



# Impacto do tratamento com laser fracionado de CO<sub>2</sub> em cicatrizes hipertróficas e queloides: uma revisão sistemática

*Impact of fractional CO<sub>2</sub> laser treatment on hypertrophic scars and keloids: a systematic review*

LUCIANA EL HALAL SCHUCH <sup>1\*</sup>  
ALESSANDRA HADDAD <sup>1</sup>  
MIGUEL FRANCISCHELLI <sup>1</sup>  
ISABEL CRIVELATTI <sup>2</sup>

## ■ RESUMO

**Introdução:** Cicatrizes hipertróficas e queloides causam dano estético e funcional e são de difícil tratamento. O objetivo desta revisão foi identificar estudos prospectivos do tratamento com o laser fracionado de CO<sub>2</sub>, mostrando as alterações clínicas e histológicas e a metodologia utilizada para a avaliação das cicatrizes antes e após intervenção. **Métodos:** Foi realizada uma revisão eletrônica (LILACS, Medline e SciELO) de estudos publicados entre janeiro de 2004 e dezembro de 2017, com os termos “keloid/queloides”, “hypertrophic scar/cicatriz hipertrófica” e “laser CO<sub>2</sub>”, de acordo com o PRISMA Statement, sendo selecionados os estudos que comparassem as cicatrizes antes e depois de tratamento isolado com laser fracionado de CO<sub>2</sub>. Os dados foram analisados por dois revisores independentes. **Resultados:** Foram analisados 102 artigos, sendo que 7 cumpriam os critérios estabelecidos. Destes, os 7 analisaram cicatrizes hipertróficas, 2 deles também analisaram queloides, e 3 estudaram alterações histológicas. Houve diferença estatística entre os escores clínicos medidos antes e após tratamento de cicatrizes hipertróficas na maioria dos estudos, com melhora nos sintomas, na flexibilidade e altura da cicatriz. Entre os 2 estudos que analisaram os queloides, 1 deles demonstrou diferença clínica após tratamento. Nas alterações histológicas, houve diferença na orientação e densidade das fibras de colágeno e na espessura da epiderme. **Conclusão:** O laser fracionado de CO<sub>2</sub> deve ser considerado como opção promissora no tratamento de cicatrizes patológicas, visto que melhora os sinais e sintomas clínicos como cor, espessura e prurido.

**Descritores:** Lasers de gás; Cicatriz hipertrófica; Queloides; Dióxido de carbono; Patologia.

Instituição: Instituto Israelita de Ensino e Pesquisa Albert Einstein, São Paulo, SP, Brasil

Artigo submetido: 12/4/2018.  
Artigo aceito: 14/1/2019.

Conflitos de interesse: não há.

DOI: 10.5935/2177-1235.2019RBCP0019

<sup>1</sup> Instituto Israelita de Ensino e Pesquisa Albert Einstein, São Paulo, SP, Brasil.

<sup>2</sup> Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

## ■ ABSTRACT

**Introduction:** Hypertrophic scars and keloids cause aesthetic and functional damages, and are difficult to treat. This review aimed to identify prospective studies on fractional CO<sub>2</sub> laser to present the clinical and histological changes and the methodology used for the evaluation of scars before and after intervention. **Methods:** We conducted an electronic review (LILACS, Medline, and SciELO) of studies published between January 2004 and December 2017, using the search terms “keloid/queloide,” “hypertrophic scar/cicatriz hipertrófica,” and “CO<sub>2</sub> laser,” according to the PRISMA Statement. Studies that compared scars before and after isolated treatment with fractional CO<sub>2</sub> laser were selected. Two independent reviewers analyzed the data. **Results:** One hundred two articles were analyzed, of which 7 met the inclusion criteria. Of the 7 articles, all analyzed hypertrophic scars, 2 analyzed keloids in addition to hypertrophic scars, and 3 analyzed histological changes. Most studies showed a statistically significant difference in clinical scores between before and after treatment of hypertrophic scars, with improvement in symptoms, flexibility, and scar height. Between the 2 studies that analyzed keloids, 1 reported a clinical difference after treatment. The histological changes showed significant differences in the orientation and density of the collagen fibers, and in the thickness of the epidermis. **Conclusion:** The use of fractional CO<sub>2</sub> laser should be considered as a promising treatment option for pathological scars, as it improves clinical signs and symptoms such as color, thickness, and pruritus.

**Keywords:** Gas laser; Hypertrophic scar; Keloid; Carbon dioxide; Pathology.

## INTRODUÇÃO

Na prática da Cirurgia Plástica, as cicatrizes estão entre as preocupações que mais causam impacto estético e psicossocial aos pacientes. Cicatrizes hipertróficas e queloides são lesões comuns após injúria da pele, causando dano estético e funcional, às vezes de difícil tratamento. A avaliação clínica de uma cicatriz é necessária para determinar o correto tratamento e a efetividade da terapia. Múltiplas ferramentas, objetivas e subjetivas, foram criadas para caracterizar cicatrizes, o que demonstra que nenhuma delas é suficientemente completa para avaliar aspectos clínicos e psicossociais de cicatrizes patológicas<sup>1</sup>.

Queloides são cicatrizes de consistência endurecida, violáceas e que ultrapassam os limites da ferida inicial, mais frequentes em indivíduos com predisposição genética, principalmente em indivíduos de raça negra e oriental, com uma incidência de 4,5-16%, comparado a menos de 1% em caucasianos. Os locais de maior acometimento são tórax, dorso e articulações, sem padrão ligado ao sexo.

Também são influenciados por hormônios sexuais, justificando sua incidência maior entre 10 e 30 anos e gestação. Histologicamente, apresentam aumento de glicosaminoglicanas e de colágeno tipo I e III, com fibras desorganizadas e irregularmente dispersas.

Cicatrizes hipertróficas são elevadas, tensas, avermelhadas, que não ultrapassam os limites da lesão original e tendem a regredir ao longo do tempo. À histologia, demonstram aumento de colágeno tipo III, com fibras organizadas e paralelas à epiderme. Ambos podem causar dor e prurido e contêm abundância de colágeno dérmico, com desequilíbrio entre sua síntese e degradação, porém sua fisiopatologia ainda não foi completamente elucidada<sup>2</sup>.

Falhas nos mecanismos regulatórios da cicatrização ainda não bem estabelecidos, como a diminuição da apoptose de fibroblastos e o papel de fatores de crescimento, em especial o *transforming growth factor* B1 (TGF-B1), têm sido estudados no desenvolvimento desta afecção. Sabe-se também que a *matrix metalloproteinase* 9 (MMP9), uma família de enzimas responsáveis pela degradação do tecido

conjuntivo, mostra-se menos evidente nos queloides e cicatrizes hipertróficas em testes imuno-histoquímicos, comparada à pele sadia, sendo importante para avaliação histológica da efetividade do tratamento estabelecido<sup>3-5</sup>.

Existem diversos tratamentos disponíveis para estas duas condições, tais como injeções intralesionais de corticoides, bandagens com silicone e pressão local, sendo esta combinação referida como consenso pelo consenso internacional de manejo de cicatrizes (*International Advisory Panel on Scar Management consensus – IAPSM*), apesar de suas limitações. Como terapia de segunda linha a casos refratários, inclui-se terapia com laser, ablativo ou não, e excisão cirúrgica associada ao uso de gel de silicone. Tratamentos com laser fracionados induzem uma resposta cicatricial, aumentando o colágeno tipo III e remodelando o tecido<sup>6</sup>.

O *resurfacing* tecidual por fototermólise fracionada foi introduzido em 2004. A técnica fracionada produz colunas de dano térmico e ablativo, conhecidas como *microthermal treatment zones* (MTZ), intercaladas com áreas de pele não tratadas, processo que acelera a recuperação do tecido após o procedimento. Em 2007, foi descrito um novo método de produzir as mesmas MTZ com o uso do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) ablativo, o qual mostrou-se eficiente em atingir, através da ablação e coagulação, todas as camadas da pele (estrato córneo, epiderme e derme), com máximo controle de dano tecidual sem diminuir a eficácia, com remodelamento de colágeno persistente por no mínimo 3 meses após o tratamento, comprovado através de imuno-histoquímica<sup>7,8</sup>.

A energia do laser de CO<sub>2</sub> no comprimento de onda de 10.600nm é absorvida pela água intra e extracelular, causando rápido aquecimento e vaporização do tecido em uma profundidade de 20 a 60µm. O aquecimento da derme causa contração e remodelamento do colágeno com zona de necrose térmica variando de 20 a 50µm. A reepitelização ocorre em 5 a 10 dias, e o tempo de eritema depende da energia utilizada<sup>9</sup>.

Sabe-se que o tratamento padrão de cicatrizes hipertróficas e queloides – condições muito frequentes na rotina da Cirurgia Plástica e Dermatologia – nem sempre trazem resultados satisfatórios, sendo difícil a avaliação da melhora clínica. Introduziu-se o uso de lasers como alternativas secundárias para seu tratamento e estudou-se o mecanismo de modificação clínica e histológica dos tecidos tratados, sem ainda um consenso. Visto que há poucos trabalhos na literatura que comprovem estes dados até o momento, e que há dificuldade de uma avaliação objetiva da melhora global de uma cicatriz, é necessária uma revisão das metodologias utilizadas para a comprovação dos resultados obtidos após o tratamento das cicatrizes patológicas com laser de CO<sub>2</sub>.

## OBJETIVO

O objetivo desta revisão sistemática foi identificar na literatura científica estudos prospectivos experimentais de antes e depois sobre o tratamento de cicatrizes hipertróficas e queloides com o uso do laser fracionado de CO<sub>2</sub>, identificando as alterações clínicas e histológicas e a metodologia utilizada para a avaliação das cicatrizes antes e após intervenção.

## MÉTODOS

Foi realizada uma extensa revisão eletrônica nas bases de dados Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), *Health Information from the National Library of Medicine* (Medline), *Web of Science* e na biblioteca eletrônica *Scientific Electronic Library On-line* (SciELO). Foi utilizada uma combinação dos seguintes termos: “*keloid/queloides*”, “*hypertrophic scar/cicatriz hipertrófica*” e “*laser CO<sub>2</sub>*”, de acordo com o *PRISMA Statement*<sup>10</sup>.

Dois pesquisadores independentes rastrearam os títulos e resumos dos artigos identificados. Após, os textos completos dos artigos potencialmente relevantes foram revisados. Os critérios de inclusão foram: estudos experimentais, controlados ou não, publicados no período de 2004 a 2017, e pacientes com cicatrizes hipertróficas ou queloides, nos quais foi utilizado tratamento isolado com laser fracionado de CO<sub>2</sub>, com metodologia descrita claramente.

Estudos com idioma diferente do inglês, espanhol e português, e desfechos outros que não a avaliação clínica ou histológica das cicatrizes antes e após tratamento foram excluídos.

Os artigos foram subdivididos em grupos de acordo com a afecção tratada – queloides e/ou cicatriz hipertrófica – e o desfecho – clínico e/ou histológico. Os resultados foram apresentados em tabelas de acordo com os desfechos.

Foram analisados os resultados de cada grupo (média e desvio-padrão, índices percentuais), comparando controle, ou pré-tratamento, e desfecho clínico (conforme escalas de avaliação de cicatriz utilizadas) e histológico, quando aplicável.

## RESULTADOS

Inicialmente, foram identificados nas bases de dados eletrônicas 102 artigos, por meio dos títulos e resumos. Foram avaliados os textos completos de 28 publicações, e selecionados 7 estudos para inclusão, de acordo com os critérios estabelecidos.

Os estudos foram subdivididos de acordo com o desfecho estudado: 7 deles investigaram as alterações clínicas do tratamento em cicatrizes hipertróficas, 2 destes

também em queloides, e 3 entre estes 7 (já selecionados nas seleções anteriores) revisaram parâmetros histológicos e imuno-histoquímicos.

### Desfechos clínicos na cicatriz hipertrófica

A Tabela 1 mostra os principais resultados dos estudos nas alterações em cicatrizes hipertróficas, por meio

de escalas de medidas clínicas de cicatrizes. Considerando que resultados estatisticamente significativos sejam representados por  $p < 0,05$ , houve diferença estatística entre os escores clínicos medidos antes e após tratamento entre os autores El-Zawahry et al.<sup>7</sup>, Azzam et al.<sup>3</sup>, Makboul et al.<sup>5</sup>, Lei et al.<sup>13</sup> e Hultman et al.<sup>14</sup>. Choi et al.<sup>12</sup> demonstraram em porcentagem melhora significativa na flexibilidade e altura da cicatriz.

**Tabela 1.** Parâmetros de desfechos do laser de CO<sub>2</sub> fracionado na cicatriz hipertrófica.

Primeiro autor/ ano	N	Grupos de comparação	Parâmetros da plataforma	Medidas de desfecho	Desfechos clínicos	Significância entre os grupos
El-Zawahry, 2015 <sup>7</sup>	11	Antes das sessões de laser a CO <sub>2</sub> fracionado X Depois do tratamento	3 sessões, DEKA, 30w, 800um <i>spacing</i> , 800us <i>dwelling time</i> , <i>stack</i> 1	VSS <sup>a</sup> POSAS <sup>b</sup>	Cicatrizes hipertróficas mostraram melhora na textura e diminuição significativa no escore Vancouver e POSAS.	$p = 0,011$ (VSS) $p = 0,017$ (POSAS escore observacional) $p = 0,180$ (POSAS escore do paciente)
Azzam, 2015 <sup>3</sup>	7	Metade da cicatriz tratada com laser a CO <sub>2</sub> fracionado X Metade da cicatriz não tratada	4 sessões com 6 semanas de intervalo; DEKA; 25w; <i>satack</i> 3; 600 us <i>dwelling time</i> ; 700-800 <i>spacing- hipertrófica Keloide</i> : 30w; <i>stack</i> 4; 1000us; 800 <i>spacing</i>	VSS	Escore VSS foi significativamente menor nas metades tratadas do que nas não tratadas	$p = 0,042$ (depois de 3 meses) $p = 0,027$ (depois de 6 meses)
Makboul, 2014 <sup>5</sup>	40	Antes das sessões de laser a CO <sub>2</sub> fracionado X Depois do tratamento	4 sessões com 1mês de intervalo; ATL 250 CO <sub>2</sub> <i>medical laser system</i> ; 25 w; <i>time on</i> = 1ms; <i>Pixels per Inch</i> = 6	VSS	Houve uma diferença estaticamente significativa no escore VSS antes e depois do laser a CO <sub>2</sub> fracionado.	$p > 0,001$ (VSS)
Drooge, 2015 <sup>11</sup>	12	Metade da cicatriz tratada com laser a CO <sub>2</sub> fracionado X Metade da cicatriz não tratada	3 sessões com 8 semanas de intervalo; <i>UltraPulse Encore - Lumenis Inc</i> , Santa Clara, CA- diâmetro do spot 120 $\mu$ m, 600 Hz, 30-40 mJ	POSAS PGA <sup>c</sup>	PGA não mostrou diferença estaticamente significativa entre os lados tratados e não tratados da cicatriz. Análise estatística não mostrou diferença significativa no escore POSAS para ambos lados da cicatriz.	$p = 0,70$ (PGA aos 6 meses) $p = 0,09$ (POSAS)
Choi, 2013 <sup>12</sup>	10	Antes das sessões de laser a CO <sub>2</sub> fracionado X Depois do tratamento	1-9 sessões com 4-8 sem intervalo; <i>Lutronic corp</i> , Korea; 40-60mJ; 150 spots/ cm <sup>2</sup>	VSS Escala de classificação de 5 pontos	Houve uma melhora significativa na flexibilidade e altura da cicatriz, enquanto a melhora foi insignificante na vascularização e pigmentação.	49,8% (mudança no VSS) 51% (flexibilidade) 75% (altura)
Lei, 2017 <sup>13</sup>	15 8	Antes das sessões de laser a CO <sub>2</sub> fracionado X Depois do tratamento	3 sessões com 3 meses de intervalo; <i>UltraPulse Encore Lumenis</i> , <i>Yokneam</i> , Israel; 150 - 175 mJ, 40Hz; distância spots 3 - 5mm	VSS UNC <sup>d</sup> Pesquisa satisfação de do paciente	Houve diferença estatisticamente significativa nos escores VSS e UNC antes e depois do tratamento com laser CO <sub>2</sub> fracionado.	$p < 0,0001$ (VSS) $p < 0,0001$ (UNC)
Hultman, 2014 <sup>14</sup>	14 7	Antes das sessões de laser a CO <sub>2</sub> fracionado X Depois do tratamento	2-6 sessões com 4-6 semanas de intervalo; <i>Lumenis UltraPulse</i> , Santa Clara, CA	VSS UNC4P <sup>e</sup>	O tratamento com laser CO <sub>2</sub> fracionado produziu melhoras significativas nas cicatrizes.	$p < 0,001$ (VSS) $p < 0,001$ (UNC4P)

<sup>a</sup>VSS: Escore de cicatriz de Vancouver<sup>10</sup>; <sup>b</sup>POSAS: Escala do paciente e observacional<sup>15</sup>; <sup>c</sup>PGA: Avaliação global do paciente; <sup>d</sup>UNC: Escala de cicatriz da Universidade da Carolina do Norte; <sup>e</sup>UNC4P: Escala 4P de cicatriz da Universidade da Carolina do Norte.

## Desfechos clínicos no quelóide

Apenas dois estudos comparando quelóides pré e pós-tratamento foram encontrados com os critérios estabelecidos para esta revisão. Azzam et al.<sup>3</sup> demonstraram escore significativamente diferente em escala clínica utilizada, com melhora nas metades de cicatrizes tratadas ( $p = 0,006$ ). No estudo de El-Zawahry et al.<sup>7</sup> não houve melhora nas cicatrizes, o que se pode observar na Tabela 2.

## Desfechos histopatológicos

El-Zawahry et al.<sup>7</sup> e Azzam et al.<sup>3</sup> mostraram uma diferença significativa na orientação e densidade ( $p = 0,001$ ;  $p < 0,05$ , respectivamente) das fibras de colágeno pré e pós tratamento. Este último também comprovou aumento da expressão imunohistoquímica da MMP9 ( $p < 0,05$ ). Makboul et al.<sup>5</sup> demonstraram maior espessura da epiderme pós-tratamento ( $p < 0,001$ ) e diminuição da expressão imunohistoquímica de TGF- $\beta$ 1 ( $p < 0,008$ ). Os principais resultados histopatológicos encontram-se na Tabela 3.

## DISCUSSÃO

Considera-se que o tratamento de cicatrizes patológicas é imprevisível, apesar de padronizado mundialmente. Ainda se estuda o mecanismo de formação de quelóides e cicatrizes hipertróficas com o objetivo de guiar o tratamento. A função de fatores de crescimento (TGF- $\beta$ 1) e proteínas de degradação (MMP9) ainda é incerta. Opções como o laser de  $\text{CO}_2$  são importantes adjuvantes no tratamento<sup>1</sup>.

Azzam et al.<sup>3</sup> demonstraram melhora clínica – por meio da escala de Vancouver para cicatrizes (VSS) – e histológica após 3 meses do tratamento com laser ablativo de  $\text{CO}_2$ , observando cicatrizes mais flexíveis e feixes de colágeno melhor organizados e mais finos, respectivamente, com aumento significativo da MMP9 após 1 mês.

Um estudo, avaliando o efeito do  $\text{CO}_2$  fracionado ablativo em cicatrizes de queimadura, mostrou um decréscimo na densidade dos feixes de colágeno e modificação na orientação destas fibras, por meio da histopatologia, contribuindo clinicamente para modificações na textura da cicatriz<sup>6</sup>.

Outro estudo, prospectivo e descritivo, sobre uma amostra de 40 cicatrizes em uma população de 30 pacientes, mostrou que o uso de uma combinação de laser Nd: YAG de 1064 nm e  $\text{CO}_2$  a 20W fracionado foi significativamente efetivo em melhorar a vascularização e flexibilidade da pele tratada, além de diminuir o prurido – apenas nas cicatrizes hipertróficas, sendo que um dos efeitos mais importantes do laser sobre a cicatriz é a sua capacidade de gerar calor, culminando em um processo inflamatório que aumenta a permeabilidade vascular, a produção de metaloproteínases e a decomposição das fibras de colágeno<sup>9</sup>.

Foram desenvolvidas escalas de avaliação clínica de cicatrizes para melhor compreensão do resultado do tratamento estabelecido, embora a análise histopatológica das alterações no colágeno e marcadores imunohistoquímicos seja importante para a comprovação científica<sup>15,16</sup>.

Embora o mecanismo de fototermólise no tratamento de cicatrizes seja incerto, as colunas de injúria térmica caracterizadas pela necrose epidérmica localizada e desnaturação do colágeno inicia uma cascata de eventos que resulta no equilíbrio entre a colagênese e a colagenólise<sup>17</sup>.

Esta revisão selecionou estudos comparando cicatrizes hipertróficas e quelóides de qualquer natureza antes e após tratamento com laser fracionado de  $\text{CO}_2$ , seja do ponto de vista clínico ou histológico, e alguns demonstraram que há melhora significativa nas características e sintomas das cicatrizes<sup>3,5,6,12-14</sup>. Observa-se também que há comprovação da modificação das características histopatológicas relacionadas ao colágeno, fatores de crescimento e marcadores imunohistoquímicos<sup>3,5,6</sup>.

**Tabela 2.** Parâmetros de desfechos do laser de  $\text{CO}_2$  fracionado sobre cicatrizes, quelóides.

Primeiro autor/ ano	N	Grupos de comparação	Medidas de desfecho	Desfechos clínicos	Significância entre os grupos <sup>c</sup>
El-Zawahry, 2015 <sup>7</sup>	3	Antes das sessões de laser a $\text{CO}_2$ fracionado X Depois do tratamento	Escore VSS <sup>a</sup> Escore POSAS <sup>b</sup>	Cicatrizes quelóides não mostraram melhora na textura e nem nos escores Vancouver ou POSAS.	$p = 0,102$ (VSS) $p = 0,180$ (POSAS observacional) $p = 0,018$ (POSAS escore do paciente)
Azzam, 2015 <sup>3</sup>	12	Metade da cicatriz tratada com laser a $\text{CO}_2$ fracionado X Metade da cicatriz não tratada	Escore VSS	Escore VSS foi significativamente menor nas metades tratadas do que nas não tratadas.	$p = 0,006$ (depois de 3 meses) $p = 0,018$ (depois de 6 meses)

<sup>a</sup>VSS: Escore de cicatriz de Vancouver<sup>10</sup>; <sup>b</sup>POSAS: Escala do paciente e observacional<sup>15</sup>; <sup>c</sup>Valores reportados como diferença dos escores pré e pós tratamento (média e desvio padrão)

**Tabela 3.** Parâmetros de desfechos histopatológicos.

Primeiro autor/ano	N	Grupos de comparação	Medidas de desfecho	Desfechos histológicos	Significância entre os Grupos <sup>d</sup>
El-Zawahry, 2105 <sup>7</sup>	10	Cicatriz <sup>a</sup> tratada com CO <sub>2</sub> X Não-Tratada	- Uniformidade, densidade e orientação das fibras de colágeno na zona de ablação <sup>b</sup>	- Após 3 meses: fibras de colágeno menos densas e mais alinhadas nas cicatrizes hipertróficas (n = 8)	p = 0,001
				- Menor espessura das cicatrizes hipertróficas*	p = 0,012
Azzam, 2015 <sup>3</sup>	30	Cicatriz <sup>c</sup> tratada com CO <sub>2</sub> X Não-Tratada	- Uniformidade, densidade e orientação das fibras de colágeno na zona de ablação <sup>b</sup>	- Após 3 meses: fibras de colágeno menos densas e mais alinhadas nos queloides (n = 2)	p = 0,046
				- Sem diferença na espessura média dos queloides	p = 0,18
Makboul, 2014 <sup>5</sup>	8	Cicatriz tratada com CO <sub>2</sub> X Não-tratada	- Espessura da epiderme - Presença de TGF-B1	- Após 3 meses: fibras de colágeno menos densas e mais alinhadas	p < 0,05
				- Maior expressão Imuno-histoquímica da MMP9 após tratamento	p < 0,05
				- Maior espessura após tratamento (3 meses)	p < 0,001
				- Menor expressão imuno-histoquímica (6 meses)	p < 0,008

<sup>a</sup>biópsia por punch 2,5mm (testes: *hematoxylin e eosin*, *Masson trichome for collagen* e *Elastica von Gieson* para fibras elásticas); <sup>b</sup>derme papilar e reticular superficial; <sup>c</sup>biópsia por punch 4mm (testes: *hematoxylin e eosin*, *Masson trichome for collagen*, imuno-histoquímica para *metalloproteinase anti-matrix* - MMP9); <sup>d</sup>média e desvio padrão; \*sem diferença entre a diminuição da espessura e os escores clínicos.

Os autores defendem que o laser fracionado de CO<sub>2</sub> deva ser considerado como opção promissora no tratamento de cicatrizes patológicas. Apesar de poucos estudos com boa metodologia, esta opção de tratamento tem demonstrado alterar clínica e histologicamente o tecido cicatricial, modificando as fibras de colágeno e melhorando os sinais e sintomas clínicos como prurido, cor e espessura.

### COLABORAÇÕES

- LEAS** Análise e/ou interpretação dos dados, coleta de dados, conceitualização, concepção e desenho do estudo, gerenciamento do projeto, investigação, metodologia, redação - preparação do original, redação - revisão e edição, supervisão, visualização.
- AH** Análise e/ou interpretação dos dados, aprovação final do manuscrito, conceitualização, concepção e desenho do estudo, gerenciamento do projeto, supervisão.
- MF** Aprovação final do manuscrito, conceitualização, gerenciamento do projeto, redação - revisão e edição, supervisão.
- IC** Análise e/ou interpretação dos dados, coleta de dados, realização das operações e/ou experimentos, redação - preparação do original.

### REFERÊNCIAS

- Martin MS, Collawn SS. Combination treatment of CO<sub>2</sub> fractional laser, pulsed dye laser, and triamcinolone acetonide injection for refractory keloid scars on the upper back. *J Cosmet Laser Ther*. 2013;15(3):166-70. DOI: <http://dx.doi.org/10.3109/14764172.2013.780448>
- Lorenz P, Sina Bari A. Scar Prevention, treatment, and revision. In: Neligan PC, ed. *Plastic Surgery*. 3<sup>rd</sup> ed. Volume 1. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2012. p. 297-318.
- Azzam OA, Bassiouny DA, El-Hawary MS, El Maadawi ZM, Sobhi RM, El-Mesidy MS. Treatment of hypertrophic scars and keloids by fractional carbon dioxide laser: a clinical, histological, and immunohistochemical study. *Lasers Med Sci*. 2016;31(1):9-18. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10103-015-1824-4>
- Nowak KC, McCormack M, Koch RJ. The effect of superpulsed carbon dioxide laser energy on keloid and normal dermal fibroblast secretion of growth factors: a serum-free study. *Plast Reconstr Surg*. 2000;105(6):2039-48. PMID: 10839401 DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00006534-200005000-00019>
- Makboul M, Makboul R, Abdelhafez AH, Hassan SS, Youssif SM. Evaluation of the effect of fractional CO<sub>2</sub> laser on histopathological picture and TGF-β1 expression in hypertrophic scar. *J Cosmet Dermatol*. 2014;13(3):169-79. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/jocd.12099>
- Mustoe TA, Cooter RD, Gold MH, Hobbs FD, Ramelet AA, Shakespeare PG, et al.; International Advisory Panel on Scar Management. International clinical recommendations on scar management. *Plast Reconstr Surg*. 2002;110(2):560-71. PMID: 12142678 DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00006534-200208000-00031>
- El-Zawahry BM, Sobhi RM, Bassiouny DA, Tabak SA. Ablative CO<sub>2</sub> fractional resurfacing in treatment of thermal burn scars: an open-label controlled clinical and histopathological study. *J Cosmet Dermatol*. 2015;14(4):324-31. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/jocd.12163>

8. Campolmi P, Bonan P, Cannarozzo G, Bassi A, Brusolino N, Arunachalam M, et al. Highlights of thirty-year experience of CO<sub>2</sub> laser use at the Florence (Italy) department of dermatology. *ScientificWorldJournal*. 2012;2012:546528. DOI: <http://dx.doi.org/10.1100/2012/546528>
9. Kaminsky S. *Guia Ilustrado - Laser e outras tecnologias em dermatologia*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Di Livros; 2016.
10. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG; PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med*. 2009;6(7):e1000097.
11. van Drooge AM, Vrijman C, van der Veen W, Wolkerstorfer A. A randomized controlled pilot study on ablative fractional CO<sub>2</sub> laser for consecutive patients presenting with various scar types. *Dermatol Surg*. 2015;41(3):371-7. DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/DSS.0000000000000306>
12. Choi JE, Oh GN, Kim JY, Seo SH, Ahn HH, Kye YC. Ablative fractional laser treatment for hypertrophic scars: comparison between Er:YAG and CO<sub>2</sub> fractional lasers. *J Dermatolog Treat*. 2014;25(4):299-303. DOI: <http://dx.doi.org/10.3109/09546634.2013.782090>
13. Lei Y, Li SF, Yu YL, Tan J, Gold MH. Clinical efficacy of utilizing Ultrapulse CO<sub>2</sub> combined with fractional CO<sub>2</sub> laser for the treatment of hypertrophic scars in Asians-A prospective clinical evaluation. *J Cosmet Dermatol*. 2017;16(2):210-6. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/jocd.12334>
14. Hultman CS, Friedstat JS, Edkins RE, Cairns BA, Meyer AA. Laser resurfacing and remodeling of hypertrophic burn scars: the results of a large, prospective, before-after cohort study, with long-term follow-up. *Ann Surg*. 2014;260(3):519-29.
15. Sullivan T, Smith J, Kermod J, McIver E, Courtemanche DJ. Rating the burn scar. *J Burn Care Rehabil*. 1990;11(3):256-60. DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00004630-199005000-00014>
16. Draaijers LJ, Tempelman FR, Botman YA, Tuinebreijer WE, Middelkoop E, Kreis RW, et al. The patient and observer scar assessment scale: a reliable and feasible tool for scar evaluation. *Plast Reconstr Surg*. 2004;113(7):1960-5. DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/01.PRS.0000122207.28773.56>
17. Alster T, Zaulyanov L. Laser scar revision: a review. *Dermatol Surg*. 2007;33(2):131-40.

---

**\*Autor correspondente:****Luciana El Halal Schuch**

Av. Luiz Manoel Gonzaga, nº 187/602 - Porto Alegre, RS, Brasil

CEP 90470-280

E-mail: [luciana\\_schuch@yahoo.com.br](mailto:luciana_schuch@yahoo.com.br) / [contato@lucianahalal.com.br](mailto:contato@lucianahalal.com.br)