

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Câmpus de Botucatu**

MARIANA MAIA PAULA LEITE

**FOTOBIMODULAÇÃO NA MEDICINA VETERINÁRIA: REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA**

Botucatu
2025

MARIANA MAIA PAULA LEITE

**FOTOBIMODULAÇÃO NA MEDICINA VETERINÁRIA: REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade "Júlio de Mesquita Filho", Câmpus de Botucatu, SP, para obtenção do grau de Médico Veterinário

Área de Concentração: Clínica Cirúrgica Animal

Preceptor: Profa. Dra. Luciane dos Reis Mesquita

Coordenador de Estágios: Profa. Dra. Camila Michele Appolinário

Botucatu
2025

L533f Leite, Mariana Maia Paula
Fotobiomodulação na medicina veterinária: : revisão
bibliográfica / Mariana Maia Paula Leite. -- Botucatu, 2025
21 p.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Medicina
Veterinária) - Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu
Orientadora: Luciane dos Reis Mesquita

1. Medicina veterinária. 2. LASER. 3. Feridas. 4.
Cicatrização. I. Título.

MARIANA MAIA PAULA LEITE

**FOTOBIMODULAÇÃO NA MEDICINA VETERINÁRIA: REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado à Universidade "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu - SP, para obtenção do título de Bacharel em Medicina Veterinária

Área de Concentração: Clínica Cirúrgica Animal

Data da defesa: 11/11/2025

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Luciane dos Reis Mesquita
UNESP – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - Campus da Cidade de Botucatu

Prof. Dr. Marcos Jun Watanabe
UNESP - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - Campus da Cidade de Botucatu

M. Sc. Guilherme Rech Cassanego
UNESP - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - Campus da Cidade de Botucatu

RESUMO

O uso de *LASERS* visando a cicatrização de feridas tem apresentado expansão nos últimos 10 anos, tendo em vista o crescimento das modalidades de terapias alternativas na medicina veterinária. Sendo utilizados pela primeira vez na biomedicina em 1960, eles ocasionam a redução da dor, o tratamento de lesões musculares e de lesões cutâneas. Seu mecanismo de ação ocorre por meio da absorção de energia incidente no local da irradiação por cromóforos cutâneos, a qual resulta em aumento do metabolismo celular e do aporte de nutrientes e de oxigênio para o leito da ferida. Tais efeitos estimulam a neovascularização e elevam o número de fibroblastos no leito cutâneo, contribuindo para a aceleração do processo de cicatrização por estímulo de fatores de crescimento e de proliferação de queratinócitos. Apesar da popularização de estudos visando a investigação dos efeitos do uso de *LASERS* em feridas, sua utilidade clínica ainda não é totalmente esclarecida diante da grande variabilidade dos resultados obtidos. Tendo em vista as divergências entre estudos clínicos quanto aos efeitos da laserterapia na cicatrização de feridas em animais, esta revisão visa expor os resultados presentes na literatura referente à atuação de *LASERS* de baixa potência.

Palavras-chave: *LASER*; feridas; cicatrização; estudos.

SUMMARY

The use of *LASERS* for wound healing has expanded over the past 10 years, driven by the growth of alternative therapies in veterinary medicine. First used in biomedicine in 1960, they reduce pain and treat muscle and skin injuries. Their mechanism of action involves the absorption of energy incident on the irradiation site by cutaneous chromophores, resulting in increased cellular metabolism and the supply of nutrients and oxygen to the wound bed. These effects stimulate neovascularization and increase the number of fibroblasts in the skin bed, contributing to the acceleration of the healing process by stimulating growth factors and keratinocyte proliferation. Despite the widespread use of studies investigating the effects of *LASERS* on wounds, their clinical utility is still not fully understood due to the wide variability of results obtained. Given the discrepancies between clinical studies regarding the effects of laser therapy on wound healing in animals, this review aims to present the results reported in the literature concerning the action of low-level laser therapy.

Keywords: *LASER*; wounds; healing; studies.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. REVISÃO DE LITERATURA	7
2.1 A pele	7
2.2 Feridas	8
2.3 Cicatrização	8
2.4 Fase inflamatória	9
2.5 Fase proliferativa.....	10
2.6 Fase de remodelamento.....	11
2.7 <i>Lasers</i> de Baixa Potência.....	12
2.8 <i>Lasers</i> na Medicina Veterinária	14
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	15
REFERÊNCIAS.....	16

1. INTRODUÇÃO

A pele constitui o maior órgão de um animal, responsável por formar uma barreira fisiológica entre o ambiente e o organismo, conferindo defesa contra lesões químicas, físicas e microbiológicas (LUCAS, 2008). Sendo usualmente complexas (THEORET, 2017), as feridas são responsáveis por causarem prejuízos à saúde animal, da mesma maneira que geram prejuízos financeiros a seus tutores (BANDEIRA et al., 2020). Como forma de reestabelecer o estado inicial tecidual alterado após a ocorrência de uma lesão, o organismo gera um conjunto de modificações teciduais, celulares e humorais com o objetivo de reestabelecer a homeostase tecidual, reparar e conter a lesão (ANTONIO, 2005; REZENDE, 2001). Tendo em vista a recorrência de feridas traumáticas na clínica de pequenos animais, novas modalidades visando a reparação tecidual vêm sendo empregadas na medicina veterinária nos últimos 10 anos (BUNCH, 2023), entre elas o LED, ultrassom terapêutico, campos eletromagnéticos e o *LASER* de baixa potência (FREITAS et al., 2013).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A pele

A pele é o principal contato do organismo com o meio ambiente (ROSS, 2021). Juntamente com seus anexos, a pele é o maior órgão do corpo, sua composição integra duas diferentes camadas, denominadas epiderme e derme (LUCAS, 2025).

A epiderme constitui o epitélio superficial da pele que se encontra acima da derme, é derivada do ectoderma embrionário (METCALFE; FERGUSON, 2007), e formada por um epitélio estratificado escamoso queratinizado, composto por melanócitos com função de produção de pigmento para pelos e pele, células de Langerhans que desempenham o papel de defesa imunológica, células de Merkel, as quais atuam como receptores sensoriais, e queratinócitos (LUCAS, 2025). A queratina é uma proteína produzida pelos queratinócitos, a qual compõe a barreira protetora da epiderme ao se ligarem através de desmossomos (AARESTRUP, 2018).

A derme é uma estrutura fibrosa resistente, localizada abaixo da epiderme, que possui a função de sustentação e adesão da pele à hipoderme (METCALFE; FERGUSON, 2007). É composta por diferentes tipos celulares, principalmente fibroblastos, tipos celulares responsáveis pela produção de enzimas de remodelação

(proteínases e colagenases) que possuem grande importância na cicatrização da pele (METCALFE; FERGUSON, 2007), assim como a produção de fibras colágenas, elásticas e reticulares (LUCAS, 2008). Diferentemente da epiderme, a derme é amplamente inervada e vascularizada tanto por vasos sanguíneos como linfáticos, além de possuir anexos como folículos pilosos, músculo eretor do pelo, glândulas sebáceas e glândulas sudoríparas (LUCAS, 2008).

2.2 Feridas

Feridas se caracterizam por um traumatismo que ocasiona perda da integridade cutânea e descontinuidade anatômica, comprometendo a fisiologia da pele e prejudicando sua função protetora (ISAAC et al., 2010). Podem ser classificadas por seu grau de contaminação e duração da contaminação, assim como são categorizadas em feridas abertas ou fechadas (PAVLETIC, 2018).

Feridas abertas são aquelas em que o agente da lesão ocasiona perda da continuidade da pele ou mucosa, e feridas fechadas, como os hematomas e as contusões, ocorrem quando não há comprometimento da camada superficial da pele, impedindo sua contaminação (MACPHAIL; FOSSUM, 2019).

No que se refere aos graus de contaminação, as feridas podem ser classificadas em limpas, limpo-contaminadas, contaminadas e infectadas (WATANABE, 2010; SCHEFFER, 2022). Feridas limpas ocorrem em ambiente cirúrgico controlado, com técnica asséptica e baixa probabilidade de contaminação (FOSSUM, 2023). Feridas limpo-contaminadas também ocorrem em ambiente asséptico, entretanto possuem contaminação moderada ocasionada por contato com trato gastrointestinal, respiratório ou genitourinário (WATANABE, 2010; SCHEFFER, 2022). Feridas contaminadas são traumáticas, causadas por material contaminante, costumam apresentar reação inflamatória (FOSSUM, 2023). Já feridas infectadas possuem sinais claros de infecção, com processo inflamatório acentuado, tecido com lesão, exsudato e odor fétido (FOSSUM, 2023).

2.3 Cicatrização

A cicatrização é constituída por um processo dinâmico e sistêmico referente ao estado geral e metabólico do indivíduo (CHAVES, 2014).

O processo de reparação dérmica visa recuperar a integridade do tecido através da substituição do tecido original por tecido cicatricial não funcional, enquanto a regeneração proporciona a substituição do tecido com lesão por células do mesmo tecido (THEORET, 2017). O processo cicatricial pode ser dividido em 3 fases: inflamatória, proliferativa e remodelamento, as quais se sobrepõem de forma temporal (THEORET, 2004).

2.4 Fase inflamatória

A fase inflamatória visa a hemostasia e a coagulação, dura em média de três a sete dias, é seguida por uma etapa com predominância de fenômenos celulares (HANKS; SPODNICK, 2005). Após a agressão tecidual, ocorre o extravasamento de sangue e líquido intracelular, assim como a obstrução da drenagem linfática local, os quais originam alguns dos sinais característicos de inflamação, como calor, rubor e edema (LI; CHEN, 2007).

A exposição do endotélio causada pela agressão tecidual leva à ativação de plaquetas, as quais liberam fator de crescimento transformante beta (TGF- β), fator de crescimento epidérmico (EGF) e fator de crescimento derivado de plaquetas (PDGF) que atuam como quimiotáticos para leucócitos, estimulam a síntese de colágeno e favorecem a atividade mitótica (MENDONÇA; COUTINHO-NETTO, 2009). Ao redor da ferida recém-formada ocorre a produção de uma rede de fibrina, a qual, em conjunto com plaquetas, trombina e colágeno, originam um coágulo sanguíneo (PRISTO, 2012; REZENDE, 2001).

No que se refere aos fenômenos celulares, os neutrófilos provindos da circulação são as primeiras células a chegarem ao local, estando presentes dentro das primeiras 24 horas de lesão devido à quimiotaxia de fatores de crescimento provindos de plaquetas e substâncias liberadas por células lesadas (HOSGOOD, 2006). Sua principal função é a limpeza e o desbridamento da ferida por meio da fagocitose de bactérias e debrís celulares (HOSGOOD, 2006; CROSS; MUSTOE, 2003; WERNER, 2003). Ao decorrer do processo de cicatrização, os neutrófilos são

gradualmente substituídos por monócitos, e com 48 horas de lesão o seu número está reduzido consideravelmente (REZENDE, 2001).

Inflamações agudas possuem duração de minutos a dias, enquanto inflamações crônicas possuem caráter proliferativo e maior tempo de duração, apresentando fibrose, neovascularização e infiltrado inflamatório predominantemente mononuclear (FELIN; FELIN, 2016).

Os monócitos infiltram-se no local 48-96 horas após a lesão, são fundamentais para a resolução da ferida e adquirem a forma de macrófagos teciduais após serem ativados por fatores plaquetários e celulares (MENDONÇA; COUTINHO-NETTO, 2009). Os macrófagos são predominantes nas fases seguintes da cicatrização (HOSGOOD, 2006) e possuem a função de concluir o desbridamento de material necrótico e estranho, assim como a retirada de coágulos e fagocitose de bactérias, células mortas e neutrófilos degenerados (CROSS, 2003; LI; CHEN; KIRSNER, 2007).

2.5 Fase proliferativa

A fase proliferativa é responsável pelo fechamento da ferida e se caracteriza por quatro estágios distintos (angiogênese, formação de tecido de granulação, deposição de colágeno e epitelização), possui início de 48 a 72 horas pós lesão e pode estar presente de 14 a 21 dias (HANKS; SPODNICK, 2005). Nesta fase, ocorre redução do número de células inflamatórias (WERNER; GROSE, 2003; SCHULTZ, 2003) e aumento de atividade de fibroblastos, queratinócitos e células endoteliais (LI; CHEN; KIRSNER, 2007; LUX, 2022).

A angiogênese ocorre principalmente pela ação dos fatores de necrose tumoral alfa (TNF- α), fator de crescimento de fibroblastos, fator derivado de plaquetas, citocinas liberadas por macrófagos, ácido lático e pela baixa tensão de oxigênio local, que conjuntamente induzem a formação de capilares e migração de células endoteliais (BARRIENTOS, 2008; LUX, 2022; HANKS; SPODNICK, 2005). A neovascularização possui vital importância no processo de cicatrização, uma vez que garante o fornecimento de nutrientes e oxigênio exigidos pela alta taxa metabólica do tecido lesado, contribuindo com a formação do tecido de granulação (SCHULTZ, 2003; MENDONÇA; COUTINHO-NETTO, 2009).

Durante a fase proliferativa, os fibroblastos presentes em tecidos circundantes migram para o local da ferida e se aderem à matriz extracelular celular provisória (THEORET, 2009; SCHULTZ, 2003; YOUNG; MCNAUGHT, 2011). Uma vez presentes no tecido, passam a produzir e secretar os verdadeiros componentes da matriz extracelular, entre eles fibronectina, proteoglicanos, ácido hialurônico e principalmente colágeno tipo III (THEORET, 2004; YOUNG; MCNAUGHT, 2011).

O tecido de granulação se forma no final da fase proliferativa, de quatro a 10 dias após o traumatismo, possui característica vermelha brilhante, macia, sensível e esponjosa, conferida pela neovascularização, deposição de colágeno e presença de tecido conjuntivo fibroso (HOSGOOD, 2006; ANDERSON, 1996; GEORGE BROUGHTON; JANIS; ATTINGER, 2006). Inicialmente, sua matriz extracelular é composta de colágeno tipo I secretado pelos fibroblastos, entretanto, esse é continuamente substituído por colágeno tipo III à medida que a ferida se torna madura (THEORET, 2009).

O processo de reepitelização resulta no fechamento da ferida e inicia-se cerca de dois a quatro dias após a lesão pela estimulação de queratinócitos pelo fator de crescimento de fibroblastos e citocinas (ANDERSON, 1996). Após a cobertura completa da ferida, os queratinócitos reconstituem a adesão entre as células e retornam ao seu fenótipo quiescente, originando a estratificação epidérmica (SORG, 2017).

Outro fator contribuinte para o fechamento da área ferida é o processo de contração da ferida, o qual se inicia cerca de quatro dias após a agressão e atinge seu pico em duas semanas (ANDERSON, 1996). É mediado pela contração ativa de miofibroblastos, originados a partir de fibroblastos teciduais (YOUNG; MCNAUGHT, 2011). O processo cessa quando as bordas da ferida se encontram (ANDERSON, 1996).

2.6 Fase de remodelamento

A última fase da cicatrização compreende a remodelagem ou maturação da ferida, a qual visa restaurar a estrutura da pele (ANDERSON, 1996). Possui início durante a formação do tecido de granulação, se estendendo de seis meses até anos (HANKS; SPODNICK, 2005).

A principal alteração no tecido durante este período consiste na alteração de matriz extracelular, em que fibras de colágeno tipo II são quebradas, ocorrendo substituição por fibras do tipo I, as quais são dispostas de maneira organizada de acordo com as fibras do tecido adjacente (CLARK, 1985). A remodelagem altera a constituição da matriz extracelular para 80% de colágeno tipo I e 20% de colágeno tipo II (MEDEIROS; DANTAS FILHO, 2016). Esta alteração confere maior resistência à tração no local da cicatriz, visto que as novas fibras de colágeno são mais espessas e estabelecem ligações inter cruzadas entre si (LUX, 2022; THEORET, 2004).

O principal objetivo do processo de cicatrização da pele é a regeneração completa do tecido funcional, de forma que possa garantir proteção contra radiações ultravioleta, proteção mecânica, termorregulação e reestabelecer a função de barreira (THEORET, 2009).

2.7 Lasers de Baixa Potência

O *LASER* consiste em uma fototerapia originária do acrônimo *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* (Amplificação de Luz por Emissão Estimulada de Radiação), a qual emprega a emissão de um comprimento de onda específico (DUCLOS, 2006) que varia do espectro visível ($\lambda = 400$ nm) ao infravermelho ($\lambda = 1,064$ nm) (CHOW; BARNESLEY, 2005).

O aparelho de *laser* de baixa potência é composto por diodos, os quais atuam como semicondutores, transformando energia elétrica em ondas eletromagnéticas (ENWEMEKA, 2001). Os feixes de luz emitidos pelo aparelho são coerentes (possuem o mesmo espectro eletromagnético), colimados (feixes paralelos unidirecionais) e monocromáticos, apresentando um único comprimento de onda, o que promove aumento da atividade celular (REDDY; STEHNO-BITTEL; ENWEMEKA, 2001).

Lasers foram utilizados na biomedicina primeiramente em 1960 por Theodoro Maiman, e atualmente são empregados visando o tratamento de feridas, lesões musculares e tendinosas, reabilitação pós-cirúrgica, redução da dor e a inativação de micro-organismos (ANDRADE, 2014; BROWN, 2012; PRYOR; MILLIS, 2015). Os *lasers* de baixa potência existentes são diferenciados pelos materiais utilizados para gerar radiação laser, entre eles podem ser citados hélio e neônio (HeNe), diodo de

arseneto de gálio (As-Ga), arseneto de gálio e alumínio (GaAlAs) e alumínio, gálio, índio e fósforo (AlGaInP) (BAXTER, 1994, AL-WATBAN; ANDRES, 2000).

Os efeitos bioquímicos do *laser* de baixa potência ocorrem pela absorção da luz mediante receptores específicos na pele e são dependentes da potência, absorção, penetração da luz no tecido, comprimento de onda, tempo e dose de aplicação (ANDRADE, CLARK, FERREIRA, 2014). Os principais receptores responsáveis pela absorção da energia gerada pelo laser nos tecidos são os cromóforos, como melanina, porfirina, hemoglobina e enzimas pertencentes à cadeia respiratória, principalmente o citocromo c oxidase (CHAVES, 2014; BRASSOLATTI, 2016). Tais receptores, ao absorverem a luz emitida pelo *laser*, adquirem estado eletrônico excitado, o que resulta em modificação do ambiente celular, favorecendo o processo de cicatrização e biomodulando reações químicas de maneira positiva ou negativa (MEIRELES, 2008; PRYOR; MILLIS, 2015). Entre essas mudanças, podem ser citados o aumento do metabolismo e da produção de ATP celular, assim como síntese de DNA e RNA, os quais, elevam a síntese proteica, a proliferação celular e a neovascularização, o que garante aumento do aporte de nutrientes e oxigênio para o tecido (BRASSOLATTI, 2016).

O estímulo à proliferação celular gera aumento do número de fibroblastos no local, o que, conseqüentemente, permite maior síntese de colágeno organizado, gerando tecidos com maior força de tensão e uma cicatrização mais rápida (ENWEMEKA, 1988). *Lasers* também contribuem para a resolução do processo cicatricial através do estímulo à liberação de fatores de crescimento pelos fibroblastos (DYSON; YOUNG, 1986) e proliferação de queratinócitos (STEINLECHNER; DYSON, 1993). Além disso, possui propriedades anti-inflamatórias e analgésicas (BARREIRA, 2022), as quais permitem diminuição do uso de medicamentos e um pós-operatório menos doloroso (DAMANTE, MARQUES, DE MICHELI, 2008).

A dosagem do *laser* está relacionada à energia depositada em determinada área de pele, essa é expressa em Joules por centímetro quadrado (J/cm^2), sendo a profundidade de penetração um dos fatores mais importantes para o efeito do laser (PRYOR; MILLIS, 2015). Comprimentos de onda que variam de 600 nm a 1100 nm constituem a “janela terapêutica” do uso do *laser* e encontram-se na faixa ideal para penetração no tecido, com comprimentos de 635 nm e dosagens de 2 a 20 J/cm^2 sendo considerados eficazes para feridas (PRYOR; MILLIS, 2015).

Lasers de baixa potência possuem boa penetração em tecidos biológicos, não são um tratamento invasivo ou oneroso, são portáteis e acessíveis, podem ser utilizados como método alternativo a terapias medicamentosas para acelerar a cicatrização, ou serem empregados de maneira conjunta a outros tratamentos, não sendo passíveis de causarem resistência bacteriana (SELLERA, 2014; TAKASAKI, 2009).

2.8 Lasers na Medicina Veterinária

A utilização de *lasers* de baixa potência na medicina veterinária possui importância como tratamento alternativo, podendo ocasionar redução do tempo de tratamento e uso de antibióticos, atuando como terapia adjuvante e melhorando a qualidade de vida (HOISANG, 2021). Apesar da expansão de ensaios clínicos com *lasers* nos últimos dez anos, efeitos contraditórios de sua utilização na prática clínica de feridas se evidenciam diante da diversidade de resultados dos estudos publicados (HODJATI, 2014; RICO-HOLGADO, 2021; HOISANG, 2021).

Estudos clínicos demonstraram efeitos positivos de *lasers* sobre feridas superficiais em cães, coelhos e ratos, acarretando na redução do tempo de cicatrização, redução da inflamação local, aumento da infiltração de neutrófilos e macrófagos (PEPLOW, 2010; HODJATI, 2014; de LOURA SANTANA, 2016; WARDLAW, 2019; HOISANG, 2021).

Em divergência com os estudos acima, outros demonstraram aparente ineficiência do *laser* diante de lesões cutâneas (KURACH, 2015; GAMMEL, 2018). Tal discrepância pode ser originária da falta de padronização e a extensa variabilidade de protocolos para o uso de *lasers* em feridas na medicina veterinária, como o uso variado de dose, comprimentos de onda, *lasers*, tempo de terapia e frequência de aplicação (MILLIS; BERGH, 2023).

Apesar do uso de variável de doses, 4J/cm² foi recentemente considerada a dose ideal para o uso de *lasers* em feridas superficiais em cães (KAMPA, 2020), porém ainda não há consenso quanto à dose ideal (MILLIS; BERGH, 2023). Resultados encontrados em outras espécies não devem ser considerados, em virtude de possuírem diferentes propriedades cutâneas de caninos e felinos (VOLK; BOHLING, 2013). O uso de doses baixas é capaz de acarretar estímulos positivos ao leito da

ferida, entretanto, doses mais altas podem ter efeitos reversos ao tecido, reduzindo a migração e proliferação celular, fenômeno relatado em alguns estudos, denominado efeito Arndt-Schultz, ou resposta à dose bifásica (OLIVIERI, 2015).

Outro fator capaz de ocasionar diferentes resultados é a possibilidade de os efeitos dos *lasers* não serem unicamente locais (KURACH, 2015). O efeito sistêmico pode ser explicado pela semelhança dos resultados obtidos em estudos clínicos que utilizaram um mesmo animal com duas feridas, sendo uma irradiada pelo laser (KURACH, 2015).

Também foi questionada a possibilidade da influência do sexo sobre a eficácia do *laser*, pois em humanos e roedores foi relatada diferença morfológica cutânea entre os sexos, sendo que fêmeas apresentaram melhores resultados na cicatrização (ASHCROFT; MILLS, 2002). Este fato pode ser explicado pelo provável efeito negativo dos andrógenos sobre o processo cicatricial de feridas (ASHCROFT; MILLS, 2002).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da expansão de utilização de *lasers* em feridas na medicina veterinária, a ausência de padronização para o uso de protocolos e a divergência de resultados comprometem o esclarecimento sobre a real aplicabilidade desta modalidade de terapia. Diante do exposto, torna-se necessário o desenvolvimento de estudos clínicos amplos para a investigação do efeito do sexo sobre a atividade cicatricial cutânea, protocolização do uso de doses características a cada espécie, a frequência de uso e utilidade do laser para cicatrização de feridas.

REFERÊNCIAS

- AARESTRUP, B. J. Tecido epitelial. In: AARESTRUP, B. J. **Histologia essencial**. 1 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018. cap 3, p. 33- 65.
- AL-WATBAN, F. A. H.; ANDRES, B. L. Laser photons and pharmacological treatments in wound healing. **Laser Therapy**, v. 12, n. 1, p. 3-11, 2000.
- ANDERSON, D. Wound management in small animal practice. **In Practice**, v. 18, n. 3, p. 115-128, 1996.
- ANDRADE, F. S. S. D.; CLARK, R. M. O.; FERREIRA, M. L. Efeitos da laserterapia de baixa potência na cicatrização de feridas cutâneas. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, v. 41, p. 129-133, 2014.
- ANTONIO, F.I. **Aspectos macroscópicos e microscópicos da reparação de feridas cutâneas de camundongos (Swiss-Vallée) tratadas com o creme de Hyptis suaveolens e Croton urucurana Baill.** 2005. 61f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2005. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/13134>. Acesso em 7 jan. 2024.
- ASHCROFT, G. S.; MILLS J. S. Androgen receptor-mediated inhibition of cutaneous wound healing. **The Journal of clinical investigation**, v. 110, n. 5, p. 615-624, 2002.
- BANDEIRA, A. et al. Uso da laserterapia na reparação tecidual em equino. **Ciência Animal**, v. 30, n. 2, p. 77-84, 2020.
- BARREIRA, J. M. et al. Uso de laserterapia no tratamento de ferida em metatarso de equino-relato de caso. Use of laser therapy in the treatment of a metatarsal wound in a horse. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 5, p. 41209-41211, 2022.
- BARRIENTOS, S. et al. Growth factors and cytokines in wound healing. **Wound repair and regeneration**, v. 16, n. 5, p. 585-601, 2008.
- BAXTER, C. D.; WAYLONIS, G. W. Therapeutic lasers: theory and practice. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v. 74, n. 4, p. 327, 1995.
- BRASSOLATTI, P. et al. Comparative effects of two different doses of low-level laser therapy on wound healing third-degree burns in rats. **Microscopy Research and Technique**, v. 79, n. 4, p. 313-320, 2016.
- BROWN, S. Clinical antimicrobial photodynamic therapy: phase II studies in chronic wounds. **Journal of the National Comprehensive Cancer Network**, v. 10, n. 2, p. 80-83, 2012.
- BUNCH, J. Photobiomodulation (therapeutic lasers): an update and review of current literature. **Veterinary Clinics: Small Animal Practice**, v. 53, n. 4, p. 783-799, 2023.
- CHAVES, M. E. A. et al. Effects of low-power light therapy on wound healing: LASER x LED. **Anais brasileiros de dermatologia**, v. 89, p. 616-623, 2014.
- CHOW, R. T.; BARNESLEY, L. Systematic review of the literature of low-level laser therapy (LLLT) in the management of neck pain. **Lasers in Surgery and Medicine: The Official Journal of the American Society for Laser Medicine and Surgery**, v. 37, n. 1, p. 46-52, 2005.

CLARK, R. A. F. Cutaneous tissue repair: basic biologic considerations. I. **Journal of the American Academy of Dermatology**, v. 13, n. 5, p. 701-725, 1985.

CROSS, K. J.; MUSTOE, T. A. Growth factors in wound healing. **Surgical Clinics**, v. 83, n. 3, p. 531-545, 2003.

DAMANTE, C.; MARQUES, M.; DE MICHELI, G. Terapia com laser em baixa intensidade na cicatrização de feridas-revisão de literatura. **Revista da Faculdade de Odontologia-UPF**, v. 13, n. 3, 2008.

DE LOURA SANTANA, C. et al. Effect of laser therapy on immune cells infiltrate after excisional wounds in diabetic rats. **Lasers in surgery and medicine**, v. 48, n. 1, p. 45-51, 2016.

DUCLOS, D. Lasers in veterinary dermatology. **Veterinary Clinics: Small Animal Practice**, v. 36, n. 1, p. 15-37, 2006.

DYSON, M.; YOUNG, S. Effect of laser therapy on wound contraction and cellularity in mice. **Lasers in Medical Science**, v. 1, p. 125-130, 1986.

ENWEMEKA, C. S. Laser biostimulation of healing wounds: specific effects and mechanisms of action. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 9, n. 10, p. 333-338, 1988.

FELIN, I. P. D.; FELIN, C. R. Inflamação crônica. In: FELIN, I. P. D.; FELIN, C. R. **Patologia geral em mapas conceituais**. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. cap. 5, p. 153- 184.

FOSSUM, T. W. **Cirurgia de pequenos animais**. 5 Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2023.

FREITAS, R. P. A. et al. Laserterapia e microcorrente na cicatrização de queimadura em ratos: terapias associadas ou isoladas?, **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 20, p. 24-30, 2013.

GAMMEL, J. E. et al. Effects of low-level laser therapy on the healing of surgically closed incisions and surgically created open wounds in dogs. **Veterinary Surgery**, v. 47, n. 4, p. 499-506, 2018.

BROUGHTON G. I. I.; JANIS, J. E.; ATTINGER, C. E. Wound healing: an overview. **Plastic and reconstructive surgery**, v. 117, n. 7S, p. 1e-S-32e-S, 2006.

HANKS, J.; SPODNICK, G. Wound healing in the veterinary rehabilitation patient. **Veterinary Clinics: Small Animal Practice**, v. 35, n. 6, p. 1453-1471, 2005.

HODJATI, H. et al. Low-level laser therapy: an experimental design for wound management: a case-controlled study in rabbit model. **Journal of cutaneous and aesthetic surgery**, v. 7, n. 1, p. 14-17, 2014.

HOISANG, S. et al. Assessment of wound area reduction on chronic wounds in dogs with photobiomodulation therapy: A randomized controlled clinical trial. **Veterinary World**, v. 14, n. 8, p. 2251, 2021.

HOSGOOD, G. Stages of wound healing and their clinical relevance. **Veterinary Clinics: Small Animal Practice**, v. 36, n. 4, p. 667-685, 2006.

ISSAC, C.; DE LADEIRA, P. R. S.; RÊGO, F. M. P.; et al. Processo de cura das feridas: cicatrização fisiológica. **Revista de Medicina**, v. 89, n. 3, p. 125-131, 2010.

KAMPA, N. et al. Penetration depth study of 830 nm low-intensity laser therapy on living dog tissue. **Veterinary world**, v. 13, n. 7, p. 1417, 2020.

KURACH, L. M. et al. The effect of low-level laser therapy on the healing of open wounds in dogs. **Veterinary Surgery**, v. 44, n. 8, p. 988-996, 2015.

LI, J.; CHEN, J.; KIRSNER, R. Pathophysiology of acute wound healing. **Clinics in dermatology**, v. 25, n. 1, p. 9-18, 2007.

LUCAS, R. Semiologia da pele. In: FEITOSA, F. L. F. **Semiologia veterinária: a arte do diagnóstico**. 5 ed. Rio de Janeiro: Roca, 2025. cap 13, p. 577- 603.

LUX, C. N. Wound healing in animals: a review of physiology and clinical evaluation. **Veterinary dermatology**, v. 33, n. 1, p. 91-e27, 2022.

MACPHAIL, C. M. FOSSUM, T. W. Cirurgia do sistema tegumentar. In: **FOSSUM, T. W. Cirurgia de pequenos animais**. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2019. Cap 15, p. 178- 265.

MEDEIROS, A. C.; DANTAS-FILHO, A. M. Cicatrização das feridas cirúrgicas. **Journal of surgical and clinical research**, v. 7, n. 2, p. 87-102, 2016.

MEIRELES, G. C. S. et al. Effectiveness of laser photobiomodulation at 660 or 780 nanometers on the repair of third-degree burns in diabetic rats. **Photomedicine and laser surgery**, v. 26, n. 1, p. 47-54, 2008.

MENDONÇA, R. J.; COUTINHO-NETTO, J. Aspectos celulares da cicatrização. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 84, p. 257-262, 2009.

METCALFE, A. D.; FERGUSON, M. W. J. Tissue engineering of replacement skin: the crossroads of biomaterials, wound healing, embryonic development, stem cells and regeneration. **Journal of the Royal Society Interface**, v. 4, n. 14, p. 413-437, 2007.

MILLIS, D. L.; BERGH, A. A systematic literature review of complementary and alternative veterinary medicine: laser therapy. **Animals**, v. 13, n. 4, p. 667, 2023.

OLIVIERI, L. et al. Efficacy of low-level laser therapy on hair regrowth in dogs with noninflammatory alopecia: a pilot study. **Veterinary Dermatology**, v. 26, n. 1, p. 35-e11, 2015.

PAVLETIC, M. M. **Atlas of Small Animal Wound Management and Reconstructive Surgery**. 4ª ed. New Jersey: Hoboken, 2018. p. 866.

PEPLOW, P. V.; CHUNG, T-Y; BAXTER, G. D. Laser photobiomodulation of wound healing: a review of experimental studies in mouse and rat animal models. **Photomedicine and laser surgery**, v. 28, n. 3, p. 291-325, 2010.

PRISTO, I. Cicatrização de feridas: fases e fatores de influência. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 6, n. 4, p. 267-271, 2012.

PRYOR, B.; MILLIS, D. L. Therapeutic laser in veterinary medicine. **Veterinary Clinics: Small Animal Practice**, v. 45, n. 1, p. 45-56, 2015.

- REDDY, G. K; STEHNO-BITTEL, L; ENWEMEKA, C. S. Laser photostimulation accelerates wound healing in diabetic rats. **Wound repair and regeneration**, v. 9, n. 3, p. 248-255, 2001.
- REZENDE, S.B. **Ação do diodo laser emitindo em 830 nm, sobre o processo de cicatrização de lesões cutâneas: estudo biométrico e histológico em ratos**. 2001. Dissertação (Mestrado em Lasers odontológicos) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- RICO-HOLGADO, S. et al. Effect of low-level laser therapy on bacterial counts of contaminated traumatic wounds in dogs. **Journal of Lasers in Medical Sciences**, v. 12, p. e78, 2021.
- ROSS, M. H. Sistema Tegumentar. In: ROSS, M. H. **Histologia texto e Atlas: Correlações com biologia celular e molecular**. 8 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2021. cap 15, p. 524- 565.
- SCHEFFER, J. P. Cicatrização e tratamento de feridas. In: OLIVEIRA, A. L. A. **Cirurgia Veterinária em Pequenos Animais**. Santana de Parnaíba: Manole, 2022. cap. 10. p. 83 – 91
- SCHULTZ, G. S. et al. Wound bed preparation: a systematic approach to wound management. **Wound repair and regeneration**, v. 11, p.1-28, 2003.
- SELLERA, F. P. et al. Terapia fotodinâmica no tratamento de ferida causada por miíase em vulva de caprino—relato de caso. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 8, n. 1, p. 74-77, 2014.
- SORG, H. et al. Skin wound healing: an update on the current knowledge and concepts. **European Surgical Research**, v. 58, n. 1-2, p. 81-94, 2017.
- STEINLECHNER, C. W. B.; DYSON, M. The effects of low level laser therapy on the proliferation of keratinocytes. **Laser Therapy**, v. 5, n. 2, p. 65-73, 1993.
- TAKASAKI, A. A. et al. Application of antimicrobial photodynamic therapy in periodontal and peri-implant diseases. **Periodontology** 2000, v. 51, n. 1, p. 109-140, 2009.
- THEORET, C. L. Update on wound repair. **Clinical Techniques in Equine Practice**, v. 3, n. 2, p. 110-122, 2004.
- THEORET, C. Physiology of Wound Healing. In: THEORET, C.; SCHUMACHER, J. **Equine wound management**. 3 ed. Ames: John Wiley & Sons, 2017. p.1-13.
- THEORET, C. Tissue engineering in wound repair: the three “R” s—repair, replace, regenerate. **Veterinary surgery**, v. 38, n. 8, p. 905-913, 2009.
- VOLK, S. W.; BOHLING, M. W. Comparative wound healing—are the small animal veterinarian’s clinical patients an improved translational model for human wound healing research?. **Wound Repair and Regeneration**, v. 21, n. 3, p. 372-381, 2013.
- WARDLAW, J. L. et al. Laser therapy for incision healing in 9 dogs. **Frontiers in veterinary science**, v. 5, p. 349, 2019.
- WATANABE, C. B. **Magnetoterapia na cicatrização de feridas**. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP, Botucatu.

WERNER, S.; GROSE, R. Regulation of wound healing by growth factors and cytokines. **Physiological reviews**, v. 83, n. 3, p. 835-870, 2003.

YOUNG, A.; MCNAUGHT, C-E. The physiology of wound healing. **Surgery** (Oxford), v. 29, n. 10, p. 475-479, 2011.