kefir é composto por um grupo diverso de microrganismos, diferentemente de culturas lácticas puras, a fermentação láctica produz além do ácido láctico como composto principal o CO₂ e etanol, no entanto, o Kefir, devido a sua diversidade microbiana produz outros compostos, o que pode ter impactado na porcentagem de ácido láctico mais baixo, quando comparado com a cultura láctica.

Ao comparar a viabilidade de bactérias lácticas em MRS (Figura 2A) e porcentagem de acidez, observa-se uma tendência na curva ao longo do tempo. As formulações fermentadas, T1 e T2, obtiveram um aumento na contagem de bactérias lácticas e maior porcentagem de acidez.

Souza et al. (2019) encontraram valores entre 0,25 a 2,78 g/100g de ácido láctico em amostras analisadas de queijo Minas Frescal comerciais. Em estudo realizado por Oliveira et al. (2020), o queijo Minas Frescal elaborado com 1% de Kefir apresentou resultados próximos, corroborando com presente estudo, 0,07 g/100g de ácido láctico.

O regulamento técnico de identidade e qualidade para leite pasteurizado determina valor mínimo de 3,0 g 100mL⁻¹ de gordura para leite integral, valor de densidade relativa à 15 °C entre 1,028 a 1,034 g mL⁻¹ e mínimo de 2,9 g 100mL⁻¹ de proteína total (BRASIL, 2018b), portanto os parâmetros observados para o leite utilizado na fabricação do queijo Minas Frescal estão de acordo com os padrões legais.

Em relação às amostras de soro provenientes das formulações, resultados semelhantes aos do presente estudo foram encontrados por outros autores. Minighin et al. (2016) encontraram valores de 0,3 g 100mL⁻¹ para gordura e 0,9 g 100mL⁻¹ de proteína para soro de leite. Os autores relataram que o soro contém 55% (g 100mL⁻¹) dos nutrientes totais do leite. Cardoso et al. (2018), identificaram que o soro de leite contém 0,9 g 100mL⁻¹ de proteínas e em torno de 0,4 g 100mL⁻¹ de gordura.

O rendimento do queijo (Tabela 1) é influenciado por uma série de fatores. Durante o processo de formação da rede tridimensional de para-K-caseína, a gordura presente no leite é retida e a perda para o soro é minimizada. É importante destacar que o método de

acidificação utilizado na produção de queijos desempenha um papel significativo nesse processo. Comparados aos queijos fermentados, os queijos produzidos por acidificação com ácido láctico apresentam uma capacidade superior de atingir o pH ideal para a ação enzimática de forma mais rápida. Esse fato favorece a formação da coalhada de maneira mais eficiente, bem como promove um maior dessoramento. Esses fatores, por sua vez, exercem influência positiva no rendimento do queijo, ao mesmo tempo em que reduzem a perda de gordura no produto final (ONG et al., 2020).

Furtado (2005), relata valores de 6,0 a 6,5 L Kg⁻¹ para rendimento médio de queijo Minas Frescal. Antunes et al. (2017), encontraram média para rendimento bruto de 4,77 Kg Kg⁻¹ em queijo Minas Frescal, corroborando com o presente estudo. Oliveira e colaboradores (2020) adicionaram fermentado de Kefir de água, como fermento na produção de queijo Minas Frescal e encontraram valor de 5,32 L Kg⁻¹ para rendimento bruto.

O ácido láctico quando adicionado na fabricação do queijo Minas Frescal aumenta a umidade no extrato seco total e o pH final do queijo, reduz a acidez e promove maior perda de sólidos solúveis no soro. O rendimento superior de queijos fabricados com ácido láctico quando comparado aos que utilizam culturas microbianas deve-se a formação de um coágulo menos ácido, reduzindo a reação do cálcio do paracaseinato com ácido láctico, obtendo menos lactato e menor expulsão da água (WOLFSCHOON-POMBO; FURTADO; MUNCK, 1978).

O coeficiente GL (Tabela 2) descreve a transição de sólidos totais do leite para o queijo, demonstrando a eficiência do processo por meio do aproveitamento dos elementos do leite. Dessa forma é possível observar que estatisticamente, as três formulações obtiveram o mesmo aproveitamento dos sólidos totais na formação do queijo Minas Frescal.

O rendimento é afetado diretamente pela concentração de proteína e gordura. Em relação às proteínas a formação do paracaseinato de cálcio durante a coagulação é responsável pela retenção dos demais componentes do leite na coalhada e quanto maior o teor de gordura, maior a retenção de soro durante a fabricação (PAULA; CARVALHO; FURTADO, 2009).

Castro (2015) encontrou valor de 69,10 para g ST L⁻¹ em queijo Minas Frescal adicionado de ácido cítrico, 74,74 g ST L⁻¹ adicionado de *B. lactis*, 69,98 g ST L⁻¹ adicionado de *L. acidophilus* e 70,53 g ST L⁻¹ adicionado dos dois microrganismos anteriores,

demonstrando que a adição de microrganismo aumenta o grau GL do queijo Minas Frescal. Em relação à perda de gordura os resultados foram 13,56, 12,37, 12,97 e 12,27%, respectivamente, corroborando com o presente estudo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão, as formulações de queijo Minas Frescal desenvolvidas com leite fermentado de Kefir, cultura láctica e ácido láctico atendem aos padrões microbiológicos legais, com contagens consistentes de bactérias lácticas ao longo do tempo, sugerindo seu potencial como fonte desses microrganismos. O uso de Kefir como fermento no queijo é viável de acordo com as características físico-químicas e rendimentos encontrados. No entanto, é necessário realizar mais pesquisas sobre o impacto do Kefir no trato gastrointestinal humano para compreender melhor seus efeitos e benefícios para a saúde. Esses estudos adicionais serão cruciais para avançar o conhecimento nessa área e fornecer informações importantes para a indústria alimentícia e os consumidores.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A. P. C de. et al. Evaluation of the physical and chemical parameters of Minas Frescal and Ricotta cheese marketed in Fortaleza, Ceará. **Revista Ciência Agrônômica**, [s.l.], v. 51, n. 2, p. 1-6, nov. 2020.
- ANDREWS, W. H. et al. *Salmonella*. DOWNES, F. P.; ITO, K. (Eds.). In: **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**, 4. Ed., Washington, DC: American Public Health Association – APHA, 2001, p. 357-380.
- ANTUNES, C. R. et al. Efeito da casca de banana na dieta de vacas em lactação sobre as características do leite e do queijo Minas frescal. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, [s.l.], v. 24, n. 4, p. 189-196, 2017.
- APHA (American Public Health Association). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. Washington: 4 ed. 2001.
- BAIRROS, J. V.; VARGAS, B. L.; DESTRI, K. Análise de bolores e leveduras em queijos tipo Minas comercializados em feira livre. **Higiene Alimentar**, [s.l.], v. 30, n. 254/255, p. 85-87, 2016.
- BARBOSA, P. F.; SIQUEIRA, L. A.; MATIAS, A. E. B. Análises Microbiológicas e Físico-Químicas de Queijos Minas Frescal comercializados em feiras livres. **Revista de Divulgação Científica Sena Aires - REVISA**, [s.l.], v. 8, n. 2, p. 147-152, 2019.
- BEUCHAT, L. R.; COUSIN, M. A. Yeasts and Molds. In: DOWNES, F. P.; ITO, K. (Eds.). **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 4.ed. Washington, DC: American Public Health Association – APHA, p. 209-215, 2001.

BHARATHI, D.; RAJALAKSHMI, G. Microbial lipases: An overview of screening, production and purification. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, [s./], v. 22, p. 1-36, set. 2019.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 724, de 1º de julho de 2022. Dispõe sobre os padrões microbiológicos dos alimentos e sua aplicação. Brasília: **Diário Oficial da União**, 6 de julho de 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Resolução – instrução normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para fixação de identidade e qualidade de leites fermentados. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 23 de outubro de 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Resolução – instrução normativa nº 4, de 01 de março de 2004. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para fixação de identidade e qualidade do queijo minas frescal. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 01 de março de 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária. Manual de Métodos Oficiais para Análise de Alimentos de Origem Animal. Instrução Normativa nº30, de 26 de junho de 2018. Brasília: **Diário Oficial da União**, 2018a, Seção 1, p. 9.

BRASIL. Ministério de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Portaria nº 352, de 04 de setembro de 1997. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Queijo Minas Frescal. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 08 de setembro de 1997.

BRASIL. Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A. Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 30 de novembro de 2018b, Seção 1, p. 9.

CARDOSO, L. G. et al. Avaliação sensorial de preparações a base de soro de leite: Revisão da Literatura. **International Journal of Nutrology**, [s./], v. 11, n. 1, p. 24-27, 2018.

CARVALHO, J. M.; ARAÚJO, L. O. Inovação na indústria de alimentos e sua interface com o setor regulador do Brasil. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, BA, v. 10, n. 3, p. 405-4015, jul/set. 2017.

CASTRO, L. M. **Avaliação da viabilidade de probióticos em queijo Minas Frescal acidificado com ácido cítrico**. 2015. 62f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparasons. **Ciência e Agrotecnologia**, [s./], v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FURTADO, M.M. **Principais problemas dos queijos: causas e prevenção**. São Paulo. Fonte Comunicações e Editora. 200p., 2005.

KORNACKI, J. L.; JOHNSON, J. L. Enterobacteriaceae, coliforms, and *Escherichia coli* as quality and safety indicators. In:___ **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**, 4. Ed., Washington, DC: American Public Health Association – APHA, 2001, p. 69-82.

LANCETTE, G. A.; BENNETT, R. W. *Staphylococcus aureus* and Staphylococcal enterotoxins. In: DOWNES, F. P; ITO, K. (Eds.). **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 4.ed. Washington, DC: American Public Health Association – APHA, p.387-404, 2001.

MATERA, J. et al. Brazilian cheeses: a survey covering physicochemical characteristics, mineral content, fatty acid profile and volatile compounds. **Food Research International**, [s.l.], v. 108, p. 18-26, 2018.

MINIGHIN, E. C. et al. Soro de leite versus soro de ricota: Uma avaliação composicional. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, São Paulo-SP, v. 14, n. 3, p. 67-67, 2016.

OLIVEIRA, F. C. S. et al. Características físico-químicas e sensoriais de queijos frescos fermentados com kefir de leite e kefir de água. **Research, Society And Development**, [s.l.], v. 9, n. 4, p. 1-21, 2020.

ONG, L. et al. The effect of pH on the fat and protein within cream cheese and their influence on textural and rheological properties. **Food chemistry**, v. 332, p. 127327, 2020.

PAULA, J. C. J.; CARVALHO, A. F.; FURTADO, M. M. Princípios básicos da fabricação de queijos: do histórico a salga. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora-MG, v. 64, p. 19-25, 2009.

RICHTER, R. L.; VEDAMUTHU, E. R. Milk and milk products. In: DOWNES, F. P.; ITO, K. (Eds.) **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 4.ed. Washington, DC: American Public Health Association – APHA, 2001, p. 483-496.

ROSA, D. D. et al. Milk kefir: nutritional, microbiological and health benefits. **Nutrition Research Reviews**, [s.l.], v. 30, n. 1, p. 82-96, 2017.

RYSER, E. T.; DONNELLY, W. *Listeria*. DOWNES, F. P.; ITO, K. (Eds.). In:___ **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**, 4. Ed. Washington, DC: American Public Health Association – APHA, 2001, p. 343-356.

SILVA, F. T. **Queijo Minas Frescal**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005, 50p.

SILVA, L. de J. M. **Isolamento e caracterização bioquímica das bactérias do ácido láctico do queijo São Jorge DOP**. 2011. 135 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Segurança Alimentar) – Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo, 2011.

SOUZA, H. F. et al. Características físico-químicas do queijo Minas Frescal comercializados em feiras livres da cidade de Montes Claros, Minas Gerais. **Caderno de Ciências Agrárias**, Belo Horizonte-MG, v. 11, p. 1-5, 2019. ISSN: 1984-6738.

SPERRY, M. F. et al. Probiotic Minas Frescal cheese added with L. casei 01: physicochemical and bioactivity characterization and effects on hematological/biochemical parameters of hypertensive overweighted women : a randomized double-blind pilot trial. **Journal Of Functional Foods**, [s.l.], v. 45, p. 435-443, 2018.

TU, C. et al. Quality and metagenomic evaluation of a novel functional beverage produced from soy whey using water kefir grains. **Lwt: Food Science and Technology**, [s.l.], v. 113, p. 1-10, 2019.

WOLFSCHOON-POMBO, A.F.; FURTADO, M.M.; MUNCK, A.V. Estudo da fabricação do queijo Minas Frescal com ácido láctico em substituição ao fermento láctico. **Anais do V Congresso Nacional de Laticínios**. Juiz de Fora. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. Instituto de Laticínios "Cândido Tostes". p.161-182, 1978.