

## ESTUDO COMPARATIVO DE MÉTODO FÍSICO E QUÍMICO NO CONTROLE FÚNGICO EM SUPERFÍCIES

Natália Isabeli de Souza<sup>1</sup>, Helena Pereira de Souza Carvalho<sup>1</sup>, Jucilene Aparecida Alves Santos<sup>1</sup>, Thais da Silva Santos<sup>1</sup>, Nathália Cristina de Carvalho Sousa<sup>1</sup>, Guilherme Rodrigues Teodoro<sup>2</sup>, Sônia Khouri Sibelino<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Universidade do Vale do Paraíba, Ciências da Saúde, Avenida Shishima Hifumi, 2911, Urbanova - 12244-000 - São José dos Campos – SP, Brasil, nataliaisouza@gmail.com; br.helena.pereira@gmail.com<sup>1</sup>; jualves@univap.br; thaisdasilvasantos2002@gmail.com; nathaliac.sousa@hotmail.com; soniak@gmail.com

<sup>2</sup> Golden Technology Ltda/Centro de Estudos e Análises Microbiológicas (CEAM), Avenida Shishima Hifumi, 2911, Bloco 09, Urbanova - 12244-000 - São José dos Campos – SP, Brasil, guilherme@goldentecnologia.com

### Resumo

Este estudo focou na *Candida auris* (*C. auris*), uma levedura hospitalar resistente a antifúngicos e associada a altas taxas de mortalidade, onde o objetivo principal foi comparar os métodos de controle físico e físico, como o Peróxido MSCD® e o Plasma Elétrico de Alta Frequência (HFP), para reduzir a carga fúngica de *C. auris* em superfícies de fórmica e mármore. As superfícies foram contaminadas com *C. auris* e tratadas com os métodos indicados, seguidas de recuperação dos microrganismos para análise em placas RODAC® contendo Sabouraud Dextrose Ágar. Os resultados demonstraram uma redução de 100% da *C. auris* após tratamento com Peróxido MSCD®, já o HFP não houve redução completa, tendo em média 43,98% na fórmica e 58,38% no mármore. Embora haja resultados significativos, novos estudos em diferentes superfícies e diferentes condições do plasma são necessários para confirmar a eficácia desse método físico em comparação com método químico convencional.

**Palavras-chave:** *Candida auris*; Esterilização; Plasma Elétrico; Ambiente Hospitalar.

**Área do Conhecimento:** Biomedicina.

### Introdução

A *Candida auris* é um fungo altamente virulento e resistente, cuja presença tem gerado preocupações significativas na área da saúde, especialmente devido aos altos índices de infecção e mortalidade associados. Desde sua identificação em 2009, a *C. auris* demonstrou uma notável capacidade de propagação em ambientes hospitalares, resultando em surtos preocupantes. Sua habilidade de transmissão, aliada à resistência aos antifúngicos, apresenta um desafio crescente para cientistas e profissionais de saúde, que buscam alternativas eficazes para eliminar o fungo sem contribuir para o desenvolvimento adicional de resistência.

Estudos indicam que aproximadamente 80% das infecções fúngicas hospitalares são atribuídas a espécies do gênero *Candida*, com a *C. auris* se destacando por sua resistência tanto a antifúngicos quanto a antibióticos. Essa resistência resulta em uma taxa de mortalidade de cerca de 50% entre os pacientes infectados (Pinto et al., 2023). Dada a ameaça significativa que a *C. auris* representa para a saúde pública, é imperativo implementar medidas rigorosas de controle de infecções em ambientes hospitalares. Isso inclui o desenvolvimento de novos métodos de desinfecção adequados para lidar com microrganismos resistentes, conforme preconizado pelos Centers for Disease Control and Prevention (2023).

Nos hospitais, a *C. auris* pode persistir por semanas em superfícies e colonizar materiais inertes, o que aumenta as taxas de transmissão e contribui para surtos. Portanto, a adoção de boas práticas de higienização e desinfecção é essencial. Isso envolve limpeza diária com desinfetantes de alta potência

e restrições no uso de equipamentos hospitalares em pacientes colonizados. A ANVISA recomenda monitorar a adesão a essas precauções por toda a equipe de saúde, incluindo os profissionais responsáveis pela limpeza (Santos *et al.*, 2023).

Para enfrentar essa problemática, diversos métodos de desinfecção têm sido desenvolvidos, combinando abordagens químicas e físicas. Entre eles, destacam-se o Peroxide MSCD, que utiliza peróxido de hidrogênio para eliminar fungos pela destruição de suas paredes celulares (ECOLAB), e o Plasma de Alta Frequência HF, que gera plasma por meio de descargas elétricas, capaz de destruir estruturas fúngicas, sem a necessidade da utilização de compostos químicos (IBRAMED, 2020).

Diante desse cenário, o objetivo principal deste estudo foi comparar a eficácia de métodos de controle físico e químico, como o Peróxido MSCD® e o Plasma Elétrico de Alta Frequência (HFP), na redução da carga fúngica de *C. auris* em superfícies de fórmica e mármore.

## Metodologia

No presente estudo, foi utilizada a metodologia adaptada de Carvalho *et al.* (2023). Para o experimento, foram elaborados e adaptados protocolos de desinfecção física (plasma de alta frequência) e química (Peróxido), testando uma cepa padrão de *Candida auris* CDC (B11903). Além disso, foram seguidas todas as normas de biossegurança, conforme o laboratório Centro de Diagnósticos Laboratoriais – CDLAB preconizadas, onde foram realizados todos os ensaios *in vitro*. Para início, definiu-se quatro protótipos, sendo dois de fórmica e dois de mármore, ambos com área 20x20cm<sup>2</sup>, apresentando porosidade e textura diferentes. Dentro do documento foram padronizados três grupos de experimentos: Grupo controle (GC), Grupo de desinfecção química sendo utilizado peróxido MSCD® (Pe) e Grupo utilizando o plasma de alta frequência (PL). Para os resultados, os experimentos reproduzidos estão representados pela letra “E” e as duplicatas representadas pela letra “D”.

O fungo selecionado para a contaminação induzida das superfícies foi a cepa de *Candida auris* CDC (B11903). Para o experimento foi necessária a utilização de materiais como: alça descartável, tubo de ensaio contendo salina estéril, swab estéril e fluxo laminar. Por fim, a verificação da presença e o nível de contaminação fúngica, utilizou-se placas de contato RODAC® contendo meio Sabouraud e estufa de incubação para quantificar a contaminação nas superfícies escolhidas para experimento.

Para iniciar o procedimento, as placas utilizadas, para o estudo foram divididas ao meio criando um campo de 20x10 cm<sup>2</sup> e traçadas linhas visíveis para a orientação entre a área contaminada e área tratada. Foi preparado o inóculo (1,0 – 3,0 x 10<sup>6</sup> células/mL) de *C. auris* (CDC B11903) no fluxo laminar devidamente desinfetado, coletou-se colônias do meio de cultura com o auxílio de uma alça descartável, em seguida foi diluída na salina estéril. Todos os três grupos: Grupo controle, Grupo Peróxido MSCD® (Pe) e Grupo plasma de alta frequência (PL) foram expostos a contaminação pelo fungo *Candida auris* CDC (B11903), por meio de swab estéril embebido no inóculo e semeado nos protótipos pelo método de esgotamento.

Após a coleta do grupo controle de um lado da placa, o Grupo Peróxido MSCD® (Pe), composto pelos protótipos Fórmica (1 e 2) e Mármore (1 e 2), foi submetido à desinfecção química, por meio de borrifadas de Peróxido MSCD® nas superfícies dos materiais e passado pano multiuso TNT para a retirada do excesso de resíduo e aguardado o período de 3 a 4 minutos. Em seguida, foi realizado em duplicata o movimento de carimbo em contato direto por toda a área, em cada peça com as placas RODAC® identificadas.

Dando continuidade, com o Grupo plasma de alta frequência (PL), composto pelo protótipo Fórmica (1 e 2) e protótipo Mármore (1 e 2), foi utilizado um suporte específico e adaptado para a aplicação do plasma elétrico em uma frequência de 1500 Hz, com corrente de aproximadamente 100mA, em ambas as superfícies com uma distância de 0,5 cm entre o aparelho e os protótipos, foram feitos experimentos utilizando o tempo de 30, 60, 90 a 120 segundos em cada quadrado, totalizando 5, 10, 15 e 20 minutos. Logo depois, em cada peça, foram submetidas duas placas RODAC® com um contato direto, simulando movimento de carimbo, por toda a área.

Todos os grupos foram incubados em estufa a 37°C por 48 horas. Após esse período, realizou-se a contagem de Unidades Formadoras de Colônia (UFC/superfície), e assim ocorreu a comparação das cargas fúngicas encontradas em cada superfície (fórmica e mármore) antes e depois da aplicação dos métodos de controle. O percentual de redução foi calculado a partir da fórmula:  $\%R = Ci - Cf \times 100 / Ci$ .

## Resultados

Comparando os dados dos dois tratamentos através das tabelas abaixo (1 e 2), verificou-se que o grupo tratado com peróxido apresentou uma redução de 100% da *Candida auris* em apenas 3 a 4 minutos, evidenciando a eficácia rápida e consistente do método. Em contraste, os resultados para o grupo tratado com plasma de alta frequência foram variados: enquanto alguns espécimes não demonstraram redução, outros apresentaram redução parcial e, em alguns casos, redução total. No entanto, o plasma de alta frequência necessitou de mais tempo de aplicação e, mesmo assim, não foi constatada a eliminação completa do fungo, demonstrando uma diferença significativa na eficácia dos tratamentos, com o peróxido se mostrando muito mais eficiente na eliminação da *Candida auris*.

Tabela 1 – Tratamento com Plasma de alta frequência em superfícies contaminadas (HFP).

	TP	% Média de Redução Fórmica	% Média de Redução Mármore
E1	30 Segundos	0%	100%
E2	30 Segundos	58,47%	43,12%
E3	30 Segundos	100%	100%
E4	60 Segundos	47%	71,41%
E5	90 Segundos	70,39%	36,69%
E6	120 Segundos	31%	36,61%
E7	120 Segundos	0%	20,85%

Fonte: Autores.

Na Tabela 1, observa-se que, nos experimentos (E1, E2, E3, E4, E5, E6 e E7), após o tratamento com Plasma de Alta Frequência (HFP) em diferentes tempos de exposição (TP), ocorreu uma redução parcial ou completa das variáveis analisadas. Em média, a redução foi de 43,98% na fórmica e 58,38% no mármore. No entanto, essa redução não se mostrou consistente ao longo dos experimentos, o que impede de concluir com segurança que o tratamento tenha causado uma diminuição uniforme e confiável. Assim, os resultados sugerem uma tendência de redução, mas não fornecem evidências robustas para afirmar que o tratamento com HFP seja efetivo em todos os casos analisados.

Tabela 2 – Tratamento das placas contaminadas com Peróxido MSCD®.

	Controle Fórmica UFC/cm <sup>2</sup>	Teste Fórmica UFC/cm <sup>2</sup>	% de redução	Controle Mármore UFC/cm <sup>2</sup>	Teste Mármore UFC/cm <sup>2</sup>	% de redução
E1	90 UFC/cm <sup>2</sup>	0 UFC/cm <sup>2</sup>	100%	0 UFC/cm <sup>2</sup>	0 UFC/cm <sup>2</sup>	0%
D1	192 UFC/cm <sup>2</sup>	0 UFC/cm <sup>2</sup>	100%	0 UFC/cm <sup>2</sup>	0 UFC/cm <sup>2</sup>	0%
E2	57 UFC/cm <sup>2</sup>	0 UFC/cm <sup>2</sup>	100%	35 UFC/cm <sup>2</sup>	0 UFC/cm <sup>2</sup>	100%
D2	21 UFC/cm <sup>2</sup>	0 UFC/cm <sup>2</sup>	100%	7 UFC/cm <sup>2</sup>	0 UFC/cm <sup>2</sup>	100%

Fonte: Autores.

Na Tabela 2, pode-se observar que, após o tratamento com Peróxido MSCD® a 10% (100 volumes), as placas que continham colônias de *Candida auris* apresentaram uma redução completa do microrganismo. Esse resultado foi consistente tanto nos experimentos principais (E1 e E2) quanto em suas duplicatas (D1 e D2), demonstrando a eficácia uniforme do tratamento em diferentes amostras. O procedimento seguiu rigorosamente as instruções do fornecedor, garantindo que o tempo de exposição ao Peróxido MSCD® fosse adequado para a ação antisséptica, eliminando todas as colônias presentes. Esses cuidados reforçam a robustez e a replicabilidade dos resultados obtidos.

## Discussão

Com os resultados obtidos no presente estudo, foi possível observar a rápida proliferação fúngica após a contaminação das superfícies. Estudos recentes comprovam que *Candida auris* está associada a altos índices de infecção hospitalar e, conseqüentemente, a elevados níveis de mortalidade, conforme indicado por Santos *et al.* (2023). Apesar dos avanços em pesquisas e na tecnologia de antifúngicos, o fungo do gênero *Candida* ainda está presente no dia a dia dos hospitais, devido à sua resistência a medicamentos e fungicidas, o que favorece sua proliferação e permanência no ambiente. Embora *C. auris* seja frequentemente associada ao ambiente hospitalar em diversos estudos, este microrganismo também pode ser encontrado em ambientes fora do hospital, como residências e no próprio meio ambiente. Pesquisas continuam sendo desenvolvidas para entender melhor o desenvolvimento deste agente infeccioso e possíveis meios de combate e controle do fungo (DUARTE, 2023).

Uma forte correlação entre *Candida auris* e o ambiente hospitalar foi relatada por Freitas *et al.*, (2022), destacando possíveis veículos de contaminação, como mãos, teclados, bandejas de medicação, leitos, aventais e todos os tipos de superfícies que, quando não higienizados corretamente, podem transportar microrganismos patogênicos para os pacientes. No experimento, foram utilizados dois tipos de superfícies comuns na composição de mesas e bancadas dos hospitais, comparando a aderência da *C. auris* em cada uma. Observou-se que a fórmica apresentou menor aderência devido à sua baixa porosidade, enquanto o mármore, por ser mais poroso, mostrou maior aderência, conforme discutido pela Universidade Federal de Santa Catarina (2023).

Após o experimento utilizando Peróxido MSCD® a 10% (100 volumes) como tratamento da superfície contaminada com *C. auris*, foi possível observar uma redução de 100% do microrganismo em toda a extensão da placa. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de o composto utilizado ser um agente oxidante com função antisséptica e antibacteriana de amplo espectro, eliminando bactérias, esporos, leveduras e vírus (Tavares, 2024). Este estudo comprovou a eficácia do produto quando utilizado conforme as instruções do fabricante, utilizando de 3 a 4 minutos para alcançar a ação antifúngica desejada.

O Plasma de Alta Frequência (HFP) é um aparelho que gera correntes alternadas e utiliza eletrodos contendo ar rarefeito ou gases como Neon, Xenon ou Argon. Aliado à criação de um campo elétrico, o HFP tem a capacidade de produzir efeitos térmicos no organismo e vasodilatação, causados por correntes elétricas e pelo efeito do ozônio, através das faíscas produzidas pela corrente. Esse processo cria um efeito antimicrobiano e fungicida (Korelo, 2023). Após a análise dos resultados obtidos neste estudo, observou-se que, nas superfícies tratadas com o Plasma (HFP), não houve uma redução clara da carga fúngica. Mesmo com o aumento progressivo do tempo de exposição do plasma para 5, 10, 15 e 20 minutos, não foi possível observar uma diminuição significativa da carga fúngica de *Candida auris*. Em média, a redução foi de 43,98% na fórmica e 58,38% no mármore, indicando que o efeito do plasma pode variar conforme o tipo de superfície.

Esses resultados sugerem que, embora o HFP tenha propriedades antimicrobianas, sua eficácia na inativação de *Candida auris* em superfícies pode ser limitada ou dependente de fatores específicos, como o tipo de material ou as condições experimentais. Investigações subsequentes poderiam esclarecer os mecanismos pelos quais o plasma atua na inativação de *Candida auris*, além de revisar os resultados obtidos até agora e estudar as superfícies onde esse fungo se fixa com maior eficácia. A revisão das condições experimentais e a adaptação dos parâmetros do HFP poderiam melhorar a consistência e a eficácia dos tratamentos.

## Conclusão

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que o tratamento com Peróxido MSCD® é significativamente mais eficaz na eliminação de *Candida auris*, promovendo uma redução completa do fungo em um tempo médio de 3 a 4 minutos. Em comparação, o tratamento com Plasma de Alta Frequência (HFP) demonstrou eficácia limitada e variável, não conseguindo eliminar completamente o fungo, mesmo com tempos de aplicação prolongados. Esses achados sugerem que o Peróxido MSCD® é uma opção mais eficiente e confiável para o controle de *C. auris*, enquanto o HFP ainda necessita de estudos adicionais e possíveis aperfeiçoamentos para alcançar resultados comparáveis. Novas pesquisas são essenciais para explorar plenamente o potencial do HFP, identificar as condições que

possam melhorar sua eficácia, e determinar os mecanismos subjacentes à inativação de *Candida auris* por esse método.

## Referências

ANTUNES, Francisco *et al.* *Candida auris*: emergência recente de um fungo patogénico multirresistente. **Acta Médica Portuguesa**, v. 33, n. 10, p. 680-684, 2020.

ARAÚJO, A. H. A. DE *et al.* *Candida auris* – BIOLOGIA E CARACTERÍSTICAS. Em: **A pesquisa em saúde: desafios atuais e perspectivas futuras 5**. [s.l.] Atena Editora, 2023. p. 70–77.

CARVALHO, H. P. DE S. *et al.* Comparative study of physical and chemical methods for controlling bacterial load induced on different surface prototypes. **International Journal of Biological and Natural Sciences**, v. 3, n. 11, p. 2–12, 2023.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. *Candida auris*: a drug-resistant germ that spreads in healthcare facilities. Spring 2019. Disponível em: <https://www.cdc.gov/globalhealth/healthprotection/fieldupdates/spring-2019/candida-auris-threat.html>. Acesso em: 19 jun. 2024.

DE MEIRELLES KALIL, Erika; DA COSTA, Aldo José Fernando. Desinfecção e esterilização. **Acta Ortop Bras**, v. 2, n. 4, p. 1, 1994.

**ECOLAB**. Peroxide MSCD (Multi Surface Cleaner and Disinfectant). Disponível em: <https://pt-br.ecolab.com/offering/all-purpose-cleaning/peroxide-multi-surface-cleaner-and-disinfectant>. Acesso em: 21 ago. 2024.

FREITAS, C. W.; STAUDT, K. J.; RAMBO, A. M.; ALVES, I. A.; FONTANA, R. T. Perfil de microrganismos isolados em bancadas de uma instituição hospitalar. **Revista Contexto & Saúde**, [S. l.], v. 22, n. 45, p. e10324, 2022. DOI: 10.21527/2176-7114.2022.45.10324. Disponível em: <https://revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoesaude/article/view/10324>. Acesso em: 26 ago. 2024.

**IBRAMED**. HF Ibramed. Disponível em: <https://ibramed.com.br/alta-frequencia/hf-ibramed/>. Acesso em: 21 ago. 2024.

KORELO, Raciele Ivandra Guarda *et al.* Gerador de alta frequência como recurso para tratamento de úlceras por pressão: estudo piloto. **Fisioterapia em Movimento**, v. 26, p. 715-724, 2013.

PINTO, Késsia Gomes *et al.* *Candida auris*: uma revisão de literatura. **Revista Scientia Vitae**, v. 13, n. 36, p. 32-39, 2023.

SERRA DOS SANTOS, L.; MURILLO NEUFELD, P. .; DOTTI CONSOLO, E. .; GIBOTTI, A. . Manejo Clínico da infecção por *Candida auris*: uma revisão integrativa. **Brazilian Journal of Natural Sciences**, [S. l.], v. 5, n. 1, p. E1722023 - 1, 2023. DOI: 10.31415/bjns.v5i1.172. Disponível em: <https://bjns.com.br/index.php/BJNS/article/view/172>. Acesso em: 26 ago. 2024.

TAVARES, Daniel Carvalho. Relatório final do estágio curricular obrigatório do curso de medicina veterinária, realizado junto à Inovet Rio Indústria: Peróxido de Hidrogênio acelerado e sua eficácia como desinfetante. 2024. 38 p. Trabalho de conclusão de curso - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, 2024. Disponível em: <https://hdl.handle.net/11449/256644>. Acesso em: 26 ago. 2024.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Mármore e Granito**. Materioteca, 2023. Disponível em: <https://materioteca.paginas.ufsc.br/marmore-e-granito/>. Acesso em: 26 ago. 2024.

## Agradecimentos

Gostaria de agradecer ao CDLAB– laboratório da UNIVAP e à Golden Technology Ltda pelo valioso apoio financeiro. A colaboração de ambos foi essencial para a realização deste projeto.