www.revistaft.com.br

Revista FT | ISSN 1678-0817 | v.30, n.164, 2026 | DOI: 10.69849/grfhmc33

Remoção a *laser* de tatuagens e micropigmentação: revisão integrativa sobre eficácia, segurança e avanços tecnológicos

Laser removal of tattoos and micropigmentation: an integrative review of efficacy, safety, and technological advances

Bruno de Lima Sequinel

Tatiane Babinski

RESUMO

Objetivo: Analisar as evidências científicas acerca da eficácia, segurança e dos avanços tecnológicos relacionados à remoção a *laser* de tatuagens e micropigmentações. **Método:** Tratou-se de uma revisão integrativa da literatura, realizada nas bases *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online*, Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde, *Scientific Electronic Library Online* e *Scopus*. Foram incluídos artigos publicados entre 2022 e 2026, disponíveis na íntegra, nos idiomas português, inglês ou espanhol e relacionados à remoção a *laser* de tatuagens e micropigmentações, eficácia, segurança, eventos adversos e avanços tecnológicos. **Resultados:** Os estudos evidenciaram que a remoção a *laser* apresenta eficácia e perfil de segurança favoráveis, embora os resultados dependam da cor, composição, densidade e profundidade do pigmento, localização anatômica, características cutâneas e tecnologia empregada. Os sistemas de nanossegundos permanecem relevantes, enquanto os *lasers* de picossegundos ampliaram as possibilidades terapêuticas, principalmente para pigmentos específicos. Tecnologias fracionadas, protocolos com múltiplas passagens e estratégias combinadas também demonstraram potencial para otimizar os resultados. Os principais eventos adversos foram transitórios, incluindo eritema, edema e alterações pigmentares. **Conclusão:** A remoção a *laser* constitui abordagem eficaz e segura quando individualizada conforme as características do pigmento e do paciente. Entretanto, a heterogeneidade dos protocolos e das evidências ainda impossibilita estabelecer uma tecnologia universalmente superior, indicando a necessidade de maior padronização das estratégias terapêuticas.

Palavras-chave: *Laser* de Picossegundos; Micropigmentação; Remoção de Tatuagem; Tatuagem Cosmética; Terapia a *Laser*.

ABSTRACT

Objective: To analyze the scientific evidence regarding the efficacy, safety, and technological advances related to *laser* removal of tattoos and micropigmentation. **Method:** This was an integrative literature review conducted using the Medical Literature Analysis and Retrieval System Online, Latin American and Caribbean Health Sciences Literature, Scientific Electronic Library Online, and Scopus databases. Articles published between 2022 and 2026, available in full text, written in

Portuguese, English, or Spanish, and addressing *laser* removal of tattoos and micropigmentation, efficacy, safety, adverse events, and technological advances were included. **Results:** The studies demonstrated that *laser* removal has favorable efficacy and safety profiles, although outcomes depend on pigment color, composition, density, and depth, anatomical location, skin characteristics, and the technology employed. Nanosecond systems remain relevant, while picosecond *lasers* have expanded therapeutic possibilities, particularly for specific pigments. Fractional technologies, multiple-pass protocols, and combined strategies also demonstrated potential to optimize outcomes. The main adverse events were transient, including erythema, edema, and pigmentary changes. **Conclusion:** *Laser* removal is an effective and safe approach when individualized according to pigment and patient characteristics. However, the heterogeneity of protocols and available evidence still prevents the establishment of a universally superior technology, indicating the need for greater standardization of therapeutic strategies.

Keywords: Cosmetic Tattoo; *Laser* Therapy; Micropigmentation; Picosecond *Laser*; Tattoo Removal.

INTRODUÇÃO

A presença de tatuagens e procedimentos de micropigmentação tem se tornado cada vez mais frequente, acompanhando mudanças estéticas, culturais e comportamentais. Paralelamente ao crescimento dessas práticas, observa-se também aumento da procura por técnicas capazes de remover ou atenuar pigmentos indesejados. Entre as alternativas disponíveis, os sistemas de *laser* têm se destacado por permitirem atuação seletiva sobre as partículas pigmentares, com possibilidade de redução progressiva da coloração e preservação dos tecidos adjacentes. Entretanto, a resposta ao tratamento pode variar conforme características da tinta, profundidade, densidade, cor, localização anatômica, fototipo cutâneo e tecnologia empregada, tornando a remoção um processo complexo e individualizado (Gurnani *et al.*, 2022).

As tecnologias utilizadas na remoção de tatuagens evoluíram significativamente nas últimas décadas. Os *lasers Q-Switched* de nanossegundos consolidaram-se como importantes ferramentas para fragmentação de pigmentos, sobretudo em tatuagens escuras, enquanto os sistemas de picossegundos ampliaram as possibilidades terapêuticas ao produzirem pulsos mais curtos e intenso efeito fotoacústico sobre as partículas. Além disso, diferentes comprimentos de onda, como 1.064 nm, 755 nm e 532 nm, apresentam afinidades distintas pelos pigmentos, aspecto especialmente importante diante de tatuagens

multicoloridas. Apesar dos avanços, a literatura demonstra que nenhuma tecnologia apresenta desempenho uniforme para todas as cores e características de tatuagem, reforçando a necessidade de seleção individualizada dos parâmetros (Du *et al.*, 2022).

Nas micropigmentações, especialmente aquelas realizadas nas sobrancelhas e em outras regiões faciais, a remoção apresenta particularidades adicionais. Os pigmentos cosméticos podem ser constituídos por misturas complexas destinadas à obtenção de tonalidades próximas à pele e aos pelos, fazendo com que cores inicialmente não perceptíveis se tornem visíveis ao longo das sessões. Ademais, a localização facial exige atenção quanto à preservação dos pelos, estruturas perioculares e resultado estético final. Estudos recentes demonstram que *lasers Q-Switched* e de picossegundos podem produzir clareamento significativo dessas pigmentações, embora alterações inesperadas de cor e necessidade de diferentes comprimentos de onda possam ocorrer durante o tratamento (Geisler *et al.*, 2023).

A eficácia da remoção também depende de fatores relacionados à própria tatuagem e ao paciente. Densidade do pigmento, idade da tatuagem, localização anatômica e características do desenho podem modificar o número de sessões necessárias e o grau de clareamento obtido. Em contrapartida, a literatura recente demonstra que o impacto do fototipo e de outras variáveis individuais pode variar conforme o tipo de pigmento, equipamento e população avaliada. Dessa forma, o resultado terapêutico deve ser compreendido como consequência da interação entre fatores tecnológicos, pigmentares e biológicos, e não apenas da utilização de equipamentos mais recentes (Menozzi-Smarrito; Pineau, 2025).

Embora os sistemas de *laser* apresentem perfil geral de segurança favorável, eventos adversos podem ocorrer. Eritema, edema, dor, prurido, bolhas, hiper- ou hipopigmentação e alterações cromáticas paradoxais estão entre as manifestações descritas na literatura. Nas micropigmentações faciais, somam-se preocupações relacionadas à preservação dos pelos e à proximidade de estruturas oculares. A comparação entre diferentes tecnologias indica que os sistemas de picossegundos podem apresentar vantagens relacionadas à tolerabilidade em determinadas situações, mas não eliminam completamente a possibilidade de eventos adversos ou respostas imprevisíveis dos pigmentos (Bäumler *et al.*, 2022).

Diante da diversidade de equipamentos, comprimentos de onda, protocolos

e respostas clínicas, torna-se relevante reunir e analisar criticamente as evidências recentes sobre o tema. A realização desta revisão justifica-se pela necessidade de sistematizar conhecimentos que possam auxiliar na compreensão dos fatores que influenciam os resultados, das principais complicações e dos avanços tecnológicos relacionados à remoção de tatuagens e micropigmentações. Nesse contexto, estabeleceu-se como questão norteadora: “Quais são as evidências científicas disponíveis acerca da eficácia, segurança e dos avanços tecnológicos relacionados à remoção a *laser* de tatuagens e micropigmentações?”.

Diante disso, o presente estudo teve como objetivo geral analisar as evidências científicas acerca da eficácia, segurança e dos avanços tecnológicos relacionados à remoção a *laser* de tatuagens e micropigmentações. Especificamente, buscou-se identificar os principais fatores associados à eficácia do tratamento e aos resultados de clareamento e remoção dos pigmentos; analisar o perfil de segurança e os eventos adversos relacionados ao procedimento; e descrever e comparar as principais tecnologias empregadas, incluindo sistemas de nanossegundos e picossegundos, diferentes comprimentos de onda, modalidades fracionadas e estratégias combinadas.

MÉTODO

O estudo foi desenvolvido por meio de uma revisão integrativa da literatura, método que possibilitou reunir, analisar e sintetizar evidências científicas sobre determinada temática de forma sistematizada, permitindo a inclusão de estudos com diferentes delineamentos metodológicos. Esse tipo de revisão favoreceu a identificação do conhecimento disponível e das lacunas existentes acerca do objeto investigado.

A revisão integrativa foi conduzida em seis etapas: identificação do tema e elaboração da questão norteadora; estabelecimento dos critérios de inclusão e exclusão e busca na literatura; definição das informações extraídas dos estudos; avaliação crítica dos artigos incluídos; interpretação dos resultados; e apresentação da síntese do conhecimento produzido.

Na primeira etapa, foi delimitado o tema e elaborada a seguinte questão norteadora: “Quais são as evidências científicas disponíveis acerca da eficácia, segurança e dos avanços tecnológicos relacionados à remoção a *laser* de

tatuagens e micropigmentações?”. A busca na literatura foi realizada no mês de agosto de 2026. A formulação da pergunta orientou a seleção e a análise das evidências relacionadas ao objeto de estudo.

Na segunda etapa, foram realizadas buscas nas bases *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* (*MEDLINE*), via PubMed, Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), *Scientific Electronic Library Online* (*SciELO*) e *Scopus*. Foram utilizados os descritores dos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) incluindo “Remoção de Tatuagem”, “Terapia a *Laser*”, “Micropigmentação”, “Tatuagem Cosmética” e “*Laser* de Picossegundos”, combinados por meio dos operadores booleanos “*AND*” e “*OR*”.

Tabela 1 – Estratégias de busca utilizadas nas bases de dados.

Base de dados	Estratégia de busca
PubMed/*MEDLINE*	(“*Tattoo Removal*” *OR* “*Micropigmentation*” *OR* “*Cosmetic Tattoo*”) *AND* (“*Laser Therapy*” *OR* “*Picosecond Laser*”)
LILACS	(“Remoção de Tatuagem” *OR* “Micropigmentação” *OR* “Tatuagem Cosmética”) *AND* (“Terapia a *Laser*” *OR* “*Laser* de Picossegundos”)
SciELO	(“Remoção de Tatuagem” *OR* “Micropigmentação” *OR* “Tatuagem Cosmética”) *AND* (“Terapia a *Laser*” *OR* “*Laser* de Picossegundos”)
Scopus	(“*Tattoo Removal*” *OR* “*Micropigmentation*” *OR* “*Cosmetic Tattoo*”) *AND* (“*Laser Therapy*” *OR* “*Picosecond Laser*”)

Fonte: Elaborada pelo autor (2026).

Tabela 1 – Estratégias de busca utilizadas nas bases de dados.
Fonte: Elaborada pelo autor (2026).

Foram incluídos artigos científicos publicados entre 2022 e 2026, disponíveis na íntegra, nos idiomas português, inglês ou espanhol e relacionados à remoção a *laser* de tatuagens e/ou micropigmentações, eficácia do tratamento, grau de clareamento, número de sessões, segurança, eventos adversos, tecnologias *Q-Switched*, nanossegundos, picossegundos, diferentes comprimentos de onda ou estratégias tecnológicas combinadas. Foram excluídos artigos fora do período estabelecido, estudos duplicados, publicações indisponíveis na íntegra, trabalhos em outros idiomas, estudos sem relação com a questão norteadora, editoriais, cartas ao editor, resumos de eventos, dissertações, teses e capítulos de livros.

Na terceira etapa, os estudos recuperados foram inicialmente analisados por meio da leitura dos títulos e resumos e, posteriormente, aqueles considerados elegíveis foram avaliados na íntegra. Foram extraídas informações relacionadas ao tipo de *laser* utilizado, comprimento de onda, duração dos pulsos, características

das tatuagens ou micropigmentações, grau de remoção ou clareamento, número de sessões, fatores associados à resposta terapêutica, eventos adversos, alterações pigmentares e estratégias tecnológicas empregadas.

Na quarta etapa, os estudos selecionados foram submetidos à avaliação crítica, realizada de forma sistematizada a partir da análise de aspectos relacionados à qualidade e à consistência metodológica de cada publicação. Foram considerados o delineamento do estudo, adequação da amostra aos objetivos propostos, clareza dos critérios de seleção dos participantes, descrição da intervenção e dos parâmetros do *laser*, métodos utilizados para mensuração dos resultados, coerência entre os dados apresentados e as conclusões dos autores, além das limitações relatadas em cada estudo. Considerando a diversidade de delineamentos incluídos na revisão integrativa, não foi empregada uma escala única de avaliação ou classificação do nível de evidência; a análise foi realizada de maneira descritiva e comparativa, considerando a qualidade metodológica e a contribuição de cada estudo para responder à questão norteadora.

Na quinta etapa, os resultados foram interpretados e comparados, buscando identificar convergências, divergências e lacunas na literatura. A análise foi organizada em três eixos: eficácia da remoção a *laser* de tatuagens e micropigmentação; segurança e eventos adversos associados à remoção a *laser*; e avanços tecnológicos e comparação entre os sistemas de *laser*.

Por fim, na sexta etapa, foi realizada a síntese do conhecimento produzido, articulando os principais achados às evidências científicas disponíveis. Foram identificados 126 estudos nas bases pesquisadas. Após a remoção de 17 registros duplicados, permaneceram 109 estudos para análise dos títulos e resumos, dos quais 57 foram excluídos por não atenderem aos critérios estabelecidos. Assim, 52 artigos foram avaliados na íntegra e, após a exclusão de 18 estudos, 34 artigos atenderam aos critérios de elegibilidade e constituíram a amostra final desta revisão integrativa. A síntese desses estudos possibilitou responder à questão norteadora e apresentar as principais contribuições, limitações e perspectivas relacionadas à eficácia, segurança e evolução tecnológica dos sistemas empregados na remoção a *laser* de tatuagens e micropigmentações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

EFICÁCIA DA REMOÇÃO A *LASER* DE TATUAGENS E MICROPIGMENTAÇÃO

Os estudos analisados demonstraram que a remoção a *laser* apresenta resultados favoráveis tanto em tatuagens convencionais quanto em micropigmentações, embora a eficácia varie de acordo com fatores relacionados à tecnologia, ao pigmento e às características individuais. Entre os principais aspectos associados à resposta terapêutica destacam-se o tipo de *laser*, o comprimento de onda, a duração do pulso, a cor, a densidade e a profundidade do pigmento, a localização anatômica, o fototipo cutâneo e o número de sessões realizadas. Em revisão sistemática que reuniu 36 estudos, Gurnani et al. (2022) verificaram que os *lasers* Q-Switched e os sistemas de picossegundos apresentaram eficácia relevante para remoção de tatuagens, com vantagem dos picossegundos principalmente para pigmentos azuis, verdes e amarelos.

Entretanto, a literatura recente demonstra que essa superioridade não é absoluta. Du et al. (2022), ao compararem *lasers* de nanossegundos e picossegundos em diferentes comprimentos de onda, observaram desempenho semelhante entre ambos para tatuagens pretas tratadas com 1.064 nanômetros, indicando que a escolha do comprimento de onda pode ser tão importante quanto a duração do pulso. Em contrapartida, Ma et al. (2026) encontraram maior eficiência clínica do *laser* alexandrite de picossegundos de 755 nanômetros em relação ao sistema de nanossegundos, evidenciando que as vantagens dos picossegundos tornam-se mais evidentes em determinados pigmentos e configurações tecnológicas. Esses achados indicam que a seleção do equipamento deve considerar simultaneamente a cor, a composição do pigmento e o comprimento de onda empregado, e não apenas a geração tecnológica do *laser* (Du et al., 2022; Ma et al., 2026).

A cor constitui um dos fatores mais relevantes para o sucesso da remoção, uma vez que diferentes pigmentos apresentam características ópticas próprias e respondem de maneira distinta à energia emitida pelo equipamento. Assim, a seleção do comprimento de onda deve considerar a tonalidade predominante e as características do pigmento. Hirtler e Serup (2022) destacam que o *laser* Nd:YAG *Q-Switched* permanece uma tecnologia importante para remoção de tatuagens,

inclusive cosméticas, enquanto os sistemas de picossegundos ampliaram as possibilidades terapêuticas. Dessa forma, a eficácia não depende apenas da geração tecnológica do aparelho, mas da adequada correspondência entre o comprimento de onda empregado e o pigmento-alvo.

Nas micropigmentações, a complexidade pode ser ainda maior em razão da composição das tintas cosméticas. Menozzi-Smarrito e Smarrito (2023), ao avaliarem a remoção de tatuagens cosméticas complexas das sobrancelhas com *laser* de picossegundos, observaram resultados favoráveis, mas identificaram que a presença de pigmentos de tonalidades quentes poderia aumentar a complexidade do tratamento. Cores vermelhas, alaranjadas e amareladas podem tornar-se mais evidentes à medida que outros componentes são eliminados, demonstrando que uma micropigmentação aparentemente uniforme pode ser constituída por diferentes pigmentos. Essa característica pode modificar o número de sessões e exigir adaptação do tratamento ao longo do processo de remoção.

A literatura específica sobre *microblading* e tatuagens cosméticas de sobrancelhas também evidencia a diversidade das tecnologias disponíveis. Geisler *et al.* (2023), em revisão envolvendo 11 estudos e 129 pacientes tratados especificamente para pigmentos nessa região, identificaram a utilização de *lasers* *Q-Switched* Nd:YAG, *alexandrite* e *ruby*, além de sistemas de picossegundos. Os autores observaram resultados positivos com diferentes tecnologias e destacaram o potencial dos equipamentos de picossegundos quanto à rapidez e seletividade do tratamento. Entretanto, a heterogeneidade dos estudos e das características dos pigmentos ainda impede que uma única tecnologia seja considerada universalmente superior para todas as micropigmentações.

As diferenças entre tatuagens convencionais e micropigmentações também podem ser verificadas no comportamento das cores durante as sessões. Hartman *et al.* (2023), em estudo retrospectivo com 33 pacientes submetidos à remoção de tatuagens cosméticas faciais, observaram média aproximada de três tratamentos para obtenção de resultados satisfatórios. Cerca de 66% dos participantes alcançaram remoção entre 76% e 100% do pigmento e os demais apresentaram clareamento entre 51% e 75%. Apesar desses resultados, aproximadamente, 30% apresentaram alteração inesperada da cor após a primeira sessão, demonstrando que a eliminação de um componente da tinta pode revelar pigmentos que anteriormente não eram visualmente perceptíveis.

Resultados semelhantes foram identificados especificamente na remoção de micropigmentações das sobrancelhas. Pawar, Satvaldinova e Singh (2024), ao avaliarem 24 pacientes tratados com *laser* Nd:YAG de picossegundos, verificaram que 70% apresentaram remoção entre 75% e 100% do pigmento, enquanto os demais alcançaram clareamento entre 50% e 75%. A média para obtenção de resultado satisfatório foi de três sessões. Alguns pacientes apresentaram modificação inesperada da tonalidade após a primeira aplicação, sendo necessário ajustar posteriormente o comprimento de onda empregado. Esses resultados reforçam a necessidade de acompanhamento progressivo da resposta das micropigmentações durante o tratamento.

O fototipo cutâneo representa outra variável importante na avaliação da eficácia, principalmente devido à presença da melanina epidérmica e à interação desta com a energia luminosa. Ismail *et al.* (2024) investigaram prospectivamente a remoção de tatuagens profissionais pretas com *laser* Nd:YAG de picossegundos em indivíduos predominantemente classificados no fototipo IV. Após duas sessões, os autores identificaram respostas que variaram de moderadas a excelentes, com poucos efeitos adversos relevantes. Os resultados demonstram que os sistemas de picossegundos podem proporcionar clareamento significativo também em pacientes com maior concentração de melanina, embora a seleção dos parâmetros permaneça necessária para equilibrar eficácia e preservação da pele.

Além da cor e do fototipo, características estruturais da própria tatuagem influenciam a resposta ao tratamento. Menozzi-Smarrito e Pineau (2025), em estudo prospectivo envolvendo 116 pacientes submetidos à remoção completa de tatuagens pretas com *laser* de picossegundos de 755 nm, analisaram diferentes fatores capazes de modificar o número necessário de sessões. A densidade da tinta apresentou o maior impacto, seguida pela localização anatômica, idade da tatuagem e características técnicas do desenho. Em contrapartida, algumas variáveis relacionadas ao paciente não demonstraram influência estatisticamente significativa no número final de tratamentos, reforçando a importância das características próprias da tatuagem para a previsão da resposta.

A eficácia também deve ser compreendida a partir do mecanismo de interação do *laser* com o pigmento e da resposta biológica posterior ao procedimento. Nguyen *et al.* (2025), por meio de visualização intravital das partículas de tatuagem após a aplicação de *laser* de picossegundos, investigaram

microscopicamente as alterações ocorridas após a fragmentação do pigmento. Os achados contribuíram para demonstrar que o processo de clareamento não se limita ao momento da emissão do *laser*, uma vez que modificações relacionadas às partículas e aos tecidos continuam ocorrendo posteriormente. Dessa forma, os intervalos entre as sessões possuem relevância para a avaliação dos resultados, pois parte da eliminação ocorre progressivamente após a fragmentação inicial promovida pela energia luminosa.

Do ponto de vista tecnológico, os princípios físicos envolvidos também auxiliam na compreensão das diferenças de eficácia entre os equipamentos. Hernandez *et al.* (2022) destacam que os sistemas utilizados na remoção de tatuagens devem ser selecionados considerando fatores como duração do pulso, comprimento de onda, características da tinta e fototipo cutâneo. A utilização de diferentes comprimentos de onda permite ampliar a capacidade de atingir pigmentos com espectros de absorção distintos, aspecto especialmente importante nas tatuagens multicoloridas. Portanto, uma única configuração de *laser* dificilmente apresentará desempenho equivalente diante de todas as cores e tipos de pigmentos, justificando a necessidade de planejamento individualizado.

A evolução para os sistemas de picossegundos ampliou as possibilidades de fragmentação de pigmentos resistentes e contribuiu para o aprimoramento da remoção de tatuagens. Haykal *et al.* (2024) destacam que a emissão de pulsos extremamente curtos favorece intenso efeito fotoacústico sobre o pigmento, reduzindo a dependência exclusiva do mecanismo fototérmico. Apesar das vantagens relacionadas à tecnologia, os autores ressaltam que os resultados continuam sendo dependentes de fatores como indicação, comprimento de onda e parâmetros utilizados. Assim, a presença de um equipamento mais recente não garante, isoladamente, maior eficácia, sendo necessário adequar suas características ao tipo de pigmentação apresentada pelo paciente.

A quantidade necessária de sessões também evidencia a heterogeneidade da resposta clínica. Scarcella *et al.* (2026), ao investigarem a associação entre *lasers* e ondas de choque acústicas em pacientes submetidos à remoção de tatuagens, observaram resultados considerados bons ou excelentes em parcela relevante dos casos após duas a quatro sessões, sem registro de eventos adversos na amostra analisada. Embora a estratégia combinada demande maior investigação, os resultados demonstram que novas abordagens destinadas a

favorecer a eliminação do pigmento podem contribuir para otimizar a resposta clínica. Isso reforça que o número de sessões não é determinado exclusivamente pelo *laser*, mas também pelas características do pigmento e pelas estratégias terapêuticas empregadas.

Em conjunto, os estudos demonstram que a eficácia da remoção a *laser* deve ser compreendida como resultado de múltiplas variáveis e não apenas como consequência da utilização de uma tecnologia específica. A produção científica recente tem se concentrado na comparação entre sistemas de nanossegundos e picossegundos, diferentes comprimentos de onda, características dos pigmentos e estratégias destinadas a aprimorar o clareamento. Nesse cenário, a tendência contemporânea aponta para tratamentos progressivamente individualizados, nos quais a escolha tecnológica é orientada pela cor, composição, densidade e localização do pigmento, além das características cutâneas e da resposta observada ao longo das sessões (Zyoud, 2025).

SEGURANÇA E EVENTOS ADVERSOS ASSOCIADOS À REMOÇÃO A *LASER*

A segurança constitui um dos aspectos fundamentais na remoção de tatuagens e micropigmentações a *laser*, uma vez que o procedimento busca fragmentar seletivamente as partículas de pigmento preservando, tanto quanto possível, a integridade dos tecidos adjacentes. Os estudos recentes indicam perfil geral de segurança favorável, embora eventos transitórios possam ocorrer. Em estudo prospectivo comparando *lasers* de nanossegundos e picossegundos, Bäumler *et al.* (2022) observaram menor intensidade de dor e menor duração de reações como bolhas, prurido e sensação de ardor com os pulsos de picossegundos. A hipopigmentação ocorreu apenas nas áreas tratadas com nanossegundos, enquanto a hiperpigmentação foi registrada com ambas as modalidades, sem ocorrência de cicatrizes permanentes.

As alterações pigmentares merecem atenção especial, sobretudo em indivíduos com fototipos cutâneos mais elevados. Pincelli, Sena e Pavani (2022), ao analisarem casos de remoção com *laser* Nd:YAG em pacientes com fototipos IV a VI, observaram resultados satisfatórios, mas identificaram episódios de hipopigmentação. Os autores relacionaram essas alterações a fatores como exposição solar, intervalos entre sessões e características da energia empregada.

Os achados reforçam que o fototipo, as condições cutâneas e as particularidades do tratamento devem ser considerados na avaliação do risco de discromias, especialmente em peles com maior concentração de melanina.

Além do fototipo, os resultados de segurança podem variar de acordo com as características da tatuagem e com o sistema utilizado. Egozi e Toledano (2024), em avaliação retrospectiva do *laser Q-Switched* Nd:YAG, identificaram essa tecnologia como alternativa segura e eficaz para remoção de tatuagens. No acompanhamento realizado, não foram relatados eventos adversos graves, ao mesmo tempo em que fatores como localização, fototipo, quantidade de tinta, sobreposição, cicatrizes e cor demonstraram relevância para a previsão da resposta. Esses resultados evidenciam que a segurança não depende exclusivamente da classificação tecnológica do equipamento, mas da interação entre *laser*, pigmento e características individuais.

Nas micropigmentações de sobrancelhas e delineadores, a localização anatômica acrescenta desafios específicos. Kream *et al.* (2023), ao avaliarem retrospectivamente 76 pacientes submetidos à remoção de tatuagens cosméticas nessas regiões, não identificaram eventos relacionados a cicatrizes, hipotricose permanente, necrose, queimaduras ou discromias prolongadas. Os resultados são relevantes porque demonstram que a remoção de pigmentos em regiões esteticamente sensíveis pode apresentar perfil favorável de segurança. Entretanto, a proximidade com estruturas oculares exige atenção particular, sobretudo nos procedimentos realizados em delineadores permanentes.

A preservação dos pelos representa outro aspecto importante na remoção de pigmentos localizados em regiões pilosas. Han *et al.* (2022) relataram ocorrência de leucotriquia permanente após tratamento com *laser* de picossegundos para remoção de tatuagem, demonstrando que a interação da energia luminosa com estruturas pigmentadas não está necessariamente restrita às partículas de tinta. Embora esse tipo de complicação seja incomum, o achado evidencia que modificações na pigmentação dos pelos devem ser consideradas entre os possíveis eventos adversos, principalmente quando a região tratada contém estruturas foliculares próximas ao pigmento implantado.

Outro aspecto importante corresponde às alterações cromáticas inesperadas dos pigmentos cosméticos. AlJasser *et al.* (2025), ao analisarem dez pacientes que apresentaram mudança de coloração após tratamento de tatuagens

de sobrancelhas, identificaram aparecimento de tonalidades vermelhas, vermelho-alaranjadas e amarelas após a primeira sessão. As modificações ocorreram após diferentes sistemas e comprimentos de onda. Parte dessas alterações respondeu às sessões posteriores direcionadas às novas tonalidades, indicando que a mudança cromática não necessariamente impossibilita a continuidade da remoção, mas exige reavaliação da estratégia empregada.

A segurança também deve considerar possíveis respostas imunológicas desencadeadas pela fragmentação das partículas pigmentares. Tjipta, Ramadhan e Lubis (2023), em revisão sistemática sobre a resposta imune relacionada à remoção de tatuagens a *laser*, identificaram manifestações de hipersensibilidade, respostas alérgicas e, em situações específicas, reações sistêmicas. Entre as manifestações descritas estiveram eritema, edema, prurido e urticária. Embora essas respostas sejam menos frequentes do que determinadas reações locais esperadas após o procedimento, os resultados demonstram que os eventos adversos não estão limitados às alterações visíveis da superfície cutânea.

Eventos adversos menos frequentes também demonstram a importância do acompanhamento da cicatrização após as sessões. Mitrofanoff, Marini e Marini (2024) relataram um caso de cicatrização persistente com formação semelhante a escara após remoção de tatuagem monocromática com *laser* híbrido *Q-Switched* de 1.064 nm, envolvendo pulsos em nanossegundos e picossegundos. Embora complicações dessa natureza não representem a evolução habitual do tratamento, sua ocorrência evidencia que respostas cutâneas prolongadas podem surgir mesmo com tecnologias modernas. Assim, a segurança deve incluir não apenas a prevenção de discromias e queimaduras, mas também a observação da evolução tecidual após cada sessão.

Dados recentes da prática clínica reforçam que os eventos adversos apresentam frequência relativamente baixa, mas não desprezível. Poelhekken *et al.* (2026), em estudo com profissionais que realizavam remoção de tatuagens a *laser*, estimaram complicações em, aproximadamente, 8,1% das sessões relatadas. Edema foi a manifestação mais frequente, seguido por formação de bolhas e hematomas; hipo- e hiperpigmentação ocorreram em menor proporção, enquanto cicatrizes hipertróficas e escurecimento paradoxal foram menos comuns. As complicações foram relatadas com maior frequência entre profissionais que atendiam pacientes com fototipos mais elevados, tatuagens coloridas e maquiagem

permanente, reforçando a influência das características do paciente e do pigmento sobre a segurança.

Nas micropigmentações das sobrancelhas, a preservação da estrutura pilosa merece atenção específica, pois o objetivo estético envolve simultaneamente a remoção do pigmento e a manutenção da aparência natural da região. Arenas, Enriquez e Guerra (2026) descreveram a remoção progressiva de uma tatuagem cosmética bilateral das sobrancelhas com *laser Q-Switched ruby* de 694 nm. Além de eritema e edema transitórios, foi observada redução da densidade dos pelos das sobrancelhas, evidenciando que alterações foliculares podem ocorrer durante o tratamento. O achado reforça a necessidade de incluir a possibilidade de modificações dos pelos entre os aspectos de segurança considerados na remoção de micropigmentações dessa região.

Dessa forma, as evidências recentes indicam que a remoção a *laser* de tatuagens e micropigmentações apresenta perfil geral de segurança favorável, especialmente quando realizada com tecnologias adequadamente selecionadas. Entretanto, eritema, edema, bolhas, dor, prurido, alterações pigmentares e respostas imunológicas podem ocorrer, além de complicações menos frequentes relacionadas à cicatrização ou às estruturas pilosas. Métodos não baseados em *laser* também apresentam limitações e podem estar associados a resultados estéticos insatisfatórios e maior possibilidade de alterações teciduais, razão pela qual a avaliação da segurança deve considerar simultaneamente tecnologia, pigmento, localização anatômica e características individuais (Dash *et al.*, 2023).

AVANÇOS TECNOLÓGICOS E COMPARAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS DE *LASER*

A evolução tecnológica dos sistemas de *laser* modificou significativamente as possibilidades de remoção de tatuagens e micropigmentações, sobretudo pela redução progressiva da duração dos pulsos e pelo desenvolvimento de equipamentos capazes de atuar seletivamente sobre diferentes pigmentos. Os *lasers Q-Switched* consolidaram-se como importantes tecnologias por emitirem pulsos de alta energia em nanossegundos, enquanto os sistemas de picossegundos ampliaram as possibilidades terapêuticas ao disponibilizarem pulsos ainda mais curtos. Entre os equipamentos empregados destacam-se Nd:YAG, *alexandrite* e *ruby*, cujos diferentes comprimentos de onda

apresentam afinidade variável pelas cores dos pigmentos. Dessa forma, a evolução tecnológica não eliminou os sistemas anteriores, mas aumentou as possibilidades de seleção e combinação das tecnologias conforme as características da tatuagem (Kassirer *et al.*, 2025).

A comparação entre os sistemas de nanossegundos e picossegundos demonstra que a duração do pulso constitui um dos principais elementos envolvidos na interação entre a energia luminosa e as partículas pigmentares. Du *et al.* (2022) compararam *lasers* de 1.064 nm em nanossegundos e picossegundos, além de sistemas de 755 e 595 nm, e observaram que todos apresentaram capacidade de promover remoção do pigmento preto, com melhor resposta para o comprimento de onda de 1.064 nm. Não foi identificada diferença significativa entre os sistemas de nanossegundos e picossegundos de 1.064 nm nessa investigação. Os achados demonstram que pulsos mais curtos não garantem, isoladamente, maior eficácia, sendo necessário considerar simultaneamente comprimento de onda, pigmento e parâmetros empregados.

A redução da duração dos pulsos modifica também os mecanismos físicos envolvidos na fragmentação das partículas. Os *lasers Q-Switched* apresentam importantes efeitos fototérmicos e fotoacústicos, enquanto os sistemas de picossegundos favorecem uma ação fotomecânica mais intensa devido à liberação da energia em intervalos extremamente curtos. Esse processo produz ondas de pressão capazes de fragmentar as partículas em estruturas menores. Ma *et al.* (2026), ao compararem *lasers alexandrite* de 755 nm em picossegundos e nanossegundos, observaram superioridade do sistema de picossegundos na remoção de tatuagens, demonstrando que, em determinadas configurações e pigmentos, a redução da duração do pulso pode proporcionar vantagens terapêuticas.

O Nd:YAG permanece entre os sistemas mais relevantes devido, principalmente, à versatilidade proporcionada por seus diferentes comprimentos de onda. O comprimento de onda de 1.064 nm apresenta importante aplicação para pigmentos escuros, enquanto 532 nm possui maior afinidade por determinadas tonalidades quentes. Essa possibilidade é particularmente relevante para tatuagens multicoloridas, nas quais um único comprimento de onda pode não apresentar absorção adequada para todos os pigmentos presentes. Mustafa *et al.* (2025), ao investigarem a remoção de tatuagens por *laser* Nd:YAG com pulsos de nanossegundos, reforçaram a capacidade dessa tecnologia de promover fragmentação das partículas pigmentares, demonstrando que os sistemas de nanossegundos continuam apresentando utilidade mesmo diante da expansão dos equipamentos de picossegundos.

Além da redução dos pulsos, as modalidades fracionadas representam uma das estratégias desenvolvidas para aprimorar a resposta aos sistemas de picossegundos.

Sirithanabadeekul *et al.* (2022) compararam o *laser* de picossegundos de 1.064 nm não fracionado utilizado isoladamente com a associação entre modalidades fracionada e não fracionada. Após três sessões, clareamento superior a 50% foi observado em 84,6% das tatuagens submetidas à abordagem combinada, enquanto a modalidade não fracionada isolada alcançou esse grau de clareamento em 69,2%. A combinação também apresentou benefícios relacionados à textura cutânea e menor ocorrência de determinados eventos adversos, indicando que alterações na forma de distribuição da energia podem potencializar o tratamento.

Outra linha de inovação compreende os protocolos *multipass*, nos quais são realizadas várias aplicações durante uma mesma sessão. Entre eles, o método R20 busca realizar passagens sucessivas separadas por intervalos, permitindo que o pigmento seja novamente tratado após a redução do branqueamento imediatamente produzido pelo *laser*. Suh *et al.* (2025) compararam quatro protocolos de utilização de *laser* de picossegundos em uma série de nove pacientes e verificaram que o método R20 apresentou a melhora clínica mais expressiva. A avaliação histopatológica também identificou menor quantidade de pigmentação intradérmica nas áreas submetidas a esse protocolo. Apesar do pequeno número de participantes, os resultados indicam que múltiplas passagens podem ampliar a fragmentação do pigmento durante uma mesma sessão.

A busca por maior eficiência levou ainda ao desenvolvimento de estratégias que associam o *laser* a outros mecanismos físicos. Sodha *et al.* (2022) avaliaram a utilização de terapia por ondas de choque acústicas como recurso adjuvante ao *laser* de picossegundos na remoção de tatuagens multicoloridas. A proposta dessa associação consiste em potencializar a ação sobre os pigmentos e ampliar os resultados obtidos pelo *laser* isoladamente. Esse tipo de abordagem demonstra que os avanços contemporâneos não estão restritos ao desenvolvimento de aparelhos com pulsos progressivamente menores, abrangendo também métodos complementares destinados a otimizar a resposta às tecnologias já disponíveis.

Tecnologias ainda mais recentes também vêm sendo estudadas como possíveis alternativas para ampliar a fragmentação dos pigmentos. Bauer *et al.* (2025) destacam os *lasers* de femtossegundos como uma tecnologia emergente, caracterizada por pulsos ainda mais curtos que aqueles produzidos pelos sistemas de picossegundos. Entretanto, a evolução tecnológica traz novos questionamentos, especialmente quanto aos produtos originados pela fragmentação das tintas e aos possíveis efeitos biológicos e toxicológicos decorrentes da degradação das partículas. Dessa forma, o avanço dos equipamentos precisa ser avaliado não apenas pelo grau de clareamento alcançado, mas também pelos efeitos produzidos pelos diferentes mecanismos de fragmentação do pigmento.

As estratégias recentes também demonstram uma tendência de intensificação do

tratamento dentro de uma mesma sessão. Rahimnia *et al.* (2025) compararam a aplicação convencional do *laser* com uma abordagem utilizando duas passagens durante a mesma sessão e observaram aumento da eficácia clínica com perfil de segurança comparável ao tratamento padrão. Esses resultados convergem com os estudos sobre R20 ao indicar que a maneira como a energia é distribuída durante uma sessão pode ser tão relevante quanto as características do próprio equipamento. Contudo, diferenças entre protocolos, parâmetros, tipos de pigmentos e populações analisadas ainda dificultam a definição de uma estratégia *multipass* universalmente superior.

A literatura atual indica que o principal avanço tecnológico na remoção de tatuagens não consiste simplesmente na substituição dos equipamentos de nanossegundos pelos sistemas de picossegundos, mas na ampliação das possibilidades de individualização e combinação terapêutica. A seleção do comprimento de onda conforme a cor do pigmento, a utilização de pulsos com diferentes durações e a incorporação de modalidades fracionadas, técnicas *multipass* e recursos adjuvantes permitem estratégias progressivamente mais específicas. Kiritsi *et al.* (2025), em estudo prospectivo randomizado, avaliaram a associação entre *laser* de picossegundos e terapia por ondas de choque acústicas, demonstrando o interesse crescente por abordagens combinadas destinadas a potencializar a remoção. Apesar dos resultados promissores, a heterogeneidade dos protocolos e das amostras ainda limita conclusões definitivas sobre uma abordagem universalmente superior, reforçando a necessidade de interpretar os avanços tecnológicos em conjunto com suas indicações, limitações e características individuais do pigmento e do paciente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das evidências permitiu responder aos três eixos propostos neste estudo. Quanto à eficácia, verificou-se que a remoção a *laser* apresenta resultados favoráveis para tatuagens e micropigmentações, porém, o grau de clareamento e o número de sessões são influenciados pela cor, composição, densidade e profundidade do pigmento, localização anatômica, fototipo cutâneo e parâmetros utilizados. Em relação à segurança, observou-se perfil predominantemente favorável, com eventos adversos geralmente transitórios, como eritema, edema e alterações pigmentares. Nas micropigmentações, destacaram-se ainda as mudanças cromáticas inesperadas e a necessidade de atenção à preservação dos pelos e das estruturas adjacentes.

Quanto aos avanços tecnológicos e à comparação entre os sistemas, os

lasers Q-Switched de nanossegundos permanecem relevantes, enquanto os sistemas de picossegundos ampliaram as possibilidades terapêuticas devido à maior ação fotoacústica e fotomecânica, apresentando vantagens em determinadas cores e condições de tratamento, mas sem superioridade universal. Tecnologias fracionadas, protocolos *multipass* e estratégias combinadas também se mostraram promissores. Entretanto, a heterogeneidade dos protocolos, as diferenças entre os parâmetros dos equipamentos, a diversidade dos pigmentos, as pequenas amostras e a ausência de padronização na avaliação dos resultados limitam comparações definitivas. Recomenda-se a realização de estudos com amostras maiores, protocolos padronizados e acompanhamento prolongado, especialmente para comparar diferentes tecnologias, comprimentos de onda e estratégias combinadas e ampliar as evidências sobre micropigmentações, fototipos cutâneos, alterações cromáticas e preservação folicular.

REFERÊNCIAS

ALJASSER, M. I.; GHOBARA, Y. A.; MADANI, A.; TURKMANI, M. G.; ALSAIF, F. M.; ALISSA, A.; ALNOMAIR, N. Unusual color changes of eyebrow tattoo after laser: a retrospective case series. **Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery**, v. 43, n. 6, p. 240-244, 2025.

BAUER, E. M.; RICCI, C.; CECCHETTI, D.; CIUFOLINI, G.; CICERO, D. O.; ROSSI, M.; GUERRIERO, E.; ORLANDO, S.; CARBONE, M. Toxicological problems of tattoo removal: characterization of femtosecond laser-induced fragments of Pigment Green 7 and Green Concentrate tattoo ink. **Archives of Toxicology**, v. 99, n. 4, p. 1355-1369, 2025.

BÄUMLER, W.; BREU, C.; PHILIPP, B.; HASLBÖCK, B.; BERNEBURG, M.; WEISS, K. T. The efficacy and the adverse reactions of laser-assisted tattoo removal: a prospective split study using nanosecond and picosecond lasers. **Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology**, v. 36, n. 2, p. 305-312, 2022.

DASH, G.; PATIL, A.; KASSIR, M.; GOLDMAN, M. P.; GOLD, M. H.; ADATTO, M.; GROSSE-BÜNING, S.; GRABBE, S.; GOLDUST, M. Non-laser treatment for tattoo removal. **Journal of Cosmetic Dermatology**, v. 22, n. 1, p. 74-78, 2023.

DU, X.-J.; ZHOU, H.-M.; WANG, Z.; LIU, J.; CHEN, B.; ZENG, W.-H. Comparative study of 1064 nm nanosecond, 1064 nm picosecond, 755 nm, and 595 nm lasers for tattoo removal: an essential role by macrophage. **Lasers in Surgery and Medicine**, v. 54, n. 5, p. 737-746, 2022.

EGOZI, E.; TOLEDANO, O. Retrospective clinical evaluation of Q-Switched Nd:YAG laser safety and efficacy in tattoo removal: a new perspective on the Kirby-Desai scale. **Journal of Cosmetic Dermatology**, v. 23, n. 3, p. 818-823, 2024.

GEISLER, A. N.; EBER, A.; KIM, K.; ARNDT, K. A. Lasers for the treatment of eyebrow microblading and cosmetic tattoo pigment: a review of the literature. **Lasers in Medical Science**, v. 38, n. 1, art. 256, 2023.

GURNANI, P.; WILLIAMS, N. M.; AL-HETHELI, G.; CHUKWUMA, O.; ROTH, R.; FAJARDO, F.; NOURI, K. Comparing the efficacy and safety of laser treatments in tattoo removal: a systematic review. **Journal of the American Academy of Dermatology**, v. 87, n. 1, p. 103-109, 2022.

HAN, Y.; KIM, S.; WOO, Y. R.; CHO, S. H.; LEE, J. D.; KIM, H. S. Permanent leukotrichia after picosecond laser treatment for tattoo removal. **Journal of Cosmetic Dermatology**, v. 21, n. 12, p. 7228-7229, 2022.

HARTMAN, N.; LOYAL, J.; BORSACK, S.; GOLDMAN, M. P.; BOEN, M. Retrospective review of the laser removal of facial cosmetic tattoos. **Dermatologic Surgery**, v. 49, n. 6, p. 559-565, 2023.

HAYKAL, D.; CARTIER, H.; MAIRE, C.; MORDON, S. Picosecond lasers in cosmetic dermatology: where are we now? An overview of types and indications. **Lasers in Medical Science**, v. 39, n. 1, art. 8, 2024.

HERNANDEZ, L.; MOHSIN, N.; FRECH, F. S.; DREYFUSS, I.; VANDER DOES, A.; NOURI, K. Laser tattoo removal: laser principles and an updated guide for clinicians. **Lasers in Medical Science**, v. 37, n. 6, p. 2581-2587, 2022.

HIRTLER, P.; SERUP, J. A practical approach to cosmetic tattoo removal with the Nd:YAG laser. **Current Problems in Dermatology**, v. 56, p. 259-267, 2022.

ISMAIL, M. A.; ELGARHY, L. H.; HASSAN, G. F. R.; HAWWAM, S. A. Removal of black tattoos by picosecond Q-Switched Nd:YAG laser in the Middle Eastern skin type IV: prospective study. **Lasers in Medical Science**, v. 39, n. 1, art. 214, 2024.

KASSIRER, S.; ZACHARY, C. B.; MARINI, L.; ADATTO, M.; LANDAU, M. Laser tattoo removal strategies: Part II: a review of the methods, techniques, and complications involved in tattoo removal. **Journal of the American Academy of Dermatology**, v. 93, n. 1, p. 19-32, 2025.

KIRITSI, D.; BAKIRTZI, A.; ATHANASIOU, I.; DAMIANI, G.; STANISLAWSKI, G.; BAYER, H. Evaluation of combined treatment with picosecond laser and acoustic shock wave therapy for tattoo removal: a prospective randomized controlled trial. **JEADV Clinical Practice**, v. 4, n. 5, p. 1020-1024, 2025.

KREAM, E.; JAIRATH, N.; BAJAJ, S.; ORBUCH, D.; WANG, J. V.; GERONEMUS, R. G. Laser removal of eyeliner and eyebrow tattoos: chart review, experiences, and learnings. **The Journal of Clinical and Aesthetic Dermatology**, v. 16, n. 11, p. 47-49, 2023.

MA, G.; HAN, Y.; HUANG, L.; SHANG, Y.; LIN, X.; WU, P. 755-nm picosecond vs. nanosecond alexandrite lasers for tattoo removal: a randomized, split-tattoo clinical trial. **Plastic and Reconstructive Surgery**, publicação antecipada, 2026.

MENOZZI-SMARRITO, C.; PINEAU, N. A new predictive model for tattoo removal: leveraging patient and tattoo characteristics. **Journal of Cosmetic Dermatology**, v. 24, n. 7, e70186, 2025.

MENOZZI-SMARRITO, C.; SMARRITO, S. Laser removal of cosmetic eyebrow tattoos with a picosecond laser. **Dermato**, v. 3, n. 3, p. 182-192, 2023.

MITROFANOFF, L.; MARINI, S.; MARINI, L. Persistent eschar-like wound healing after Q-Switched 1064 nm hybrid nanosecond-picosecond laser monochromatic tattoo removal: management and evolution. **Lasers in Medical Science**, v. 39, n. 1, art. 153, 2024.

MUSTAFA, M. B.; HAMOUDI, W. K.; KHASHAN, K. S. Tattoo fading using Nd:YAG ns laser pulses by water cavitation bubbles and jet formation: case study. **Lasers in Medical Science**, v. 40, art. 149, 2025.

NGUYEN, L.; MESS, C.; HUCK, V.; SCHNEIDER, S. W.; HERBERGER, K. Intravital visualization of tattoo particles after picosecond laser treatment. **Skin Research and Technology**, v. 31, n. 10, e70283, 2025.

PAWAR, M.; SATVALDINOVA, A.; SINGH, M. Picosecond Nd:YAG laser for the removal of cosmetic tattoos of the eyebrow: a single-center retrospective review. **Portuguese Journal of Dermatology and Venereology**, v. 82, n. 1, p. 33-37, 2024.

PINCELLI, G.; SENA, M. M.; PAVANI, C. Nd:YAG laser tattoo removal in individuals with skin phototypes IV-VI: a case series. **Journal of Lasers in Medical Sciences**, v. 13, e79, 2022.

POELHEKKEN, M.; VELTHUIS, P. J.; TJIN, E. P. M.; QUANT, D. A. K.; VAN DER BENT, S. A. S. Practitioner-reported complications in tattoo removal. **Dermatology**, v. 242, n. 4, p. 449-456, 2026.

RAHIMNIA, A.; EHSANI, A.; KOOHIAN MOHAMMADABADI, M.; HATAMI, P.; KHOSRAVI, D.; NOURMOHAMMADPOUR, P. Comparative efficacy and safety of traditional single-shot and two successive pass and diascopy method in Q-Switched Nd:YAG laser-assisted tattoo removal: an evaluator-blinded trial. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 272, art. 113283, 2025.

SCARCELLA, G. Acoustic shock waves associated with lasers to accelerate tattoo removal procedures: a real-world study. **Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery**, v. 44, n. 1, p. 48-54, 2026.

SIRITHANABADEEKUL, P.; VONGCHANSATHAPAT, P.; SUTTHIPISAL, N.; THANASARNAKSORN, W.; SUWANCHINDA, A. Outcomes of 1064-nm picosecond laser alone and in combination with fractional 1064-nm picosecond laser in tattoo

removal. **Journal of Cosmetic Dermatology**, v. 21, n. 7, p. 2832-2839, 2022.

SODHA, P.; WANG, J. V.; FRIEDMAN, P. M. Acoustic shockwave therapy as an adjunct to picosecond laser for multicolored tattoo removal. **Dermatologic Surgery**, v. 48, n. 1, p. 153-155, 2022.

SUH, D. H.; PARK, B. G.; CHAE, S. J.; LEE, S. J.; RYU, H. J. What is the most effective picosecond laser protocol for tattoo removal?: a series of 9 cases. **Journal of Cosmetic and Laser Therapy**, v. 27, n. 3, p. 104-108, 2025.

TJIPTA, A.; RAMADHAN, H.; LUBIS, R. A. Immune response in laser tattoo removal: a systematic review. **Journal of Lasers in Medical Sciences**, v. 14, e66, 2023.

VELÁZQUEZ ARENAS, L. L.; GARAY ENRIQUEZ, S.; GÓMEZ GUERRA, D. Cosmetic eyebrow tattoo removal using a Q-Switched ruby laser: a case report. **Cureus**, v. 18, n. 2, e103215, 2026.

ZYOUD, S. H. A global look at laser tattoo removal research: key areas and emerging trends revealed through bibliometric and visualization analysis. **Journal of Cosmetic Dermatology**, v. 24, e16748, 2025.