

UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO
Curso de Fisioterapia

**DIEGO OSVALDO LEME MOREIRA
WILLIAM DE GRANDI CAMPMANY**

**CURA E REPARO INDUZIDA POR LASERTERAPIA:
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Bragança Paulista
2015

DIEGO OSVALDO LEME MOREIRA – R.A. 001201101342
WILLIAM DE GRANDI CAMPMANY – R.A. 001201102408

CURA E REPARO INDUZIDA POR LASERTERAPIA
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Fisioterapia da Universidade São Francisco, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em fisioterapia.

Orientador temático: Prof^o Ms. Cristiano da Rosa

Orientador metodológico: Prof^a Ms. Grazielle Aurelina Fraga de Sousa.

Bragança Paulista
2015

**DIEGO OSVALDO LEME MOREIRA
WILLIAM DE GRANDI CAMPMANY**

**CURA E REPARO INDUZIDA POR LASERTERAPIA
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de curso de Fisioterapia da Universidade São Francisco, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em fisioterapia.

Orientador temático: Prof^o Ms. Cristiano da Rosa

Orientador metodológico: Prof^a Ms. Grazielle Aurelina Fraga de Sousa.

Data de Aprovação / /

Banca Examinadora:

Prof^o Ms. Cristiano da Rosa (Orientador temático)

Universidade São Francisco

Prof^a. Ms. Grazielle Aurelina Fraga de Sousa (Orientadora metodológica)

Universidade São Francisco

Prof^o. Ms. Ricardo Luis Salvaterra Guerra (Examinador convidado)

Universidade São Francisco

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	4
1.1. RESPOSTA DO ORGANISMO A LESÃO.....	4
1.2. USO DO LASER NO PROCESSO DE CICATRIZAÇÃO	5
2 OBJETIVOS	7
2.1. OBJETIVO GERAL	7
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	8
4 ARTIGO CIENTÍFICO	8
5 ANEXOS	24

1. INTRODUÇÃO

1.1. Resposta do organismo a lesão

Quando ocorre uma lesão, logo se desencadeia uma série de eventos bioquímicos, celulares e vasculares. Simultaneamente, se inicia a reparação do tecido lesado, com um único objetivo, que é substituir as células lesadas, por células novas.¹

Para Robbins², a reparação de um tecido pode ocorrer de duas formas, a regeneração e a cicatrização: A regeneração ocorre quando se tem uma substituição das células do tecido lesado pelo mesmo tipo de células, e a cicatrização é quando as células lesadas são substituídas por outros tipos de células, como exemplo o tecido fibroso. O que vai determinar se a reparação será por regeneração ou cicatrização, será a extensão da lesão ou órgão lesado. Porém isso não é regra, sendo que, após uma lesão pode ocorrer a regeneração e cicatrização simultaneamente.

A regeneração promove a volta da estrutura e função do tecido. Esse processo ocorre em tecidos onde encontram-se células lábeis ou estáveis, que são células com capacidade de se regenerar durante toda a vida, e que por se dividirem constantemente, tem um ciclo de vida curto. Além dessa condição, a regeneração só é possível se existir um suporte, um tecido de sustentação no local comprometido. Esse tecido é responsável pela nutrição e irrigação, que são fatores essenciais para que a regeneração seja normal.³

Inicia-se, com inflamação das células lesadas, seguido de uma intensa proliferação. Algo a ser notado, que é importante para o processo de regeneração é a diferenciação celular. Quando as células começam a proliferar, esse crescimento deve ser controlado e limitado, pois o inverso pode caracterizar um princípio de neoplasia. Por isso para que a proliferação não seja descontrolada, as células usam um estímulo chamado de inibição por contato, onde, quando as células começam a entrar em contatos umas com as outras, desenvolvem um potente estímulo, fazendo com que a proliferação pare.⁴

A cicatrização é uma série de eventos bioquímicos e fisiológicos, que ocorrem de forma coordenada e rítmica, entre células e moléculas para que ocorra uma reconstituição do tecido. A cicatrização sempre vai ocorrer num tecido constituído por células permanentes, quando o dano do tecido for extenso e se a matriz extracelular for afetada. É composta de três fases: fase exsudativa ou inflamatória, fase proliferativa ou regenerativa, fase de maturação ou reparativa. Alguns autores classificam em cinco fases, considerando mais completas, que são: coagulação, inflamação, proliferação, contração da ferida e remodelação.⁵

A fase inflamatória, inicia-se logo após a lesão, e dura até 72 horas. Corresponde a ativação do sistema de coagulação sanguínea, e liberação de vários mediadores, como plaquetas, serotonina, adrenalina, fatores de crescimento e complementos. Nessa fase que vai se promover um equilíbrio, formando um coágulo protetor, removendo tecidos desvitalizados. Nessa fase o número de neutrófilos vai aumentar para combater invasão, evitando a infecção. A lesão pode apresentar dor, edema e rubor.⁶

A fase regenerativa, inicia-se entre o terceiro e quinto dia, durando por volta de 21 dias, caracteriza-se pela formação do tecido de granulação. Nesse período ocorre o balanço entre formação da cicatriz e regeneração tecidual. Esta fase é composta de três etapas importantes a neo-angiogênese, a fibroplasia, e epitelização.⁷

A neo-angiogênese é o processo em que ocorre a formação de novos vasos sanguíneos, que é essencial para a manutenção do ambiente para a que ocorra a cicatrização da ferida. Esses novos vasos vão se formar a partir de brotos endoteliais, sua migração é feita da periferia para o centro da lesão. A mitose das células endoteliais são ativadas pelas bradicinina, prostaglandina e outros mediadores químicos que são oriundos dos macrófagos. A neo-angiogênese é responsável pela nutrição e pelo aumento do aporte de células como macrófagos e fibroblastos.⁸

Na fase de maturação, a ferida vai realizar uma contração, através de um movimento centrípede, isso faz com que ocorra uma redução da cicatriz. Essa fase tem início na terceira semana, ocorrendo um aumento da resistência, isso ocorre devido à remodelagem das fibras de colágeno.⁹

1.2. Uso do laser no processo de cicatrização

A Amplificação da Luz por Emissão Estimulada de radiação, também conhecido como laser é muito usada hoje na fisioterapia para analgesia, ação anti-inflamatória e de bioestimulação tecidual. O laser é uma amplificação da luz causada pela radiação eletromagnética manifestando-se em luz monocromática, isso é, de uma única cor.¹⁰

Os tipos mais comuns usados como recursos terapêuticos são: Hélio-Neônio (HeNe) - 632,8 nm, contínuo, o feixe visível e a potência de pico (PP) localizada entre 2 a 10 mW e o Arseneto de Gálio (AsGa) - 904,0 nm, pulsado, feixe de luz invisível, potência de pico 15 a 30 mW.¹¹ A diferença entre estes tipos de lasers são os seus comprimentos de onda. Quanto mais baixo o seu comprimento, maior a sua atuação e maior profundidade³, seguindo o mesmo ideal de Uchôa⁷ onde o resultado do laser terapêutico é a ação de radiação de baixa potência (ação

não destrutiva) que consegue penetrar os tecidos por questões do comprimento de suas ondas e da sua densidade de energia ser considerada baixa¹².

Para Mota¹³, a dosimetria do laser para o efeito de regeneração e cicatrização que fica entre 3 a 6 Joules por centímetro quadrado e que a dosagem irá variar quanto à idade, o grau de desnutrição e a cor da pele do paciente. Outro aspecto do laser é o seu efeito bioquímico, que irá acarretar o aumento do fibroblasto acelerando a construção do tecido e o efeito bioenergético que irá aumentar a atividade enzimática, levando a uma cicatrização mais rápida, aumento da síntese de colágeno para um reparo tecidual, ação analgésica e efeito atérmico.

A técnica de laseterapia, sendo o uso de Arseneto de Gálio (AsGa), em ratos com lesões experimentais mostrou uma melhora no processo cicatricial, no aumento da síntese de colágeno (objetivo de manter a forma do corpo do tecido), diminuição da atividade inflamatória, prevenção de morte do tecido e reparo tecidual mais constituído.

De acordo também com Felice¹⁴, o laser promove aumento do metabolismo através da sua radiação. Esse efeito influenciara em relação à proliferação, a maturação e a locomoção de fibroblasto, aumenta a reabsorção de fibrina, aumenta o tecido de granulação e diminuição da inflamação e como resultado final, melhora a cicatrização.

Uma vez que o uso do laser é através de uma caneta específica podendo ou não ter um contato direto no paciente.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

- Verificar através de uma revisão na literatura qual a dosimetria é mais utilizada no processo de reparação tecidual.

2.2. Objetivos Específicos

- Avaliar os benefícios do uso de laserterapia no processo de cura e reparo;
- Observar qual o tempo total para cura e reparo.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Parizotto GGNA, Fisioterapia D De, Federal U, Carlos DS, Luis RW, Sp SC-. **Fisiopatologia da Reparação Cutânea : Atuação da Fisioterapia.** Rev Bras Fisiot Vol 3, No 1. 1998;(I).
2. Robbins. **Patologia – Bases patológicas das doenças.** 8^oed., Editora Elsevier, Rio de Janeiro, 2010.
3. Balbino CA, Pereira LM, Curi R. **Mecanismos envolvidos na cicatrização: uma revisão.** Rev Bras Ciências Farm. 2005;41.
4. Applegate, Edith J. **Anatomia e Fisiologia.** 4^oed., Editora Elsevier, Rio de Janeiro, 2012.
5. Carlos J, Rocha T. Redalyc. **Terapia laser, cicatrização tecidual e angiogenese.** Red Rev Científicas América Lat. 2004;17:44–8.
6. Conduto J, Aldunate B, Ferreira MC. **Physiological wound healing.** Rev Med. 2010;89(Lim 04):125–31.
7. Mendonça RJ De, Coutinho J. **Aspectos celulares da cicatrização .** An Bras Dermatol. 2009;84(3):257–62.
8. Moriya T. **Biologia da ferida e cicatrização.** Fundamentos em Clínica Cirúrgica. 2008;259–64.
9. Cristina K, Lucena R, Granville-garcia AF. **Efeitos bioestimulantes do laser de baixa potência no processo.** An Bras Dermatol. 2010;85(6):849–55.
10. Giuseppe Tam. **Low Power Laser Therapy and Analgesic Action.** Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery. February 1999, Vol. 17, No. 1: 29-33
11. Silva SF da, Santos ES. **Efeitos do laser hene no tratamento da úlcera de pressão.** Rev Bras Ciência da Saúde. 2003;1:59–61.
12. Assis GM, Duarte A, Moser DL. **Laser Therapy In Pressure Ulcers : Limitations For Evaluation Of Response In Persons With Spinal Cord.** 2013;22(3):850–6.
13. Mota M. **Laserterapia.** 3^o ed., Editora Elsevier, Rio de Janeiro, 2010.

14. Felice TD, Pinheiro AR, Menchik EDS, Silva ACD, Souza LS, Abel A, et al. **Utilização do laser de baixa potência na cicatrização de feridas.** Interbio. 2009;3(2):42–52.
15. Cristina E. **Laser de baixa potência , um forte aliado ao tratamento cicatricial da úlcera de pressão em pacientes hospitalizados.** Rev Min Ciência da Saúde. 2011;(3):35–42.
16. Nogueira VC, Cunha MD, Gonçalves J. **Laser E Ultra-Som Na Cicatrização Em Pacientes Submetidos À Abdominoplastia.** XI Pós Grad - Univ do Val do Paraíba. 2011;1724–7.
17. Ramires RC, Mejia DPM. **Os efeitos do laser no tratamento de úlcera de decúbito – Revisão Bibliográfica.** Fac Ávila - Ter Man. 2012;1–12.
18. Luís AA. **Efeitos do laser de baixa potência no processo de cicatrização de feridas cutâneas.** Rev Bras Cir Plást., v. 21, n. 1, p. 40-48, mar. 2006.
19. Leite SN. **Fototerapia como estímulo à cicatrização de úlceras cutâneas em ratos frente ao estresse oxidativo experimental.** Rev Bras Ciências Farm. 2014;
20. Silveira P, Silva L, Tuon T. **Efeitos da laserterapia de baixa potência na resposta oxidativa epidérmica induzida pela cicatrização de feridas.** Rev Bras Fisioter. 2009;13(4):281–7.
21. Gonçalves R V, Mezêncio JMS, Benevides GP, Matta SLP, Neves CA, Sarandy MM, et al. **Effect of gallium-arsenide laser , gallium-aluminum-arsenide laser and healing ointment on cutaneous wound healing in Wistar rats.** Brazilian J Med Biol Res. 2010;43.
22. Marques AL. **Avaliação histológica do reparo tecidual de feridas após o uso da laserterapia de baixa potência (GaAs) em camundongos.** Fisioter Bras. 2012;
23. Eberspacher N, Fernandes Km, Luciani1 Mg, Zaninialbego F, Biezus G, Berté L, Et Al. **Efeito Do Laser Arseneto De Gálio (904nm) Na Cicatrização Deferida Em Extremidade Distal De Membro Torácico Em Um Cão.** An 35º ANCLIVEPA. 2011;
24. Martín, J. M. R. **Electroterapia em fisioterapia.** Buenos Aires: Panamericana, 2004.
25. Agne, J.E. **Eu sei eletroterapia.** Santa Maria: Pallotti, 2009

26. Parizotto GGNA, Carlos DS, Luis RW, Sp SC-. **Fisiopatologia da Reparação Cutânea : Atuação da Fisioterapia.** Rev Bras Fisiot Vol 3, No 1. 1998;(I).
27. Andrade F do S da SD, Clark RM de O, Ferreira ML. **Effects of low-level laser therapy on wound healing.** Rev Col Bras Cir. 2014 Apr;41(2):129–33.
28. Beckmann KH, Meyer-Hamme G, Schröder S. **Low level laser therapy for the treatment of diabetic foot ulcers: a critical survey.** Evid Based Complement Alternat Med. 2014 Jan;2014:626127.
29. Sanati MH, Torkaman G, Hedayati M, Dizaji MM. **Effect of Ga-As (904 nm) and He-Ne (632.8 nm) laser on injury potential of skin full-thickness wound.** J Photochem Photobiol B Biol. 2011;103(2):180–5.
30. Andrade AG De, Albuquerque AKB De. **Efeitos do laser terapêutico no processo de cicatrização das queimaduras: uma revisão bibliográfica.** 2010;9(1):21–30.

4 ARTIGO CIENTÍFICO

CURA E REPARO INDUZIDA POR LASERTERAPIA

Healing and repair induced by laser therapy

Diego Osvaldo Leme Moreira, William de Grandi Campmany, Cristiano da Rosa.
Universidade São Francisco.

Endereço para correspondência: Diego Osvaldo Leme Moreira, R: José Pupo de Souza, 85, Santa Libânia 12904-151 Bragança Paulista SP, Tel: (11) 99627-0805, E-mail: diego_leme015@hotmail.com

RESUMO

Introdução: Após uma lesão é desencadeado uma série de eventos bioquímicos, celulares e vasculares, iniciando assim a reparação do tecido lesado. A cicatrização acontece de forma coordenada e rítmica, entre células e moléculas, e são dividida em três fases: inflamatória, regenerativa e maturação. O laser AsGa vem sendo muito usado na fisioterapia como recurso em cicatrização. **Objetivo:** Este estudo teve como objetivo verificar qual a dosagem mais utilizada, avaliar os benefícios do uso de laserterapia no processo de cura e reparo e verificar qual o tempo para cura e reparo. **Metodologia:** Foi realizada uma pesquisa nas bases MEDLINE, LILACS, SciELO, Portal Periódicos da CAPES, entre os anos de 2010 à 2015. **Resultados:** Foram encontrados 15 estudos, onde 11 foram realizados com animais, e 4 em humanos. A dosagem mais usado para a reparação de tecido foi de 4J/cm². **Discussão:** Em todos os artigos encontrados foi unânime que o uso do laser AsGa tem sim um efeito benéfico, otimizando a cicatrização, no aumento da resistência tênsil, na proliferação fibroblástica. **Conclusão:** Apesar dos estudos mais atuais, estarem direcionados para hélio-neônio, terapia com LED, a terapia com AsGa ainda se mostra muito eficiente na cicatrização tecidual, sendo mais uma alternativa para tratamento.

Palavras-chave: Fisioterapia, cicatrização, laser.

ABSTRACT

Introduction: After an injury is triggered a series of biochemical, cellular and vascular events, thus beginning the repair of injured tissue. Healing takes place in a coordinated and rhythmically between cells and molecules, and are divided into three phases: inflammatory, regenerative and maturation. The GaAs laser has been widely used in physical therapy as a resource for healing. **Objective:** This study aimed to find what the most commonly used dose, evaluate the benefits of laser therapy use in the healing and repair process and verify the time for healing and repair. **Methods:** A survey was conducted in MEDLINE, LILACS, SciELO, CAPES Periodicals Portal, between the years 2010 to 2015. **Results:** We found 15 studies, which were performed with 11 animals, and 4 in humans. The most commonly used dose for tissue repair was 4 J / cm². **Discussion:** In all the articles found was unanimous that the use of GaAs laser does have a beneficial effect, optimizing wound healing, increased tensile strength, in fibroblast proliferation. **Conclusion:** Although most current studies are directed to helium-neon, LED therapy, therapy with GaAs still proves very effective in wound healing and is an alternative for treatment.

Key-words: physical therapy, healing, laser.

INTRODUÇÃO

Quando ocorre uma lesão, logo se desencadeia uma série de eventos bioquímicos, celulares e vasculares. Simultaneamente, se inicia a reparação do tecido lesado, com um único objetivo, que é substituir as células lesadas, por células novas.[1]

Para Robbins[2], as fases de reparação de um tecido pode ocorrer de duas formas, a regeneração e a cicatrização: A regeneração ocorre quando se tem uma substituição das células do tecido lesado pelo mesmo tipo de células, e a cicatrização é quando as células lesadas são substituídas por outros tipos de células, como exemplo o tecido fibroso. O que vai determinar se a reparação será por regeneração ou cicatrização, será a extensão da lesão ou órgão lesado. Porém isso não é regra, sendo que, após uma lesão pode ocorrer a regeneração e cicatrização simultaneamente.

A regeneração promove a volta da estrutura e função do tecido. Esse processo ocorre em tecidos onde encontram-se células lábeis ou estáveis, que são células com capacidade de se regenerar durante toda a vida, e que por se dividirem constantemente, tem um ciclo de vida curto. Além dessa condição, a regeneração só é possível se existir um suporte, um tecido de sustentação no local comprometido. Esse tecido é responsável pela nutrição e irrigação, que são fatores essenciais para que a regeneração seja normal.[3]

Inicia-se, com inflamação das células lesadas, seguido de uma intensa proliferação. Algo a ser notado, que é importante para o processo de regeneração é a diferenciação celular. Quando as células começam a proliferar, esse crescimento deve ser controlado e limitado, pois o inverso pode caracterizar um princípio de neoplasia. Por isso para que a proliferação não seja descontrolada, as células usam um estímulo chamado de inibição por contato, onde, quando as células começam a entrar em contatos umas com as outras, desenvolvem um potente estímulo, fazendo com que a proliferação pare.[4]

A cicatrização é uma série de eventos bioquímicos e fisiológicos, que ocorrem de forma coordenada e rítmica, entre células e moléculas para que ocorra uma reconstituição do tecido. A cicatrização sempre vai ocorrer num tecido constituído por células permanentes, quando o dano do tecido for extenso e se a matriz extracelular for afetada. É composta de três fases: fase exsudativa ou inflamatória, fase proliferativa ou regenerativa, fase de maturação ou reparativa. Alguns autores classificam em cinco fases, considerando mais completas, que são: coagulação, inflamação, proliferação, contração da ferida e remodelação.[5]

A fase inflamatória, inicia-se logo após a lesão, e dura até 72 horas. Corresponde a ativação do sistema de coagulação sanguínea, e liberação de vários mediadores, como plaquetas, serotonina, adrenalina, fatores de crescimento e complementos. Nessa fase que vai se promover um equilíbrio, formando um coágulo protetor, removendo tecidos desvitalizados. Nessa fase também o número de neutrófilos vai aumentar para combater invasão, evitando a infecção. A lesão pode apresentar calor, dor, edema e rubor.[6]

A fase regenerativa, inicia-se entre o terceiro e quinto dia, durando por volta de 21 dias, caracteriza-se pela formação do tecido de granulação. Nesse período ocorre o balanço entre formação da cicatriz e regeneração tecidual. Esta fase é composta de três etapas importantes a neo-angiogênese, a fibroplasia, e epitelização.[7]

A neo-angiogênese é o processo em que ocorre a formação de novos vasos sanguíneos, que são essenciais para a manutenção do ambiente para a que ocorra a cicatrização da ferida. Esses novos vasos vão se formar a partir de brotos endoteliais, sua migração é feita da periferia para o centro da lesão. A mitose das células endoteliais são ativadas pelas bradicinina, prostaglandina e outros mediadores químicos que são oriundos dos macrófagos. A neo-angiogênese é responsável pela nutrição e pelo aumento do aporte de células como macrófagos e fibroblastos. [8]

Na fase de maturação, a ferida vai realizar uma contração, através de um movimento centrípede, isso faz com que ocorra uma redução da cicatriz. Essa Fase tem início na terceira semana, ocorrendo um aumento da resistência, isso ocorre devido à remodelagem das fibras de colágeno.[9]

A Amplificação da Luz por Emissão Estimulada de radiação, também conhecido como laser é muito usada hoje na fisioterapia para analgesia, ação anti-inflamatória e de bioestimulação tecidual. O laser é uma amplificação da luz causada pela radiação eletromagnética manifestando-se em luz monocromática, isso é, de uma única cor.[10]

Os tipos mais comuns usados como recursos terapêuticos são: Hélio-Neônio (HeNe) - 632,8 nm, contínuo, o feixe visível e a potência de pico localizada entre 2 a 10 mW e o Arseneto de Gálio (AsGa) - 904,0 nm, pulsado, feixe de luz invisível, potência de pico 15 a 30 mW.[11] A diferença entre estes tipos de lasers são os seus comprimentos de onda. Quanto mais alto o seu comprimento, maior a sua atuação e maior profundidade[3], seguindo o mesmo ideal de Uchôa[7] onde o resultado do laser terapêutico é a ação de radiação de baixa potência (ação não destrutiva) que consegue penetrar os tecidos por questões do comprimento de suas ondas e da sua densidade de energia ser considerada baixa[12].

Para Mota[13], a dosimetria do laser para o efeito de regeneração e cicatrização fica entre 3 a 6 Joules por cm² e que a dosagem irá variar quanto à idade, o grau de desnutrição e a cor da pele do paciente. Outro aspecto do laser é o seu efeito bioquímico, que irá acarretar o aumento do fibroblasto acelerando a construção do tecido e o efeito bioenergético que irá aumentar a atividade enzimática, levando a uma cicatrização mais rápida, aumento da síntese de colágeno para um reparo tecidual, ação analgésica e efeito atérmico.

A técnica de laserterapia, sendo o uso de Arseneto de Gálio (AsGa), em ratos com lesões experimentais mostrou uma melhora no processo cicatricial, no aumento da síntese de colágeno (objetivo de manter a forma do corpo), diminuição da atividade inflamatória, prevenção de morte do tecido e reparo tecidual mais constituído.

De acordo também com Felice[14], o laser promove aumento do metabolismo através da sua radiação. Esse efeito influenciara em relação à proliferação, a maturação e a locomoção de fibroblasto, aumenta a reabsorção de fibrina, aumenta o tecido de granulação e diminuição da inflamação e como resultado final, melhora a cicatrização.

Uma vez que o uso do laser é através de uma caneta específica podendo ou não ter um contato direto no paciente.

Tendo em vista a importância do laser Arseneto de Gálio para o tratamento de reparo tecidual, este estudo teve como objetivo geral verificar através de uma revisão na literatura qual a dosimetria é melhor utilizado no processo de reparação tecidual, bem como objetivo específico, avaliar os benefícios do uso de laserterapia e observar qual o tempo para cura e reparo.

METODOLOGIA

Foi realizada uma revisão bibliográfica por meio de livros e publicações de periódicos indexados nas bases de dados: MEDLINE, LILACS, SciELO e CAPES, que abordassem o uso do laser arseneto de gálio no processo de cicatrização tecidual, entre os anos de 2010 à 2015, nas línguas portuguesa e inglesa. Para realizar a busca, utilizou-se as seguintes combinações de palavras chave: laserterapia, cicatrização de feridas, reparação tecidual, cicatrização e Arseneto de gálio. Foram excluídos artigos publicados fora do período proposto, os que não tinham sido publicados em revistas ou periódicos, bem como, os que não tenham as características do tema abordado. Após o levantamento bibliográfico, os dados foram verificados através de análise descritiva e os resultados foram repassados para gráficos e tabelas.

RESULTADOS

Durante a pesquisa foram encontrados 15 artigos, seguindo os critérios de inclusão.

Gráfico 1. Indica que dos 15 artigos encontrados, 9 foram realizados em ratos, 4 em humanos. Evidenciando a escassez de estudos realizados em humanos.

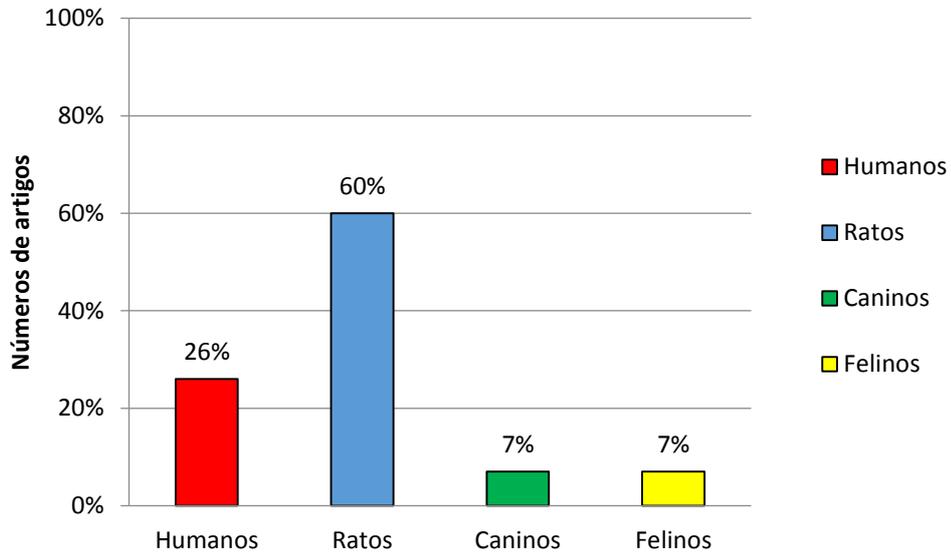


Gráfico 1. Tipos de populações estudadas

Gráfico 2. Representa que o tipo de lesão mais encontrado em humanos foi úlcera cutânea (75%) e ferida cutânea (25%), as lesões em animais, foram todas induzidas.

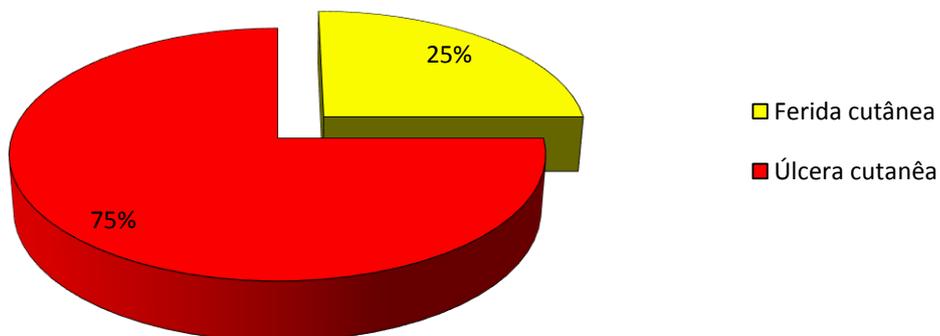


Gráfico 2. Tipos de lesões mais estudadas nas pesquisas

Gráfico 3. Demonstra que a dosagem mais utilizada nos estudos foi de 4J/cm² (40%), seguido de 3J/cm² (20%), 5J/cm² (13,3%), 6J/cm² (13,3%), 2J/cm² (6,6%) e 1J/cm² (6,6%).

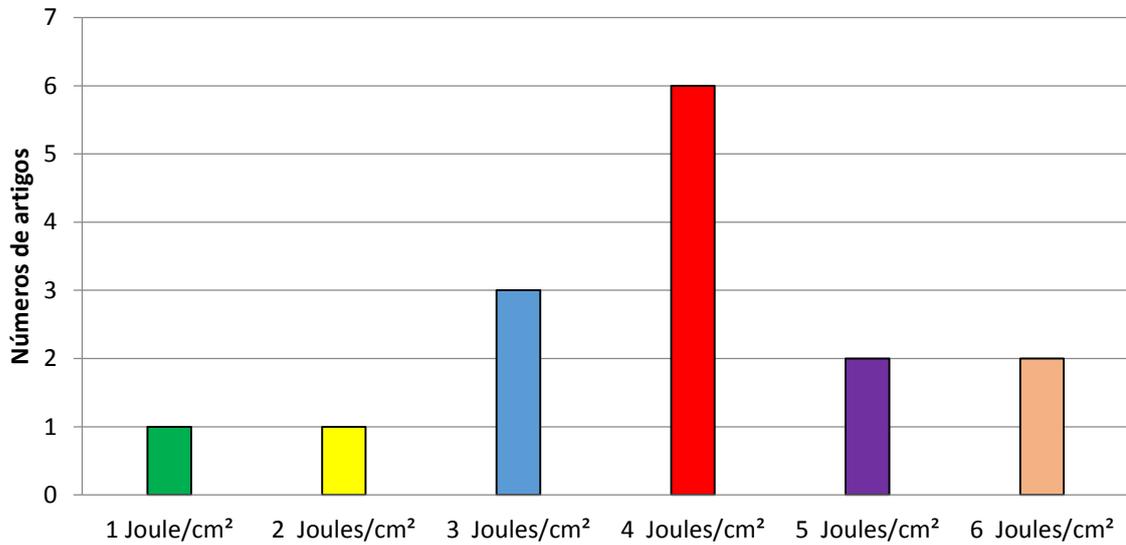


Gráfico 3. Doses mais utilizadas nos estudos.

Gráfico 4. Representa os tipos de análises utilizadas nos estudos para avaliar a eficiência do tratamento.

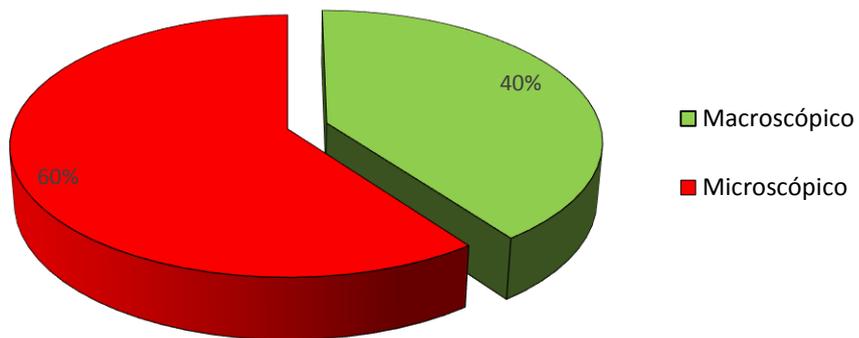


Gráfico 4. Tipos de análises realizadas nos estudos

Gráfico 5. A amostra indica que o resultado mais obtido foi o fechamento total da lesão (46,6%) seguido da redução da lesão (20%). Alguns artigos também evidenciaram maior proliferação fibroblástica (6,6%), melhora oxidativa (6,6%), deposição de fibras elásticas (6,6%), aumento da resistência tênsil (6,6%) e reparo tecidual (6,6%).

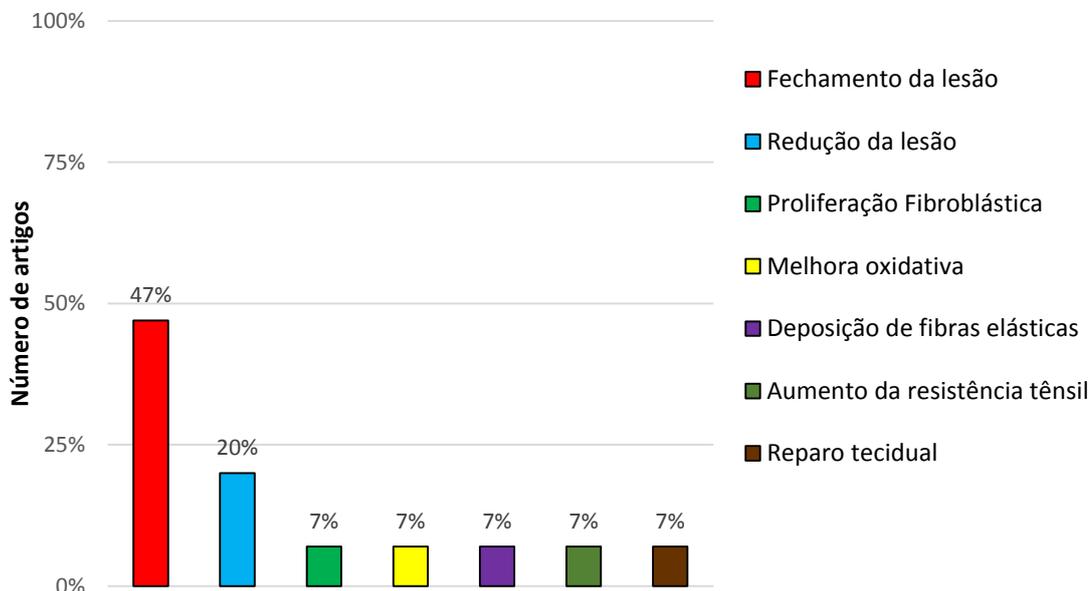


Gráfico 5. Resultados obtidos nos estudos

Tabela I - Breve descrição das propostas de tratamento com o laser AsGa principais resultados.

Autores	Tratamento	Resultados Obtidos
Cristina, 2011 ^[15]	Aplicado na borda da ferida, pontual, distância de 2 em 2 cm, dose de 5j/cm ² , 3 aplicações, por no máximo 90 dias.	Otimizou o tempo de fechamento das feridas, reduzindo o gasto com medicamentos e internações
Cristina, 2011 ^[15]	Laser de baixa intensidade, AsGa de 904 nm com dose de 6J/cm ² durante 14 sessões.	Teve efeito positivo na velocidade do processo de cicatrização da úlcera de pressão. Estes efeitos se dão devido à aceleração do processo reparativo e aumento da resistência do processo cicatricial.

Nogueira <i>et al.</i> , 2011 ^[16]	Comprimento de onda de 904 nm, 5J/cm ² , profundidade de 5 mm, técnica pontual. No início do tratamento as sessões eram diárias durante cinco dias consecutivos; posteriormente foram realizadas em dias alternados (três vezes por semana). Os tratamentos duraram de 20 a 120 dias, de acordo com a extensão da lesão.	O estudo observou a proliferação e a aceleração no reparo do tecido e a redução da tensão tissular, levando ao fechamento total da lesão.
Ramires <i>et al.</i> , 2012 ^[17]	14 sessões, 2 vezes por semana, o laser AsGa de 904 nm com 6J/cm ² , 45 mW com aplicação pontual ao redor da lesão e em varredura no leito da ferida	Ao final do tratamento, 14 ^o atendimento, houve a cicatrização total da úlcera.
Luis, 2013 ^[18]	Comprimento de onda 780nm, com 3.8 J/cm ² , 15mw de potência, em forma de varredura por 27 segundos, durante 7 dias.	Observou-se uma maior proliferação fibroblástica
Leite, 2014 ^[19]	Pontual ao redor da lesão, 904 nm, 4 J/cm ² , 30 segundos.	Diminuição nos marcadores de estresse oxidativo (diminuição da inflamação) e indução da colagênese acelerando o processo cicatricial cutâneo em ratos normais.
Silveira <i>et al.</i> , 2010 ^[20]	Comprimento de onda de 904 nm, potência de pico de 15 mW, frequência de 2000 Hz, tempo de pulso de 180 ns e área de secção transversal do feixe de 0,07 cm ² . O tempo de aplicação foi de 40 (2 J/cm ²) e 80 (4 J/cm ²) segundos. Foi realizada aplicação pontual sem contato (distância aproximada de 1 mm).	Concluiu-se que o laser consegue proteger a célula contra lesões oxidativas, diminuindo a morte celular fisiológica (apoptose) ou a morte celular patológica (necrose) e ajuda na cicatrização das feridas.
Gonçalves <i>et al.</i> , 2010 ^[21]	Comprimento de onda de 904 nm, 4J/cm ² , técnica pontual.	Fechamento da lesão mais rápido em relação aos outros grupos.

Marques, 2012 ^[22]	Comprimento de 904nm, GaAs, potência de pico 25W, duração de pulso 200ns, densidade de energia de 1J/cm ² por 23 segundos.	Diminuição progressiva da resposta inflamatória e antecipação do período de formação de fibras elásticas, demonstrando-se eficiente na antecipação do processo de cicatrização cutânea de camundongos.
Eberspacher <i>et al.</i> , 2011 ^[23]	Comprimento de onda 904nm, dosimetria de 4J/cm ² , aplicado de forma pontual, realizada uma vez ao dia, do 11 ^o ao 20 ^o dia de tratamento, a qual tinha início na periferia da lesão e era continuada em posição concêntrica até ser finalizada no centro do leito do ferimento.	Otimizou o tempo de fechamento da lesão
Andrade <i>et al.</i> , 2010 ^[30]	Compararam as alterações histológicas em lesões cutâneas cirúrgicas em dois grupos de gatas após tratamento com laser AsGa a 2 e 4 j/cm ² e em um grupo controle.	As fibras colágenas mostravam maior tendência à organização, orientadas paralelamente à epiderme em comparação ao controle. As cicatrizes das gatas irradiadas apresentaram maior resistência tênsil.
Sanati, 2011 ^[29]	Compara dois grupos com 30 ratos, sendo um grupo com uso do hélio nêonio e o outro o AsGa 2j/cm ² durante 21 dias.	O grupo tratado com o Arseneto de gálio teve um fechamento da lesão mais rápido em relação ao grupo tratado com hélio neônio.
Beckmann <i>et al.</i> , 2014 ^[28]	Usou como protocolo 4 J / cm 2, pontual, 2 vezes por semana durante 20 sessões.	Reduziu a reação inflamatória induzida aumentada, deposição de colágeno, e estimulou uma maior proliferação de miofibroblastos em ratos. Ocorrendo o fechamento total da lesão.
Andrade F. et al., 2010 ^[27]	Laser aplicado em 15 ratos Wistar divididos em três grupos: G1 (controle), G2 (2J/cm ²) e G3 (4J/cm ²) irradiados durante 10 dias consecutivos sobre a lesão.	A dose de 4J/cm ² diferiu significativamente das demais quanto ao processo de reepitelização.

Andrade F. et al., 2010^[27] Aplicação de Laser AsGa, Redução da área das feridas.
4J/cm² de forma pontual em
varredura sobre a úlcera de
decubito e venosas em
humanos

DISCUSSÃO

Foram encontrados 15 artigos científicos desde o ano de 2010 sobre o uso do arseneto de gálio com respostas de cura e/ou reparo em tecidos lesados. Dentre todos as dosagens usadas no tratamento, o laser de 4 J/cm² foi o mais utilizado, seguido dos lasers de 3 J/cm² e empatando os lasers de 5 e 6 J/cm².

Segundo Martín[24] quando os tecidos vivos são bombardeados com energia de radiofrequência em infravermelhos, provoca-se um aumento da energia própria do organismo, que muito se assemelha ao calor procedente do metabolismo energético. Esse calor é necessário para a síntese de proteínas, transferências iônicas e geração de novas moléculas destinadas à reconstrução orgânica e o aporte energético.

Para Agne[25] os efeitos provocados pela radiação do laser sobre os tecidos vão depender da absorção dessa energia e da transformação desta em determinados processos biológicos. Tanto o comprimento de onda da radiação como as características óticas do tecido, são parte dos fenômenos que regem a absorção, pois o efeito sobre a estrutura viva depende principalmente da quantidade de energia depositada e do tempo em que esta foi absorvida.

Ariane Luis[18] encontrou uma resposta de proliferação fibroblástica em sua cobaia em um tratamento do uso do laser de 4 J/cm², 1 vez ao dia por 27 segundos e estendeu-se o tratamento por 7 dias. Como resposta final, além da proliferação, observou a redução do infiltrado inflamatório e o aumento da deposição do colágeno. Seguindo essa modelo de tratamento, Saulo Nani Leite[19] teve uma resposta semelhante com o uso do laser de 3 J/cm² pontual, mostrou ter melhorado as úlceras induzidas em ratos com a relação do estresse oxidativo. O tratamento ocorreu após 2 horas, 12 horas, 1 dia, 2 dias, 3 dias, 4 dias e 5 dias após a cirurgia. Depois desse processo, foi observado a diminuição das lesões, melhora no processo de cicatrização e o aumento do colágeno em todos os ratos, comparados ao grupo controle.

Ainda dentro do estresse oxidativo e do uso do laser, nos seus estudos e testes, Silveira et al[20] buscou os efeitos oxidativos na cicatrização da lesões nos ratos. Foram divididos 3 grupos de animais com lesões induzidas. O grupo número 1 considerado o grupo controle não recebeu o tratamento com laser, o segundo grupo recebeu o laser de 2 J/cm² e o terceiro grupo recebeu o laser de 4 J/cm². Todos os animais foram anestesiados para esse estudo. Após recolher todas as informações e realizar os exames bioquímicos, concluiu-se que o laser consegue proteger a célula contra lesões oxidativas, diminuindo a morte celular fisiológica (apoptose) ou a morte celular patológica (necrose) e ajuda na cicatrização das feridas.

Existiu uma maior força e resistência tênsil por melhor constituição das fibras de colágeno no laser AsGa de 2 e 4 Joules em lesões cutâneas em gatos. Foi constatado mudanças da histologia da pele desses animais. Essa foi o resultado encontrado por Andrade et al.[27] em suas pesquisas e que o efeito do laser AsGa é parecido com o efeito da luz infravermelha quando trata-se do citocromo C oxidase que é um fotorreceptor, tendo como resposta final uma fotoestimulação.

Com o laser AsGa de 4 Joules, Beckmann et al.[28] conseguiu ótimos resultados com o seu tratamento em ratos para a cicatrização de feridas. Através da microscopia eletrônica, ele concluiu que existiu uma maior taxa de reparo e conseqüentemente o término da lesão pelo método utilizado. Com praticamente os mesmos resultados encontrados por Eberspacher et

al.[23] o uso da laserterapia de 4 joules com AsGa foi para tratar a ferida de um cão. Seguiu o procedimento padrão de tratamento de laser, pontual e partindo da periferia para o centro da lesão. Seguindo 10 dias ainda sem o uso do laser como tratamento, a ferida apresentava 15x8cm. Do décimo primeiro ao trigésimo dia, ocorreram o uso do laser e as dimensões da ferida já apresentavam 0,5x2,5cm. A cicatrização total ocorreu no quadragésimo quinto dia. Durante todos esses dias, a lesão era avaliada e medida. O uso de laser ajudou a acelerar o metabolismo para uma cicatrização mais rápida, com elasticidade e resistência.

Rossinê Carvalho Ramires[17] com o tratamento feito em animais e que suas lesões foram induzidas pelo pesquisador, mostrou que o laser de 3J/cm² teve uma ação efetiva de cicatrização na fase inicial. O teste foi realizado por 3 dias.

Introduzindo agora os resultados em humanos junto com um tratamento combinado, Veruska Cronemberger Nogueira et. Al.[16], utilizaram o laser AsGa associado com o ultrassom para o tratamento de cicatriz em pacientes com ulceração cutânea aguda. O protocolo usado para o laser foi de 5J/cm² em varredura e pontual. Para os testes, constituíram de 4 mulheres com alterações na cicatrização. Após as sessões, constatou-se a melhora significativa mais rápida em 3 das 4 pacientes por tratarem de lesões menores. A paciente numero 4 possuía uma lesão mais ampla, com comprometimento da derma, áreas com isquemia e morte tecidual. Mas o tratamento surtiu efeito, onde existiu uma disposição das fibras de colágeno e diminuição de tecido fibroso. Vale ressaltar que o uso combinado de aparelhos e de outras técnicas fisioterapêuticas ajudam e muito para o sucesso do tratamento dos pacientes.

Diferente da Veruska, Ellen Cristina[15] conseguiu respostas relevantes com o uso do AsGa de intensidade de 6J/cm² para a cicatrização de úlceras de pressão. E um paciente, precisou de 14 sessões com o laser para o fechamento da lesão. O laser atuou para acelerar o processo de reparação e da resistência da cicatrização. Ainda nos seus trabalhos, encontrou-se que o laser ajuda a diminuir a dor do local lesionado e uma implicação bactericida por irradiação, levando a uma ótima evolução da ferida cutânea.

Rossinê Carvalho Ramires[17] em suas pesquisas do laser no tratamento de úlcera de decúbito e em suas revisões bibliográficas encontrou com o uso do AsGa de 6J/cm², pontual, sendo feito 2 vezes semanalmente e por 14 sessões, efeito para um paciente de trauma raquimedular. A lesão inicial media aproximadamente 20 cm² e após o 14^o atendimento a úlcera de calcâneo foi totalmente curada. A evolução do tratamento foi registrada por medição de régua e fotos. Isso mostra a qualidade e a eficácia do laser para o tratamento desse tipo de lesão.

Alguns autores também realizam os tratamentos com a perspectiva de comparar qual o melhor laser de tratamento, como Gonçalves et al.[21] que fez uma comparação entre o Arseneto de Gálio (AsGa), o Arseneto de Gálio-Alumínio (AsGaAl) e uma pomada de cicatrização. Foram utilizados 30 ratos para o estudo, sendo eles divididos em 5 grupos com 6 deles em cada. O Arseneto de Gálio foi usado na dose de 4 Joules e como respostas aos testes realizados, obteve uma maior redução da lesão e a cura mais rápida entre todos os outros meios de tratamento. Encontrou-se também uma diminuição do colágeno do tipo III e consequentemente um aumento do colágeno do tipo I, onde essas fibras de colágeno são mais densas, dando a cicatrização uma maior resistência. Seguindo o mesmo caminho, Andrade et al.[27] realizaram um levantamento bibliográfico de artigos entre os anos 2000 a 2011 para observar os efeitos do laser de baixa potência. Dentro do seu estudo, o Arseneto de Gálio de 4 Joules usado no tratamento dos roedores apresentou resultados extremamente positivos, comparados ao grupo controle. Como resposta, obteve um melhor reparo do tecido. E o Arseneto de Gálio comparado ao Hélio Neônio apresentou uma cicatrização mais relevante em lesões nos ratos. Andrade conseguiu afirmar em seus estudos que os lasers de 3 a 6 J/cm² são os mais ativos dentro do tratamento de lesões cutâneas.

CONCLUSÃO

A dosimetria mais utilizadas e que percebe-se boa efetividade foi de 4J/cm², e apesar dos dos inúmeros estudos atuais, estarem direcionados para hélio-neônio, terapia com LED, ou terapia combinada, foi possível observar que o laser AsGa foi capaz de promover um processo cicatricial rápido e de boa qualidade, acelerando a proliferação de células, aumentando a vascularização e melhorando a organização do colágeno. O tempo para a cicatrização não pode ser definido devido as diferenças e tipos de lesões que serão tratada, como a extensão lesada, e o tipo de tecido. Embora os estudos tenham verificado resultados benéficos no processo da cicatrização, faz-se necessário a realização de mais estudos para elucidar os mecanismos de atuação do laser Arseneto de Gálio e os parâmetros ideais que devem ser utilizados na prática clínica em humanos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Parizotto GGNA, Fisioterapia D De, Federal U, Carlos DS, Luis RW, Sp SC-. **Fisiopatologia da Reparação Cutânea : Atuação da Fisioterapia.** Rev Bras Fisiot Vol 3, No 1. 1998;(I).
2. Robbins. **Patologia – Bases patológicas das doenças.** 8^oed., Editora Elsevier, Rio de Janeiro, 2010.
3. Balbino CA, Pereira LM, Curi R. **Mecanismos envolvidos na cicatrização: uma revisão.** Rev Bras Ciências Farm. 2005;41.
4. Applegate, Edith J. **Anatomia e Fisiologia.** 4^oed., Editora Elsevier, Rio de Janeiro, 2012.
5. Carlos J, Rocha T. Redalyc. **Terapia laser, cicatrização tecidual e angiogenese.** Red Rev Científicas América Lat. 2004;17:44–8.
6. Conduto J, Aldunate B, Ferreira MC. **Physiological wound healing.** Rev Med. 2010;89(Lim 04):125–31.
7. Mendonça RJ De, Coutinho J. **Aspectos celulares da cicatrização .** An Bras Dermatol. 2009;84(3):257–62.
8. Moriya T. **Biologia da ferida e cicatrização.** Fundamentos em Clínica Cirúrgica. 2008;259–64.
9. Cristina K, Lucena R, Granville-garcia AF. **Efeitos bioestimulantes do laser de baixa potência no processo.** An Bras Dermatol. 2010;85(6):849–55.
10. Giuseppe Tam. **Low Power Laser Therapy and Analgesic Action.** Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery. February 1999, Vol. 17, No. 1: 29-33
11. Silva SF da, Santos ES. **Efeitos do laser hene no tratamento da úlcera de pressão.** Rev Bras Ciência da Saúde. 2003;1:59–61.

12. Assis GM, Duarte A, Moser DL. **Laser Therapy In Pressure Ulcers : Limitations For Evaluation Of Response In Persons With Spinal Cord.** 2013;22(3):850–6.
13. Mota M. **Laserterapia.** 3º ed., Editora Elsevier, Rio de Janeiro, 2010.
14. Felice TD, Pinheiro AR, Menchik EDS, Silva ACD, Souza LS, Abel A, et al. **Utilização do laser de baixa potencia na cicatrização de feridas.** Interbio. 2009;3(2):42–52.
15. Cristina E. **Laser de baixa potência , um forte aliado ao tratamento cicatricial da úlcera de pressão em pacientes hospitalizados.** Rev Min Ciência da Saúde. 2011;(3):35–42.
16. Nogueira VC, Cunha MD, Gonçalves J. **Laser E Ultra-Som Na Cicatrização Em Pacientes Submetidos À Abdominoplastia.** XI Pós Grad - Univ do Val do Paraíba. 2011;1724–7.
17. Ramires RC, Mejia DPM. **Os efeitos do laser no tratamento de úlcera de decúbito – Revisão Bibliográfica.** Fac Ávila - Ter Man. 2012;1–12.
18. Luís AA. **Efeitos do laser de baixa potência no processo de cicatrização de feridas cutâneas.** Rev Bras Cir Plást., v. 21, n. 1, p. 40-48, mar. 2006.
19. Leite SN. **Fototerapia como estímulo à cicatrização de úlceras cutâneas em ratos frente ao estresse oxidativo experimental.** Rev Bras Ciências Farm. 2014;
20. Silveira P, Silva L, Tuon T. **Efeitos da laserterapia de baixa potência na resposta oxidativa epidérmica induzida pela cicatrização de feridas.** Rev Bras Fisioter. 2009;13(4):281–7.
21. Gonçalves R V, Mezêncio JMS, Benevides GP, Matta SLP, Neves CA, Sarandy MM, et al. **Effect of gallium-arsenide laser , gallium-aluminum-arsenide laser and healing ointment on cutaneous wound healing in Wistar rats.** Brazilian J Med Biol Res. 2010;43.
22. Marques AL. **Avaliação histológica do reparo tecidual de feridas após o uso da laserterapia de baixa potência (GaAs) em camundongos.** Fisioter Bras. 2012;
23. Eberspacher N, Fernandes Km, Luciani1 Mg, Zaninialbego F, Biezus G, Berté L, Et Al. **Efeito Do Laser Arseneto De Gálio (904nm) Na Cicatrização Deferida Em Extremidade Distal De Membro Torácico Em Um Cão.** An 35º ANCLIVEPA. 2011;
24. Martín, J. M. R. **Electroterapia em fisioterapia.** Buenos Aires: Panamericana, 2004.
25. Agne, J.E. **Eu sei eletroterapia.** Santa Maria: Pallotti, 2009
26. Parizotto GGNA, Carlos DS, Luis RW, Sp SC-. **Fisiopatologia da Reparação Cutânea : Atuação da Fisioterapia.** Rev Bras Fisiot Vol 3, No 1. 1998;(I).
27. Andrade F do S da SD, Clark RM de O, Ferreira ML. **Effects of low-level laser therapy on wound healing.** Rev Col Bras Cir. 2014 Apr;41(2):129–33.

28. Beckmann KH, Meyer-Hamme G, Schröder S. **Low level laser therapy for the treatment of diabetic foot ulcers: a critical survey.** Evid Based Complement Alternat Med. 2014 Jan;2014:626127.
29. Sanati MH, Torkaman G, Hedayati M, Dizaji MM. **Effect of Ga-As (904 nm) and He-Ne (632.8 nm) laser on injury potential of skin full-thickness wound.** J Photochem Photobiol B Biol. 2011;103(2):180–5.
30. Andrade AG De, Albuquerque AKB De. **Efeitos do laser terapêutico no processo de cicatrização das queimaduras: uma revisão bibliográfica.** 2010;9(1):21–30.

5. ANEXOS