

RECURSOS ELETROTERMOTERAPÊUTICOS COM EFEITO ANTIFÚNGICO PARA O GÊNERO *MALASSEZIA*: REVISÃO

ELECTROTERMOPHOTOTHERAPEUTIC RESOURCES WITH ANTIFUNGAL EFFECT FOR THE MALASSEZIA GENDER: REVIEW

Clara Costa Silva¹, ÉliSSa da Silva Santos², Cristiane Maria Carvalho Costa Dias³, Maria Fernanda Rios Grassi⁴, Rachel Trinchão Schneiberg Kalid Ribeiro⁵

1. Acadêmica do Curso de Fisioterapia da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública.
2. Fisioterapeuta. Graduada pela Faculdade Estácio de Sá e Aluna do mestrado em Medicina e Saúde Humana.
3. Fisioterapeuta. Doutora em Medicina e Saúde Humana pela Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública e Docente na Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública.
4. Médica. Pós-doutorado na Fundação Oswaldo Cruz e Docente na Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública.
5. Fisioterapeuta. Mestre em Medicina e Saúde Humana pela Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública e Docente na Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública.

Autor para correspondência: clarasilva17.2@bahiana.edu.br

RESUMO

Introdução: O fungo do gênero *Malassezia* encontra-se tanto em humanos como em animais e este é a causa de dermatoses e algumas infecções cutâneas. Os recursos eletrotermofototerapêuticos surgem como intervenção alternativa cuja ação é in loco, não ocorrendo a interação com o fígado. **Objetivo:** Descrever os recursos eletrotermofototerapêuticos com efeito antifúngico para o gênero *Malassezia*. **Métodos:** Trata-se de uma revisão de literatura cuja busca foi realizada no período de outubro a 24 de novembro de 2020 a partir das bases de dados PubMed, PEDro, SciELO, EMBASE e Google Acadêmico para encontrar estudos sobre recursos eletrotermofototerapêuticos com efeito antifúngico para o gênero *Malassezia*. A estratégia de busca foi formada por: “*Dermatitis*” AND “*fungi*” OR “*Malassezia*” OR “*malassezia furfur*” AND “*treatment*” OR “*therapeutic interventions*” OR “*therapeutic strategies*” OR “*therapy*” OR “*photodynamic therapy*” OR “*high frequency*” OR “*ozone*” e suas respectivas traduções para português. **Resultados:** Revisou-se quatro estudos na íntegra detectando intervenções com LED, alta frequência, vapor de ozônio e LASER. As espécies apresentadas nos estudos foram *Malassezia furfur*, *Malassezia sympodialis*, *Malassezia globosa* e *Malassezia* spp. Tendo mais evidências da atuação do aparelho LED, alta frequência e Laser na *Malassezia furfur*. **Conclusão:** Os resultados da revisão mostraram que são necessários mais estudos in vitro, com delineamento similar, utilizando os recursos eletrotermofototerapêuticos LED, alta frequência e LASER para comprovar a eficácia deles no fungo *Malassezia*, e, assim torna possível a elaboração protocolos e replicação das intervenções nos ambientes clínicos.

Descritores: Dermateite; Fungo; *Malassezia*; Tratamento; Eletrotermofototerapia.

ABSTRACT

Introduction: The fungus of the *Malassezia* gender is found in both humans and animals and this is the cause of dermatoses and some skin infections. Electrothermophototherapeutic resources appear as an alternative intervention whose action is in loco, with no interaction with the liver. **Objective:** To describe the Electrothermophototherapeutic resources with antifungal effect for the *Malassezia* gender. **Methods:** This is a literature review whose search was carried out from October to November 24, 2020 from the databases PubMed, PEDro, SciELO, EMBASE and Google Scholar to find studies on electrothermophototherapeutic resources with antifungal effect for the *Malassezia* gender. The search strategy was formed by: "Dermatitis" AND "fungi" OR "Malassezia" OR "malassezia furfur" AND "treatment" OR "therapeutic interventions" OR "therapeutic strategies" OR "therapy" OR "photodynamic therapy" OR "high frequency" OR "ozone" and its respective translations into Portuguese. **Results:** Four studies were reviewed in full, detecting interventions with LED, high frequency, ozone vapor and LASER. The species presented in the studies were *Malassezia furfur*, *Malassezia sympodialis*, *Malassezia globosa* and *Malassezia* spp. Having more evidence of the performance of the LED, high frequency and Laser device in *Malassezia furfur*. **Conclusion:** The review results showed that more in vitro studies are needed, with a similar design, using electrothermophototherapeutic resources LED, high frequency and LASER to prove their effectiveness in the *Malassezia* fungus, and thus makes possible the development of protocols and replication of interventions in clinical settings.

Key Words: Dermatitis; Fungus; Malassezia; Treatment; Electrothermophototherapy.

INTRODUÇÃO

A pele é um órgão que se encontra continuamente exposto ao meio externo, assim torna-se vulnerável e disponível a desenvolver possíveis patologias. As dermatites (eczemas) se enquadram nestas afecções e correspondem a um grupo de dermatoses inflamatórias as quais podem vir a se manifestar por causas distintas. Elas dividem-se em dermatite de contato, dermatite de contato irritativa, dermatite de contato alérgica, dermatite atópica, dermatite seborreica, dermatite numular, dermatite desidrótica. [1-3]

As dermatites são comumente desencadeadas por fungos, dentre os quais estão: *Trichophyton rubrum*, *Malassezia*, *Candida*, *Trichophyton concentricum*, *Piedraia hortae*, *Lacazia loboi*, *Fonsecaea pedrosoi* e *Madurella mycetomatis*. Vale ressaltar, que as dermatites repercutem na qualidade de vida, autoimagem, autoestima, bem como interferem no sono e no humor do indivíduo. [4-7]

O presente estudo focará no fungo do gênero *Malassezia*, o qual encontra-se tanto nos humanos quanto nos animais, e é a causa de dermatoses, como dermatite seborreica, pitíriase visicolor, eczema atópico, caspa e foliculite por *Malassezia*, além de ser

responsável pelo surgimento de diferentes infecções cutâneas. A classificação do gênero *Malassezia* é composta, atualmente, por treze espécies: *M. pachydermatis*, *pachydermatis*, *M. sympodialis*, *M. Globosa*, *M. obtusa*, *M restricta*, *M. slooffiae*, *M. dermatis*, *M. japônica*, *M. yamatoensis*, *M. nana*, *M. caprae*, *M. equina*. É importante pontuar que cada espécie deste gênero irá apresentar uma morfofisiologia distinta, a qual implica-se na micromorfologia, atividade enzimática, necessidade nutricional e pelos critérios moleculares. [4,8-13]

As formas mais frequentes para tratar as dermatoses provocadas por *Malassezia* são o tratamento tópico e o sistêmico. O tratamento tópico é formado por agentes ceratolíticos, como loções, xampus, sabonetes e gel. Já o sistêmico ocorre através de drogas, como cetoconazol, itraconazol, fluconazol ou anfotericina B lipossomal, anfotericina B. Importante salientar que o uso dessas substâncias não impede a recorrência da doença, o que gera um ciclo vicioso de utilização do medicamento. Como consequência, malefícios podem ocorrer, principalmente pela interação da substância com o fígado (principal órgão metabolizador medicamentoso). [12,14,15]

Dessa forma, a pesquisa busca trazer os recursos físicos, de eletrotermofototerapia, como uma alternativa de tratamento cuja ação é *in loco*, não necessita de interação com o fígado. Espera-se ainda uma melhor aceitação e resposta do paciente à intervenção, com diminuição ou ausência de recorrências. Diante do exposto, o objetivo do estudo foi descrever os recursos eletrotermofototerapêuticos com efeito antifúngico para o gênero *Malassezia*.

MÉTODOS

Trata-se de uma revisão com a proposta de localizar, avaliar e sintetizar os dados de estudos científicos sobre os recursos eletrotermofototerapêuticos com efeito antifúngico para o gênero *Malassezia*.

O estudo foi realizado no período de outubro a 24 de novembro de 2020 a partir das bases de dados *U. S. National Library of Medicine* (PubMed), *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro), *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e *Excerpta Medica DataBASE* (EMBASE) e Google Acadêmico. A estratégia foi elaborada com a junção dos descritores em *Medical Subject Headings* (MeSH) e Descritores em Ciências da Saúde (DeCS), a qual determinou as palavras-chave e termos relevantes para a pesquisa. Os descritores foram combinados com os operadores booleanos *AND* e *OR*, de acordo com a base de dados pesquisada. Em sequência, a estratégia de busca foi formada

pelos seguintes descritores: *Dermatitis, fungi, malassezia, malassezia furfur, treatment, therapeutic interventions, therapeutic strategies, therapy, photodynamic therapy, high frequency e ozone*. Utilizou-se os mesmos descritores com seu equivalente em português.

Foram incluídos estudos experimentais *in vitro* que abordassem qualquer recurso eletrotermofototerapêutico com efeito antifúngico para o gênero *Malassezia*. E excluídos estudos que utilizaram estratégia medicamentosa associada, assim como aqueles que não descreveram de forma completa o desenho de estudo e os parâmetros aplicados. Durante a primeira fase da busca, os artigos foram selecionados através da leitura do título, do resumo e por fim na íntegra. As etapas para seleção dos artigos foram demonstradas através de fluxograma representado na **figura 1** e resultados apresentados na **tabela 1**.

RESULTADOS

Obtiveram-se na literatura oito artigos, dos quais quatro atenderam os critérios de elegibilidade da pesquisa. Excluídos aqueles que abordavam o uso do gel e açúcar natural como tratamento para fungo do gênero *Malassezia*. O processo de seleção dos artigos está expresso na **Figura 1**.

A **tabela 1** descreve as características dos estudos incluídos na pesquisa. Todos são pesquisas *in vitro*. Estas foram publicadas nos seguintes anos: 2012 (n=1), 2014(n=2) e 2020 (n=1). Dentre os estudos, dois são japoneses e dois brasileiros. Os recursos eletrotermofototerapêuticos utilizados com efeito antifúngico sobre o gênero *Malassezia* foram o alta frequência (n=2), o vapor de ozônio (n=1), o *LED* (n=1) e o *LASER* (n=1). Não houve resultados satisfatórios com o uso do vapor de ozônio. As espécies apresentadas nos estudos foram *Malassezia furfur*, *Malassezia sympodialis*, *Malassezia globosa* e *Malassezia spp*. Tendo mais evidências da atuação do aparelho *LED*, alta frequência e *LASER* na *Malassezia fufur*.^[16-19]

Figura 1 - Fluxograma do processo de seleção dos artigos experimentais in vitro usando os recursos eletrotermofototerapêuticos com efeito antifúngico para o gênero *Malassezia*

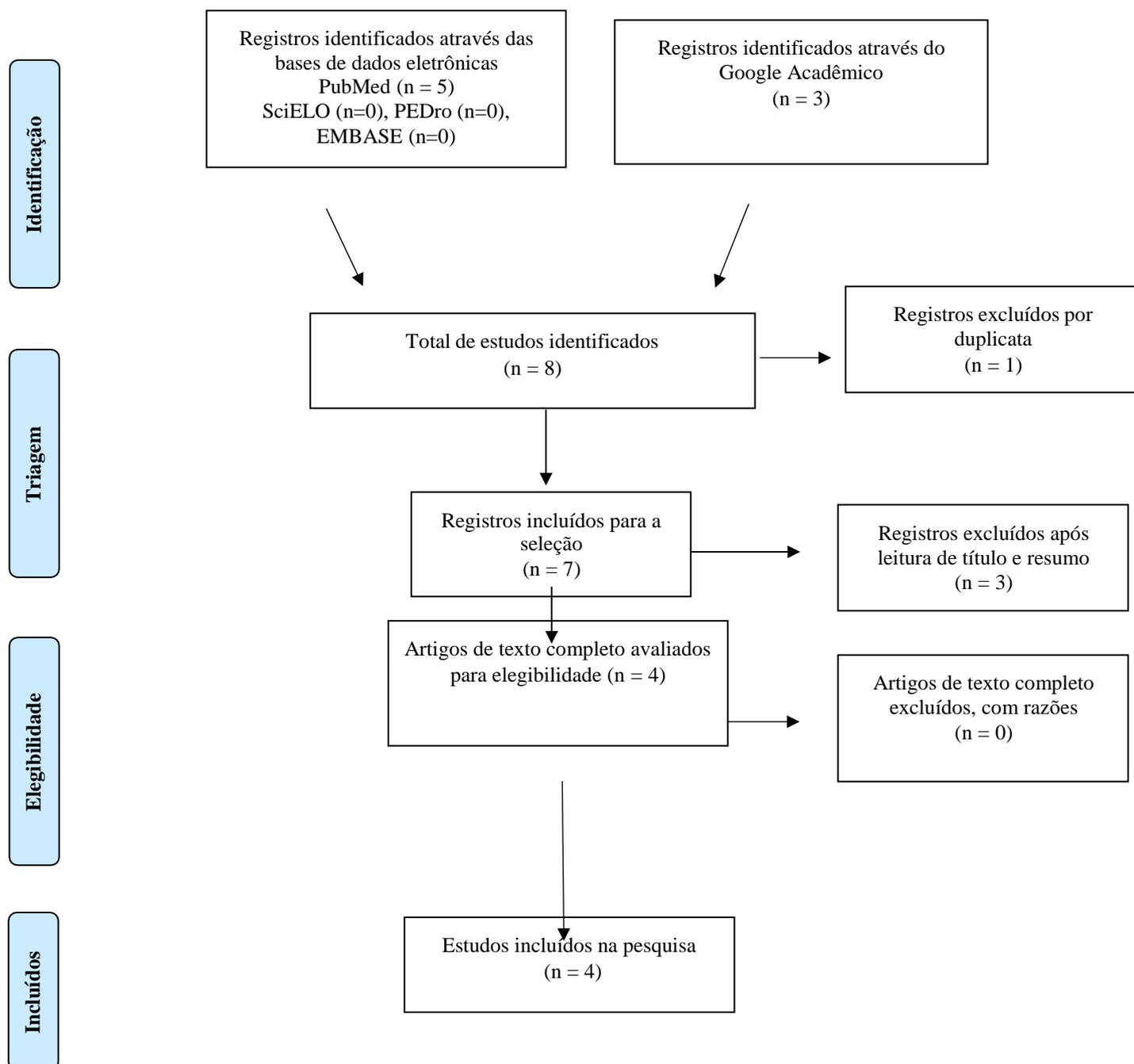


Tabela 1 – Experimentos in vitro utilizando recursos eletrotermofototerapêuticos com efeito antifúngico para o gênero *Malassezia*, outubro a 24 de novembro de 2020

Autor/ Ano / Título	Objetivo	Metodologia	Resultados	Conclusão
<p>Wi et al., 2012</p> <p>The antifungal effect of light emitting diode on Malassezia yeasts</p>	<p>Identificar o efeito antifúngico do diodo emissor de luz (LED) contra <i>Malassezia</i>, seus mecanismos antifúngicos e o impacto sobre os queratinócitos.</p>	<p>Parâmetros: LED: comprimentos de onda entre (370 – 630 nm) / 1, 2.5, 5, 10 e 20 J/cm²;</p> <p>Espécies: <i>Malassezia furfur</i>, <i>Malassezia sympodialis</i> e <i>Malassezia globosa</i>;</p> <p>Meio de cultura: <i>Malassezia furfur</i> e <i>sympodialis</i> - caldo Leeming & Notman modificado; <i>Malassezia globosa</i> - caldo Leeming & Notman modificado II</p>	<p>Os comprimentos de ondas eficazes na redução do crescimento da levedura foram o de 380 e 392,5 nm (p<0,001). Já o comprimento de onda 370,2 nm não impactou no crescimento do fungo, assim como os outros comprimentos presentes na pesquisa;</p> <p>Os LEDs de comprimentos de onda: 392,5 e 415 nm aumentaram a produção de EROS extracelular dentro da <i>M. furfur</i> e <i>sympodialis</i>, bem como aumentaram a produção de hidróperóxido. O comprimento de onda 392,5 nm obteve efeito no COX-2, TNF-α, IL-1α e na TLR-2, se mostrou uma expressão aumentada sob as doses de 5 ou 10 J / cm², mas não houve mudança significativa de mRNA de IL-β e TGF-β1; A expressão de COX-2 não foi significativamente aumentada, embora tenha ocorrido um aumento sob a dose de 10 J / cm²;</p> <p>Não se observou reações adversas no comprimento de onda 392,5 e dose de 20 J/cm².</p>	<p>O número de <i>Malassezia</i> foi definitivamente diminuída por irradiação de LED com comprimentos de onda de 380 e 392,5 nm. Irradiação de LED com uma dose de luz abaixo de 5 J / cm² não afetou a viabilidade celular e a resposta inflamatória dos queratinócitos humanos. Mesmo que o mecanismo de ação do LED contra <i>Malassezia</i> não foi totalmente compreendido, a produção de EROS pode desempenhar um papel importante e os resultados sugerem que o LED pode ser uma nova ferramenta auxiliar e terapêutica de luz contra <i>Malassezia</i> e doenças cutâneas relacionadas com as leveduras.</p>
<p>Braz et al., 2014</p> <p>Aplicação de aparelho alta frequência e do vapor de zônio no fungo Malassezia spp</p>	<p>Verificar o efeito fungicida do aparelho de alta frequência e do vapor de ozônio na cultura de <i>Malassezia</i> spp</p>	<p>Parâmetros: Alta frequência: 1x/ 3min/ 12 A, eletrodo “cebola”, técnica de faiscamento; Vapor de ozônio: 1x /5 min/ distância:30 cm;</p> <p>Espécie: <i>Malassezia</i> spp;</p> <p>Meio de cultura: Agar Sabouraud Dextrose</p>	<p>Das 15 placas do grupo alta frequência, 85 % sofreram redução do crescimento do fungo (p< 0,0001).O grupo vapor de ozônio não apresentou redução no crescimento do fungo.</p>	<p>O aparelho alta frequência propiciou efeito fungicida sobre a cultura do fungo <i>Malassezia</i> spp in vitro. Já o aparelho de vapor de ozônio não se mostrou efetivo frente à cultura do respectivo fungo.</p>

<p>Takahashi et al., 2014</p> <p>Antifungal effect of TONS504-photodynamic therapy on Malassezia furfur</p>	<p>Investigar o efeito antifúngico de TONS504-PDT em culturas <i>Malassezia furfur</i> in vitro</p>	<p>Parâmetros: <i>LASER</i>: 670 nm/ 100 (150 mW/ cm²), 50 e 25J/cm²;</p> <p>Espécie: <i>Malassezia furfur</i>;</p> <p>Meio de cultura: Cultivado em Agar Sabouraud Dextrose com 0,001% de azeite contendo várias doses de TONS504 por 4 horas.</p>	<p>O <i>LASER</i> afetou a viabilidade da <i>Malassezia furfur</i> dependente da irradiação e do TONS504 – PDT (p< 0,01).</p> <p>Só a dose de irradiação e apenas o TONS504 não se produz efeitos significativos no fungo.</p>	<p>O TONS504-PDT pode ser uma nova modalidade terapêutica para o tratamento de <i>M. furfur</i>.</p>
<p>Pincinato et al., 2020</p> <p>O uso do alta frequência e óleo de Melaleuca no controle do fungo <i>Malassezia furfur</i></p>	<p>Avaliar o controle da <i>Malassezia furfur</i> utilizando o equipamento de alta frequência e óleo de Melaleuca alternifolia</p>	<p>Parâmetros: Alta frequência 2x por semana/1 ciclo/ 15 min /55 Hz/ 2 aplicações. Óleo de Melaleuca: adicionou - se 0,15 mL;</p> <p>Espécie: <i>Malassezia furfur</i>;</p> <p>Meio de cultura: Agar Sabouraud Dextrose acrescido com 0,3 mL ácido oleico puro;</p>	<p>As placas que receberam aplicação do aparelho de alta frequência tiveram crescimento fúngico até a forma filamentosa após 48 horas de incubação do fungo. Comparado ao grupo controle, percebeu-se o número de colônias menores;</p> <p>A ação do óleo de Melaleuca foi maior comparada o aparelho de alta frequência.</p>	<p>A aplicação do recurso alta frequência, assim como do óleo de melaleuca afetaram o crescimento da <i>M. furfur</i>, sendo que o óleo de <i>M. alternifolia</i> mostrou-se mais eficiente no controle do crescimento.</p>

Legenda: *LED* :Light Emitting Diode (Diodo Emissor de Luz); EROS: Espécies Reativas de Oxigênio; nm: nanômetro; J: Joule; cm² :centímetros quadrados; *LASER*: Light Amplification Stimulation Emission Radiation (Amplificação da Luz por Emissão Estimulada da Radiação); A: ampére; 1x / 2x :uma vez/ duas vezes; min: minuto; %: por cento; TONS504-PDT: fotossensibilizador catiônico – terapia fotodinâmica; mW: megawatt; Hz: hertz; mL: mililitro.

DISCUSSÃO

Diante dos achados na literatura pode-se afirmar que o *LED*, *LASER* e alta frequência são recursos eletrotermofototerapêuticos que diminuem o crescimento do fungo *Malassezia*. É necessário acrescentar que ao estabelecer essa resposta para a pergunta do estudo percebe-se que os recursos podem se tornar uma nova modalidade terapêutica ^[16-19], já que ainda se utilizam métodos de tratamento tópicos e farmacológicos como intervenção padrão. ^[20-22]

A partir disso nota-se que atuação e inserção dos recursos eletrotermofototerapêuticos, com a construção de mais estudos in vitro, podem trazer benefícios a população, dado que possuem indicações para o seu uso e eles atuarão como uma intervenção alternativa para inibir o crescimento do fungo *Malassezia*.^[16-19] A terapia fotodinâmica (TF) é uma modalidade terapêutica cuja uma das ações é antimicrobiana. Essa tem também ação fotooxidativa, a qual é resultante das espécies reativas de O₂ e O₂ singlete. A aplicação TF ocorre associando um fotossensibilizador (FS) e oxigênio à uma fonte de luz. Os fotossensibilizadores (FS`s) são corantes biológicos, eles formam espécies reativas de O₂, as quais são citotóxicas. É seguro e possui baixa toxicidade, esta é diminuída quando associado a TF, visto que eles são utilizados topicamente, o que influencia no tempo de exposição, facilita a monitorização da quantidade pelo profissional, além disso FS`s principais são hidrofílicos e isso favorece sua eliminação do organismo. O FS tem absorção máxima e é ativado por um determinado comprimento de onda que equivale a uma cor específica do espectro de luz visível. A TF utiliza qualquer tipo de luz, sendo ela mono ou policromática. Das fontes de luz operadas na TF, as principais, são: *LED* e *LASER* de baixa potência. ^[23-28]

Os *LEDs* emitem luzes policromáticas e não coerentes, no caso, amplitude e frequência dos fótons são diferentes e não colimadas. Eles são formados por semicondutores conectados entre si e que produzem luz. Fonte de luz segura, de alta potência e gera irradiação num comprimento de onda específico. *LASER* produz uma luz monocromática e coerente, ou seja, com amplitude e frequência dos fótons iguais e direção, feixes de forma paralela e unidirecional. O *LASER* difere-se por de baixa potência ou terapêutico e alta potência ou cirúrgico. Os *LASERs* de baixa potência possuem baixa intensidade e geram reparação tecidual, analgesia e redução da inflamação. Eles não alteram a temperatura do tecido e dessa maneira não tem ação microbiana, porém quando associado a um FS, estes são capazes de provocar a diminuição dos microrganismos. O

LASER de alta potência possui alta intensidade e modifica a temperatura do tecido. [23,28–31]

Em 2012, avaliou-se o efeito antifúngico do *LED* contra a *M. furfur*, *sympodialis* e *globosa* utilizando-se de vários comprimentos de onda e doses de irradiação. Este estudo concluiu que o *LED* com os comprimentos de 380 e 392,5 nm inibiram o crescimento das colônias do fungo, no entanto, traz a necessidade de mais estudos sobre o efeito do *LED* em outras células da pele, abrangendo os fibroblastos. Esta mesma pesquisa realizou fototeste *in vitro* e relatou que não houve reações adversas pela irradiação com *LED* e pelo comprimento de onda de 392,5 nm e dose $20\text{J}/\text{cm}^2$, diferentemente das outras pesquisas.^[16] Algumas evidências obtidas fortalecem as respostas encontradas no estudo, posto que a TF tem efeito citotóxico e isso pode ter levado a diminuição das colônias.^[27,29] Destaca-se que o estudo teve algumas limitações, como não apresentar se houve reações adversas com os outros comprimentos de onda e doses, profundidade de penetração e quantidade vezes que foi aplicado o equipamento.

Outra pesquisa que utilizou o *LASER*, sugere que TONS504 provocou um aumento no EROS (Espécies Reativas de Oxigênio) e conseqüentemente levou a uma diminuição na viabilidade da *Malassezia furfur*. A aplicação ocorreu com um comprimento de onda de 670 nm e o efeito superior obteve-se com uma radiação de $100\text{J}/\text{cm}^2$. Evidencia que são necessários mais estudos *in vitro* focados na eficácia da TF em outras doenças fúngicas, além de informar que o estudo teve como obstáculo a profundidade de penetração da irradiação pela TONS504.^[17] Sinaliza-se que assim como foi especulado na pesquisa o fotossensibilizador TONS504 pode ter gerado o acúmulo de EROS no fungo, e, assim, inibindo o crescimento dele, já que existem evidências que apontam que umas das ações do FS é a produção de EROS e que sua associação com o *LASER* aumentam o potencial do aparelho.^[28,31] Afirmou na conclusão o efeito antifúngico sobre a *M. furfur*, mas observa-se que a pesquisa não pontuou o tempo de aplicação em cada cepa e se houve algum efeito adverso.

Ozonioterapia é uma técnica, na qual utiliza-se do gás oxigênio (O_2) e ozônio (O_3), com cunho terapêutico. O ozônio possui ação bactericida, germicida, fungicida e oxigenante. Essas propriedades do ozônio surgem a partir do seguinte processo: o O_2 atômico é liberado e por causa do alto poder de oxirredução e toxicidade da substância, ela acaba atingindo a parede e a membrana dos microrganismos, levando a oxidação dos aminoácidos e ácidos nucléicos, por fim promovendo apoptose (morte celular). Os

recursos físicos que utilizam as propriedades do ozônio são o vapor de ozônio e a alta frequência.^[32,33]

O vapor de ozônio é um aparelho que comporta um depósito de água, o qual irá evaporar através do seu aquecimento. Obtém-se o vapor quando a água presente no tanque chegar ao ponto de ebulição, e, isso atuará como suporte para o O₃. Em sequência, o O₂ exposto no ar, sofre uma descarga elétrica e passa por um processo de dissociação molecular (O-O) e desse modo elas irão se incorporar e formar o O₃. Este O₃ irá juntar-se ao vapor gerado pelo aparelho. Já a alta frequência atua pelas faíscas de O₃, as quais são liberadas ao unir-se com o O₂ existente no ambiente. O aparelho é aplicado por cinco a oito minutos e o eletrodo e a forma de aplicação dependem de qual tratamento será utilizado.^[32,34]

Um dos estudos brasileiros, publicado em 2014, presentes na revisão, relatou que o vapor de ozônio foi aplicado por cinco minutos em cada cepa, numa distância 30 cm das placas, assim como trouxe que o vapor de ozônio não gerou ação sobre o fungo. Já alta frequência foi eficiente no tratamento da *Malassezia* spp. O equipamento foi utilizado por três minutos em cada placa, uma vez, intensidade de 12 A, eletrodo “cebola”, e, pela técnica de faiscamento.^[18] Desse modo, pode-se levantar como reflexão os motivos pelos quais o vapor de ozônio não gerou efeito, por outro lado, apesar da alta frequência ter usado um tempo de aplicação inferior ao requisitado pela literatura, ela conseguiu ter êxito, uma vez que, cerca de 85% das colônias foram reduzidas.^[32,34] Vale apontar, que o estudo não divulgou se houve modificações estruturais das células após a aplicação dos aparelhos.

Uma pesquisa realizada em 2020, que comparou um tratamento conservador com um recurso eletroterapêutico, infere que o óleo de Melaleuca comparado ao equipamento de alta de frequência gera mais ação sobre o crescimento do fungo *M. furfur*, dado que o óleo interferiu no crescimento do fungo na fase filamentosa e a alta frequência possibilitou o crescimento desse fungo até essa mesma fase, assim reduzindo o número de colônias na fase levedura e filamentos. Tanto o óleo de Melaleuca como a alta frequência quando comparados ao grupo controle revelaram que as células do fungo se tornaram menores.^[19] Pode-se deduzir que a alta frequência atingiu um resultado tardio devido ao tempo e quantidade de aplicações.^[34] Dentre as limitações do estudo estão a não descrição das reações celulares, a falta de dados quantitativos que justifiquem impacto do equipamento nas colônias, além de não informar qual técnica foi utilizada e o eletrodo.

Sobre os estudos apresentados anteriormente traz-se que ambos utilizaram a alta frequência como recurso, porém com protocolos distintos e espécies diferentes do fungo *Malassezia*. Braz et al., (2014) realizaram a aplicação por três minutos em cada placa. Usou o mesmo eletrodo em todas as 15 placas do grupo alta frequência. Além disso, o meio de cultura aplicado foi Agar Sabouraud Dextrose. Já Pincinato et al., (2020) aplicaram a alta frequência por 15 minutos, duas vezes por semana e logo depois da segunda aplicação o fungo sofreu replicação para novas placas estéreis. Significativo apontar que para executar o tratamento, as placas novas foram semeadas e incubadas novamente e observadas, assim, quando elas se apresentaram na forma de filamentos iniciou-se a intervenção. O meio foi de Agar Sabouraud Dextrose com adição de 0,3 mL ácido oleico puro. Com isso, pode-se sugerir que embora eles conversem entre si devido a parte descritiva dos resultados, um traz valores altos da ação fungicida do aparelho, enquanto o outro demonstra essa atuação antifúngica tardia, bem como é relevante apontar que o tempo de aplicação, meio de cultura também podem ter interferido nos resultados, tal qual como dito inicialmente as espécies diferentes do fungo. ^[18,19]

Os aparelhos eletrotermofototerapêuticos parecem ser uma opção efetiva para atuar sobre a ação do fungo *Malassezia*. No entanto, identifica-se a necessidade de mais estudos para inserção e elaboração de protocolos para utilização na prática clínica. Sugere-se em próximos estudos a avaliação da relação da EROS e do efeito fungicida, tal como examinar se a diferença de espécie, meio de cultura e tempo de aplicação irão influenciar na ação e parâmetros dos equipamentos. ^[16-19]

CONCLUSÃO

Os resultados da revisão mostraram que são necessários mais estudos *in vitro*, com delineamento similar, utilizando os recursos eletrotermofototerapêuticos *LED*, alta frequência e *LASER* para comprovar a eficácia no fungo *Malassezia*, e, assim tornar possível a elaboração protocolos e replicação das intervenções nos ambientes clínicos.

REFERÊNCIAS

- [1] Melo M das GM. Epidemiologia das dermatites de contato relacionadas ao trabalho em um serviço especializado. [tese]. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca; 2018. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/33999/2/ve_Maria_das_Gracas_ENSP_2018.pdf>.
- [2] Azulay RD, Luna Azulay-Abulafia. Dermatologia. 7th ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan; 2017.
- [3] Soutor C, Hordinsky M. Dermatologia Clínica. Soutor C, Hordinsky M. Dermatologia Clínica. 1th ed. Rio de Janeiro: Editora Artemed; 2015.
- [4] Antunes AA, Solé D, Carvalho VO, Kiszewski Bau AE, Kuschnir FC, Sarinho ESC. Consenso de Dermatite Atópica da Associação Brasileira de Alergia e Inunologia. 2017;18:19.
- [5] Rodrigues DA, Floriano MC. IV - Doenças causadas por fungos. São Paulo: Editora Unifesp; 2010.
- [6] dos Santos-Silva C, Luiz Rodrigues A, Elizabeth Bakal Roitberg S. a Case Report of Patient With Atopic Dermatitis: a Biopsychosocial Approach. *Psicol Saúde Doença*. [Internet]. 2017 [acesso em: 24 nov. 2020];18:389–400. Disponível em: <https://doi.org/10.15309/17psd180209>.
- [7] Carvalho SLC de, Boguchewski AP, Nascimento FLS, Dalmas LM, Carvalho VO. Impacto da dermatite atópica na qualidade de vida da família. *Arq Asma, Alerg e Imunol*. [Internet]. 2017 [acesso em: 24 nov. 2020];1:305–10. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/2526-5393.20170043>.
- [8] Oliveira DC de P. Identificação molecular , susceptibilidade aos antifúngicos e inibição fotodinâmica antimicrobiana no gênero *Malassezia*. [tese]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2014. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-BD8M99/1/tese_dout_diogo_oliveira.pdf.
- [9] Schlottfeldt F dos S, Tramontin SW, Nappi BP, Santos JI dos. Reclassificação taxonômica de espécies do gênero *Malassezia*: revisão da literatura sobre as implicações clinicolaboratoriais. *J Bras Patol e Med Lab*. [Internet]. 2002 [acesso em: 24 nov. 2020];38. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1676-24442002000300006>.

- [10] Ribeiro do Prado M, Nogueira Brilhante RS, Costa Sidrim JJ, Gadelha Rocha MF. *Malassezia* spp. em humanos e pequenos animais: uma abordagem teórica. *Rev Port Ciências Veterinárias*. [Internet].2007[acesso em: 24 nov. 2020];102:207–14. Disponível em: http://www.fmv.ulisboa.pt/spcv/PDF/pdf12_2007/207-214.pdf.
- [11] Miranda KC, De Araujo CR, Soares AJ, Lemos JDA, Souza LKH, Silva MDRR. Identificação de espécies de *Malassezia* em pacientes com pitiríase versicolor em Goiânia-GO. *Rev Soc Bras Med Trop*. [Internet].2006[acesso em: 24 nov. 2020];39:582–3. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0037-86822006000600017>.
- [12] Maraschin MDM, Spader T, Alves D, Mario N, Rossato L, Guilherme P, et al. INFECÇÕES CAUSADAS POR MALASSEZIA : NOVAS ABORDAGENS Infections by malassezia : new approachs. *Saúde, Santa Maria*, vol. 34a, n 1-2: p 4-8, 2008.
- [13] Miranda LG do A, Magalhães V, Lima EDO, Cavalcante de Oliveira NM, Vieira WL. Pitiríase Versicolor: Abordagem Clínica E Laboratorial. *Rev Patol Trop*. [Internet].2008[acesso em: 24 nov. 2020];33. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/rpt.v33i3.3454>.
- [14] Lima E de O, Belém LF, Cechinel Filho V, Corrêa R, Nunes RJ, Andricopulo A, et al. Avaliação da sensibilidade de cepas de *Malassezia furfur* a imidas cíclicas. *Rev Bras Ciências Farm*. [Internet].2002[acesso em: 24 nov. 2020];38:443–50. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1516-93322002000400006>.
- [15] Pereira DG. Importância do metabolismo no planejamento de fármacos. *Quim Nova*. [Internet].2007[acesso em: 24 nov. 2020];30:171–7. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000100029>.
- [16] Wi HS, Na EY, Yun SJ, Lee JB. The antifungal effect of light emitting diode on *Malassezia* yeasts. *J Dermatol Sci*. [Internet].2012[acesso em: 12 jan. 2021];67:3–8. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jdermsci.2012.04.001>.
- [17] Takahashi H, Nakajima S, Sakata I, Iizuka H. Antifungal effect of TONS504-photodynamic therapy on *Malassezia furfur*. *J Dermatol*. [Internet].2014[acesso em: 12 jan. 2021];41:895–7. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1346-8138.12615>.
- [18] Braz CEC, Cunha PS da, Nunes RD, Herrera SDSC, Júnio DS da S, Carlotto HS. Aplicação de aparelho de alta frequência e do vapor de ozônio no fungo *malassezia* spp. *Rev Amaz Sci Heal*. [Internet].2014[acesso em: 12 jan. 2021];2:29–34.

- Disponível em: <http://ojs.unirg.edu.br/index.php/2/article/view/631/250>.
- [19] Pincinato BL, Santos LU dos, Junior CM, Bighetti AE. O uso do alta frequência e óleo de Melaleuca no controle do fungo *Malassezia furfur*. *Ciências da Saúde: Campo Promissor em Pesquisa* 9.[Internet].2020[acesso em: 12 jan. 2021];634. Disponível em: finersistemas.com/atenaeditora/index.php/admin/api/artigoPDF/30522.
- [20] Wright MC, Hevert F, Rozman T. In vitro comparison of antifungal effects of coal tar gel and a ketoconazole gel on *Malassezia furfur*. *Биотехнология*. vol.210:51–8, 2013.
- [21] Nenoff P, Hausteil UF, Fieldler A. The Antifungal Activity of a Coal Tar Gel on *Malassezia furfur* in vitro. *Dermatology*. [Internet].1995[acesso em: 29 mar. 2021];191:311-314. Disponível em: <https://doi.org/10.1159/000246582>.
- [22] Donnarumma G, Buommino E, Baroni A, Auricchio L, Filippis A De, Cozza V, et al. Effects of AV119, a natural sugar from avocado, on *Malassezia furfur* invasiveness and on the expression of HBD-2 and cytokines in human keratinocytes. *Exp Dermatol*. [Internet].2007[acesso em: 29 mar. 2021];16:912–9. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0625.2007.00613.x>.
- [23] Corazza A V. Fotobioestimulação comparativa do laser e LEDs de baixa intensidade na angiogênese de feridas cutâneas de ratos . [Dissertação] Diss (Mestrado Em Bioengenharia) - Esc Eng São Carlos; Fac Med Ribeirão Preto; Inst Química São Carlos, Univ São Paulo, 2005; Disponível em:< https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/82/82131/tde-25072006-095614/publico/TDE_AdalbertoVieiraCorazza.pdf. Acesso em: 21 mai. 2021>.
- [24] De Paula S. Comparação do laser e do led no processo de cicatrização em feridas cutâneas: uma revisão. *Ciência & Saúde*. [Internet].2016[acesso em: 21 mai. 2021];9:55. Disponível em: <https://doi.org/10.15448/1983-652x.2016.1.21840>.
- [25] SILVA VCR. Eficácia da terapia fotodinâmica (PDT) e da fotobiomodulação (FBM) no controle da mucosite oral quimioinduzida de pacientes oncológicos pediátricos. [tese]. Pernambuco: Universidade Federal de Pernambuco; 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/32592/1/TESE%20V%20c3%a2nia%20Ribeiro%20da%20Silva.pdf>.
- [26] Eduardo C de P, Bello-Silva MS, Lee EMR, Ana Cecília Correa Aranha. A terapia fotodinâmica como benefício complementar na clínica odontológica. *Rev. assoc.*

- paul cir. dent.[Internet].2015[acesso em: 21 mai. 2021];69(3):226-35. Disponível em: <http://revodontobvsalud.org/pdf/apcd/v69n3/a04v69n3.pdf>.
- [27] Ramos RR. Terapia Fotodinâmica: Estudo comparativo de luz LED e LASER sobre propionibacterium acnes in vitro.[tese].São José do Rio Preto: Faculdade de Medicina do Rio Preto; 2018. Disponível em: http://bdtd.famerp.br/bitstream/tede/537/2/RogérioRodrigoRamos_Dissert.pdf
- [28] Teodoro P de S, Fernandes HV dos S, Sá E da C, Pimentel LAC. O uso da terapia fotodinâmica como método alternativo de tratamento da candidíase oral. Rev Arq Científicos.[Internet].2020[acesso em: 4 jun. 2021];3:14–23. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/2595-4407/rac.immes.v3n1p14-23>.
- [29] Torezan L, Niwa ABM, Neto CF. Terapia fotodinâmica em dermatologia: Princípios básicos e aplicações. An Bras Dermatol.[Internet].2009[acesso em: 4 jun. 2021];84:445–59. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0365-05962009000500002>.
- [30] Giusti JSM . Avaliação da terapia fotodinâmica utilizando diodo emissor de luz (LED) na descontaminação de dentina bovina artificialmente cariado.[tese].Araraquara:Faculdade de Odontologia de Araraquara; 2005. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/104280/giusti_jsm_dr_arrafo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [31] Marinho SA. EFEITO DA TERAPIA FOTODINÂMICA (PDT) SOBRE CULTURAS DE Candida sp. E DE CÉLULAS EPITELIAIS: ESTUDO IN VITRO.[tese]. Porto Alegre: Universidade Católica do Rio Grande do Sul; 2006. Disponível em: <http://tede2.pucrs.br/tede2/bitstream/tede/1170/1/386680.pdf>
- [32] Maia MEN da C. Análise da qualidade da água na eficácia do vapor de ozônio na estética facial.[trabalho de graduação de curso]. Maringá: Centro Universitário de Maringá, Maringá; 2017.
- [33] Xavier PB, Silva Í de S, Reis DM, Araújo TL de L, Almeida JLS. Ozonioterapia na otimização do processo cicatricial em lesões de pele senil.[trabalho de graduação de curso]. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande; 2019.
- [34] Ferreira M de LS, Reis YPB. Alta frequência.[trabalho de pós-graduação de curso]. Minas Gerais: Centro Universitário do Sul de Minas, Minas Gerais; 2016.