

ARTIGO TÉCNICO

ÓLEO ESSENCIAL DE CASCAS DE *Citrus limetta*: PERFIL CROMATOGRÁFICO E POTENCIAL USO EM REVESTIMENTO PARA QUEIJO MATURADO

Autores: Cássia Gonçalves Pereira¹, Aurélia Dornelas de Oliveira², Cristiane de Melo Cazal³, Eliane Mauricio Furtado Martins³, Marissa Justi Cancell²

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos (DCTA/IF Sudeste MG), Campus Rio Pomba.

Contato/email: aurelia.dornelas@ifsudestemg.edu.br



DESTAQUE

Óleo essencial de Citrus limetta, rico em D-limoneno (69,57%), apresenta alto potencial antimicrobiano para incorporação em embalagens ativas e biodegradáveis voltadas à proteção de queijos maturados.

1. INTRODUÇÃO

O queijo maturado é um produto lácteo altamente susceptível à deterioração microbiológica em razão de sua elevada umidade, pH ligeiramente ácido e prolongado período de maturação, condições que favorecem o desenvolvimento de fungos filamentosos e bactérias patogênicas (Cai *et al.*, 2025).

Nesse contexto, os óleos essenciais de *Citrus* sp. se destacam como alternativa natural, sendo constituídos majoritariamente por terpenos que possuem atividade antimicrobiana. O óleo essencial (OE) das cascas de *Citrus limetta* tem sido descrito como fonte rica em D-limoneno com atividades sequestrante de radicais livres, bactericida contra patógenos alimentares e inibitória de biofilmes, perfil que sustenta seu uso em sistemas de preservação de alimentos (Narayanankutty *et al.*, 2022).

Alinhada a essa tendência, a incorporação de OEs em filmes biodegradáveis constitui uma estratégia na preservação ativa e sustentabilidade ambiental, capaz de liberar gradualmente os compostos bioativos na superfície do alimento e ampliar sua vida útil sem comprometer características sensoriais (Cai *et al.*, 2025).

O presente trabalho teve como objetivo obter e caracterizar quimicamente o OE das cascas de *C. limetta* extraído por hidrodestilação, avaliando seu potencial para aplicação em filmes biodegradáveis com atividade antimicrobiana para queijo maturado.

2. DESENVOLVIMENTO E DISCUSSÃO

2.1. Obtenção do óleo essencial

O OE foi obtido por hidrodestilação em aparelho Clevenger durante 60 min, conforme metodologia consolidada para matrizes cítricas. O sistema opera pelo arraste de vapor dos compostos voláteis da amostra com posterior condensação e separação do óleo por densidade (Katekar *et al.*, 2023) conforme a Figura 1. Ao final do processo, o volume recuperado foi mensurado e o rendimento expresso como porcentagem de OE obtida por massa de cascas pesadas.

Figura 1 - Fluxograma de hidrodestilação de óleo essencial das cascas de *Citrus limetta*.



Fonte: Gerada por Gemini (2026), a partir de prompt enviado pelos autores.

2.2. Caracterização química e rendimento de extração

A composição do OE foi determinada por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas, com identificação dos compostos por comparação dos espectros com bibliotecas de referência e por índices de retenção calculados com padrões de hidrocarbonetos, conforme abordagem previamente aplicada a OEs de cascas cítricas (Narayanankutty *et al.*, 2022).

O processo de hidrodestilação aplicado às cascas de *C. limetta* durante 60 min proporcionou rendimentos entre 2,94% e 3,33%, com média de 3,14%. Esses valores estão alinhados ao intervalo de 1,091% a 4,4% para cascas cítricas conforme reportado por Katekar *et al.* (2023).

2.3. Perfil cromatográfico

Um total de 24 compostos voláteis foram identificados no óleo essencial das cascas *Citrus limetta*, extraído em 60 min, os majoritários estão detalhados na Tabela 1.

A análise por CG-EM, revelou predomínio absoluto de monoterpenos hidrocarbonetos, com D-limoneno (69,57%) e γ -terpineno (19,67%) como constituintes majoritários, seguidos por cimeno (2,44%), α -pineno (2,04%), β -pineno (1,46%) e β -mirceno (1,34%). Dados que corroboram com estudos na literatura, onde hidrocarbonetos monoterpênicos respondem por 87% a 94% da fração volátil em limão, laranja e tangerina, com limoneno, β -pineno e γ -terpineno como compostos quantitativamente mais relevantes (Busetta *et al.*, 2022).

O mecanismo de ação do D-limoneno e γ -terpineno contra fungos envolve a lipofilicidade e o baixo peso molecular dos terpênicos, que interagem com membranas fúngicas promovendo aumento de permeabilidade, extravasamento citoplasmático e desorganização estrutural da célula (Gaare *et al.*, 2023).

Tabela 1 - Composição química dos constituintes majoritários do óleo essencial das cascas de *Citrus limetta* extraído em 60 min.

Tempo de retenção (min)	Composto	Índice de Retenção	Índice de Retenção Literatura	Abundância (%)
8,015	α -Pineno	934	932	2,04
8,906	2- β -Pineno (β -Pineno)	980	979	1,46
9,079	β -Mirceno	988	988	1,34
9,938	Cimeno (p-Cimeno)	1023	1020	2,44
10,099	D-Limoneno	1029	1024	69,57
10,824	γ -Terpineno	1055	1054	19,67

Fonte: Autoria própria (2026)

2.4 Potencial aplicação de óleo essencial em revestimento para queijo

A aplicação de OE em revestimentos bioativos destaca-se pela atividade antimicrobiana ativa, inibindo o crescimento de microorganismos na superfície de queijos sem a necessidade de utilização de conservantes sintéticos. Para contornar a baixa estabilidade e a alta volatilidade dos óleos essenciais, o uso de nanoemulsões é frequentemente utilizado.

Avaliando essa aplicação, Cai *et al.* (2025) desenvolveram um filme de goma guar e quitosana incorporado com 4% de nanoemulsão de óleo essencial de laranja. O tamanho reduzido das gotas garantiu excelente compatibilidade com os polímeros, aumentando a hidrofobicidade da matriz e reduzindo o teor de umidade. Além de apresentar estabilidade térmica e biodegradabilidade, a estrutura ganhou alta flexibilidade, com o alongamento na ruptura.

Na prática, a aplicação do filme no queijo manteve suas características físico-químicas e sensoriais ao longo do armazenamento. Ao retardar a oxidação lipídica e o crescimento microbiano, o revestimento preservou a estabilidade do pH, da textura, da cor original e reduziu a perda de peso por evaporação de água, consolidando-se como uma solução eficiente e segura para estender a vida útil do queijo (Cai *et al.*, 2025).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS (até 900 caracteres)

- O OE das cascas de *C. limetta* apresentou rendimento médio de 3,14% (2,94%–3,33%) em 60 min de hidrodestilação em Clevenger, indicando eficiência do processo.
- O perfil cromatográfico por CG-EM revelou predominância monoterpênica, com D-limoneno (69,57%) e γ -terpineno (19,67%) como compostos majoritários.
- A composição terpênica justifica a aplicação do OE como agente antimicrobiano natural em filmes biodegradáveis destinados à conservação de queijo maturado.
- O aproveitamento das cascas para a extração do OE agrega valor a resíduos agroindustriais cítricos em consonância com a bioeconomia circular.

REFERÊNCIAS

BUSETTA, G., PONTE, M., BARBERA, M., ALFONZO, A., IOPPOLO, A., MANIACI, G., GUARCELLO, R., FRANCESCA, N., PALAZZOLO, E., BONANNO, A., MOSCHETTI, G., SETTANNI, L., GAGLIO, R. Influence of *Citrus* Essential Oils on the Microbiological, Physicochemical and Antioxidant Properties of

Primosale Cheese. **Antioxidants**, v. 11, p. 2004, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ANTIOX11102004>

CAI, R.; JIA, L.; YANG, R.; TAO, H.; CUI, H.; LIN, L.; KHOJAH, E.; BUSHNAQ, T.; SHI, C. Fabrication of guar gum/chitosan edible films reinforced with orange essential oil nanoemulsion for cheese preservation. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 285, p. 138285, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.IJBIOMAC.2024.138285>

GAARE, M.; RAM, C.; KUMAR, H. Essential Oils in Vapour and Direct Contact Treatments for Controlling Mold Growth on Cheese. **Asian Journal of Dairy and Food Research**, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.18805/AJDFR.DR-2076>

KATEKAR, V. P.; RAO, A. B.; SARDESHPANDE, V. R. A hydrodistillation-based essential oils extraction: A quest for the most effective and cleaner technology. **Sustainable Chemistry and Pharmacy**, v. 36, p. 101270, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.SCP.2023.101270>

NARAYANANKUTTY, A.; VISAKH, N. U.; SASIDHARAN, A.; PATHROSE, B.; OLATUNJI, O. J.; AL-ANSARI, A.; ALFARHAN, A.; RAMESH, V. Chemical Composition, Antioxidant, Anti-Bacterial, and Anti-Cancer Activities of Essential Oils Extracted from *Citrus* limetta Risso Peel Waste Remains after Commercial Use. **Molecules**, v. 27, p. 8329, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules27238329>