REVISTA
DO INSTITUTO DE LATICÍNIOS CÂNDIDO TOSTES
v. 78, n. 1, jan-mar 2023

Artigo DOI: 10.14295/2238-6416.v78i1.927

INFLUÊNCIA DAS SUPERFÍCIES DE MADEIRA E PLÁSTICO NA MATURAÇÃO DO QUEIJO TIPO CAMEMBERT PRODUZIDO COM LEITE DE CABRA

Influence of wooden and plastic surfaces on the ripening of Camembert type cheese produced with goat's milk

Gustavo Henrique Coelho Carvalho[1], Luis Gustavo de Almeida Marangon[1], Og Ferraz Martins[1], Ana Flávia Coelho Pacheco[2], Alline Artigiani Lima Tribst[3], Bruno Ricardo de Castro Leite Júnior[1]*

RESUMO

A maturação de queijos é um fenômeno complexo e impactado por diversos fatores. Este estudo avaliou a influência da superfície da prateleira de maturação (madeira *Pinus elliottii* e polietileno) na qualidade do queijo tipo Camembert produzido com leite de cabra. Os resultados mostraram ocorrência de acidificação e redução da umidade dos produtos com 14 dias de maturação ($p<0,05$), com consequente aumento das concentrações de proteína e gordura, além de maior da atividade proteolítica, com extensão e profundidade de proteólise ($p<0,05$). Em relação ao impacto das diferentes superfícies, verificou-se que a madeira potencializou a perda de água durante 24 dias de maturação ($p<0,05$), acelerou a proteólise, explicitada pelas maiores taxas de extensão (22%) e profundidade (21%) ($p<0,05$), e tornou as superfícies dos queijos mais escuras, com uma tonalidade mais amarelo-avermelhada ($p<0,05$). Em relação aos resultados microbiológicos, foi verificada uma redução de aproximadamente um ciclo logarítmico na contagem de mesófilos aeróbios (UFC/g), sem diferença entre as amostras maturadas nas diferentes prateleiras. Os resultados destacaram que a superfície de madeira acelerou a maturação do queijo, sem aumentar a contaminação microbiana, destacando-a como uma opção interessante para produção de queijo tipo Camembert de leite de cabra.

Palavras-chave: queijo de cabra; *Penicillium camemberti*; superfície de maturação; microbiota; proteólise.

---

1 Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Viçosa, MG, Brasil.
2 Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Instituto de Laticínios Cândido Tostes, Faculdade de Farmácia, Rua Tenente Luiz de Freitas, 116, Bairro Santa Terezinha, 36045-560, Juiz de Fora, MG, Brasil. E-mail: ana.pachecp@epamig.br
3 Universidade Estadual de Campinas, Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação, Campinas, SP, Brasil.

*Autor para correspondência

Recebido / Received: 05/10/2022
Aprovado / Approved: 10/02/2023

ABSTRACT

Cheese ripening is a complex phenomenon impacted by several factors. This study evaluated the influence of wood (*Pinus elliottii*) and polyethylene surfaces during ripening on the quality of Camembert-type cheese produced with goat milk. The results showed the occurrence of acidification and reduction of moisture content in the products with 14 days of ripening ($p<0.05$), with a consequent increase in the concentrations of protein and fat, and greater proteolytic activity, with extent and depth of proteolysis ($p< 0.05$). Regarding the impact of the different surfaces, it was found that the wood surface potentiated the loss of water during 24 days of ripening ($p<0.05$), accelerated the proteolysis, explained by the higher rates of extent (22%) and depth (21%) ($p<0.05$), and turned the cheese surfaces darker, with a more yellow-reddish color ($p<0.05$). Regarding the microbiological results, a reduction of approximately one logarithmic cycle in the aerobic mesophilic count (CFU/g) was verified, with no difference between the matured samples on the different surfaces. The results showed that the wooden surface accelerated the cheese ripening, without increasing the microbial contamination, highlighting it as an interesting option for the Camembert-type cheese production from goat milk.

Keywords: Goat cheese; *Penicillium camemberti*; ripening surface; microbiota; proteolysis.

INTRODUÇÃO

O leite de cabra vem ganhando notoriedade em diversos países, inclusive no Brasil. Embora em nosso país haja a predominância do leite bovino, a produção de leite de cabra vem aumentando devido ao crescente mercado consumidor deste leite e seus derivados pela melhor digestibilidade quando comparado ao leite bovino, alto valor nutritivo e hipoalergenicidade (ROY *et al*., 2020). Neste contexto, derivados lácteos de origem caprina têm ganhado importância no cenário nacional, sendo os queijos maturados finos a classe de produtos de maior relevância, similarmente ao observado em outros países (DELGADO-JÚNIOR *et al*., 2020).

Dentre os queijos finos, o Camembert é um queijo com denominação de origem produzido na região da Normandia, na França, e mundialmente conhecido. Este queijo é tradicionalmente fabricado com leite de vaca cru ou pasteurizado com a adição do fungo *Penicillium Camemberti* que, após a maturação de no mínimo 10 dias em temperatura entre 10 e 16°C, resulta em um produto com características de cor quase branca a amarela clara, intensa cremosidade, sabor e aroma acentuados (ASSUMPÇÃO, 2016).

A produção de queijo tipo Camembert a partir de leite de cabra é uma interessante estratégia para agregação de valor desta matéria-prima. Dada sua alta procura, em muitos países a produção de queijos tipo Camembert é inspirada na formulação original. Entretanto, apesar de algumas literaturas definirem tempo e temperatura de maturação para este queijo, não há uma regra definida. Desta forma, estes parâmetros são otimizados para alcançar as características sensoriais desejadas no produto final. Além disso, o uso de diferentes superfícies de maturação afeta as características finais dos queijos produzidos (GRIGOLI *et al*., 2015).

Em relação as superfícies das madeiras, estas possuem porosidade susceptíveis ao desenvolvimento de uma comunidade microbiana complexa que contribui para as características desejáveis do queijo (LACORTE *et al*., 2022). Apesar disso, preocupações de segurança do alimento em relação ao uso da madeira têm sido levantadas periodicamente devido à dificuldade em manter a higienização adequada (WADHAWAN *et al*., 2021). O conhecimento sobre as comunidades microbianas associadas às superfícies de madeiras é limitado. Entretanto, sabe-se que essas culturas microbianas determinam as características sensoriais peculiares de diferentes queijos no mundo, podendo até mesmo inibir o desenvolvimento de patógenos ao restringir o fornecimento de nutrientes (GUILLIER *et al*., 2008) e dificultar a adesão (HABIMANA *et al*., 2009).

Neste contexto, a utilização de superfícies de madeira para maturação de queijos brasileiros, como os queijos Minas Artesanais do Serro e da Canastra, tem permitido o crescimento de microrganismos desejáveis, que contribuem para modificações físico-químicas que são essenciais para o desenvolvimento de sabor, aroma e textura (FERREIRA; FERREIRA, 2011). No entanto, não há na literatura um estudo que mostre como diferentes superfícies podem impactar nas características do queijo tipo Camembert produzido com leite de cabra durante a maturação. Para superar essa lacuna, o objetivo deste estudo foi comparar os atributos físico-químicos e microbiológicos do queijo tipo Camembert, produzido com leite de cabra e maturado em superfícies de madeira (*Pinus elliottii*), ou de plástico tipo polietileno.

MATERIAL E MÉTODOS

Processo de fabricação e condições de maturação

Os queijos tipo Camembert foram produzidos com 75 litros de leite de cabra pasteurizado (65°C por 30 min) em uma queijaria artesanal (Rio Pomba, Brasil), seguindo a metodologia descrita por FURTADO (2003), conforme fluxograma apresentado na Figura 1. Para isso, após a pasteurização do leite foi adicionado cloreto de cálcio (40%, Rica Nata, Piracema, MG, Brasil) na concentração de 0,04% em relação ao volume de leite, fermento mesofílico tipo O (Ricaferm MT3, Rica Nata, Piracema, MG, Brasil) e coagulante (Ha-La®, quimosina recombinante produzida por *Aspergillus niger subs awamori*, Chr Hansen, Valinhos, SP, Brasil) na concentração de 75 IMCU/L de leite. Após 45 min de coagulação a 35°C, realizou-se o corte (aresta de 1,5cm), mexedura (à 32°C por 35 min) e enformagem por 6h à 18°C. Posteriormente, os queijos foram submetidos a etapa de salga em salmoura à 20% (p/v) por 60 min e o borrifamento do fungo *Penicillium camemberti* foi realizado uma vez na superfície dos queijos. Após a fabricação, os queijos com peso médio de 180g foram colocados sobre superfícies de madeira (*Pinus elliottii*) e plástico de polietileno e foram maturados, em sala específica, a 6-8ºC e 85-90% de umidade por até 24 dias.

Doze amostras de queijos por tratamento foram avaliadas com 1 (queijo fresco), 14 e 24 dias de maturação. Os queijos foram produzidos em duas repetições e as análises foram realizadas em triplicata.

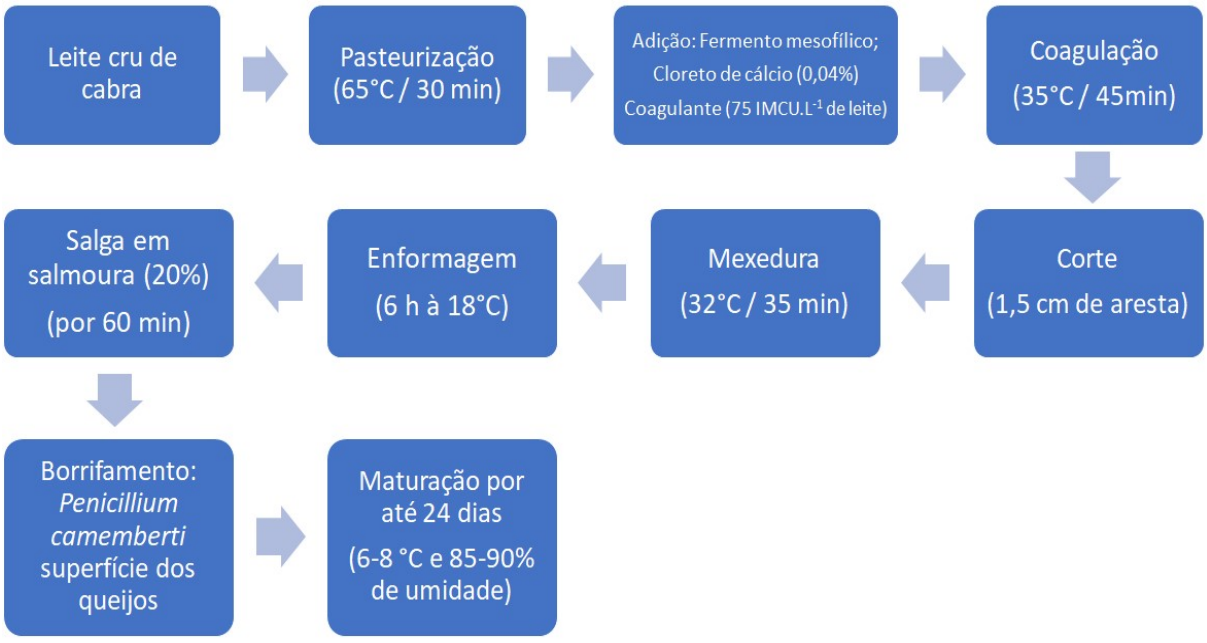

Figura 1. Fluxograma do processo de fabricação do queijo tipo Camembert produzido com leite de cabra

Análises físico-químicas

Acidez, umidade, proteína e gordura

A acidez das amostras de queijo tipo Camembert foi determinada por meio da titulação com NaOH (0,1M) e expressa em percentagem de ácido lático de acordo com o método 947.05 AOAC (HORWITZ; LATIMER, 2005).

O conteúdo lipídico total foi determinado pelo método de Gerber (ZENEBON, 2008) e os teores de umidade e proteína foram determinados de acordo com o método 44-15A e o método de Kjeldahl (número 991.22) da AOAC, respectivamente (HORWITZ; LATIMER, 2005).

Determinação da extensão e profundidade da proteólise

A proteólise dos queijos foi determinada por meio das análises de extensão e profundidade da proteólise ao longo do processo de maturação, de acordo com os procedimentos descritos por POMBO; LIMA (1989), sendo a extensão da proteólise determinada pela relação entre nitrogênio solúvel em pH 4,6 (N.S.) e nitrogênio total (N.T.), segundo a Equação 1.

$$\text{Extensão de proteólise} = \frac{\text{N.S.}}{\text{N.T.}} \times 100 \qquad (1)$$

A profundidade da proteólise foi determinada pelo teor de nitrogênio solúvel em ácido tricloroacético (TCA) 12% (m/v) ($N.S._{TCA\,12\%}$) e nitrogênio total (N.T.), segundo a equação 2.

$$\text{Profundidade de proteólise} = \frac{N.S._{TCA\,12\%}}{\text{N.T.}} \times 100 \qquad (2)$$

Avaliação de cor

A análise de cor da superfície dos queijos foi realizada utilizando um colorímetro Color i5 (XRite, Incorporated Grand Rapids, Michigan, EUA) com iluminante D65 e ângulo de 10°. As amostras foram cuidadosamente cortadas e posicionadas em cubetas de vidro de modo que a medição da cor da superfície dos queijos pudesse ser realizada em triplicata em quatro pontos diferentes, totalizando doze leituras por amostra. A cor da superfície dos queijos foi descrita usando a escala CIELab: L* (preto a branco), a* (verde a vermelho) e b* (azul a amarelo). A partir desses parâmetros, a diferença de cor média (ΔE*), entre as diferentes amostras maturadas em relação a amostra não maturada (dia 0), foi calculada a partir da Equação 3 (MILORADOVIC *et al*., 2018).

$$\Delta E = \sqrt{((\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2)} \qquad (3)$$

Análises microbiológicas

Para realização das análises microbiológicas, 25 ± 0,2 g de cada amostra foram diluídas em 225 mL de solução salina peptonada 0,85% e, posteriormente, homogeneizadas em *Stomacher* (modelo 400 Seward, Alpax®, Diadema, São Paulo), por um minuto. Então, novas diluições decimais seriadas foram realizadas para determinação da contagem dos diferentes grupos microbianos avaliados conforme metodologia descrita por WEHR; FRANK (2004).

As contagens de aeróbicos mesófilos e psicrotróficos foram realizadas por meio do plaqueamento em profundidade em Ágar Padrão para Contagem (PCA, Merck KGaA, Darmstadt, Germany). A temperatura de incubação para aeróbicos mesófilos foi de 32ºC, por um período de 48 horas, e para psicrotróficos foi de 7ºC, por um período de 10 dias. A quantificação das bactérias láticas foi realizada em Ágar De Man, Rogosa e Sharpe (MRS, Merck KGaA, Darmstadt, Germany), com sobrecamada e incubação em anaerobiose à 36±1°C durante 48-72 horas. A contagem de bolores e leveduras foi realizada através do plaqueamento por superfície com Ágar de Batata Dextrose (BDA, Merck KGaA, Darmstadt, Germany). O tempo de incubação foi de 5 dias a 25°C.

Análise estatística

Os processos e os experimentos foram realizados em duas repetições e cada unidade experimental foi realizada em triplicata. Os resultados foram expressos como média ± desvio padrão. A análise de regressão linear foi utilizada para comparar o efeito das diferentes superfícies na proteólise dos queijos. A análise de variância (ANOVA) foi realizada para comparar os efeitos de diferentes tratamentos e o teste de Tukey foi usado para avaliação de diferenças significativas entre eles ao nível de 5%.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software Statistica (StatiSoft INC).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características físico-químicas dos queijos tipo Camembert produzidos com leite de cabra e maturados em superfícies de madeira e plástico

Ao longo do período de maturação foram observadas algumas modificações nas características físico-químicas e microbiológicas das amostras. A Figura 2 apresenta os resultados obtidos para as análises de acidez titulável e teores percentuais de proteína, umidade e gordura para as diferentes amostras durante a maturação.

A acidez das amostras aumentou até 14 dias de maturação ($p<0,05$), sem diferenças entre os queijos maturados em superfícies de madeira e plástico ($p>0,05$), o que pode ser explicado pelo consumo de lactose e produção de ácido lático pelos microrganismos inoculados no queijo (Figura 2-A). Este fenômeno é importante por inibir a multiplicação e atividade metabólica de microrganismos deterioradores e/ou patogênicos, porém afeta as características sensoriais e físico-químicas do produto, bem como a atividade de microrganismos e enzimas presentes no queijo (POSSAS, *et al* 2021). Por outro lado, entre 14 e 24 dias, a manutenção ($p>0,05$) da acidez indicou a redução da atividade metabólica e/ou multiplicação dos microrganismos presentes.

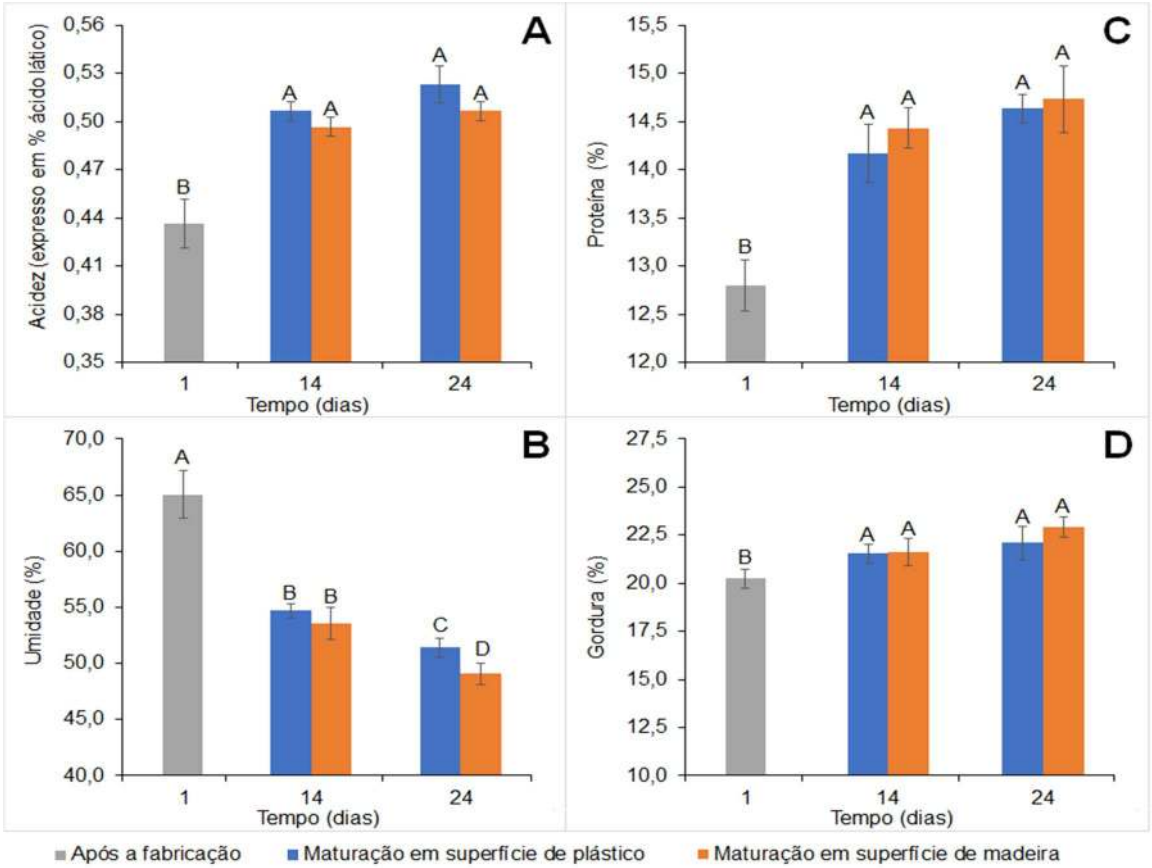

Figura 2. Avaliação das características físico-químicas (A: acidez titulável (expressa em % ácido lático); B: Umidade (%); C: Proteína (%); D: Gordura (%)) dos queijos tipo Camembert, produzido com leite de cabra, maturados em superfícies de madeira e plástico. Letras diferentes indicam diferença estatística entre as médias pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

A umidade dos queijos reduziu ao longo da maturação ($p<0,05$) (Figura 2-B), sendo que os queijos maturados sobre madeira apresentaram menor umidade do que aqueles maturados sobre superfície de plástico com 24 dias de maturação ($p<0,05$), o que possivelmente está correlacionado

com a maior capacidade de absorção de água da madeira (LICITRA *et al*., 2017). DERVISOGLU; YAZICI (2001), também relataram que a perda de umidade foi significativamente maior nas amostras de queijo Kulek maturadas em recipientes de madeira quando comparadas com a de plástico ($p<0,05$).

A redução da umidade dos queijos durante a maturação é interessante por ser capaz de inibir a multiplicação microbiana pela redução do teor de água livre (LEÃO *et al*., 2020). Além disso, esse resultado tem impacto nas características sensoriais do produto, uma vez que a concentração dos sólidos, isto é, a concentração dos compostos voláteis, produzidos ao longo da maturação, como os ácidos orgânicos, intensificam o aroma e o sabor do queijo (JO *et al*., 2018).

Como consequência da expressiva perda de umidade, observou-se um aumento na concentração de proteína e gordura nos queijos com 14 dias de maturação para ambos os tratamentos ($p<0,05$) (Figura 2- C e D). Por outro lado, as menores perdas de umidade entre 14 e 24 dias resultaram na manutenção das concentrações destes nutrientes nas amostras avaliadas ($p<0,05$), indicando que a diferença de umidade final não foi suficiente para impactar estatisticamente na concentração destes macronutrientes.

Baseado nesses resultados, verifica-se que, embora a superfície de madeira tenha contribuído para uma maior redução da umidade do queijo tipo Camembert, durante a maturação, essa redução não foi suficiente para alterar os parâmetros de acidez, proteína e gordura deste queijo em comparação com o queijo maturado em superfície de plástico.

Profundidade e extensão da proteólise dos queijos tipo Camembert produzidos com leite de cabra e maturados em superfícies de madeira e plástico

A Figura 3 apresenta as alterações promovidas durante a maturação dos queijos em relação aos índices de extensão (EP) e profundidade (PP) da proteólise. A avaliação dos resultados mostra que os queijos maturados em superfícies de madeira apresentaram maiores taxas (obtidas por meio da inclinação da reta – Figura 3) para EP (22%) e para PP (21%) quando comparados aos queijos maturados em superfície de plástico ($p<0,05$). Além disso, a avaliação comparativa entre extensão e profundidade de proteólise (Figuras 3 – A e B), mostrou que, independentemente dos tratamentos e tempo de avaliação, a extensão foi maior que a profundidade. Esse resultado era esperado, considerando que todo nitrogênio solúvel em ácido tricloroacético (TCA) também é quantificado em nitrogênio solúvel em pH 4,6.

A maturação dos queijos é uma etapa complexa e envolve diversas reações. O monitoramento deste processo é um dos pontos chave na elaboração de queijos que passam por essa etapa. De acordo com VENEMA *et al*. (1996), o grau de maturação pode ser acompanhado pelo nível de hidrólise proteica dos queijos. Os mesmos autores verificaram que a avaliação sensorial, mesmo quando realizada por julgadores treinados, oferece resultados menos confiáveis do que as análises químicas de proteólise. Desta forma, se torna fundamental a avaliação dos índices de proteólise (extensão e de profundidade) durante a maturação de queijos.

Detalhadamente, a extensão da proteólise é um parâmetro para avaliar o grau de maturação pela atividade da proteólise pelo coalho sobre as caseínas presentes no queijo que resulta na formação de hidrolisados proteicos de alto, médio ou baixo peso molecular (FOX *et al*., 1993), sendo caracterizada pelo acúmulo total de substâncias nitrogenadas solúveis durante a maturação (POMBO; LIMA, 1989). Por outro lado, a profundidade de maturação avalia a ação de endopeptidases e exopeptidases produzidas pelos microrganismos sob os hidrolisados proteicos, a qual resulta na produção de compostos nitrogenados de baixo peso molecular (SILVA, 2007). Portanto, baseado nas diferenças observadas para EP e PP entre os diferentes queijos, é possível afirmar que a superfície de madeira pode acelerar a maturação, com intensificação dos atributos sensoriais, como cor, textura, aroma e sabor (LICITRA *et al*., 2007).

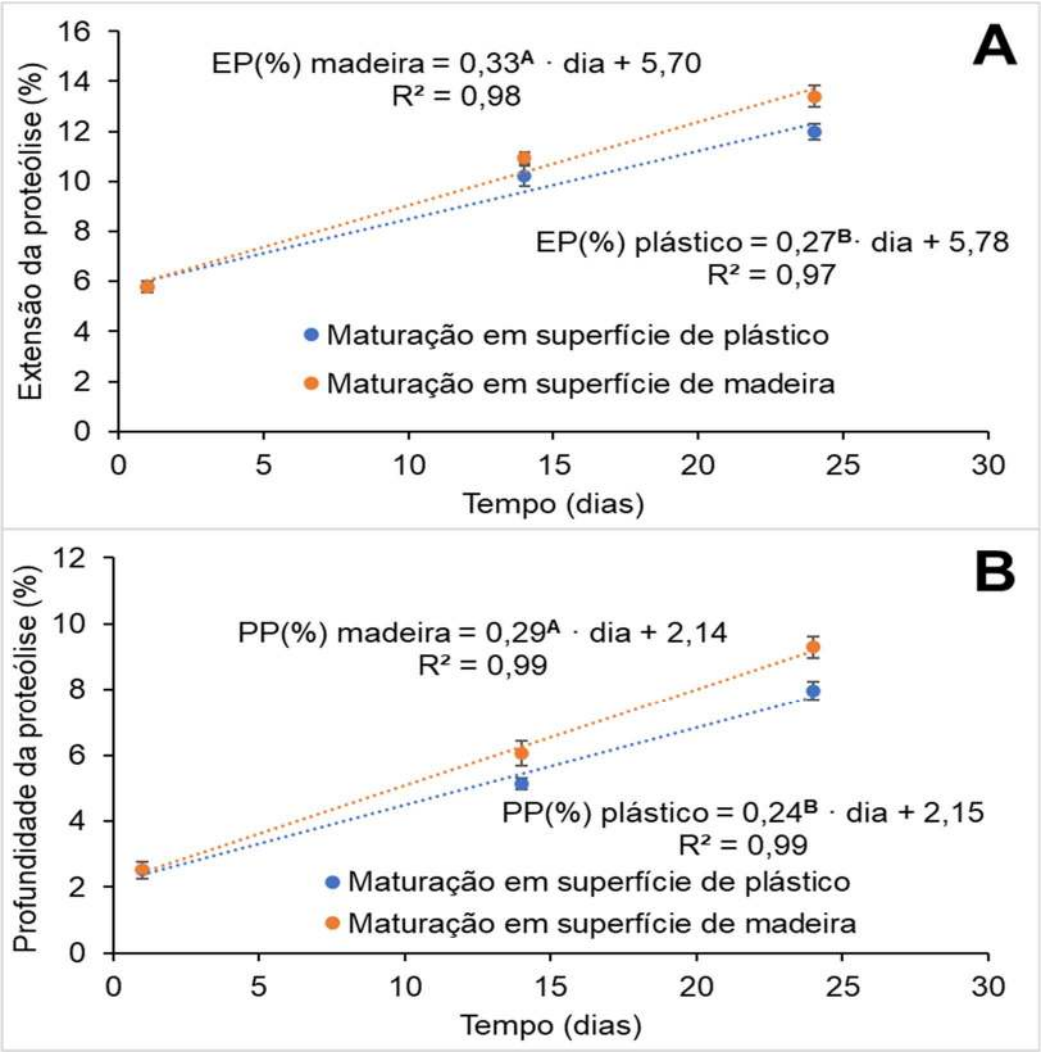

Figura 3. Extensão (A) e profundidade (B) da proteólise em queijos tipo Camembert, produzido com leite de cabra, maturados em superfícies de madeira e plástico. Letras diferentes indicam diferença estatística entre as médias para cada análise pelo teste de Tukey (p<0,05).

Cor dos queijos tipo Camembert produzidos com leite de cabra e maturados em superfícies de madeira e plástico

A Figura 4 apresenta os resultados para análise de cor dos queijos tipo Camembert maturados em superfície de madeira e de plástico. Os queijos maturados em superfície de madeira apresentaram mudanças em todas as coordenadas de cor (Figura 4), diferenciando-se do queijo fresco, após 14 dias de maturação (p<0,05) com posterior manutenção da cor (p>0,05) entre 14 e 24 dias de maturação. A redução da luminosidade (L*) e o aumento de tons avermelhados (a*) e amarelos (b*) na superfície dos queijos é explicada pela maior concentração de sólidos e pela interação com a madeira, resultando em um produto com cor amarela-avermelhado, o que é característico para queijo produzido artesanalmente (FRAU *et al.*, 2021). Similarmente, no estudo realizado por FIGUEIREDO (2018), que avaliou as características de qualidade do Queijo Minas Artesanal do Serro durante a maturação, também foi verificado que os queijos maturados em superfície de madeira desenvolveram coloração amarelada
tanto na crosta quanto no centro geométrico dos produtos.

Por outro lado, o queijo maturado em superfície plástica (Figura 4) apresentou mudanças

apenas na coordenada a* em relação ao queijo fresco, com aumento de tons avermelhados com 14 dias de maturação (p>0,05). Desta forma, verificou-se que o queijo maturado em superfície de madeira apresentou maior redução da luminosidade (L*) e incremento da coloração amarela (b*) com 14 dias de maturação em comparação com o queijo maturado em superfície plástica.

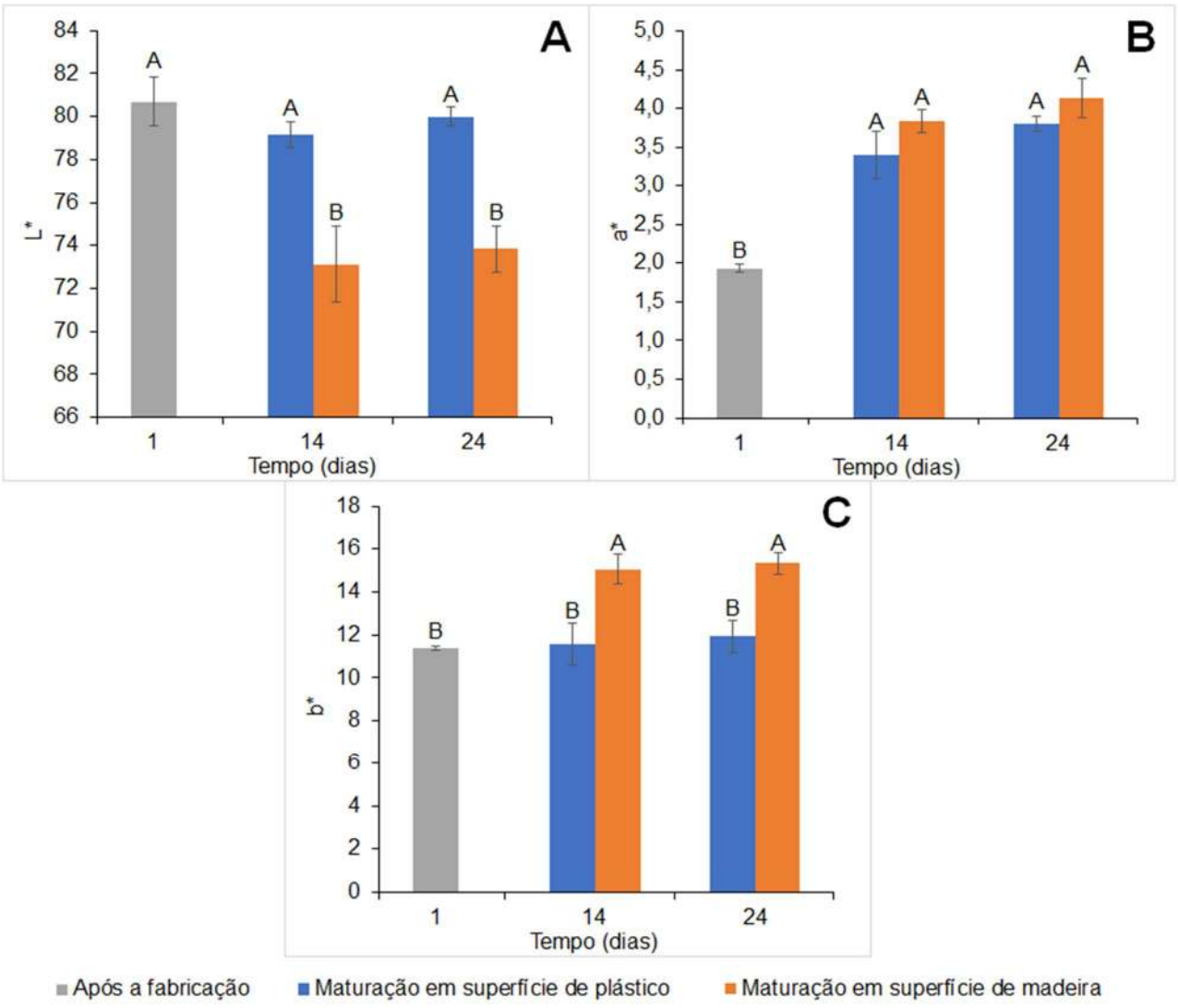

Figura 4. Parâmetros de cor (L* (A), a* (B) e b* (C)) dos queijos tipo Camembert, produzidos com leite de cabra, maturados em superfícies de madeira e plástico. Letras diferentes indicam diferença estatística entre as médias para cada parâmetro pelo teste de Tukey (p<0,05).

Para avaliar a magnitude das diferenças na cor final dos produtos, foi calculada a diferença total de cor (ΔE), sendo a amostra fresca (não maturada) utilizada como referência, cujos resultados são apresentados na Tabela 1. Como esperado, as diferenças de cor foram observadas com 14 dias de maturação e o valor de ΔE foi maior para o queijo maturado em madeira (p<0,05), atingindo valores >3, ou seja, apresentando diferença muito perceptível ao olho humano (CHOI *et al.*, 2002). Esse resultado é importante, uma vez que a cor do produto é um aspecto sensorial fundamental para aceitação e compra do produto pelo consumidor.

Tabela 1. Valores de ΔE dos parâmetros de cor dos queijos tipo Camembert, produzido, com leite de cabra, maturados sobre superfícies de madeira e plástico

Queijo	ΔE	
	14 dias	**24 dias**
Maturado em superfície de plástico de polietileno	$2,3 \pm 0,5^{Ba}$	$2,2 \pm 0,3^{Ba}$
Maturado em superfície de madeira (*Pinus elliottii*)	$8,7 \pm 1,7^{Aa}$	$8,2 \pm 0,9^{Aa}$
Queijo fresco (com 1 dia de fabricação)	Referência	

Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística pelo teste de Tukey ($p<0,05$) entre as amostras maturadas em diferentes superfícies no mesmo tempo. Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística pelo teste de Tukey ($p<0,05$) para as amostras maturadas na mesma superfície em diferentes tempos.

Avaliação da qualidade microbiológica dos queijos tipo Camembert produzidos com leite de cabra e maturados em superfícies de madeira e plástico

Os microrganismos afetam diretamente a qualidade dos queijos durante a maturação. Desta forma, torna-se crucial a avaliação da influência do tempo de maturação e do tipo de superfície na viabilidade dos diferentes grupos microbianos. Neste contexto, a Tabela 2 apresenta a qualidade microbiológica dos queijos tipo Camembert produzidos com leite de cabra durante a maturação em superfícies de madeira e plástico.

Tabela 2. Contagens de microrganismos (Log UFC/g) indicadores da qualidade microbiológica dos queijos tipo Camembert, produzidos com leite de cabra, durante a maturação sobre superfícies de madeira e plástico

Queijo		Mesófilos aeróbios	Psicrotróficos	Bactérias ácido-láticas	Bolores e leveduras
Queijo fresco (com 1 dia de fabricação)		$8,25 \pm 0,48^{A}$	$7,63 \pm 0,46^{A}$	$7,34 \pm 0,39^{A}$	$6,19 \pm 0,56^{A}$
14 dias de maturação	Superfície de plástico	$7,41 \pm 0,46^{B}$	$7,33 \pm 0,30^{A}$	$7,36 \pm 0,61^{A}$	$6,19 \pm 0,53^{A}$
	Superfície de madeira	$7,57 \pm 0,50^{B}$	$7,60 \pm 0,44^{A}$	$7,22 \pm 0,72^{A}$	$6,14 \pm 0,59^{A}$
24 dias de maturação	Superfície de plástico	$7,42 \pm 0,35^{B}$	$7,34 \pm 0,52^{A}$	$7,30 \pm 0,54^{A}$	$6,42 \pm 0,55^{A}$
	Superfície de madeira	$7,42 \pm 0,56^{B}$	$7,38 \pm 0,51^{A}$	$7,12 \pm 0,57^{A}$	$6,27 \pm 0,58^{A}$

Letras diferentes na coluna indicam diferença estatística entre as médias para cada grupo microbiano estudado pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

De forma geral, inicialmente, os queijos apresentaram elevadas contagens (6,19 a 8,25 Log UFC/mL) para os diferentes grupos microbianos avaliados (mesófilos aeróbios, psicrotróficos, bactérias láticas e bolores e leveduras) (Tabela 2). Esses resultados eram esperados considerando os diferentes microrganismos que foram adicionados durante a produção. Durante a maturação, foi verificada uma redução significativa na contagem de microrganismos mesófilos aeróbios (redução de aproximadamente um ciclo logarítmico) ($p<0,05$), independentemente do tipo de superfície utilizada para maturação dos queijos. A diminuição da contagem deste grupo microbiano pode estar relacionada a condições de estresse, como a produção de ácidos orgânicos e redução da atividade de água, que são fatores que favorecem a inibição microbiana (GONZÁLEZ *et al*., 2007). Entretanto, para os outros grupos avaliados, não foram observadas alterações nas contagens microbianas, independentemente do tipo de superfície e do tempo avaliado ($p>0,05$). Este fato demonstra que nas condições aplicadas, utilizar superfície de madeira e ou plástico não interfere no desenvolvimento destes microrganismos.

CONCLUSÃO

No queijo Camembert produzido com leite de cabra, com 14 dias de maturação, foi observado um aumento de acidez, bem como, uma redução da umidade e, em consequência disso, aumento das concentrações de proteína e gordura. Além disso, foi constada a redução na contagem de microrganismos mesófilos aeróbicos, independente da superfície utilizada. Por outro lado, a comparação dos queijos entre 14 e 24 dias de maturação indicou que apenas a redução de umidade e aumento de atividade proteolítica foram significativos, indicando redução da velocidade de alterações neste segundo período de maturação.

A superfície de madeira potencializou a perda de água durante 24 dias de maturação, acelerou em ~22% a extensão e a profundidade da proteólise e resultou em queijos mais escuros e com tons mais amarelo-avermelhados na superfície. Tais resultados demonstram que a superfície de madeira tem potencial de acelerar a maturação de queijo tipo Camembert produzido com de leite de cabra. Por fim, como sugestões para trabalhos futuros, é fundamental realizar a avaliação sensorial dos diferentes produtos, a fim de verificar o impacto dessas alterações na aceitação do consumidor.

REFERÊNCIAS

ASSUMPÇÃO, G. M. P. **Caracterização de queijo tipo camembert fabricado com adição de concentrados lácteos proteicos**, 2016. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

CHOI, M. H.; KIM, G. H.; LEE, H. S. Effects of ascorbic acid retention on juice color and pigment stability in blood Orange (*Citrus sinensis*) juice during refrigerated storage. **Food Research International**, v. 35, n. 8, p. 753-759, 2002. DOI: 10.1016/S0963-9969(02)00071-6

DELGADO Jr, I. J.; SIQUEIRA, K. B.; STOCK, L. A. **Produção, composição e processamento de leite de cabra no Brasil**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, Circular Técnica, 2020. 16p.

DERVISOGLU, M.; YAZICI, F. Ripening changes of Kulek cheese in wooden and plastic containers. **Journal of Food Engineering**, v. 48, n. 3, p. 243-249, 2001. DOI: 10.1016/S0260-8774(00)00164-3

FERREIRA, E. G.; FERREIRA, C. L. L. F. Implicações da madeira na identidade e segurança de queijos artesanais. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 66, n. 381, p. 13-20, 2011.

FIGUEIREDO, L. V. **Maturação e características de qualidade do Queijo Minas Artesanal do Serro - MG**. 2018. 66 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2018.

FOX, P. F. *et al.* Biochemistry of cheese ripening. *In*: FOX, P. F. **Cheese: chemistry, physics and microbiology**, v. 2, Boston: Springer, 1993. p. 389-438.

FRAU, F. *et al.* Effect of vacuum packaging on artisanal goat cheeses during refrigerated storage. **Food Science and Technology**, v. 41, n. 2, p. 295-303, 2021. DOI: 10.1590/fst.36719

FURTADO, M. M. Queijos finos: uma opção para agregar valor à fabricação. **Revista Milkbizz Tecnologia Temática**. São Paulo, n. 6, p. 15-20, mar./abr. 2003.

GONZÁLEZ, L. *et al.* Identification of lactic acid bacteria isolated from Genestoso cheese throughout ripening and study of their antimicrobial activity. **Food Control**, v. 18, n. 6, p. 716-722, 2007. DOI: 10.1016/j.foodcont.2006.03.008

GRIGOLI, A. *et al.* The influence of the wooden equipment employed for cheese manufacture on the characteristics of a traditional stretched cheese during ripening. **Food Microbiology**, v. 46, p. 81-91, 2015. DOI: 10.1016/j.fm.2014.07.008

GUILLIER, L. *et al.* Modelling the competitive growth between Listeria monocytogenes and biofilm microflora of smear cheese wooden shelves. **International Journal of Food Microbiology**, v. 128, n. 1, p. 51-57, 2008. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2008.06.028

HABIMANA, O. *et al.* Genetic features of resident biofilms determine attachment of Listeria monocytogenes. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 75, n. 24, p. 7814-7821, 2009. DOI: 10.1128/AEM.01333-09

HORWITZ, W.; LATIMER Jr., G. W. (ed.). **Official methods of analysis of AOAC International**. 18th ed. Gaithersburg: AOAC International, 2005.

JO, Y. *et al.* Sensory and chemical properties of Gouda cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 3, p. 1967-1989, 2018.

LACORTE, G. A. *et al.* Investigating the influence of Food Safety Management Systems (FSMS) on microbial diversity of Canastra cheeses and their processing environments. **Food Microbiology**, v. 105, e104023, 2022. DOI:10.1016/j.fm.2022.104023

LEÃO, G. S. *et al.* Influência da aplicação de revestimento comestível em queijo minas artesanal durante o período de maturação. **Holos**, v. 2, e10547, 2020. DOI: 10.15628/holos.2020.10547

LICITRA, G. *et al.* Traditional wooden equipment used for cheesemaking and their effect on quality. *In*: PAPADEMAS, P.; BINTSIS, T. **Global cheesemaking technology: cheese quality and characteristics**, John Wiley & Sons, 2017. p. 157-172.

LICITRA, G. *et al.* Variability of bacterial biofilms of the "Tina" wood vats used in the Ragusano cheese-making process. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 73, n. 21, p. 6980-6987, 2007. DOI: 10.1128/AEM.00835-07

MILORADOVIC, Z. *et al.* The influence of NaCl concentration of brine and different packaging on goat white brined cheese characteristics. **International Dairy Journal**, v. 79, p. 24-32, 2018. DOI: 10.1016/j.idairyj.2017.11.010

POMBO, A. F. W.; LIMA, A. Extensão e profundidade de proteólise em Queijo Minas Frescal. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 44, n. 261-266, p. 50-54, 1989.

POSSAS, A.; BONILLA-LUQUE, O. M.; VALERO, A. From Cheese-Making to Consumption: Exploring the Microbial Safety of Cheeses through Predictive Microbiology Models. **Foods**, v. 10, n. 2, p. 355, 2021. DOI: 10.3390/foods10020355

ROY, D. *et al.* Composition, structure, and digestive dynamics of milk from different species: A Review. **Frontiers in Nutrition**, v. 7, e577759, 2020. DOI: 10.3389/fnut.2020.577759

SILVA, J. G. **Características físicas, físico-químicas e sensoriais do queijo Minas artesanal da Canastra**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

VENEMA, G. *et al.* Peptidases and growth of Lactococcus lactis in milk. **Lait**, v. 76, n. 1-2, p. 25-32, 1996. DOI: 10.1051/lait:19961-23

WADHAWAN, K. *et al.* Characterizing the microbiota of wooden boards used for cheese ripening. **JDS Communications**, v. 2, n. 4, p. 171-176, 2021. DOI: 10.3168/jdsc.2020-0014

ZENEBON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. (coord.). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed., 1. ed. digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.1020p.

WEHR, H. M.; FRANK, J. F. **Standard methods for the examination of dairy products**. 17th ed., Washington: American Public Health Association, 2004, 570p.