

# UNIVERSIDADE SANTO AMARO

## CURSO DE MEDICINA

### Declaração de entrega do Trabalho de Conclusão de Curso

Declaro que o trabalho intitulado “Revisão literária integrativa: tratamento das discromias decorrentes de queimaduras” realizado pelo(s) aluno(s) Natália Kariya Takahashi e Isabella Nercessian Corradini está apto para entrega, apresentação e avaliação das bancas nomeadas.

Prof. Dra. \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_

Débora Driemeyer Wilbert

Assinatura do Orientador do Trabalho

**UNIVERSIDADE SANTO AMARO**

**Curso de Medicina**

**Natália Kariya Takahashi**

**Isabella Nercessian Corradini**

**REVISÃO LITERÁRIA INTEGRATIVA: TRATAMENTO DAS  
DISCROMIAS DECORRENTES DE QUEIMADURAS**

**São Paulo**

**2023**

**Natália Kariya Takahashi**

**Isabella Nercessian Corradini**

**REVISÃO LITERÁRIA INTEGRATIVA: TRATAMENTO DAS  
DISCROMIAS DECORRENTES DE QUEIMADURAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Medicina da Universidade Santo Amaro – UNISA, como requisito parcial para obtenção do título Bacharel em Medicina Orientadora Prof. Dra. Débora Driemeyer Wilbert e Co-orientadora Prof. Dra. Ana Carolina Morais Fernandes.

**São Paulo**

**2023**

T142r Takahashi, Natália Kariya.

Revisão literária integrativa: tratamento das discromias decorrentes de queimaduras / Natália Kariya Takahashi, Isabella Nercessian Corradini. — São Paulo, 2023.

21 p.: il., color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Medicina)—  
Universidade Santo Amaro, 2023.

Orientadora: Dra. Débora Driemeyer Wilbert.

Coorientadora: Dra. Ana Carolina Morais Fernandes

1. Queimaduras. 2. Discromia. 3. Laser. I. Corradini, Isabella Nercessian. II. Wilbert, Débora Driemeyer, orient. III. Fernandes, Ana Carolina Morais, coorient. IV. Universidade Santo Amaro. V. Título.

**Natália Kariya Takahashi**  
**Isabella Nercessian Corradini**

**REVISÃO LITERÁRIA INTEGRATIVA: TRATAMENTO DAS  
DISCROMIAS DECORRENTES DE QUEIMADURAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Medicina da Universidade Santo Amaro – UNISA, como requisito parcial para obtenção do título Bacharel em Medicina.

Orientador: Prof. Dra. Débora Driemeyer Wilbert

São Paulo, 28 de agosto de 2023

**Banca Examinadora**

Prof. Dra. Débora Driemeyer Wilbert

Orientador

Profa. Dra. Claudia C. Lopes

Avaliador

Prof. Dr. Jonas Moraes Filho

Avaliador

**Conceito Final**

---

Natália Kariya Takahashi, Isabella Nercessian Corradini, Débora Driemeyer Wilbert. *Revisão literária integrativa: tratamento das discromias decorrentes de queimaduras*. [Trabalho de Conclusão de Curso]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade Santo Amaro, 2023.

## RESUMO

**Introdução:** A pele é o órgão responsável pelo revestimento, homeostase hidroeletrólítica e controle da temperatura do corpo humano. Quando sofre lesão por queimadura, devido a alteração dos melanócitos a pele pode se tornar discrômica e, como todas as lesões dermatológicas visíveis, as discromias estão relacionadas à ansiedade, depressão e outras patologias psicológicas com repercussões sociais aos seus portadores, afetando diretamente sua qualidade de vida. Assim sendo, é imprescindível a busca pelo tratamento adequado das discromias, a fim de compreender as melhores estratégias de tratamento com a finalidade de melhorar o resultado final e a qualidade de vida do paciente. Diante disso, o objetivo deste estudo foi avaliar e comparar os lasers presentes na literatura no tratamento das hiperpigmentações pós queimaduras. **Metodologia:** revisão integrativa de literatura com base nos artigos das plataformas SciELO, PubMed e LILACS. **Resultados e discussão:** Com o avanço das tecnologias, os lasers têm sido considerados a melhor estratégia no tratamento das discromias pós queimadura, em especial o Fracionado ablativo erbium YAG, que apresenta bons resultados e raras complicações, assim como o fracionado não ablativo, principalmente se associado a outras tecnologias. Já o laser Pulsed Dye tem como foco os eritemas, não sendo muito efetivo para as discromias, apenas se realizado em tratamentos integrativos. O laser de dióxido de carbono também é eficaz, mas há relatos de hipopigmentação como evento adverso e a terapia com Luz Intensa Pulsada também apresentou alta incidência de complicações. **Conclusão:** os lasers são tecnologias que podem beneficiar positivamente o tratamento de hiperpigmentação desde que se adequem ao quadro clínico do paciente, podendo ser realizado de forma associada ou individualizada.

**Palavras-chave:** Queimaduras. Tratamento. Discromia. Laser.

## ABSTRACT

**Background:** the skin is the organ responsible for lining, hydro electrolytic homeostasis, and temperature control of the human body. When suffering from a burn injury, due to the alteration of melanocytes, the skin can become dyschromic. Thus like all other visible dermatological lesions, dyschromias are related to anxiety, depression, and other psychological pathologies with social repercussions for the sufferers, directly affecting their quality of life. Therefore, it is essential to search for the appropriate treatment of dyschromias, in order to understand the best treatment to improve both the final result and the patient's quality of life. In addition, the goal of this study was to compare and evaluate the lasers present in the literature in the treatment of post-burn hyperchromia. **Methodology:** integrative literature review based on articles from SciELO, PubMed and LILACS platforms. **Results and Discussion:** with the advancement of technologies, lasers have been considered the best strategy in the treatment of post-burn dyschromias, especially the erbium YAG ablative fractionate, which presents good results and rare complications, as well as the non-ablative fractionate, especially when associated with other technologies. The Pulsed Dye laser, on the other hand, focuses on erythema, not being very effective regarding dyschromias, except if performed in integrative treatments. Carbon dioxide laser is also effective, but there are reports of hypochromia as an adverse event and Intense Pulsed Light therapy has also presented a high incidence of complications. **Conclusion:** lasers are technologies that can positively benefit the treatment of hyperchromia, as long as they suit the patients's clinical condition, can be performed in an associated or individualized way.

**Keywords:** Burns. Treatment. Dyschromia. Laser.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	5
2 METODOLOGIA.....	6
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	7
3.1 Análise de dados.....	7
3.2 Discussão.....	8
4 CONCLUSÃO.....	18
REFERÊNCIAS.....	20

# REVISÃO LITERÁRIA INTEGRATIVA: TRATAMENTO DAS DISCROMIAS DECORRENTES DE QUEIMADURAS

## INTEGRATIVE LITERARY REVIEW: TREATMENT OF POST BURN DYSCHROMIA

KARIYA TAKAHASHI, Natália<sup>1</sup>

NERCESSIAN CORRADINI, Isabella<sup>2</sup>

DRIEMEYER WILBERT, Débora<sup>3</sup>

### RESUMO

**Introdução:** A pele é o órgão responsável pelo revestimento, homeostase hidroeletrolítica e controle da temperatura do corpo humano. Quando sofre lesão por queimadura, devido a alteração dos melanócitos a pele pode se tornar discrômica e, como todas as lesões dermatológicas visíveis, as discromias estão relacionadas à ansiedade, depressão e outras patologias psicológicas com repercussões sociais aos seus portadores, afetando diretamente sua qualidade de vida. Assim sendo, é imprescindível a busca pelo tratamento adequado das discromias, a fim de compreender as melhores estratégias de tratamento com a finalidade de melhorar o resultado final e a qualidade de vida do paciente. Diante disso, o objetivo deste estudo foi avaliar e comparar os lasers presentes na literatura no tratamento das hiperpigmentações pós queimaduras. **Metodologia:** revisão integrativa de literatura com base nos artigos das plataformas SciELO, PubMed e LILACS. **Resultados e discussão:** Com o avanço das tecnologias, os lasers têm sido considerados a melhor estratégia no tratamento das discromias pós queimadura, em especial o Fracionado ablativo erbium YAG, que apresenta bons resultados e raras complicações, assim como o fracionado não ablativo, principalmente se associado a outras tecnologias. Já o laser Pulsed Dye tem como foco os eritemas, não sendo muito efetivo para as discromias, apenas se realizado em tratamentos integrativos. O laser de dióxido de carbono também é eficaz, mas há relatos de hipopigmentação como evento adverso e a terapia com Luz Intensa Pulsada também apresentou alta incidência de complicações. **Conclusão:** os lasers são tecnologias que podem beneficiar positivamente o tratamento de hiperpigmentação desde que se adequem ao quadro clínico do paciente, podendo ser realizado de forma associada ou individualizada.

**Palavras-chave:** Queimaduras. Tratamento. Discromia. Laser.

### ABSTRACT

**Background:** the skin is the organ responsible for lining, hydro electrolytic homeostasis, and temperature control of the human body. When suffering from a burn injury, due to the alteration of melanocytes, the skin can become dyschromic. Thus like all other visible dermatological lesions, dyschromias are related to anxiety, depression, and other psychological pathologies with social repercussions for the sufferers, directly

---

<sup>1</sup> Graduando em Medicina da Universidade Santo Amaro. [natktakahashi@gmail.com](mailto:natktakahashi@gmail.com)

<sup>2</sup> Graduando em Medicina da Universidade Santo Amaro. [isancorradini@gmail.com](mailto:isancorradini@gmail.com)

<sup>3</sup> Professor Orientador. Titulação, Universidade Santo Amaro -SP – [dwilbert@prof.unisa.br](mailto:dwilbert@prof.unisa.br)

affecting their quality of life. Therefore, it is essential to search for the appropriate treatment of dyschromias, in order to understand the best treatment to improve both the final result and the patient's quality of life. In addition, the goal of this study was to compare and evaluate the lasers present in the literature in the treatment of post-burn hyperchromia. **Methodology:** integrative literature review based on articles from SciELO, PubMed and LILACS platforms. **Results and Discussion:** with the advancement of technologies, lasers have been considered the best strategy in the treatment of post-burn dyschromias, especially the erbium YAG ablative fractionate, which presents good results and rare complications, as well as the non-ablative fractionate, especially when associated with other technologies. The Pulsed Dye laser, on the other hand, focuses on erythema, not being very effective regarding dyschromias, except if performed in integrative treatments. Carbon dioxide laser is also effective, but there are reports of hypochromia as an adverse event and Intense Pulsed Light therapy has also presented a high incidence of complications. **Conclusion:** lasers are technologies that can positively benefit the treatment of hyperchromia, as long as they suit the patients' clinical condition, can be performed in an associated or individualized way.

**Keywords:** Burns. Treatment. Dyschromia. Laser.

## 1 INTRODUÇÃO

A pele é o órgão responsável pelo revestimento, homeostase hidroeletrolítica e controle da temperatura do corpo humano. Quando exposto à quadros de queimaduras, o tegumento sofre alterações estruturais com comprometimento de sua integridade funcional devido à perda abrupta e exacerbada de fluídos, acarretando em necrose tecidual e trombose dos vasos adjacentes que posteriormente serão colonizados por bactérias causadoras de liquefação e granulação do tecido e fibrose (MIRANDA et al., 2021).

As queimaduras são classificadas em 1º, 2º e 3º grau de acordo com o nível de gravidade, profundidade e tamanho. As mais superficiais, que acometem apenas a epiderme, são as de 1º grau. As de 2º grau afetam a epiderme e parte da derme e as de 3º grau atingem a epiderme, derme e hipoderme (JESCHKE et al., 2020).

Em 24 horas, o processo de cicatrização tecidual é desencadeado a partir da resposta inflamatória dos neutrófilos e monócitos, os quais atuam no local danificado em virtude da vasodilatação e, naturalmente, degradam o tecido necrótico. Inicia-se, então, a cascata de sinais de reparação por meio de queratinócitos e fibroblastos que restauram a perfusão vascular e remodelam a lesão com colágeno e elastina (JESCHKE et al., 2020).

Para que haja uma boa cicatrização é necessário o balanço entre mediadores pró e anti-inflamatórios, tendo como alvo a regeneração dérmica e epidérmica, gerando efeitos funcionais ou estéticos com destaque às áreas cicatriciais hipercrômicas resultantes da alteração na quantidade de melanócitos no local lesado, conseqüente à migração dos queratinócitos que se difundem em co-cultura com os melanócitos (ROTAVA et al., 2020).

As discromias podem ser classificadas em hipercrômicas, hipocrômicas ou acrômicas. Sobre a hiperpigmentação, o processo inflamatório causado pela queimadura é um fator que leva ao aumento da produção de melanócitos como uma forma de proteção ao núcleo celular. Conseqüentemente, haverá um maior estímulo para que a melanina produza pigmentação acarretando em um quadro hiperpigmentado. Como todas as lesões dermatológicas visíveis, as hiperpigmentações estão relacionadas à ansiedade, depressão e outras patologias psicológicas com repercussões sociais aos seus portadores, afetando diretamente sua qualidade de vida. Assim sendo, é

imprescindível a busca pelo tratamento adequado das hiperpigmentações (ROTAVA et al., 2020; HULTMAN et al., 2015).

Existem várias abordagens sugeridas na literatura para o tratamento da hiperpigmentação pós queimadura, sendo os principais os cosméticos, peelings e lasers. Embora não haja um consenso em relação ao melhor tipo de tratamento, sendo sempre necessária a individualização e avaliação de cada caso, devido aos resultados pouco satisfatórios e controversos de tópicos como hidroquinonas e retinóides de primeira linha nas alterações de pigmentação pós queimaduras, este artigo terá como foco a abordagem terapêutica das hiperpigmentações com os Lasers e terapia com Luz Intensa Pulsada (LUPON et al., 2022; HULTMAN et al., 2015).

Diante disso, o objetivo desta revisão de literatura integrativa foi discorrer, analisar e comparar os tipos de laser mais descritos na literatura para o tratamento de lesões hiperpigmentárias pós-inflamatórias por queimaduras e sua eficácia em despigmentá-las por meio de estudos clínicos, revisões narrativas e ensaios relatados nas bases de dados online.

## **2 METODOLOGIA**

Para a realização desta revisão integrativa foi feita uma busca literária nas plataformas PubMed, SciELO e Lilacs durante o ano de 2022 e 2023. Os descritores utilizados foram "dyschromia", "burn" e "treatment". Foram incluídos ensaios clínicos, estudo prospectivo, relato de caso, estudo simples cego, estudo randomizado e revisões literárias nos idiomas português e inglês. As ferramentas utilizadas na avaliação dos resultados dos lasers incluíram: avaliação do paciente, avaliação do médico ou avaliação de ambos através de sistema de pontos definido por cada autor. Foram excluídos os artigos que ultrapassaram o recorte temporal de 10 anos, que não avaliaram o tratamento específico das hiperpigmentações pós queimadura com o uso de laser ou outras tecnologias, bem como os que faziam uso de cremes tópicos (retinóides, hidroquinona, entre outros). A avaliação foi realizada por alunas de medicina da Universidade Santo Amaro, com supervisão de uma orientadora durante os anos de 2022 e 2023.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Análise de dados

A partir das análises da literatura construiu-se a tabela 1 a seguir:

**Tabela 1 –** Comparação entre mecanismo de ação, comprimento de onda, alvo, efeitos adversos/complicações e conclusão do estudo de cada laser analisado

LASER	Mecanismo de ação	Comprimento de onda	Alvo	Efeitos adversos/complicações	Conclusão do estudo
Fracionado ablativo: Erbium YAG	Ablação do epitélio danificado promovendo neocolagênese e remodelação do tecido, sendo 15x mais rápido em meio aquoso que o CO <sub>2</sub> e, portanto, necessitando de menos energia	2.940-nm	Cromóforos da pele: melanina e água	Não relatado no estudo	Muito eficaz, obteve ótimos resultados na despigmentação das cicatrizes. Padrão ouro para o tratamento de discromias pós queimadura
Fracionado ablativo: CO <sub>2</sub>	Ablação do epitélio danificado promovendo neocolagênese e remodelação do tecido	10.600-nm	Cromóforos da pele: melanina e água	Hipocromia correspondente aos pontos de injúria do laser em pacientes de fototipo IV-VI	Teve maior eficácia na melhora de outros aspectos da queimadura, mas não muito significativa da hiperpigmentação
Fracionado não ablativo	Recomposição da vasculatura pela promoção da coagulação, além da regeneração tecidual pela neocolagênese e vaporização dos melanócitos causada pelo aumento de temperatura devido a alta afinidade pela água.	1550-nm 1927-nm	Cromóforos da pele: água. Vasos sanguíneos e melanócitos.	Dor mínima, possíveis edemas e eritemas	Eficiente e com resultados satisfatórios, todavia é necessário ser realizado novos estudos com uma população maior.
Pulsed Dye	Estimula a coagulação e a cicatrização da vasculatura	595nm	Cromóforo vermelho: hemoglobina	Não relatado no estudo.	Eficiente se associado com outra tecnologia, pois sua principal função é diminuir eritemas. Tem como desvantagem ser um longo tratamento (1-2 meses)
LIP	Rompe os folículos pilosos e melanócitos via transferência de energia e geração de calor através de flashes de luz não coerente	500nm-1200nm	Cromóforos da pele	Dor, hiperpigmentação e formação de bolhas	Equipamento de natureza não específica de eficácia variável com alto potencial de complicações

Fonte: (TAKAHASHI, N. K.; CORRADINI, I. N., 2023).

Dos estudos realizados, o laser fracionado ablativo erbium yag apresentou os melhores resultados na melhora das hiperpigmentações, sem relatos de eventos adversos/complicações no estudo, além de também ser eficaz no tratamento de outros aspectos das cicatrizes pós queimadura (textura e hipertrofia).

Outra terapia com bons resultados foi a do laser não ablativo, o qual demonstrou melhora da discromia nas áreas afetadas, mesmo que extensas, apresentou dor mínima, sem sangramento e resultados rápidos, podendo ser repetido mensalmente de acordo com a necessidade e desejo do paciente mostrando-se efetivo principalmente se associado a tópicos ou outras tecnologias como fracionado ablativo e pulsed dye.

Já o laser fracionado ablativo de dióxido de carbono não apresentou melhora tão significativa da discromia como o erbium yag, além de ter tido relatos de complicações (hipocromia) nos pacientes de fototipos mais altos.

O equipamento de Luz Intensa Pulsada, por não ser um laser, não é colimático, coerente, nem monocromático e exibe resultados variados e não previsíveis. Mesmo que o estudo tenha apresentado elevado nível de satisfação entre os pacientes, os autores destacaram a necessidade de realizar múltiplas sessões para a obtenção de um resultado adequado, além de possuir um alto potencial de complicações (dor, hiperpigmentação e formação de bolhas, conforme relatado no estudo).

Por fim, o laser pulsed dye não tem como alvo principal a melanina, mas sim a hemoglobina sendo mais efetivo para o tratamento de eritemas, todavia se associado a outra tecnologia como o laser fracionado de CO<sub>2</sub> ou o laser fracionado não ablativo o resultado apresentado será mais satisfatório. Não há possíveis complicações, porém a desvantagem apresentada foi o longo tempo de duração do tratamento para atingir os resultados aceitáveis (ao todo cerca de três meses), sendo assim, é importante que o paciente compreenda o tempo do tratamento e qual será o resultado final para que tenha uma boa adesão.

### **3.2 Discussão**

Com o avanço da tecnologia, os lasers fracionados ablativos se tornaram o padrão ouro no tratamento de cicatrizes traumáticas pós queimadura, sendo o seu mecanismo de ação a criação de injúrias controladas e precisas através da absorção de energia luminosa pelos principais cromóforos da pele, melanina e água, que emitem energia térmica (ablação), promovendo resposta de cura através da eliminação do epitélio danificado, atrofia das fibras de colágeno e subsequente promoção da neocolagênese e remodelação de tecido.

Existem 2 tipos de laser fracionado ablativo: o laser 10.600-nm dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e o 2.940-nm erbium YAG (yttrium-aluminum-garnet). Quando comparados, o laser de CO<sub>2</sub> apresenta coeficiente de absorção muito mais baixo, fazendo com que o laser erbium YAG seja absorvido 15 vezes mais rápido em meio aquoso, necessitando de menos energia para a ablação do tecido resultando em zona de coagulação praticamente inexistente, que é a principal diferença entre os dois.

Wulkan et al. (2019) avaliaram a eficácia do laser erbium YAG no tratamento de cicatrizes em 11 pessoas de 18-75 anos com histórico de queimadura severa de terceiro grau. Foram realizadas 3 sessões com intervalo de 4 semanas entre elas (fig 1) e após 3 meses da última sessão foi realizada a avaliação final por 3 investigadores utilizando os critérios de melhora: (1) geral, (2) da discromia, (3) da hipertrofia e (4) da textura.

**Figura 1** - Resultados da terapia com laser Erbium YAG após 3 sessões



Fonte: (WULKAN, A. J. et al., 2019).

Essa avaliação final foi feita baseada em fotos antes e depois (tiradas na mesma posição, luz e configuração de câmeras idênticas) e histologia. O grau de melhora foi determinado a partir de uma leve modificação da escala de Manchester (fig 2), sendo 1 equivalente a 0-33% de melhora e 3 de 67-100%. Dos resultados obtidos destaca-se a melhora das discromias que foi avaliada com a maior média (2.44/3) em comparação aos outros aspectos (melhora geral: 2.27, hipertrofia: 2.31 e textura: 2.12) (FEARMONTI, R. et al., 2010; WULKAN, A. J. et al., 2019).

**Figura 2 - Escala de cicatriz de Manchester**







Table 4  
Manchester Scar Scale

Visual Analog Scale		
Excellent	←—————→	Poor
Color	Perfect	1
	Slight mismatch	2
	Obvious mismatch	3
	Gross mismatch	4
Matte vs shiny	Matte	1
	Shiny	2
Contour	Flush with surrounding skin	1
	Slightly proud/Indented	2
	Hypertrophic	3
	Keleoid	4
Distortion	None	1
	Mild	2
	Moderate	3
	Severe	4
Texture	Normal	1
	Just palpable	2
	Firm	3
	Hard	4

Fonte: (FEARMONTI, R. et al., 2010).

Outro estudo realizado por Salles et al. buscaram avaliar a eficácia do laser fracionado de dióxido de carbono no tratamento das sequelas de queimadura após 3 sessões em 14 pacientes de fototipos III a VI da escala de fototipos de Fitzpatrick (fig. 3), de 17 a 50 anos com intervalo entre o acidente e o procedimento de 3 a 43 anos. Todos foram acompanhados por pelo menos 3 meses e foram orientados a utilizar um creme de 0.015-0.05% de tretinoína e 2-4% de hidroquinona à noite e protetor solar durante o dia.

**Figura 3 - Fototipos de Fitzpatrick**

Type	Scores	Skin colour	Effect to UVA	Reaction to sun	Skin tone	
I	0–6	Caucasian, blond/red hair, freckles, fair skin, blue eyes	Very sensitive	Always burns, never tans	Very fair	
II	7–13	Caucasian	Very sensitive	Usually burns, tans minimally	Fair	
III	14–20	Darker Caucasian, light Asian	Sensitive	Burns moderately, tans uniformly	Fair to medium	
IV	21–27	Mediterranean, Asian, Hispanic	Moderately sensitive	Rarely burns, always tans well	Medium	
V	28–34	Middle Eastern, Latin, light-skinned black, Indian	Minimally sensitive	Very rarely burns, tans very easily	Olive or dark	
VI	35–36	Dark-skinned black	Least sensitive	Never burn, always tans	Very dark	

Fonte: (HARSH, S.; PATIL, S. B., 2017).

As cicatrizes foram avaliadas pelos próprios pacientes e 3 médicos com base em uma escala de 6 parâmetros: (1) cor, (2) textura, (3) hidratação, (4) irregularidade

da superfície, (5) volume e (6) distensibilidade, pontuados de 0-2 podendo haver ainda a pontuação de -1 para alguns casos. Os médicos receberam uma tabela para padronizar as pontuações (fig.4).

**Figura 4** - Tabela utilizada pelos avaliadores médicos para avaliar as sequelas de queimadura

Chart 1 – Table used by the medical evaluators to score burn sequelae.				
	-1 (very bad)	0 (unsatisfactory)	1 (regular)	2 (good)
Color (compared to normal skin)	High contrast with hypo- and hyperchromic areas	Highly visible contrast	Light contrast	No contrast
Texture (movement parallel to the skin)	Diseases with extreme harshness	Bad texture	Acceptable texture	Soft skin, good/excellent texture
Hydration	Diseases with extreme dryness	Bad	More or less	Good
Surface irregularities		Bad	Regular	Good appearance
Volume (change in body contouring)	Keloid or retractable scar with irregularities in body contouring	Very depressed scar or hypertrophic	Regular	Scar that does not cause change in body contouring
Distensibility (elasticity, perpendicular traction to the skin surface)	No distensibility, skin adhered to the bone plane	Bad, distensibility, markedly impaired	Regular, distensibility moderately worsened related to normal skin	Response similar to the normal skin traction around

Fonte: (SALLES, A. G. et al., 2012).

A média da avaliação dos pacientes foi de 7 (antes) e 7.6 (após o procedimento), enquanto que a dos médicos elevou-se de 5.3 (antes) a 6.8 (após). No entanto, nas avaliações individuais de cada parâmetro, as hiperchromias obtiveram o pior resultado com uma melhora de apenas 14%, enquanto o volume obteve 28%, a textura 57% e a hidratação, distensibilidade e irregularidade da superfície foram avaliados com melhora de 43% (fig. 5).

**Figura 5** - Antes e depois da terapia com laser de CO2 em uma das pacientes



Fonte: (SALLES, A. G. et al., 2012).

A única complicação relatada neste estudo foram 5 casos (35,7%) que desenvolveram hipocromia, com padrão correspondente aos pontos de injúria do laser

nos pacientes com fototipos mais altos (IV-VI), mas a satisfação subjetiva dos médicos e pacientes ao final deste estudo piloto foi de 84,6% (HARSH, S.; PATIL, S. B., 2017; SALLES, A. G. et al., 2012).

Uma tecnologia semelhante aos lasers muito descrita na literatura no tratamento de discromias é a Luz Intensa Pulsada (LIP) que age rompendo não especificamente os folículos pilosos e melanócitos via transferência de energia e geração de calor através de flashes de luz não coerentes distribuídos em uma faixa de comprimento de onda de 500nm a 1200nm direcionados a cromóforos da pele, poupando outros elementos dérmicos, epidérmicos e subdérmicos.

A principal diferença da LIP e dos lasers citados neste artigo é que os lasers são coerentes, monocromáticos e colimáticos, permitindo que o aplicador marque precisamente os cromóforos anormais na pele queimada, como a cicatriz neovascularizada, colágeno desorganizado e fibroblastos e miofibroblastos patológicos.

Hultman et al. (2015) avaliaram a eficácia da tecnologia de Luz Intensa Pulsada no tratamento das discromias. Foi utilizada a plataforma Lume 1 (lumenis) para marcar as lesões pigmentadas usando filtros entre 560 e 650 nm. 20 pacientes com média de idade de 35.4 anos se submeteram ao tratamento com LIP das discromias pós queimadura em diversas áreas corporais em uma média de 3.2 anos após a injúria e após 8 semanas do fim das sessões, foram questionados a respeito da satisfação, se estão dispostos a pagar e percepção da eficácia.

Essa avaliação foi feita por meio de uma escala de 5 pontos de melhora (5 sendo melhora significativa e 1 piora significativa) e 5 pontos para satisfação geral (5 muito satisfeito e 1 muito insatisfeito), além disso, foram questionados se recomendariam essa terapia para outras pessoas com queimaduras (sim/não), se eles repetiriam as sessões, quanto estariam dispostos a pagar para tratar a cicatriz completamente e quanto pagariam pelos resultados que obtiveram.

Dentre os resultados (fig 6) destaca-se que 16 pacientes (80%) notaram melhora moderada a significativa (4.5/5 eficácia e 4.4/5 satisfação), 11 repetiriam a terapia e 13 recomendariam para outros. No entanto, houve uma taxa de 35% de complicação/ evento adverso que incluiu dor (4), hiperpigmentação (1) e formação de

bolhas (2) e o valor que os pacientes relataram estarem dispostos a pagar pelos resultados que obtiveram não era proporcional ao custo da terapia.

No entanto, mesmo com o elevado nível de satisfação dos pacientes, os autores relutam em recomendar o tratamento com LIP nas hiperchromias pós queimadura devido a natureza não específica do equipamento, apresentando eficácia variável, necessidade de múltiplas sessões, eficácia semelhantes a agentes tópicos (corticosteroides, hidroquinona e tretinoína), recorrência provável e melhora mínima que foi observada no estudo somada a alto potencial de complicações (HULTMAN, C. S.; FRIEDSTAT, J. S.; EDKINS, R. E., 2015).

**Figura 6** - resultado de uma paciente após 8 sessões de terapia com LIP



Fonte: (HULTMAN et al., 2015).

O laser não ablativo tem como foco atingir diretamente a derme, proporcionando uma recuperação mais rápida. Diferente do laser ablativo que penetra a epiderme e a derme, sendo uma terapia mais prolongada. Sobre o seu mecanismo de ação, os raios promovem colunas de coagulação havendo a recomposição da vasculatura da área atingida e regeneração tecidual pela neocolagênese. Além disso, apresentam como alvo os cromóforos ligados à água causando a vaporização dos melanócitos na camada basal pelo aumento de temperatura (JUNG HEE SHIN et al., 2014; PASSERON, T. et al., 2019).

Concomitantemente, haverá melhora do aspecto hiper-crômico através da modificação da coloração da melanina, da hemoglobina, do colágeno e do estímulo da produção de fibroblastos, o que é benéfico para a recuperação (HARSH, S.; PATIL, S. B., 2017).

Waibel. J., et al (2012) realizaram um estudo piloto prospectivo que é utilizado como embasamento para os artigos atuais, o qual visava determinar a eficácia do 1550nm laser fracionado não ablativo, no tratamento de uma grande área da pele (17-38%) de 10 pacientes de 23-68 anos com queimaduras de segundo ou terceiro grau em diferentes áreas do corpo em um intervalo de 4 semanas. Foram realizadas duas avaliações antes do tratamento, no 1º, 3º e 6º mês pós tratamento baseadas em: nível de melhora da área atingida (0-3) e mudança na autoestima (1-10).

Os pacientes relataram melhoras a partir do primeiro, terceiro e sexto mês após o tratamento, uma classificação de 0-3 no nível de melhora da área atingida e a mudança na autoestima classificada por eles em uma escala de 1-10, tais métodos foram feitos e comparados antes do tratamento e no primeiro, terceiro e sexto mês pós-tratamento.

Já os pesquisadores identificaram melhoras a partir do terceiro mês pós-tratamento, sendo que três deles realizaram estudo cego a partir da comparação de fotos tiradas antes do tratamento e três meses após o tratamento (fig 7). Foi avaliada a melhora na aparência, na textura, na discromia e na atrofia ou hipertrofia da lesão. Estatisticamente, foi classificada de acordo com a melhora: se excelente ( $>2$ ), se mediana ou moderada ( $<2$  ou  $>1$ ) ou sem melhora ( $<1$ ).

Baseado na análise dos pesquisadores, 90% dos pacientes apresentaram significativa melhora na aparência da queimadura e 60% tiveram de moderada a excelente melhora. 80% demonstrou melhora na discromia, principalmente em relação a hiperpigmentação. Com relação a subjetividade da autoestima do paciente, houve melhora de 7.3 para 8.2/10 em 3 meses. Com relação aos efeitos colaterais, foram identificados moderados edema e eritema imediatamente após o tratamento (WAIBEL, J. et al., 2012).

**Figura 7** - Resultado após 3 meses de tratamento com laser fracionado não ablativo



Fonte: (WAIBEL, J. et al., 2012).

Embasado nesse estudo, Tao. J., et al realizaram em 2018 um relato de caso com 2 pacientes, uma mulher de 30 anos e um homem de 33 anos, ambos com queimadura de segundo grau e discromia. A primeira apresentou 30% de área corporal atingida e o segundo 7%. Foi utilizada uma associação de laser 595 nm pulsed dye com dois fracionados não ablativos, o 1550 nm erbium:glass e o 1927 nm thulium durante 1 ano. No caso do último laser, esse estudo se destaca por ser o primeiro a utilizá-lo para o tratamento de hiperpigmentação em queimados.

Com relação ao primeiro caso descrito, a paciente apresentava uma hiperpigmentação severa, principalmente em membros inferiores. Ela foi tratada três vezes com o laser 595 nm pulsed dye, seis vezes com o laser 1550 nm erbium:glass e cinco vezes com o laser 1927 nm thulium. Tal associação teve uma pausa de 1 mês entre cada sessão de tratamento.

As queimaduras ficaram menos hiperpigmentadas com uma aparência e textura próximas ao normal (fig 8). O tratamento a laser foi muito bem tolerado pela paciente sendo o único efeito colateral uma dor mínima durante os procedimentos, além disso foi relatado melhora no humor, diminuição da dor e do prurido nas regiões lesionadas.

**Figura 8** - (a) Queimaduras em membros inferiores bilateralmente antes do tratamento. (b) Resultado após 12 meses de tratamento



Fonte: (TAO, J. et al., 2018).

Já no segundo caso, o paciente também se queixava de muita dor e prurido com significativo estresse emocional devido a aparência da lesão discrômica pela queimadura. Ele recebeu um tratamento de duas sessões com laser 595 nm pulsed dye, quatro sessões com o laser 1550 nm erbium:glass e duas sessões com o laser 1927 nm thulium. Tal associação obteve uma pausa de um mês entre cada sessão de tratamento. Como resultado final (fig 9), houve significativa melhora na aparência da lesão, principalmente em relação a hiperpigmentação e textura, com boa tolerância do paciente aos procedimentos (TAO, J. et al., 2018).

**Figura 9** - (a) Queimadura em membro superior direito antes do tratamento. (b) Resultado após 6 meses de tratamento.



Fonte: (TAO, J. et al., 2018).

A associação entre essas tecnologias foi benéfica, pois o laser de comprimento de onda 1550nm estimula a remodelagem do colágeno na derme enquanto o 1927nm estimula a despigmentação da melanina por meio da vaporização dos melanócitos, juntos causam o efeito de textura e discromia da pele próximos a naturalidade. O laser pulsed dye foi utilizado para evitar eritema, prurido e novas cicatrizes, uma vez que previne o acúmulo exagerado de colágeno (TAO, J. et al., 2018).

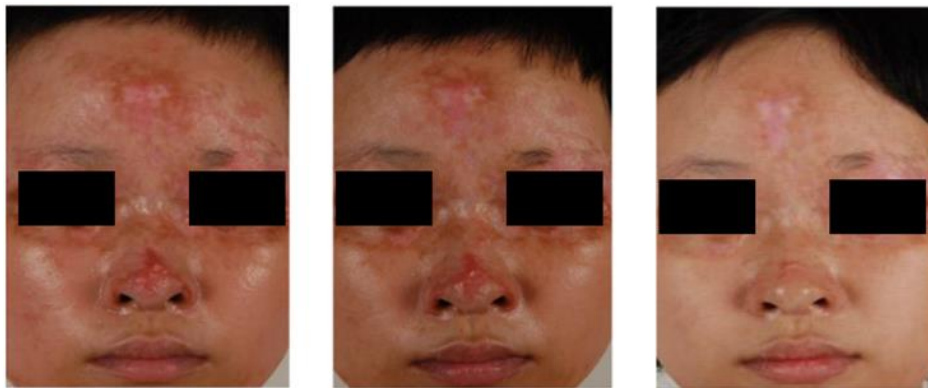
Sobre o laser pulsed dye (PDL), Hua-wei Ouyang. MD., et al, realizaram de junho de 2015 a junho de 2016, com publicação em 2018, um estudo randomizado. O qual dividiu 56 pacientes (homens e mulheres entre 3-51 anos) em grupo controle, no qual 28 pacientes foram tratados apenas com 595nm pulsed dye, e grupo experimental, neste 28 foram tratados com a associação de 595nm pulsed dye com laser fracionado de CO<sub>2</sub>. Desse total, destacam-se 37 pacientes que sofreram lesões por queimadura.

O PDL age destruindo e inibindo a formação de pequenos vasos, devido ao seu baixo poder de penetração tecidual (0,4-1,2mm<sup>6</sup>) ele tem uma ação mais superficial se comparado aos outros lasers. O seu alvo é o cromóforo celular vermelho e por isso é mais efetivo na hemoglobina, causando melhora nas regiões eritematosas e quando associado ao laser fracionado de CO<sub>2</sub>, por exemplo, apresentou melhor resultado final tecidual, como a redução da hiperpigmentação.

O tratamento associado foi mais eficaz, pois inicialmente foi utilizado o PDL para estimular a coagulação ou para melhorar os eritemas a partir da cicatrização dos vasos sanguíneos. Posteriormente, o laser fracionado de CO<sub>2</sub> utilizado para inibir o crescimento das cicatrizes através da inibição de fibroblastos e do depósito de colágeno, além de estimular a produção de células tronco da epiderme para serem diferenciadas em células in situ que serão regeneradas e, conseqüentemente, melhora a hiperpigmentação.

A eficácia do tratamento foi avaliada por pesquisadores que não estavam associados diretamente à pesquisa, os quais analisaram fotografias retiradas 2 meses e 6 meses após o primeiro tratamento do grupo controle e do grupo experimental, respectivamente (fig 10). Não foi encontrada reação adversa severa como ulceração ou piora da lesão. Todavia, com relação a melanina, estatisticamente, o grupo experimental apresentou um resultado melhor ( $T=7,50$ ) do que o grupo controle ( $t=6,79$ ), ou seja, houve melhora da discromia com o tratamento associado (OUYANG, H. et al., 2018).

**Figura 10** - Resultado do tratamento de Laser Pulsed Dye associado ao laser fracionado de CO<sub>2</sub> em face superior e medial. Respectivamente, antes do tratamento, após 1 mês e após 2 meses.



Fonte: (OUYANG, H. et al., 2018).

#### 4 CONCLUSÃO

Após a análise da literatura sobre a eficácia dos principais lasers no tratamento de discromia em pacientes com lesões pós-inflamatórias por queimaduras, entende-se que ainda é uma tecnologia recente com potencial de beneficiar positivamente o tratamento de hiperpigmentação. Destacam-se o laser fracionado ablativo: erbium YAG, pois

obteve os melhores resultados sem a necessidade de uma associação, e o laser fracionado não ablativo que se mostrou eficiente e com curto período de recuperação.

Mesmo obtendo resultados coerentes há necessidade da realização de um estudo comparativo entre os lasers e tecnologias que utilizem os mesmos critérios de avaliação, uma vez que esta foi uma revisão integrativa de diferentes estudos. Além disso, é essencial que a busca por novas tecnologias e modalidades de tratamento continue, visto que as cicatrizes de queimadura estão diretamente ligadas a autoestima e qualidade de vida de seus portadores.

Por fim, salienta-se a necessidade da avaliação individual de cada paciente e situação pelo médico dermatologista antes da indicação de uma metodologia terapêutica e atenção à resposta ao tratamento, estando disposto a associar outros métodos ou mudar a abordagem.

## REFERÊNCIAS

- CHOI, K. J. et al. Fractional CO2 laser treatment for burn scar improvement: A systematic review and meta-analysis. **Burns**, v. 47, n. 2, p. 259–269, mar. 2021.
- FEARMONTI, R. et al. A review of scar scales and scar measuring devices. *Eplasty*, v. 10, p. e43, 2010.
- HARSH, S.; PATIL, S. B. Facial laser surgery. **Journal of Surgical Dermatology**, v. 2, n. t1, 12 abr. 2017.
- HULTMAN, C. S.; FRIEDSTAT, J. S.; EDKINS, R. E. Efficacy of Intense Pulsed Light for the Treatment of Burn Scar Dyschromias. *Annals of Plastic Surgery*, v. 74, n. Supplement 4, p. S204–S208, jun. 2015.
- JESCHKE, MG; VAN BAAR, ME; CHOUDHRY MA; CHUNG, KK; GIBRAN, NS; LOGSETTY, S. Burn injury. **Nat Rev Dis Primers**. V. 6, n. 1, pp 11, 2020.
- JUNG HEE SHIN et al. Comparison of non-ablative and ablative fractional laser treatments in a postoperative scar study. **Lasers in Surgery and Medicine**, v. 46, n. 10, p. 741–749, 3 nov. 2014.
- LUPON, E. et al. Treatment of hyperpigmentation after burn: A literature review. **Burns**, v. 48, n. 5, p. 1055–1068, ago. 2022.
- MIRANDA, H. P. F. DE et al. Queimaduras: fisiopatologia das complicações sistêmicas e manejo clínico / Burns: pathophysiology of systemic complications and clinical management. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 6, p. 64377–64393, 29 jun. 2021.
- OUYANG, H. et al. Comparison of the effectiveness of pulsed dye laser vs pulsed dye laser combined with ultrapulse fractional CO<sub>2</sub> laser in the treatment of immature red hypertrophic scars. **Journal of Cosmetic Dermatology**, v. 17, n. 1, p. 54–60, fev. 2018.
- PASSERON, T. et al. Laser treatment of hyperpigmented lesions: position statement of the European Society of Laser in Dermatology. **Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology**, v. 33, n. 6, p. 987–1005, 14 mar. 2019.
- PEREIRA, K. A. O. P. et al. Laserterapia: revisão da literatura. **Revista Saúde em Foco**, n. 10, p. 516-530, 2018.
- ROTAVA, P. A. et al. Profile of depigmenting cosmetics and dermatological products on the market. *Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada*, v. 41, p. 1–11, 14 set. 2020.
- SALLES, A. G. et al. Tratamento de sequelas de queimadura de face com laser de CO<sub>2</sub> fracionado em pacientes com fototipos III a VI. *Revista Brasileira de Cirurgia Plástica*, v. 27, n. 1, p. 9–13, mar. 2012.

TAO, J. et al. Treatment of burn scars in Fitzpatrick phototype III patients with a combination of pulsed dye laser and non-ablative fractional resurfacing 1550 nm erbium:glass/1927 nm thulium laser devices. **Scars, Burns & Healing**, v. 4, p. 1–6, jan. 2018.

WAIBEL, J. et al. Treatment of burn scars with the 1,550 nm nonablative fractional Erbium Laser. **Lasers in Surgery and Medicine**, v. 44, n. 6, p. 441–446, 1 jun. 2012.

WULKAN, A. J. et al. Treatment of Hypertrophic Burn and Traumatic Scars With a 2,940-nm Fractional Ablative Erbium-doped Yttrium Aluminium Garnet Laser: A Pilot Study. *Dermatologic Surgery*, v. 46, n. 6, p. 789–793, 19 dez. 2019.

XU, J.; PU, Y. Q-Switched Laser Combined with Intense Pulsed Laser in the Treatment of Melasma Based on Reflection Confocal Microscope. **Computational and Mathematical Methods in Medicine**, v. 2022, p. 1–10, 1 jul. 2022.