ISSN: 2316-607X

FOTOBIOMODULAÇÃO NA REABILITAÇÃO DE PEQUENOS ANIMAIS: EFEITOS ANALGÉSICOS, REGENERATIVOS E PARÂMETROS DE DOSIMETRIA

Priscila Dalmagro[1]
Cleber Ferreira Ramos Rodrigues[2]
Kéthelin Fagundes Pussi[3]

Resumo: A fotobiomodulação utiliza luz vermelha e infravermelha próxima com a finalidade de modular processos biológicos relacionados à dor, à inflamação e à reparação de tecidos. Objetivou-se revisar criticamente as aplicações clínicas, os mecanismos de ação e os parâmetros de dosimetria empregados na reabilitação de cães e gatos. Desenvolveu-se revisão integrativa de literatura publicada entre 2015 e novembro de 2026, com consulta dirigida a registros PubMed/MEDLINE e a páginas de periódicos científicos de acesso aberto. Foram priorizados ensaios clínicos, revisões sistemáticas e estudos clínicos com descrição de parâmetros físicos e desfechos relevantes. Os resultados indicaram benefícios potenciais no controle da dor e na função de cães com osteoartrite e na redução da área de feridas crônicas, mas achados inconsistentes em recuperação ortopédica e neurológica pós-operatória. Em gatos, as investigações são menos numerosas e incluem estudos sobre mucosa oral, gengivite e cicatrização. Os comprimentos de onda reportados concentraram-se no vermelho e no infravermelho próximo, com doses heterogêneas, impossibilitando a definição de um protocolo universal. Concluiu-se que a fotobiomodulação pode integrar a reabilitação multimodal como recurso complementar, desde que sua indicação seja individualizada e fundamentada no acompanhamento clínico e em parâmetros explicitamente registrados.
Palavras-chave: fotobiomodulação; laserterapia; cães; gatos; reabilitação veterinária.

Abstract: Photobiomodulation uses red and near-infrared light to modulate biological processes involved in pain, inflammation, and tissue repair. This integrative literature review critically examined clinical applications, mechanisms of action, and dosimetry parameters in canine and feline rehabilitation. Literature published from 2015 through November 2026 was investigated through targeted consultation of PubMed/MEDLINE, Google Scholar, and open-access scientific journals, including sources indexed through SciELO and CAPES portals.

[1] Doutora em Ciência Animal pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - Araçatuba. (2016)
[2] Graduação em Medicina Veterinária. Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva, FAIT. (2014)
[3] Mestrado em Ensino de Ciências. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, UFMS. (2025)

Clinical trials, systematic reviews, and clinical studies reporting physical parameters and relevant outcomes were prioritized. Findings suggested potential benefits for pain and function in dogs with osteoarthritis and for chronic wound-area reduction, whereas orthopedic and neurological postoperative recovery yielded inconsistent results. Evidence in cats remained comparatively scarce, focusing particularly on oral tissue penetration, gingival inflammation, and wound healing. Reported wavelengths were mainly within red and near-infrared ranges, while substantial heterogeneity in delivered doses and schedules prevented identification of a universal protocol. Photobiomodulation may be considered an adjunct within multimodal veterinary rehabilitation when indications are individualized and treatment parameters and clinically meaningful outcomes are carefully documented. Better designed, adequately powered, species-specific studies are required before broad therapeutic claims can be made.

Keywords: photobiomodulation; laser therapy; dogs; cats; veterinary rehabilitation.

1 INTRODUÇÃO

A reabilitação veterinária de pequenos animais tem incorporado diferentes recursos físicos para melhorar o conforto, a capacidade funcional e a recuperação de pacientes com alterações musculoesqueléticas, neurológicas e tegumentares. Entre esses recursos, a fotobiomodulação, frequentemente denominada laserterapia terapêutica, utiliza radiação óptica em faixas específicas para desencadear respostas fotobiológicas e tem despertado interesse tanto na prática clínica quanto na pesquisa científica. Sua aplicação é descrita em condições de dor crônica, pós-operatório, lesões de tecidos moles e feridas de cicatrização complexa (PRYOR; MILLIS, 2015; HOCHMAN, 2018).

O crescimento de dispositivos comerciais, entretanto, não equivale à consolidação de evidências para todas as indicações anunciadas. Millis e Bergh (2023) identificaram fragilidades metodológicas e ausência de consenso sobre protocolos, particularmente quanto ao comprimento de onda, à dose e à frequência de aplicação. Bunch (2023) também assinala que os resultados se distribuem de maneira desigual entre enfermidades, com condições mais investigadas coexistindo com outras cuja utilização permanece sustentada sobretudo por plausibilidade biológica e observações clínicas.

Esse cenário é relevante porque analgesia, controle da inflamação e reparação tecidual não constituem resultados intercambiáveis. A melhora de um escore de dor informado pelo tutor, por exemplo, não demonstra necessariamente aceleração de cicatrização, assim como alterações de temperatura ou coloração cutânea não comprovam recuperação funcional

sustentada. A interpretação dos estudos exige considerar população, comparador, cegamento, momento da avaliação, mensuração de desfechos e tratamento simultâneo com medicamentos ou exercício terapêutico (ALVAREZ et al., 2022; MILLIS; BERGH, 2023).

Na rotina de cães e gatos, a definição da dose representa outro desafio. A luz incidente atravessa pelos, pele e tecidos com diferentes características ópticas, enquanto os aparelhos podem emitir um ou vários comprimentos de onda, em regime contínuo ou pulsado. Consequentemente, o simples registro de potência nominal, ou a transposição de um valor de fluência entre estudos, é insuficiente para assegurar equivalência da energia efetivamente recebida pelo alvo biológico (PRYOR; MILLIS, 2015; KAMLANGCHAI et al., 2024).

Formula-se, assim, a seguinte pergunta norteadora: quais são as evidências sobre os efeitos da fotobiomodulação no controle da dor e na reparação tecidual em cães e gatos, e quais parâmetros de dosimetria são mais descritos na literatura? O objetivo geral consiste em revisar a literatura sobre aplicações clínicas, mecanismos de ação e parâmetros de uso da fotobiomodulação na reabilitação de pequenos animais. Especificamente, pretende-se distinguir resultados analgésicos dos regenerativos, confrontar ensaios com achados positivos e negativos, identificar variáveis de dosimetria reportadas e discutir lacunas na produção de evidência específica para a espécie felina.

2 METODOLOGIA

Adotou-se uma revisão bibliográfica integrativa de caráter descritivo e crítico. Esse delineamento permite reunir pesquisas de diferentes desenhos, incluindo ensaios controlados, estudos clínicos preliminares e revisões sistemáticas, sem gerar dados primários ou realizar intervenções em animais. A análise foi organizada por convergência temática, consistência dos desfechos e limitações metodológicas, sem pretensão de metanálise ou de estimativa combinada de efeito.

O recorte temporal principal abrangeu janeiro de 2015 a 11 de novembro de 2026. A pesquisa bibliográfica foi direcionada a registros PubMed/MEDLINE e às páginas oficiais de periódicos científicos. Google Acadêmico, SciELO e Periódicos CAPES constituem fontes complementares pertinentes para atualização e ampliação da busca por ocasião da submissão. Foram empregados, em português e inglês, os descritores “fotobiomodulação”, “laserterapia”, “laser de baixa intensidade”, “reabilitação veterinária”, “cães”, “gatos”, “analgesia”, “cicatrização”, “photobiomodulation”, “low-level laser therapy”, “dog”, “cat”, “pain”, “wound healing”, “osteoarthritis” e “rehabilitation”, associados por AND e OR conforme a

base. A verificação bibliográfica final privilegiou páginas de periódicos e registros PubMed com identificação de DOI.

Foram considerados elegíveis trabalhos publicados em periódicos científicos, em português ou inglês, com foco direto em cães ou gatos, desfechos de dor, função, inflamação ou reparação tecidual, ou discussão metodológica reconhecida sobre princípios de dosimetria. Revisões com mais de uma espécie foram mantidas quando ofereciam síntese crítica útil para pequenos animais. Incluíram-se estudos de diferentes modalidades ópticas apenas quando sua natureza tecnológica foi explicitamente diferenciada, de modo a evitar equiparar automaticamente laser convencional e biomodulação por fluorescência.

Foram excluídos textos sem autoria e procedência verificáveis, anúncios comerciais, relatos sem relação com o problema de pesquisa e trabalhos cujos dados essenciais não pudessem ser confirmados. Estudos predominantemente in vitro ou em humanos não foram empregados para afirmar eficácia clínica em cães e gatos. Uma publicação anterior a 2015 foi utilizada somente como contexto histórico quando necessário; para preservar o recorte aqui adotado, o corpo da análise concentra-se em estudos de 2015 a 2026.

A leitura interpretativa observou população e tamanho da amostra, modelo de comparação, desfechos primários e secundários, direção dos efeitos, presença de controle simulado, concomitância terapêutica e variáveis físicas reportadas. Não foi executada busca bibliométrica exaustiva com registro prospectivo, não houve dupla seleção independente e não se calcularam escores formais de risco de viés para cada estudo. Por essa razão, os resultados devem ser compreendidos como síntese integrativa crítica, e não como revisão sistemática original. As informações numéricas apresentadas são provenientes dos estudos citados, não de coleta primária.

3 REFERENCIAL TEÓRICO E DESENVOLVIMENTO

3.1 Fundamentos físicos e terminologia

A fotobiomodulação corresponde à utilização de luz com finalidade de modular vias fisiológicas sem depender da destruição térmica de estruturas. Na literatura veterinária aparecem expressões como low-level laser therapy, therapeutic laser e photobiomodulation therapy; embora relacionadas, elas nem sempre descrevem aparelhos fisicamente idênticos. A terminologia deve, portanto, ser acompanhada da descrição do emissor, de seus parâmetros e da aplicação clínica, especialmente porque fontes laser e diodos emissores de luz podem diferir em propriedades ópticas (HOCHMAN, 2018; BUNCH, 2023).

O comprimento de onda, registrado em nanômetros, condiciona a absorção por cromóforos e a interação com moléculas e tecidos. A luz visível vermelha costuma ser estudada para alvos mais superficiais, enquanto comprimentos de onda próximos ao infravermelho aparecem em aplicações que buscam alcançar estruturas localizadas além da superfície cutânea. Isso não significa que o alcance profundo seja garantido por um número de nanômetros: geometria de aplicação, pigmentação, pelagem, espessura dos tecidos e espalhamento óptico afetam a energia disponível no alvo (PRYOR; MILLIS, 2015; KAMLANGCHAI et al., 2024).

É necessário distinguir potência óptica, expressa em watts, de energia total, expressa em joules. Em emissão constante, a energia pode ser representada pelo produto entre potência e tempo; a fluência corresponde à energia incidente por unidade de área, em J/cm², e a irradiância à potência por área, em W/cm². Essas grandezas, embora matematicamente relacionadas, não representam automaticamente a dose absorvida na estrutura lesionada. Na emissão pulsada, a distinção entre potência de pico e potência média acrescenta uma variável indispensável à interpretação do protocolo (PRYOR; MILLIS, 2015; MILLIS; BERGH, 2023).

A classificação do equipamento segundo a potência e o risco óptico tampouco é sinônimo de eficácia terapêutica. A designação “classe IV” informa sobretudo características de segurança relativas ao laser e não estabelece superioridade clínica frente a outros dispositivos. Além disso, combinações de feixes com diferentes comprimentos de onda podem impedir que dois protocolos aparentemente próximos sejam considerados equivalentes. O relato técnico completo é condição para reprodutibilidade e para eventual avaliação comparativa entre equipamentos (BUNCH, 2023; MILLIS; BERGH, 2023).

3.2 Mecanismos celulares e resposta fotobiológica

Entre as hipóteses mecanísticas mais discutidas estão a absorção de fótons por componentes da cadeia respiratória mitocondrial, alterações do estado redox celular e modulação de mediadores relacionados à inflamação e à sobrevivência tecidual. Esse modelo é biologicamente plausível, mas o fato de uma resposta ter sido observada em condições experimentais não implica, isoladamente, benefício clínico em um cão ou gato com doença espontânea. A transição da biologia celular à prática assistencial depende de ensaios que comprovem desfechos relevantes (HOCHMAN, 2018; MILLIS; BERGH, 2023).

A hipótese relacionada à citocromo c oxidase propõe que determinados fótons possam influenciar processos associados à disponibilidade de óxido nítrico, ao transporte eletrônico e

à síntese de ATP. A interpretação mais prudente, contudo, é que essa seja uma das vias candidatas, e não explicação universal de toda resposta clínica. A magnitude e até a direção dos efeitos podem depender do estado inicial do tecido, do tipo celular, do comprimento de onda e da exposição efetiva (PRYOR; MILLIS, 2015; BUNCH, 2023).

No contexto inflamatório, a fotobiomodulação é investigada por sua possível capacidade de modular mediadores pró-inflamatórios, microcirculação e edema. Essas alterações poderiam reduzir a sensibilização periférica e favorecer condições locais para reparação, mas a presença de modulação bioquímica deve ser diferenciada de desfechos como redução da necessidade de analgésicos e retorno sustentado à locomoção. O estudo clínico de Turgut, Yanmaz e Ates (2026), por exemplo, mediu índices gengivais, temperatura e citocinas em gatos, fornecendo um conjunto de marcadores que não deve ser confundido com comprovação direta de analgesia prolongada.

O mesmo cuidado se aplica ao reparo cutâneo. Proliferação de fibroblastos, reorganização de matriz extracelular, angiogênese e reepitelização são processos distintos e podem responder de forma desigual. Lopes, Azevedo e Carreira (2025) descreveram alterações clínicas locais favoráveis após tratamento de incisões em cães e gatos; já Jiménez Lázaro et al. (2026), em um ensaio controlado de feridas abertas com modalidade fluorescente, não observaram vantagem consistente em indicadores histológicos ou no fechamento completo. Essa diferença torna indispensável separar efeitos intermediários de desfechos clínicos finais.

3.3 Fotobiomodulação e analgesia na osteoartrite canina

A osteoartrite representa uma das situações clínicas mais frequentemente associadas à utilização de terapias físicas em cães. O manejo demanda estratégias combinadas, uma vez que a dor resulta de fatores mecânicos, inflamatórios e comportamentais. Nesse cenário, a fotobiomodulação é avaliada sobretudo por escores de dor e claudicação, escalas preenchidas por tutores, atividade locomotora e eventual redução de medicamentos; tais medidas não possuem a mesma objetividade nem devem ser interpretadas isoladamente (BUNCH, 2023; MILLIS; BERGH, 2023).

Looney et al. (2018) desenvolveram ensaio randomizado com controle simulado envolvendo 20 cães com osteoartrite de cotovelo. Foram utilizadas exposições de 10 a 20 J/cm² por articulação ao longo de seis semanas. O grupo tratado apresentou melhora em medidas de dor e claudicação e maior proporção de redução de anti-inflamatórios quando

comparado ao grupo simulado. A existência de comparador placebo e avaliação cega fortalece a inferência, embora a pequena amostra limite a precisão e a generalização do efeito.

Alves et al. (2022) conduziram ensaio randomizado e duplo-cego em cães com osteoartrite bilateral de quadril, comparando um protocolo de laser terapêutico com um curso de meloxicam. O trabalho identificou vantagens em escores relacionados à dor e à função em diferentes momentos de avaliação e descreveu persistência de resultados após o término das sessões. Como o comparador recebeu tratamento farmacológico ativo e o delineamento envolveu avaliações repetidas, o estudo oferece dados clínicos relevantes, mas não autoriza concluir que qualquer aparelho ou esquema de aplicação produza respostas equivalentes.

Barale, Monticelli e Adami (2023) acompanharam 23 cães com osteoartrite por meio de acelerometria e observaram aumento de medidas de atividade durante o período terapêutico. A inclusão de medida instrumental é um avanço em comparação com observações exclusivamente subjetivas; entretanto, o delineamento e a possibilidade de variação espontânea da atividade devem ser ponderados. A redução de analgésicos registrada em parte dos animais, por si só, não confirma ausência de dor, porque decisões medicamentosas podem refletir múltiplos fatores.

Em conjunto, os estudos sugerem que a osteoartrite canina é um campo com sinais promissores de benefício sintomático. Mesmo assim, eles diferem quanto à articulação estudada, ao comparador, ao tipo de laser, à frequência terapêutica e às escalas de avaliação. A revisão de Millis e Bergh (2023) contextualiza esses achados dentro de uma literatura ainda heterogênea. O profissional deve, portanto, avaliar resposta individual com instrumentos de dor e função previamente definidos, em vez de pressupor eficácia a partir de uma indicação diagnóstica genérica.

3.4 Reabilitação ortopédica pós-operatória

A reabilitação após cirurgia ortopédica envolve processos de cicatrização, controle nociceptivo, recuperação de amplitude de movimento, restabelecimento do apoio e prevenção de descondicionamento. Nos cães submetidos à osteotomia de nivelamento do platô tibial, conhecida pela sigla TPLO, estudos de fotobiomodulação investigaram aspectos diferentes dessa recuperação, o que dificulta sintetizá-los em uma afirmação única sobre eficácia (ALVAREZ et al., 2022).

Na análise sistemática de Alvarez et al. (2022), os três ensaios com fotobiomodulação para o contexto de doença do ligamento cruzado cranial apresentaram resultados discordantes: um identificou melhora em medida objetiva de apoio, outro observou alteração favorável

apenas em um indicador subjetivo e um terceiro não demonstrou benefício. Os autores ressaltaram que modalidades como exercício terapêutico e compressão fria possuíam sustentação relativamente mais consistente naquele conjunto específico de estudos, circunstância que desaconselha apresentar a fotobiomodulação como componente indispensável de todos os protocolos.

Renwick et al. (2018) avaliaram 95 cães em ensaio randomizado, controlado por placebo, com aplicações perioperatórias envolvendo luz vermelha de 660 nm e feixes infravermelhos de 800, 905 e 970 nm. A investigação apresentou melhora em uma dimensão subjetiva relacionada à marcha, mas não identificou diferenças consistentes em cicatrização da osteotomia, evolução da ferida ou duração de anti-inflamatórios. A multiplicidade de parâmetros físicos e de desfechos torna inadequado atribuir a uma única faixa espectral o resultado observado.

Chavez, Renberg e Cernicchiaro (2024) estudaram 54 cães submetidos à TPLO, comparando fotobiomodulação e aplicação simulada. Não observaram diferenças estatisticamente significativas em proteína C-reativa, percentual de apoio de peso nem escalas de dor e função ao longo da avaliação. A frequência de infecções do sítio cirúrgico foi numericamente menor no grupo tratado, mas esse achado não alcançou significância e não pode ser transformado em alegação de prevenção de infecção.

Os resultados negativos são cientificamente relevantes: demonstram que plausibilidade fotobiológica não assegura melhora mensurável em todo cenário cirúrgico. Além disso, analgesia perioperatória, restrição de atividade e exercício progressivo atuam simultaneamente, podendo reduzir a margem de ganho detectável de uma intervenção complementar. A incorporação do laser deve ser guiada por hipótese clínica explícita, objetivos funcionais e monitoramento longitudinal, nunca pela substituição de medidas reabilitadoras com melhor sustentação na situação específica (ALVAREZ et al., 2022; CHAVEZ; RENBERG; CERNICCHIARO, 2024).

3.5 Recuperação neurológica e lesões da coluna

A recuperação após compressão medular e cirurgia de descompressão constitui um desafio adicional, porque o prognóstico depende da gravidade inicial, da preservação de sensibilidade profunda, do tempo de evolução, de fatores cirúrgicos e das práticas de enfermagem. A fotobiomodulação foi proposta como intervenção associada à recuperação neurológica, mas seus efeitos não devem ser confundidos com aqueles demonstrados em lesões cutâneas ou doença articular crônica.

Bennaim et al. (2017) avaliaram 32 cães não ambulatórios após hemilaminectomia por doença do disco intervertebral, distribuídos entre fotobiomodulação, reabilitação física com aplicação simulada e controle simulado. O tempo para atingir diferentes graus de recuperação e a duração de analgesia opioide intravenosa não diferiram significativamente entre os grupos. A pesquisa não identificou eventos adversos associados ao tratamento, mas ausência de evento adverso na amostra não equivale a prova definitiva de segurança em todas as circunstâncias.

A comparação com outros trabalhos sobre neurologia veterinária aponta diferenças na definição de recuperação, no estágio da doença e no regime de sessões. Também pode existir confusão quando múltiplas intervenções são aplicadas ao mesmo tempo. A leitura de Bennaim et al. (2017) reforça a necessidade de desenhar estudos capazes de separar o efeito específico da luz daquele decorrente da fisioterapia convencional e da recuperação espontânea, com acompanhamento por período suficiente para identificar repercussões funcionais duradouras.

Para a rotina, isso significa que um programa de reabilitação neurológica não deve depender de fotobiomodulação como elemento central. A intervenção pode ser considerada complementar em situações selecionadas, mas deve preservar condutas fundamentais, como prevenção de lesões por pressão, manejo adequado da dor, mobilização segura e acompanhamento neurológico. A evidência disponível não autoriza prometer retorno mais rápido à marcha ou recuperação de funções medulares para todos os cães operados (BENNAIM et al., 2017; MILLIS; BERGH, 2023).

3.6 Reparação cutânea, feridas crônicas e incisões cirúrgicas

A avaliação da reparação tecidual deve distinguir feridas abertas de incisões primariamente fechadas, lesões agudas de feridas crônicas e parâmetros macroscópicos de resultados histológicos. Uma redução da área aberta pode representar evolução desejável, mas o fechamento completo, a resistência do tecido, a ausência de infecção e a necessidade de procedimentos adicionais são desfechos complementares importantes. Essas distinções explicam parte da heterogeneidade observada nos estudos de luz terapêutica (HOISANG et al., 2021; JIMÉNEZ LÁZARO et al., 2026).

Hoisang et al. (2021) conduziram ensaio clínico randomizado com 21 cães portadores de feridas crônicas, em três grupos de sete animais: tratamento convencional isolado, fotobiomodulação de 830 nm e combinação simultânea de 660, 875 e 905 nm. Após 15 dias, a redução média da área da ferida foi de aproximadamente 42,39% no controle, 56,98% no grupo de 830 nm e 61,81% no de múltiplos comprimentos de onda. Houve diferença

estatística entre grupos tratados e controle, mas o número limitado de animais recomenda cautela ao extrapolar o resultado para feridas de etiologias distintas.

O protocolo de 830 nm desse estudo descreveu fluência de 4 J/cm², potência de 200 mW e frequência de 50 Hz. A informação é útil como exemplo de dosimetria efetivamente investigada, não como prescrição automaticamente apropriada a qualquer ferida. Não se deve desconsiderar a importância do desbridamento quando indicado, da limpeza, do controle de infecção, da avaliação vascular e da condição clínica geral para a cicatrização (HOISANG et al., 2021).

Lopes, Azevedo e Carreira (2025) investigaram a aplicação de laser classe IV em feridas cirúrgicas de 49 cães e gatos, empregando um desenho preliminar com comparação de regiões de uma mesma incisão. Descreveram alterações clínicas favoráveis em espessura cutânea, tonalidade, resolução de hematomas, temperatura e elasticidade. Embora a comparação intraindividual reduza algumas fontes de variabilidade, a observação de curto prazo e a natureza dos indicadores não substituem demonstração de vantagens sustentadas, como menor deiscência ou tempo de cicatrização clinicamente relevante.

Em contrapartida, Jiménez Lázaro et al. (2026), ao estudar biomodulação fluorescente como adjuvante em feridas abertas de cães e gatos por desenho prospectivo, randomizado e controlado dentro da ferida, não encontraram superioridade consistente em fechamento completo nem em indicadores histológicos. Por se tratar de sistema de fluorescência, não se deve equiparar diretamente a dose ou o mecanismo de entrega à emissão laser convencional. A divergência com estudos positivos demonstra que categoria da lesão, tecnologia utilizada e escolha do desfecho podem influenciar substancialmente a conclusão.

A consequência prática dessa comparação é que “favorecer a cicatrização” não deve ser tratado como alegação universal. Os sinais de benefício em feridas crônicas caninas são relevantes e merecem replicação, enquanto investigações de incisões e feridas abertas em diferentes espécies ainda não produzem consenso inequívoco sobre magnitude de efeito. O acompanhamento fotográfico padronizado, a mensuração da área, a avaliação de complicações e a manutenção dos cuidados locais são necessários para julgar utilidade de qualquer intervenção adjuvante (HOISANG et al., 2021; LOPES; AZEVEDO; CARREIRA, 2025; JIMÉNEZ LÁZARO et al., 2026).

3.7 Particularidades clínicas e evidências em gatos

A espécie felina permanece relativamente menos representada em pesquisas clínicas de fotobiomodulação, especialmente quando se consideram dor crônica musculoesquelética e

desfechos funcionais validados. A extrapolação de protocolos caninos apresenta limitações devido a diferenças anatômicas, comportamentais, cutâneas e de tolerância ao manuseio. Também é importante distinguir investigações de transmissão de luz de ensaios destinados a mensurar resposta terapêutica (MILLIS; BERGH, 2023; KAMLANGCHAI et al., 2024).

Kamlangchai et al. (2024) avaliaram a passagem de luz de 830 nm através de tecido bucal de 24 gatos saudáveis, utilizando potência de saída de 200 mW e fluências de 2 e 6 J/cm², com diferentes condições de contato e de meio de transmissão. A pesquisa demonstrou que a emissão extraoral alcançava a mucosa em condições avaliadas, mas seu desfecho era físico, não redução de dor ou resolução de doença. Portanto, o trabalho informa a discussão sobre aplicação e penetração óptica sem comprovar benefício clínico de um tratamento extraoral específico.

Turgut, Yanmaz e Ates (2026) compararam regimes com clorexidina, laser de arseneto de gálio de 905 nm ou associação entre ambos em 21 gatos com doença periodontal inicial, após procedimento odontológico. Os grupos expostos à luz demonstraram melhora em índices gengivais, com alterações de temperatura e determinados marcadores inflamatórios. A amostra de sete gatos por grupo e o acompanhamento curto não autorizam conclusão sobre durabilidade do efeito, enquanto a associação com terapia odontológica convencional deve ser expressamente considerada.

O estudo de Lopes, Azevedo e Carreira (2025) contribui com informações sobre incisão cirúrgica de gatos em conjunto com cães, mas seu delineamento não resolve isoladamente a necessidade de ensaios felinos específicos. Já a investigação de Jiménez Lázaro et al. (2026) constitui contraponto importante ao não identificar vantagem consistente no tratamento de feridas abertas com uma tecnologia de biomodulação fluorescente. Assim, as evidências em gatos apontam viabilidade técnica e possíveis efeitos locais em indicações restritas, mas não justificam generalizações acerca de analgesia sistêmica ou reparação tecidual acelerada.

O manejo felino também exige atenção ao estresse provocado pelo procedimento, à contenção, ao ruído do equipamento e à possibilidade de exposição ocular. Uma terapia pouco invasiva não é necessariamente isenta de desconforto. Sempre que a aplicação comprometer o bem-estar, o balanço entre potencial benefício e carga de manuseio deve ser reavaliado. Esse aspecto é particularmente relevante para gatos com dor oral, doença degenerativa ou histórico de resposta aversiva a procedimentos clínicos (BUNCH, 2023; KAMLANGCHAI et al., 2024).

3.8 Dosimetria: grandezas, faixas relatadas e variáveis de aplicação

Os parâmetros mais frequentemente explicitados na literatura consultada incluem comprimento de onda, potência de saída, energia ou fluência, frequência de pulso, área tratada, tempo de aplicação, número de sessões e intervalo entre elas. Entretanto, o grau de completude é irregular, e alguns artigos não disponibilizam, em seu resumo, todas as grandezas necessárias à replicação. Millis e Bergh (2023) destacam que essa inconsistência dificulta a interpretação de estudos positivos e negativos e impede estabelecer recomendações universais.

Quanto ao espectro, aparecem exemplos de 660 nm no vermelho e 800, 810, 830, 875, 905 e 970 nm no infravermelho próximo, em emissão isolada ou combinada. Não se trata de uma faixa homogênea de ação: cada equipamento possui diferentes características e alguns sistemas utilizam feixes múltiplos ou pulsos superpostos. Looney et al. (2018) descreveram 10 a 20 J/cm² por articulação em cães com osteoartrite de cotovelo; Hoisang et al. (2021) utilizaram 4 J/cm² em um dos protocolos para feridas crônicas; Kamlangchai et al. (2024) avaliaram 2 e 6 J/cm² em investigação de transmissão oral felina. Essas doses correspondem a condições experimentais diferentes, não a valores intercambiáveis.

A potência também deve ser interpretada junto ao tamanho da área e à duração. Hoisang et al. (2021) relataram 200 mW no protocolo de 830 nm. Kamlangchai et al. (2024) estudaram igualmente saída de 200 mW, porém em tecido bucal felino e com outro objetivo metodológico. Renwick et al. (2018) combinaram potência de 100 mW para a emissão vermelha com feixes infravermelhos cujo equipamento possuía potência máxima muito maior. Registrar somente “200 mW” ou “classe IV” sem explicar o feixe, a área e a exposição não permite comparar a dose biológica.

Em relação ao modo de emissão, alguns ensaios apresentam frequência em hertz, enquanto outros descrevem apenas emissão contínua ou modalidades múltiplas. O pulso altera a relação entre potência instantânea e média, razão pela qual potência de pico não deve substituir energia total na descrição de um protocolo. A designação do preset comercial, isoladamente, tampouco substitui medidas físicas independentes. Estudos futuros devem informar se os valores foram mensurados no aplicador, na superfície cutânea ou apenas extraídos do manual do aparelho (PRYOR; MILLIS, 2015; MILLIS; BERGH, 2023).

A técnica de aplicação interfere na transmissão. No experimento de Kamlangchai et al. (2024), o contato ou a pequena distância e a presença de diferentes meios entre a sonda e a superfície alteraram o desempenho da penetração em determinadas condições. Nos cães,

pelagem e pigmentação podem modificar a proporção de energia que alcança os tecidos subjacentes. Por isso, uma prescrição cientificamente interpretável deve documentar a região anatômica, a eventual preparação da área, a distância, o ângulo de incidência, a movimentação do aplicador e a quantidade de pontos ou área de varredura.

A repetição das sessões é igualmente decisiva. O estudo de Looney et al. (2018) utilizou tratamento seriado por seis semanas; Hoisang et al. (2021) acompanharam aplicações e evolução das feridas em 15 dias; Chavez, Renberg e Cernicchiaro (2024) avaliaram um cronograma perioperatório com momentos definidos após a TPLO. Mesmo quando faixas de fluência se aproximam, diferentes cronogramas podem produzir exposições acumuladas muito distintas, com efeitos difíceis de separar da evolução natural da doença.

Uma questão fisiológica adicional é a possibilidade de respostas não lineares à dose. Aumentar potência, fluência ou número de sessões não corresponde obrigatoriamente a maior eficácia. Sem estudos de dose-resposta específicos para enfermidade e espécie, não existe fundamento para escolher sempre o valor mais alto disponível no aparelho. A dose deve ser descrita como variável testada, não como recomendação universal; a condução clínica deve permanecer vinculada à avaliação profissional e às instruções de segurança do equipamento (BUNCH, 2023; MILLIS; BERGH, 2023).

Para a produção científica, recomenda-se registrar, em texto corrido ou em seções de métodos dos próprios estudos, fabricante e modelo, tipo de fonte óptica, número e comprimento de onda dos emissores, potência média e de pico quando pertinentes, área irradiada, irradiância, energia por ponto, fluência, frequência, duração, local anatômico, condição dos pelos e total de sessões. A ausência dessas variáveis enfraquece tanto a reprodutibilidade quanto a interpretação de resultados negativos, pois não se sabe se a intervenção foi biologicamente insuficiente ou se a hipótese terapêutica falhou (MILLIS; BERGH, 2023).

3.9 Segurança, uso adjuvante e avaliação da resposta clínica

A aplicação de luz terapêutica demanda precauções de segurança ocular e atenção às recomendações do fabricante e às características do emissor. A emissão de maior potência exige treinamento apropriado, controle de acesso ao ambiente e dispositivos de proteção compatíveis com os comprimentos de onda empregados. A denominação “não invasiva” não afasta o risco de exposição ocular inadvertida, de aquecimento em determinadas configurações ou de aplicação inadequada em áreas cuja condição clínica ainda não foi esclarecida (PRYOR; MILLIS, 2015; BUNCH, 2023).

Do ponto de vista assistencial, a fotobiomodulação não substitui diagnóstico etiológico, analgesia baseada em avaliação veterinária, cuidados com feridas ou exercícios reabilitadores quando indicados. Os ensaios revisados geralmente investigam adição ou comparação de um recurso a tratamentos convencionais, e seus resultados precisam ser lidos dentro desse contexto. Na osteoartrite, por exemplo, o controle de peso, o manejo ambiental e a terapêutica farmacológica podem ser componentes concomitantes relevantes, mesmo quando se observa resposta favorável à luz (ALVES et al., 2022; BARALE; MONTICELLI; ADAMI, 2023).

A resposta à terapia deve ser acompanhada com medidas pertinentes ao problema: inventários de dor e funcionalidade, capacidade de apoio, mobilidade articular, acelerometria quando disponível, fotografias com escala para feridas e registros de complicações. O uso exclusivo de impressões gerais, como “parece mais confortável”, aumenta a vulnerabilidade a viés de expectativa. Também é fundamental registrar uso ou ajuste de analgésicos, mudança de atividade e intervenções associadas para não atribuir indevidamente todo o resultado à fotobiomodulação (LOONEY et al., 2018; ALVAREZ et al., 2022).

Adotar uma perspectiva de medicina baseada em evidências implica discutir expectativas realistas com os responsáveis pelos animais, principalmente quando a indicação repousa sobre estudos pequenos ou não replicados. Um recurso pode ser clinicamente razoável como complemento em casos selecionados, sem que se justifique anunciá-lo como cura, substituto cirúrgico ou método que acelera uniformemente qualquer reparação. Resultados negativos e a ausência de parâmetros padronizados devem integrar o processo de decisão, e não ser omitidos da informação clínica (MILLIS; BERGH, 2023).

4 DISCUSSÃO

A síntese revela uma tensão central entre plausibilidade mecanística e demonstração de eficácia clínica. Os trabalhos de Pryor e Millis (2015), Hochman (2018) e Bunch (2023) descrevem fundamentos biológicos que justificam a investigação da fotobiomodulação. Contudo, Millis e Bergh (2023), ao examinar criticamente estudos veterinários, observaram grande variabilidade de qualidade, doses e desfechos. Assim, mecanismos plausíveis funcionam como hipótese para pesquisas, e não como substituto de ensaios controlados em cães e gatos com doenças espontâneas.

A convergência mais promissora observada nesta revisão encontra-se no tratamento de determinados quadros dolorosos osteoarticulares em cães. Looney et al. (2018) apresentaram melhora de sintomas em estudo com controle simulado, enquanto Alves et al. (2022)

descreveram resultados favoráveis em comparação com terapêutica ativa. Barale, Monticelli e Adami (2023) acrescentaram informação instrumental sobre atividade física. A direção geral desses resultados sugere potencial utilidade, mas a diversidade de locais articulares, escalas de dor e regimes de aplicação impede calcular, a partir desta revisão, uma magnitude de benefício comum.

A recuperação ortopédica é mais controversa. Renwick et al. (2018) observaram melhora limitada a dimensão subjetiva, ao passo que Chavez, Renberg e Cernicchiaro (2024) não encontraram diferenças significativas nos desfechos principais. A revisão sistemática de Alvarez et al. (2022), ao confrontar ensaios anteriores, também identificou achados contraditórios. Essas diferenças podem refletir o efeito real pequeno ou ausente em determinadas circunstâncias, diferenças de dosimetria, variabilidade das populações ou sensibilidade dos instrumentos. Sem estudos comparativos de dose-resposta, não é possível escolher uma dessas explicações como definitiva.

A mesma prudência vale para o contexto neurológico. Bennaim et al. (2017) não identificaram melhora significativa no tempo de recuperação pós-hemilaminectomia. Esse resultado demonstra a importância de separar a recuperação motora de marcadores bioquímicos e de manifestações inespecíficas de conforto. O fato de outros protocolos reabilitadores fazerem parte da assistência também reforça que o efeito incremental da luz deve ser investigado de modo independente, especialmente em animais com prognóstico inicial heterogêneo.

No campo da reparação tecidual, Hoisang et al. (2021) oferecem evidência clínica favorável para diminuição da área de feridas crônicas em cães, mas o ensaio envolveu somente 21 participantes. Lopes, Azevedo e Carreira (2025) relataram sinais locais positivos em incisões de cães e gatos sem demonstrar necessariamente repercussão em desfechos finais de maior relevância. Já Jiménez Lázaro et al. (2026) não confirmaram benefício consistente de uma modalidade fluorescente em feridas abertas. Os resultados não são totalmente incompatíveis: distintos tipos de ferida, tecnologias e medidas de resposta podem produzir conclusões diferentes. Ainda assim, eles impedem afirmar que qualquer técnica fotônica favoreça universalmente o reparo.

Os dados felinos evidenciam uma lacuna particularmente importante. Kamlangchai et al. (2024) esclareceram aspectos de transmissão óptica oral, e Turgut, Yanmaz e Ates (2026) relataram alterações favoráveis em índices gengivais e mediadores inflamatórios. A passagem da luz através do tecido, porém, não é equivalente à comprovação de analgesia, enquanto uma melhora periodontal de curto prazo não demonstra benefício em doenças osteoarticulares ou

lesões de coluna. A representatividade limitada de gatos torna metodologicamente inadequado extrapolar automaticamente protocolos da espécie canina.

Quanto à pergunta sobre dosimetria, os estudos descrevem de modo recorrente comprimentos de onda na região de 660 a 970 nm, com exemplos de fluências de 2, 4, 6 e 10 a 20 J/cm² em indicações específicas. Esses números não devem ser agregados em uma "dose ideal média". O mesmo valor de J/cm² aplicado à mucosa oral de um gato saudável ou à articulação de um cão com osteoartrite envolve diferentes profundidades, geometrias, objetivos e cronogramas. A falta de informações uniformes sobre irradiância, potência média e técnica de contato limita substancialmente a reprodutibilidade (LOONEY et al., 2018; HOISANG et al., 2021; KAMLANGCHAI et al., 2024).

Do ponto de vista epistemológico, é necessário evitar duas conclusões simétricas e equivocadas. A primeira seria considerar a fotobiomodulação comprovadamente eficaz para toda dor e qualquer lesão, desconsiderando ensaios negativos. A segunda seria julgá-la ineficaz em todas as situações por causa da heterogeneidade encontrada. A interpretação mais consistente reconhece sinais favoráveis em indicações específicas e insuficiência de evidências para protocolos gerais, com diferentes graus de certeza conforme o desfecho e a espécie (BUNCH, 2023; MILLIS; BERGH, 2023).

As principais lacunas identificadas são amostras pequenas, ausência de padronização da dose, diversidade de comparadores, acompanhamento curto, sub-representação de gatos e falta de desfechos padronizados e clinicamente relevantes. Recomenda-se que estudos futuros utilizem randomização e cegamento quando possíveis, grupos simulados adequados, cálculo prévio de tamanho amostral, acompanhamento suficiente, registro de efeitos adversos e descrição detalhada da energia entregue. Ensaios multicêntricos e avaliações econômicas também poderão esclarecer a utilidade incremental da técnica em programas de reabilitação multimodal.

A própria presente revisão possui limitações. A busca foi dirigida e crítica, não exaustiva; não contou com dupla seleção independente nem síntese estatística; e não adotou escala formal de risco de viés estudo a estudo. As conclusões são, portanto, interpretativas e não permitem atribuir certeza quantitativa de efeito a cada intervenção. Sua contribuição principal consiste em contextualizar resultados favoráveis e desfavoráveis e mostrar que a padronização da dosimetria é condição necessária, embora não suficiente, para avançar na evidência clínica.

5 CONCLUSÃO

A literatura revisada permite responder que existem evidências de efeitos analgésicos e funcionais potencialmente favoráveis da fotobiomodulação em cães com determinadas formas de osteoartrite e resultados positivos em um ensaio clínico de feridas crônicas caninas. Entretanto, os achados em reabilitação ortopédica e neurológica pós-operatória são conflitantes ou insuficientes, e a base empírica específica para gatos continua restrita, embora haja estudos recentes sobre transmissão de luz em tecido oral, inflamação gengival e cicatrização.

Os parâmetros reportados com maior frequência são comprimento de onda, potência, fluência, modo de emissão e cronograma de sessões. Predominam exemplos no vermelho e no infravermelho próximo, aproximadamente entre 660 e 970 nm, com doses muito variáveis segundo espécie, tecido e indicação. Não foi identificado protocolo único suficientemente validado para cães e gatos; portanto, valores extraídos de ensaios não devem ser convertidos em prescrição clínica geral.

Conclui-se que a fotobiomodulação pode ser considerada modalidade complementar dentro de programas de reabilitação veterinária individualizados, sempre associada a diagnóstico, manejo analgésico e cuidados específicos da doença. Sua incorporação deve estar condicionada à segurança, ao registro físico completo das sessões e à mensuração objetiva, sempre que possível, dos resultados. Para avançar, recomendam-se ensaios randomizados maiores, estudos espécie-específicos, análises dose-resposta, comparadores adequados e observação de benefícios duradouros relevantes para o animal e seu responsável.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, Leilani X. et al. **Systematic review of postoperative rehabilitation interventions after cranial cruciate ligament surgery in dogs**. Veterinary Surgery, v. 51, n. 2, p. 233-243, 2022. DOI: https://doi.org/10.1111/vsu.13755. Acesso em: 11 nov. 2026.

ALVES, João C. et al. **A randomized double-blinded controlled trial on the effects of photobiomodulation therapy in dogs with osteoarthritis**. American Journal of Veterinary Research, v. 83, n. 8, art. ajvr.22.03.0036, 2022. DOI: https://doi.org/10.2460/ajvr.22.03.0036. Acesso em: 11 nov. 2026.

BARALE, Loris; MONTICELLI, Paolo; ADAMI, Chiara. **Effects of low-level laser therapy on impaired mobility in dogs with naturally occurring osteoarthritis**. Veterinary Medicine and Science, v. 9, n. 2, p. 653-659, 2023. DOI: https://doi.org/10.1002/vms3.997. Acesso em: 11 nov. 2026.

BENNAIM, Michael et al. **Preliminary evaluation of the effects of photobiomodulation therapy and physical rehabilitation on early postoperative recovery of dogs undergoing**

hemilaminectomy for treatment of thoracolumbar intervertebral disk disease. American Journal of Veterinary Research, v. 78, n. 2, p. 195-206, 2017. DOI: https://doi.org/10.2460/ajvr.78.2.195. Acesso em: 11 nov. 2026.

BUNCH, Jessica. **Photobiomodulation (therapeutic lasers):** an update and review of current literature. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, v. 53, n. 4, p. 783-799, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2023.02.010. Acesso em: 11 nov. 2026.

CHAVEZ, Oscar A.; RENBERG, Walter; CERNICCHIARO, Natalia. **Photobiomodulation therapy in dogs undergoing TPLO after cranial cruciate ligament rupture shows promise but no statistically significant difference in a randomized trial**. American Journal of Veterinary Research, v. 85, n. 2, art. ajvr.23.06.0138, 2024. DOI: https://doi.org/10.2460/ajvr.23.06.0138. Acesso em: 11 nov. 2026.

HOCHMAN, Lindsay. **Photobiomodulation therapy in veterinary medicine**: a review. Topics in Companion Animal Medicine, v. 33, n. 3, p. 83-88, 2018. DOI: https://doi.org/10.1053/j.tcam.2018.06.004. Acesso em: 11 nov. 2026.

HOISANG, Somphong 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. 2251-2259, 2021. DOI: https://doi.org/10.14202/vetworld.2021.2251-2259. Acesso em: 11 nov. 2026.

JIMÉNEZ LÁZARO, María et al. **Effect of fluorescence biomodulation as an adjunct to standard wound management in open wounds in dogs and cats**: a prospective, randomised, within-wound controlled clinical trial. Frontiers in Veterinary Science, v. 13, art. 1870940, 2026. DOI: https://doi.org/10.3389/fvets.2026.1870940. Acesso em: 11 nov. 2026.

KAMLANGCHAI, Phanthit et al. **Assessing the potential efficacy of 830-nanometer low-level laser therapy in cats**: extraoral applications. Veterinary World, v. 17, n. 5, p. 1124-1129, 2024. DOI: https://doi.org/10.14202/vetworld.2024.1124-1129. Acesso em: 11 nov. 2026.

LOONEY, Andrea L. et al. **A randomized blind placebo-controlled trial investigating the effects of photobiomodulation therapy (PBMT) on canine elbow osteoarthritis**. Canadian Veterinary Journal, v. 59, n. 9, p. 959-966, 2018. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6091142/. Acesso em: 11 nov. 2026.

LOPES, Ana; AZEVEDO, Pedro; CARREIRA, L. Miguel. **The effect of a class IV therapeutic LASER on post-surgical wound healing processes in Canis familiaris and Felis catus**: a preliminary study. Animals, v. 15, n. 14, art. 2133, 2025. DOI: https://doi.org/10.3390/ani15142133. Acesso em: 11 nov. 2026.

MILLIS, Darryl L.; BERGH, Anna. **A systematic literature review of complementary and alternative veterinary medicine**: laser therapy. Animals, v. 13, n. 4, art. 667, 2023. DOI: https://doi.org/10.3390/ani13040667. Acesso em: 11 nov. 2026.

PRYOR, Brian; MILLIS, Darryl L. **Therapeutic laser in veterinary medicine**. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, v. 45, n. 1, p. 45-56, 2015. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2014.09.003. Acesso em: 11 nov. 2026.

RENWICK, S. Michelle et al. **Influence of class IV laser therapy on the outcomes of tibial plateau leveling osteotomy in dogs**. Veterinary Surgery, v. 47, n. 4, p. 507-515, 2018. DOI: https://doi.org/10.1111/vsu.12794. Acesso em: 11 nov. 2026.

TURGUT, Ferda; YANMAZ, Latif Emrah; ATES, Muhammed Yasir. **Adjunctive low-level laser therapy improves gingival inflammatory clinical indices, thermographic findings, and systemic cytokines in cats with American Veterinary Dental College stage 1 to 2 periodontal disease**. American Journal of Veterinary Research, v. 87, n. 5, art. ajvr.25.10.0385, 2026. DOI: https://doi.org/10.2460/ajvr.25.10.0385. Acesso em: 11 nov. 2026.