

UTILIZAÇÃO DE ÓLEO OZONIZADO NO CONTROLE DE AGENTES CAUSADORES DA DERMATOFITOSE BOVINA

USE OF OZONIZED OIL IN THE CONTROL OF BOVINE DERMATOPHYTOSIS-CAUSING AGENTES

Pedro Manoel de Souza Neves ¹; Gabriel Pinheiro Pomim ¹; Murilo da Silva Garcia ¹; Richarlla Aparecida Buscariol Silva ¹; Luciano Ricardo de Oliveira ¹; Danila Fernanda Rodrigues Frias ^{1,2}

¹Universidade Brasil, Fernandópolis, São Paulo, Brasil

²Rede VigiAR-SUS, Departamento de Emergências em Saúde Pública, Secretaria de Vigilância em Saúde, Ministério da Saúde, Brasília, Brasil.

Resumo

Introdução: As dermatofitoses são enfermidades causadas por fungos filamentosos do grupo dos dermatófitos, são as micoses cutâneas mais frequentes e relevantes em animais de produção. **Objetivo:** Avaliar a eficácia *in vitro* de óleos ozonizados no controle de agentes causadores da dermatofitose bovina. **Metodologia:** Foram utilizadas cepas de *Trichophyton mentagrophytes* e *Trichophyton verrucosum* isoladas de bovinos naturalmente infectados. Após reidentificação microbiológica, os fungos foram cultivados em ágar *Sabouraud* e inoculados, por meio de discos miceliais de 0,5 cm, em placas contendo o mesmo meio suplementado com óleos ozonizados comerciais (oliva, coco e girassol) nas concentrações de 2,5%, 5%, 7,5% e 10%. As placas foram incubadas a 25 °C em BOD, com avaliação diária do crescimento micelial em dois sentidos perpendiculares. Os resultados foram analisados por ANOVA e teste de Tukey a 5% de significância. **Resultados:** Observou-se efeito fungistático significativo com os três óleos ozonizados na concentração de 10%, frente às duas espécies testadas, após 72 horas de contato. **Conclusão:** Os óleos ozonizados demonstraram potencial para o controle de dermatófitos *in vitro*. No entanto, estudos adicionais são necessários para explorar outras concentrações e, principalmente, validar a eficácia e segurança do uso tópico por meio de testes *in vivo*.

Palavras-chave: Tratamento alternativo; *Trichophyton mentagrophytes*; *Trichophyton verrucosum*; Saúde pública.

Abstract

Introduction: Dermatophytoses are diseases caused by filamentous fungi from the dermatophyte group and are the most common and relevant cutaneous mycoses in production animals. **Objective:** To evaluate the in vitro efficacy of ozonated oils in controlling the causative agents of bovine dermatophytosis. **Methodology:** Strains of *Trichophyton mentagrophytes* and *Trichophyton verrucosum* isolated from naturally infected cattle were used. After microbiological reidentification, the fungi were cultured on Sabouraud agar and inoculated using 0.5 cm mycelial discs into plates containing the same medium supplemented with commercial ozonated oils (olive, coconut, and sunflower) at concentrations of 2.5%, 5%, 7.5%, and 10%. The plates were incubated at 25 °C in a BOD incubator, with daily evaluation of mycelial growth in two perpendicular directions. The results were analyzed by ANOVA and Tukey's test at a 5% significance level. **Results:** A significant fungistatic effect was observed with all three ozonated oils at the 10% concentration against both tested species after 72 hours of exposure. **Conclusion:** Ozonated oils demonstrated potential for in vitro control of dermatophytes. However, further studies are needed to explore other concentrations and, most importantly, to validate the efficacy and safety of topical use through in vivo testing.

Key words: Alternative treatment; Public Health; *Trichophyton mentagrophytes*; *Trichophyton verrucosum*.

Recebido em: 28-01-2023

Publicado em: 25-09-2025

Autor correspondente

Danila Fernanda Rodrigues Frias

Endereço: Estrada Projetada F1, Fazenda Santa Rita, CEP: 15603-899, Fernandópolis, SP, Brasil.

Email: danila.frias@ub.edu.br

1. Introdução

As dermatofitoses são infecções fúngicas cutâneas causadas por fungos filamentosos dos gêneros *Trichophyton*, *Microsporum* e *Epidermophyton*, são as micoses mais frequentes e relevantes em

animais. Em bovinos, a espécie *Trichophyton verrucosum* é a principal responsável pela enfermidade, com menor incidência de *Trichophyton mentagrophyton*^{1,2}. Mesmo sadios, o tegumento de bovinos pode apresentar elevada diversidade de fungos

filamentosos potenciais causadores de dermatofitoses³.

Mesmo a doença apresentando baixas taxas de mortalidade, ela é considerada um grave problema, tanto para saúde pública devido ao seu potencial zoonótico, como também pelas perdas econômicas ocasionadas na bovinocultura, assim como seus elevados custos com o tratamento⁴. As lesões cutâneas resultantes podem desvalorizar o couro, afetando negativamente a indústria. Além disso, a diminuição na produtividade dos animais infectados contribui para perdas econômicas adicionais^{5,6}.

Dados epidemiológicos indicam que as dermatopatias correspondem a 3,5% das doenças diagnosticadas em ruminantes, com 13,88% dessas atribuídas a causas infecciosas e parasitárias, incluindo dermatofitoses⁷. Animais jovens ou submetidos a elevados níveis de estresse, por serem estes portadores de baixa resposta imunológica, são os mais propensos a adquirir a enfermidade³. Principalmente nestes, a queda de produtividade, generalização do quadro clínico da doença e diminuição do peso corporal são os indícios de perda econômica mais acentuados¹⁰.

A crescente resistência dos dermatófitos aos antifúngicos convencionais ressalta a necessidade de novas estratégias de controle⁸. A ozonioterapia surge como uma alternativa promissora, devido ao alto potencial oxidativo do ozônio, eficaz contra bactérias, vírus, fungos e protozoários¹¹. Além disso, também possui capacidade de se difundir para os tecidos, causando vasodilatação, estimulando o fluxo sanguíneo para os tecidos, o que conseqüentemente aumentará a disponibilidade de nutrientes, oxigênio e de componentes

imunológicos ao local afetado pelo patógeno¹⁰.

O ozônio, quando aplicado topicamente, possui ação antisséptica e estimula a cicatrização de lesões cutâneas¹². Estudos recentes demonstram a eficácia de óleos essenciais ozonizados, como os de *Cinnamomum cassia*, *Eugenia caryophyllata* e *Cymbopogon winterianus*, no controle *in vitro* de *Trichophyton mentagrophytes*, sugerindo seu potencial terapêutico contra dermatófitos¹³. Como principal forma tópica de utilização do ozônio, utiliza-se o óleo ozonizado, por possuir ação antimicrobiana, e os mais utilizados são o de girassol e oliva¹⁴. Assim, diante do exposto, esta pesquisa teve por objetivo avaliar a eficácia comparativa dos óleos ozonizados de oliva, coco e girassol, em diferentes concentrações, no controle *in vitro* de *Trichophyton mentagrophytes* e *Trichophyton verrucosum*.

2. Metodologia

Foram selecionadas duas espécies de dermatófitos: *Trichophyton mentagrophytes* e *Trichophyton verrucosum*, previamente isoladas de bovinos com sinais clínicos de dermatofitose em propriedades rurais da região Noroeste do estado de São Paulo. As amostras estavam armazenadas no banco de fungos do Laboratório de Microbiologia da Universidade Brasil – Campus Fernandópolis.

Para garantir a pureza e autenticidade das cepas, os fungos foram submetidos a novo processo de reativação e identificação morfológica. Fragmentos das culturas foram inoculados em meio Ágar Sabouraud Dextrose e incubados em estufa do tipo BOD a 25 °C por sete

dias. A identificação foi realizada por meio de exame macroscópico das colônias (observação do anverso e do reverso) e exame microscópico após coloração com lactofenol azul de algodão. Uma gota do corante foi colocada sobre uma lâmina de vidro, seguida de um fragmento da colônia, que foi coberta com lamínula. As estruturas fúngicas foram observadas em microscópio óptico com aumento de 400x para confirmação das características morfológicas típicas das espécies.

Foram utilizados óleos ozonizados comerciais (Ozonebalm®) de oliva, girassol e coco. Cada óleo foi armazenado em frascos âmbar a 8 °C, conforme recomendações do fabricante, para preservação das propriedades físico-químicas e garantir a estabilidade dos compostos ozonizados. A autenticidade dos produtos foi verificada mediante lote e certificação de origem.

Para a avaliação da atividade antifúngica, os óleos ozonizados foram testados nas concentrações de 2,5%, 5%, 7,5% e 10%, diluídas em 200 mL de meio Ágar Sabouraud ainda líquido (aproximadamente 45 °C) e vertidas em placas de Petri estéreis, preparadas em triplicata. A escolha das concentrações testadas baseou-se em estudos prévios que demonstraram eficácia antifúngica significativa de óleos ozonizados nessa faixa de diluição, além de representar doses viáveis para aplicação tópica em futuros testes *in vivo*.

Foi utilizado um controle negativo composto por placas contendo apenas o meio de cultura, sem adição de óleo ozonizado, para garantir que eventuais efeitos fungistáticos ou fungicidas observados fossem exclusivamente

atribuíveis aos óleos testados.

Após solidificação do meio e um período de estabilização de 2 horas, foi realizada a inoculação dos fungos. Discos miceliais de 0,5 cm de diâmetro, retirados das bordas de colônias ativas, foram transferidos para o centro de cada placa. As placas foram então incubadas a 25 °C em BOD.

O crescimento micelial foi avaliado, diariamente, medindo-se o diâmetro médio das colônias em dois eixos perpendiculares, utilizando régua milimetrada. As mensurações foram realizadas até que as colônias do grupo controle ocupassem cerca de 2/3 do diâmetro da placa, com a possibilidade de prolongamento do tempo de incubação até 15 dias, caso fosse observada taxa de crescimento lenta, permitindo uma análise mais robusta e completa do comportamento das cepas frente aos óleos ozonizados.

Todos os dados obtidos foram organizados em planilhas eletrônicas e submetidos à análise estatística por meio de análise de variância (ANOVA). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, adotando-se nível de significância de 5%.

3. Resultados

Os resultados do teste de suscetibilidade de *Trichophyton mentagrophytes* aos óleos ozonizados demonstraram efeito fungistático progressivo ao longo do tempo, especialmente nas concentrações mais elevadas. A Tabela 1 apresenta os valores médios de crescimento micelial (cm) após 24, 48 e 72 horas de incubação.

Tabela 1 - Análise do crescimento micelial (cm) de *Trichophyton mentagrophytes* frente a óleos ozonizados em diferentes concentrações.

ÓLEO OZONIZADO	<i>Trichophyton mentagrophytes</i>											
	24 horas				48 horas				72 horas			
	2,5%	5%	7,5%	10%	2,5%	5%	7,5%	10%	2,5%	5%	7,5%	10%
COCO	0,8	0,8	0,7	0,7	2,1	1,9	1,8	1,8	3,6	3,4	3,3	3
GIRASSOL	0,9	0,9	0,8	0,8	2,3	2,3	2,2	2,2	3,6	3,6	3,5	3,5
OLIVA	0,9	0,8	0,8	0,8	2,4	2,3	2,2	2,1	3,8	3,7	3,5	3,3
TESTEMUNHA	1,2	1,2	1,2	1,2	2,7	2,7	2,7	2,7	4,1	4,1	4,1	4,1

Na concentração de 10%, os óleos de coco, girassol e oliva apresentaram redução significativa do crescimento do fungo em relação ao controle (sem óleo),

conforme ilustrado na Figura 1. Entre os três, o óleo de coco demonstrou o maior efeito inibitório após 72 horas (3,0cm contra 4,1 cm do controle).

Figura 1 – Crescimento micelial de *T. mentagrophytes* frente aos óleos ozonizados (10%)

A Figura 2 destaca o crescimento micelial de *Trichophyton*

mentagrophytes frente ao óleo de coco na concentração 10% após 72 horas.

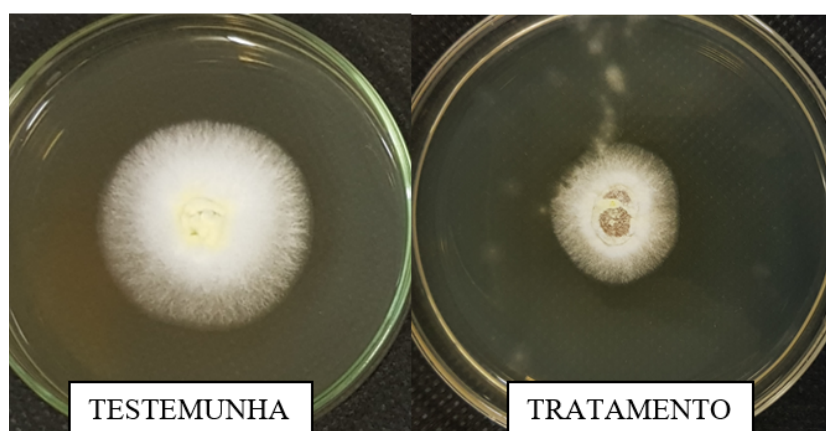


Figura 2 - Crescimento micelial de *Trichophyton mentagrophytes* frente ao óleo de coco na concentração 10% após 72 horas.

A Tabela 2 apresenta os valores de significância estatística (Teste de Tukey) entre os óleos ozonizados e a

testemunha, indicando diferenças significativas em todos os tempos avaliados ($p < 0,05$).

Tabela 2 - Diferença estatística do crescimento micelial (cm) de *Trichophyton mentagrophytes* frente a óleos ozonizados com 10% de concentração.

ÓLEO OZONIZADO	24 horas	48 horas	72 horas
1-4	0,0140	0,0013	0,0003
2-4	0,0472	0,0408	0,0127
3-4	0,0313	0,0227	0,0010

1: Coco; 2: Girassol; 3: Oliva; 4: Testemunha

* diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade ($P < 0,05$)

No caso de *Trichophyton verrucosum*, observou-se padrão semelhante. Os

resultados estão sumarizados na Tabela 3.

Tabela 3 - Análise do crescimento micelial (cm) de *Trichophyton verrucosum* frente aos óleos ozonizados em diferentes concentrações.

ÓLEO OZONIZADO	<i>Trichophyton verrucosum</i>											
	24 horas				48 horas				72 horas			
	2,5%	5%	7,5%	10%	2,5%	5%	7,5%	10%	2,5%	5%	7,5%	10%
COCO	1,2	1	0,9	0,9	2,6	2,5	2,4	2,3	4	3,9	3,7	3,5
GIRASSOL	1,3	1,3	1,2	1,2	2,7	2,7	2,6	2,6	4	4	4	3,9
OLIVA	1,3	1,2	1,1	1,1	2,6	2,5	2,5	2,4	4	4	3,9	3,8
TESTEMUNHA	1,6	1,6	1,6	1,6	3,1	3,1	3,1	3,1	4,5	4,5	4,5	4,5

Na concentração de 10%, os óleos de coco, girassol e oliva também apresentaram redução significativa do crescimento do fungo em relação ao controle, conforme apresentado na

Figura 3. A maior inibição foi registrada também com o óleo de coco a 10%, que apresentou crescimento de 3,5 cm após 72 horas, em comparação com 4,5 cm da testemunha.

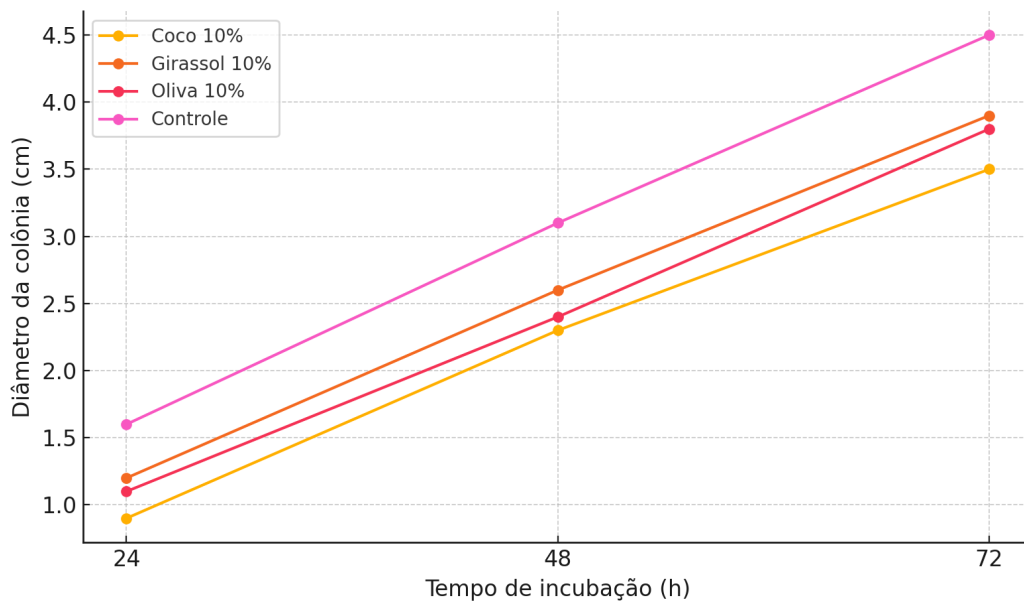


Figura 3 – Crescimento micelial de *T. verrucosum* frente aos óleos ozonizados (10%).

Os óleos ozonizados de coco, girassol e oliva, na concentração de 10% também apresentaram efeito fungistático significativo frente ao

dermatófito *Trichophyton verrucosum* conforme dados da Tabela 4 e Figura 44.

Tabela 4 - Diferença estatística do crescimento micelial (cm) de *Trichophyton verrucosum* frente a óleos ozonizados com 10% de concentração.

ÓLEO OZONIZADO	24 horas	48 horas	72 horas
1-4	0,0000	0,0001	0,0000
2-4	0,0002	0,0020	0,0014
3-4	0,0000	0,0002	0,0002

1: Coco; 2: Girassol; 3: Oliva; 4: Testemunha

* diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade ($P < 0,05$).

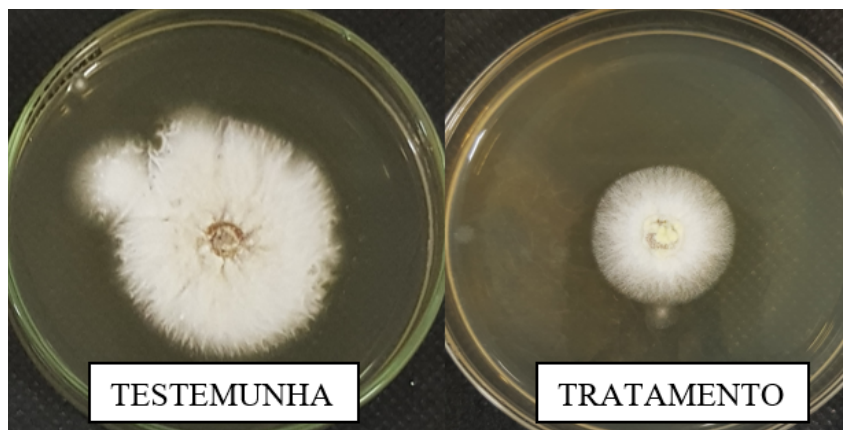


Figura 4 - Crescimento micelial de *Trichophyton verrucosum* frente óleo de coco ozonizado na concentração 10% em 72 horas

Discussão

A dermatofitose bovina é frequentemente causada pelos fungos *Trichophyton mentagrophytes*, *T. verrucosum* e *M. gypseum*¹⁵, por isso, a escolha dos agentes desta pesquisa.

Outras pesquisas já relataram efeitos de óleos essenciais frente aos dermatófitos estudados, como ação do óleo de *Minthostachys mollis* (Kunth) Griseb., *Eucalyptus*, *Salvia rosmarinus*, *Cinnamomum verum*, *Syzygium aromaticum*, *Mentha*¹⁶⁻²¹.

Estudos recentes também reforçam a eficácia e segurança do uso tópico de óleos ozonizados. Fathallah et al.²² demonstraram, em modelo *in vivo* com ratos, que o óleo de girassol ozonizado promove cicatrização eficiente com mínima toxicidade local. Khalil et al.²³ avaliaram a segurança do uso tópico prolongado desses óleos e não observaram efeitos adversos relevantes. Além disso, López et al.²⁴ evidenciaram a eficácia clínica em cães com dermatites superficiais, sem reações colaterais, o que corrobora a viabilidade do uso veterinário.

A ação positiva do óleo de girassol com relação a inibição do crescimento dos dermatófitos analisados pode estar relacionada a grande concentração de ácidos graxos não saturados que ele possui, principalmente o ácido linoleico, cuja ação positiva para cura de feridas na pele e dermatofitoses cutâneas já foi relatada²⁵. Além disso, o ozônio possui capacidade de promover a oxidação das paredes celulares das membranas citoplasmáticas dos dermatófitos, potencializando a ação do óleo frente a estes microrganismos e sem promover

resistência do patógeno²⁶.

Moureu et al.²⁷ evidenciaram também o efeito antibacteriano do óleo de girassol ozonizado contra *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Streptococcus uberis*. Assim como Rensi et al.²⁸ evidenciaram efeito bactericida sobre cepas de *Propionibacterium acnes*.

O óleo de oliva ozonizado, em pesquisa realizada por Elshinawy et al.²⁹, apresentou efeito antimicrobiano contra espécies de bactérias Gram positivas, inclusive demonstrando a capacidade de inibição da formação de biofilmes e a aderência microbiana a fibroblastos, sem apresentar efeitos citotóxicos graves nas células humanas.

Em contrapartida, Pietrocola et al.³⁰, afirmaram que o óleo de oliva ozonizado não foi eficaz contra microrganismos Gram positivos. Desta forma, fica evidente que a composição dos óleos e a condição de ozonização devem ser levadas em consideração pois pode ocorrer diferenças entre a produção de compostos antimicrobianos promovendo maior ou menor potencialização de sua ação frente ao microrganismo testado³¹⁻³².

A eficácia do óleo de coco também foi relatada *in vitro* frente a *Candida* spp, *Propionibacterium acnes*^{28,33}.

Acredita-se que o efeito positivo dos óleos essenciais ocorreu devido a sua forma de ação frente aos fungos, pois estes destroem a parede celular e a membrana citoplasmática, inibem a síntese de DNA, RNA e proteínas, promovendo ação semelhante aos antifúngicos de ação tópica³⁴⁻³⁵.

Os resultados obtidos mostraram que o

efeito bactericida foi maior em concentrações mais elevadas de ozônio. Estudos conduzidos por Nogales et al.³⁶ e Tormin et al.³⁷, apontaram resultados semelhantes ao do presente estudo.

Desta maneira, o ozônio pode ser considerado uma alternativa terapêutica, pois possui capacidade de inativar microrganismos, dentre eles esporos fúngicos, em baixas concentrações e em baixo tempo de exposição³⁸.

Apesar dos resultados promissores observados neste estudo, é importante destacar algumas limitações que devem ser consideradas. A pesquisa foi conduzida exclusivamente *in vitro*, o que não permite inferir diretamente a eficácia dos óleos ozonizados em condições clínicas nos animais afetados. Além disso, não foram avaliadas variáveis como tempo ideal de exposição, e frequência de aplicação, fatores que podem interferir na eficácia e segurança do uso desses óleos na prática veterinária.

No que se refere aos mecanismos de ação, os óleos ozonizados atuam por meio da geração de espécies reativas de oxigênio, como o ozoneto e peróxidos, que afetam a integridade das membranas celulares microbianas, além de alterar estruturas intracelulares essenciais, como proteínas e ácidos nucleicos³⁹. Essa ação é potencializada pela composição lipídica dos óleos utilizados como veículos, como o óleo de girassol e o óleo de oliva, que contêm ácidos graxos insaturados susceptíveis à ozonização⁴⁰. No entanto, essas mesmas propriedades podem gerar subprodutos reativos que, em certas concentrações, podem causar reações adversas como irritações cutâneas ou desequilíbrios na microbiota natural da pele dos animais⁴¹. Portanto, é fundamental que futuros

estudos explorem não apenas a eficácia, mas também a toxicidade e os efeitos colaterais do uso prolongado desses compostos.

Do ponto de vista econômico, o uso de óleos ozonizados pode representar uma alternativa viável aos antifúngicos convencionais, especialmente em contextos de produção pecuária de baixo custo. Esses produtos podem ser produzidos localmente, reduzindo a dependência de insumos importados e os custos com tratamentos veterinários, além de minimizar perdas decorrentes do descarte de produtos ou queda de produtividade dos animais afetados. Além disso, a aplicação de terapias tópicas com menor impacto ambiental, como os óleos ozonizados, alinha-se às exigências crescentes de sustentabilidade na agropecuária, uma vez que não deixam resíduos tóxicos no ambiente e apresentam menor risco de indução de resistência microbiana.

5. Conclusões

Conclui-se que os óleos ozonizados de coco, girassol e oliva, na concentração de 10%, apresentaram efeito fungistático frente aos dermatófitos *Trichophyton mentagrophytes* e *Trichophyton verrucosum*. Esses resultados indicam o potencial uso desses óleos como alternativa ou complemento aos tratamentos convencionais da dermatofitose bovina causada por esses agentes etiológicos.

Recomenda-se, para aplicação prática, que esses óleos sejam inicialmente utilizados como terapia tópica em lesões cutâneas superficiais, respeitando cuidados com a concentração e frequência de aplicação, de modo a evitar possíveis reações adversas. Além

disso, é aconselhável que a escolha do óleo base leve em conta a disponibilidade local e o custo-benefício.

Ressalta-se, no entanto, a necessidade de realização de ensaios *in vivo* para confirmar a eficácia observada *in vitro*, avaliar a segurança do uso prolongado nos animais e estabelecer protocolos de aplicação adequados às condições de campo. Tais estudos são fundamentais para validar o uso clínico desses compostos na prática veterinária, especialmente em sistemas de produção pecuária de baixo custo e com foco em sustentabilidade.

6. Declaração de conflito de interesses

Não temos conflito de interesses a declarar.

7. Agradecimentos

CNPq – pela bolsa de iniciação científica
Universidade Brasil – pelo apoio a pesquisa

8. Referências

1. CABAÑES, F.J. **Dermatofitosis animales. Recientes avances.** Revista Iberoamericana de Micología, v.17, p.S8-S12, 2000.

2. ANTÚNEZ, G.; RAMÍREZ, W.; RODRÍGUEZ, Y. **Dermatofitosis bovina: su prevención y tratamiento.** Revista eletrônica de veterinária, v.13, n.3, 2012.

3. SURPILLI, F.O.; GATTO, I.R.H.; FRIAS, D.F.R.; KOZUSNY-ANDREANI, D.I. **Ocorrência de dermatófitos em tegumento de bovinos e ovinos hípidos.**

Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR, v. 21, n. 1, p. 9-12, 2018.

4. GUDDING, R.; NAESS, B. **Vaccination of cattle against ringworm caused by *Trichophyton verrucosum*.** American Journal of Veterinarian Research, v.47, n.11, p. 2415-2417, 1986.

5. KUME, J. E. P. **Efeito de óleos essenciais in natura e ozonizados sobre o desenvolvimento de fungos patogênicos.** 2020. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Brasil, Campus de Fernandópolis, Fernandópolis, SP, 2020.

6. PEREIRA, M. A., et al. **Avaliação técnica e operacional do sistema de classificação de pele bovina estabelecido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa).** Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2007. (Circular Técnica, n. 35).

7. LIMA, T. S. **Caracterização clínico-patológica e epidemiológica das dermatopatias de ruminantes no Agreste Paraibano.** 2019. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia, 2019.

8. NWEZE, E. I. **Dermatophytosis among children of Fulani/ Hausaherdsmen living in islated camps south eastern Nigeria.** Revista Iberoamericana de Micología, v. 27, n. 4, p. 191-194, 2010.

9. XAVIER, P. B. et al. **Aplicação da ozonioterapia no tratamento de lesões de pele em idosos.** Research, Society and Development, v. 10, n. 17, E229101724682, 2021.

10. SUNNEN, G. V. **The utilization of ozone for external medical applications.** New York, p. 1-9. 1998.

11. BOCCI, V.; ZANARDI, I.; TRAVAGLI, V. **Oxygen/ozone as a medical gas mixture. A critical evaluation of the various methods clarifies positive and negative aspects.** *Medical Gas Research*, v.1, p. 6-15, 2011.
12. LIU L.; ZENG L.; GAO L.; ZENG J.; LU J. **Ozone therapy for skin diseases: Cellular and molecular mechanisms.** *Int Wound J.* 2022.
13. KUME, J. É. P. et al. **Uso de óleos essenciais in natura e ozonizados no controle in vitro de Trichophyton mentagrophytes.** *Research, Society and Development*, v. 10, n. 1, e4710111233, 2021.
14. OLIVEIRA, J.T.C. **Revisão sistemática de literatura sobre o uso terapêutico do ozônio em feridas.** Dissertação. São Paulo: PROESA, 2007.
15. WARTH, J.; KAMPA, D.; RODRIGUES, C. **Dermatofitose por Microsporum gypseum em bovinos de corte.** *Archives of Veterinary Science*, v.4, n.1, 2004.
16. LOVÓN, M.; DELGADO, S. **Actividad antimicótica in vitro de los aceites esenciales de Rosmarinus officinalis L. Romero y de Cinnamomum zeylanicum B. Canela frente a cepas de Trichophyton mentagrophytes y Microsporum canis.** Dissertação. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 2011.
17. IBRAHIM, S. Y.; EL-SALAM, M. M. A. **Anti-dermatophyte efficacy and environmental safety of some essential oils commercial and in vitro extracted pure and combined against four keratinophilic pathogenic fungi.** *Environmental Health and Preventive Medicine*, v.20, p.279–286, 2015.
18. RAFAEL, A. **Suceptibilidad antimicótica in vitro de Microsporum canis y Trichophyton rubrum al aceite esencial de Eucalyptus globulus (Eucalipto).** Tese. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2017.
19. BAZAN, R.A.M. **Efecto inhibitorio del aceite esencial de Minthostachys mollis (Kunth) Griseb “muña” sobre Trichophyton mentagrophytes, Microsporum canis y Epidermophyton floccosum.** Tese. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2019.
20. SABO, V. A.; KNEZEVIC, P. **Antimicrobial activity of Eucalyptus camaldulensis Dehn. plant extracts and essential oils: A review.** *Industrial Crops and Products*, v.132, p.413-429, 2019.
21. SIHAM, Y.; HAJAR, B.; MILOUD, K.; BRAHIM, M.; HOUSSAIM, T. **Determination of chemical composition and evaluation of antioxidant, and antimicrobial activities of Clove oil obtained from Syzygium aromaticum Moroccan species.** *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, v.11, n.2, p.2568-2574, 2020.
22. FATHALLAH, M. et al. **Therapeutic efficacy of ozonized sunflower oil on cutaneous wound healing in rats.** *Journal of Wound Care*, v. 32, n. 1, p. 30-38, 2023.
23. KHALIL, S. M. et al. **Safety evaluation of topically applied ozonized oils: A preclinical assessment.** *Toxicology Reports*, v. 9, p. 1440–1448, 2022.
24. LÓPEZ, M. J. et al. **Evaluation of ozonized oil in the treatment of canine superficial pyoderma: A pilot study.** *Veterinary Dermatology*, v. 32, n. 6, p. 507-511, 2021.
25. WENDT, S. B. T. **Comparação da eficácia da calêndula e do óleo de girassol na cicatrização por segunda intenção de feridas de pequenos animais.** Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal do Paraná, 2005.

26. DI-TANNO, M.F.P. **Ozônio como sanificante de cana de açúcar para obtenção de maior pureza, visando a promoção da saúde.** Tese (Engenharia Biomédica). Fernandópolis, SP: Universidade Brasil; 2017.
27. MOUREU, S.; VIOLLEAU, F.; HAIMOUD-LEKHAL, D.; CALMON, A. **Ozonation of sunflower oils: Impact of experimental conditions on the composition and the antibacterial activity of ozonized oils.** Chemistry and Physics of Lipids, v.186, p.79-85, 2015.
28. RENSI, A.M.V.; NAVARRO, B.C.A.; ANDREANI, G.; ZANGARO, R.A.; KOZUSNY-ANDREANI, D.I.; LIMA, J.C. **Avaliação do efeito de óleos ozonizados de girassol e coco no controle Propionibacterium acnes.** In: XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica. Anais... Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica, p.1164-1166, 2014.
29. ELSHINAWY, M. I.; AL-MADBOLY, L.; GHONEIM, W. M.; EL-DEEB, N. M. **Synergistic effect of newly introduced root canal medicaments; ozonated olive oil and chitosannanoparticles, against persistent endodontic pathogens.** Frontiers in Microbiology, v.9, e1371, 2018.
30. PIETROCOLA, G.; CECI, M.; PREDÀ, F.; POGGIO, C.; COLOMBO, M. **Evaluation of the antibacterial activity of a new ozonized olive oil against oral and periodontal pathogens.** Journal of Clinical and Experimental Dentistry, v. 10, n. 11, p. 1103-1108, 2018.
31. GUINESI, A. S.; ANDOLFATTO, C.; BONETTI, I.; FILHO CARDOSO, A. A.; PASSARETTI, J.; FILHO FARAC, R. V. **Ozonized oils: a qualitative and quantitative analysis.** Brazilian Dental Journal, v.22, n.1, p.37-40, 2011.
32. XIANG, Y.; LU, J.; LI, F.; HUANG, J.; YANG, C.; FU, Z.; GAO, L. **Bactericidal effect of ozonated camellia oil on Staphylococcus aureus in vitro.** Journal of Central South University Medical Sciences, v.43, n.2, p.139-142, 2018.
33. MENDES, M.L.T. **Avaliação in vitro da atividade antifúngica do óleo de coco ozonizado contra Candida spp.** Dissertação. Aracaju: Universidade Federal de Sergipe, 2017.
34. KALEMBA, D.; KUNICKA, A. **Antibacterial and Antifungal Properties of Essential Oils.** Current Medicinal Chemistry, v.10, p.813-829, 2003.
35. MESA ARANGO, A.C.; BUENO SÁNCHEZ, J.G.; BETANCUR GALVIS, L.A. **Productos naturales con actividad antimicótica.** Rev. Esp. Quimioterapia, v.17, n.4, p.325-331, 2004.
36. NOGALES, C.G.; FERREIRA, M.B.; LAGE-MARQUES, J.L. **Comparison of the antimicrobial activity of three different concentrations of aqueous ozone on Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus, and Enterococcus faecalis – in vitro study.** Rev Esp Ozonoterapia, v.4, p.9-15, 2014.
37. TORMIN, S.C.; NAVARINI, A.; ALMEIDA, J.O.C.F.; TRAVASSOS, L.H.R.; NEGRI, M.V.G.; SILVA, R.A. **Análise do efeito bactericida do ozônio sobre bactérias multirresistentes.** Arq Med Hosp Fac Cienc Med Santa Casa São Paulo, v. 61, n. 3, p. 138-141, 2016.
38. BOCCI, V.; ZANARDI, I.; TRAVAGLI, V. **Ozonization of human HIV-infected plasmas for producing a global vaccine.** Virulence, v.1, p.215-217, 2010.
39. UGAZIO, E. et al. **Ozonized oils as antimicrobial agents: mechanisms of action and applications.** Journal of Antimicrobial Chemotherapy, v. 75, n. 8,

p. 2020-2032, 2020.

40. SANTOS, L. A. M. dos et al. **Óleo vegetal ozonizado: produção, composição química e aplicação clínica.** Research, Society and Development, v. 10, n. 15, e52101522339, 2021.

41. VILARINDO, M. C. **Potencial terapêutico do óleo ozonizado na cicatrização de feridas.** In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA CESUMAR, 9., 2013, Maringá. Anais [...]. Maringá: Cesumar, 2013. Disponível em: https://www.unicesumar.edu.br/epcc-2013/wp-content/uploads/sites/82/2016/07/Matheus_Carmo_Vilarindo.pdf. Acesso em: 29 mar. 2025