Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação — REASE

doi.org/10.51891/rease.v12i10.31176

APLICAÇÃO DA FOTOBIOMODULAÇÃO NA REABILITAÇÃO DE PACIENTES ONCOLÓGICOS COM OSTEORRADIONECROSE INDUZIDA POR EXODONTIA

APPLICATION OF PHOTOBIOMODULATION IN THE REAHABILITATION OF ONCOLOGY PATIENTS WITH EXTRACTION- INDUCED OSTEORADIONECROSIS

Gabrielly da Silva Sousa[1]
Santana dos Santos Jorge Junior[2]
Laira Maria Leal de Lima[3]
Thiago Henrique Gonçalves Moreira[4]
Caio Cesar Silva França[5]
Eduardo Souza De Lobão Veras[6]

RESUMO: A osteorradionecrose (ORN) constitui uma complicação grave decorrente da radioterapia em pacientes oncológicos, podendo estar associada a procedimentos invasivos, como a exodontia. Nesse contexto, a fotobiomodulação (PBMT) tem sido investigada por seus efeitos no controle da inflamação e da dor e no estímulo ao reparo tecidual e ósseo. O presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos terapêuticos e os desafios clínicos da aplicação da fotobiomodulação na reabilitação de pacientes oncológicos com osteorradionecrose induzida por exodontia. Trata-se de uma revisão da literatura composta por 25 publicações, analisadas quanto aos protocolos empregados, efeitos terapêuticos, terapias associadas e segurança oncológica. Os achados demonstraram resultados predominantemente favoráveis à utilização da PBMT, de forma isolada ou associada a outras modalidades terapêuticas. Entretanto, observou-se ampla heterogeneidade nos protocolos, principalmente quanto ao comprimento de onda, potência, energia, fluência e frequência das sessões, dificultando a comparação dos resultados e a definição de um protocolo terapêutico padronizado. Além disso, poucas publicações abordaram diretamente a segurança oncológica. Conclui-se que a fotobiomodulação apresenta potencial promissor na prevenção e no manejo da ORN, porém a heterogeneidade dos protocolos e as limitações das evidências disponíveis reforçam a necessidade de estudos clínicos mais robustos e padronizados.

Palavras-chave: Fotobiomodulação. Osteorradionecrose. Extração dentária. Radioterapia. Oncologia.

[1] Acadêmica de odontologia - Afya Centro Universitário Uninovafapi - PI.
[2] Acadêmico de odontologia - Afya Centro Universitário Uninovafapi - PI.
[3] Acadêmica de odontologia - Afya Centro Universitário Uninovafapi - PI.
[4] Mestre / Orientador - Afya Centro Universitário Uninovafapi - PI.
[5] Mestre / compõe a banca - Afya Centro Universitário Uninovafapi - PI.
[6] Doutor / compõe a banca - Afya Centro Universitário Uninovafapi - PI.

ABSTRACT: Osteoradionecrosis (ORN) is a serious complication of radiotherapy in cancer patients and may be associated with invasive procedures such as tooth extraction. In this context, photobiomodulation therapy (PBMT) has been investigated for its effects on inflammation and pain control, as well as for its potential to promote tissue and bone repair. This study aimed to evaluate the therapeutic effects and clinical challenges of photobiomodulation in the rehabilitation of cancer patients with tooth extraction-induced osteoradionecrosis. This literature review comprised 25 publications, which were analyzed regarding the protocols employed, therapeutic effects, associated therapies, and oncological safety. The findings showed predominantly favorable outcomes regarding the use of PBMT, either alone or in combination with other therapeutic modalities. However, considerable heterogeneity was observed among the protocols, particularly regarding wavelength, power, energy, fluence, and treatment frequency, making direct comparison of the findings difficult and preventing the establishment of a standardized therapeutic protocol. In addition, few publications directly addressed oncological safety. In conclusion, photobiomodulation shows promising potential for the prevention and management of ORN; however, protocol heterogeneity and limitations of the available evidence highlight the need for more robust and standardized clinical studies.

Keywords: Photobiomodulation. Osteoradionecrosis. Tooth extraction. Radiotherapy. Oncology.

INTRODUÇÃO

O câncer de cabeça e pescoço (CCP) representa uma importante preocupação em saúde pública global, figurando entre as neoplasias mais incidentes e letais no mundo. Estima-se que esse grupo de tumores seja responsável por cerca de 660 mil novos casos e mais de 325 mil mortes por ano (SUNG *et al.*, 2021; CHOW, 2020). A radioterapia (RT) é um dos pilares fundamentais no tratamento do CCP, sendo frequentemente indicada tanto como abordagem curativa quanto paliativa, isoladamente ou em combinação com cirurgia e/ou quimioterapia. No entanto, embora eficaz, a RT pode acarretar uma série de efeitos adversos, sobretudo na cavidade oral, entre os quais se destaca a osteorradionecrose (ORN), uma das complicações mais graves e desafiadoras do ponto de vista terapêutico (TASOULAS *et al.*, 2024).

As abordagens terapêuticas convencionais para a ORN envolvem, prioritariamente, medidas conservadoras como antibioticoterapia, higiene bucal rigorosa, analgesia, além da oxigenoterapia hiperbárica (OHB), visando melhorar a oxigenação tecidual e estimular a angiogênese. Contudo, essas abordagens apresentam eficácia limitada, sobretudo em casos avançados, além de alta demanda logística e custo elevado. A cirurgia de desbridamento ou ressecção do osso necrótico é indicada nos mais graves, podendo incluir reconstruções com

tecidos vascularizados, porém envolve riscos cirúrgicos significativos em tecidos irradiados, além de prejuízos funcionais e estéticos (FREITAS *et al*., 2023).

A osteorradionecrose (ORN) representa uma das complicações mais graves e debilitantes decorrentes da radioterapia aplicada na região da cabeça e pescoço. Caracteriza-se pela necrose óssea persistente em áreas previamente irradiadas, sem sinais de cicatrização por pelo menos três meses, na ausência recidiva tumoral (SILVEIRA, 2024). Essa condição está frequentemente associada a traumas locais, como exodontias, que atuam como fatores desencadeantes em ossos previamente comprometidos pela ação da radiação ionizante. Fisiopatologicamente, a ORN está relacionada à hipóxia,hipocelularidade e hipovascularização induzidas pela radioterapia, que comprometem a capacidade de reparo do osso irradiado, favorecendo a necrose e infecção secundária (GUIMARÃES *et al*., 2024). Clinicamente, os pacientes podem apresentar dor intensa, exposição óssea, infecção, formação de fístulas e fraturas patológicas, comprometendo significativamente a qualidade de vida.

O manejo dessa condição ainda representa um grande desafio para a equipe multiprofissional, especialmente devido à dificuldade na regeneração óssea e às altas taxas de recorrência da lesão, o que reforça a necessidade de estratégias terapêuticas mais eficazes e seguras para esses pacientes (FREITAS *et al*., 2023). Diante dessas limitações terapêuticas, tem-se buscado tratamentos menos invasivos na reabilitação de pacientes oncológicos. Nesse contexto, a terapia de fotobiomodulação (PBMT) tem se mostrado uma solução promissora na estimulação da cicatrização óssea e na redução dos danos gerados pela radiação ionizante (MELO *et al*., 2024). Seus efeitos incluem a modulação da fase exsudativa, estímulo à cicatrização, aumento da proliferação de fibroblastos e microfibroblastos, contribuindo para o reparo e fatores de crescimento tecidual (CAMOLESI *et al*., 2021). A ação da PBMT ocorre principalmente pela ativação fotoquímica das mitocôndrias, promovendo a produção de ATP, aumentando a atividade celular e favorecendo a síntese de proteínas importantes para a reparação tecidual. Além disso, modula o processo inflamatório, favorece a cicatrização das feridas e melhora a circulação local (FERREIRA, 2023).

Apesar dos benefícios gerados pela terapia fotobiomoduladora, é fundamental considerar seu uso em pacientes oncológicos, já que alguns estudos sugerem que a PBMT pode induzir crescimento de células malignas, uma vez que vêm sendo crescente sua utilização no ambiente oncológico. Dessa forma, nesses pacientes, discutir parâmetros como comprimento de onda,

fluência, energia, tempo e modelos experimentais antes de aplicar são relevantes. (BENSADOUN *et al.*, 2020). Isso é levado em conta, pois mesmo com os resultados positivos dessa terapêutica, seu uso em áreas tumorais não é tão recomendado por alguns autores, uma vez que os resultados das pesquisas e as variáveis do tratamento com utilização das terapias fotodinâmicas são incertas. (DA SILVA *et al.*, 2021; ELAD *et al.*, 2020; HANNA *et al.*, 2020; LABROSSE *et al.*, 2022; DRISTIG 2024).

Considerando os impactos funcionais e psicológicos causados pela osteorradionecrose, especialmente em pacientes submetidos à exodontia após radioterapia, torna-se essencial buscar alternativas terapêuticas eficazes e acessíveis. Dessa forma, esta revisão visa explorar as evidências e os efeitos da terapia fotobiomoduladora, buscando responder à seguinte pergunta: a fotobiomodulação é uma abordagem eficaz e segura na reabilitação de pacientes com osteorradionecrose induzida por exodontia.

MÉTODOS

Este estudo consistiu em uma revisão de literatura narrativa, cujo objetivo foi reunir, analisar e discutir as principais evidências científicas sobre os efeitos terapêuticos e os desafios clínicos da fotobiomodulação na reabilitação de pacientes oncológicos com osteorradionecrose induzida por exodontia.

A busca pelos artigos foi realizada entre março de 2025 e setembro de 2026 nas bases de dados PubMed e SciELO. Buscas complementares foram realizadas diretamente nos periódicos Revista Brasileira de Cancerologia, Jornal da USP e Revista de Odontologia UNESP, utilizando os seguintes descritores em português e inglês: "osteorradionecrose", "radioterapia", "extração dentária", "osteoradionecrosis", "radiotherapy", "tooth extraction", "photobiomodulation", "câncer de cabeça e pescoço" e "efeitos adversos da radioterapia", "tratamento oncológico". Os descritores foram combinados entre si por meio dos operadores booleanos AND e OR. A seleção dos estudos foi realizada pela autora principal, com validação do orientador.

Foram incluídos artigos publicados no período de 2020 a 2026, disponíveis em texto completo, nos idiomas português ou inglês, que abordavam a osteorradionecrose associada ao tratamento radioterápico em pacientes oncológicos de cabeça e pescoço, com ênfase na reabilitação com fotobiomodulação. Foram priorizadas revisões sistemáticas, revisões de

escopo, ensaios clínicos randomizados e relatos de caso com descrição clara dos parâmetros terapêuticos empregados.

Em virtude da escassez de estudos que avaliassem simultaneamente a fotobiomodulação, a osteorradionecrose e a segurança oncológica, foram incluídos, complementarmente, artigos que discutissem a segurança da fotobiomodulação em pacientes oncológicos de cabeça e pescoço de forma mais ampla, ainda que não tratassem exclusivamente da osteorradionecrose, dado tratar-se do mesmo grupo populacional e do mesmo mecanismo terapêutico investigado. Da mesma forma, foram incluídos estudos sobre o uso da fotobiomodulação no manejo da mucosite oral e da xerostomia radioinduzidas, por acometerem o mesmo tecido submetido à radioterapia e por fundamentarem parte dos parâmetros e protocolos atualmente extrapolados para o tratamento da osteorradionecrose, incluindo as diretrizes da World Association for Laser Therapy (WALT).

Foram excluídos estudos que não estavam disponíveis na íntegra, publicações duplicadas, resumos simples, capítulos de livros, relatos de caso sem descrição adequada dos parâmetros terapêuticos ou sem relevância metodológica para os objetivos da revisão, e artigos que não abordassem a osteorradionecrose, a segurança oncológica da fotobiomodulação ou seu uso em complicações orais decorrentes da radioterapia de cabeça e pescoço. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados 25 artigos que subsidiaram a construção do referencial teórico e a discussão do tema proposto.

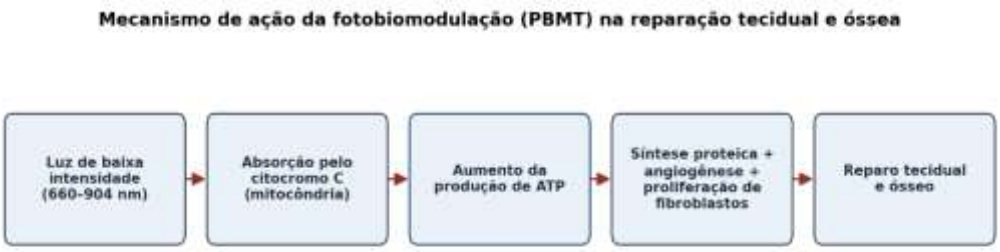
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 25 artigos selecionados conforme os critérios descritos na Metodologia, 18 estudos, que investigaram sob diferentes desenhos metodológicos o uso da fotobiomodulação (PBMT) no contexto de complicações orais decorrentes do tratamento oncológico, foram utilizados na construção dos Resultados e Discussão, com destaque para a osteorradionecrose (ORN) dos maxilares. Embora o foco principal desta revisão seja a ORN, foram também incluídos estudos voltados à mucosite oral, uma vez que compartilham o mesmo mecanismo fotobiológico de ação da PBMT e a mesma população oncológica de interesse, servindo de base para a discussão dos mecanismos de ação e da segurança oncológica da terapia.

Os estudos analisados apontam que a fotobiomodulação apresenta potencial para favorecer os processos de reparação em tecidos submetidos à radioterapia, tornando-se relevante

no contexto da osteorradionecrose. Sampaio (2021) e Da Silva *et al.* (2021) descrevem que esse efeito está relacionado com a ação da PBMT no metabolismo mitocondrial, uma vez que a luz é absorvida pela enzima citocromo C, fazendo com que a célula produza mais adenosina trifosfato (ATP), acelerando a síntese de proteínas, angiogênese e fluxo sanguíneo, favorecendo nutrição e oxigenação às células comprometida pela radioterapia, conforme descrito no **(Quadro 1)**, estimulando vascularização e regeneração celular para acelerar o reparo de tecidos e ossos.

Quadro 1 – Mecanismo de ação da fotobiomodulação (PBM) na reparação tecidual e óssea.



Fonte: Elaborado pelos autores com base nas publicações incluídas na revisão.

Camolesi *et al.* (2021) descrevem que esse mecanismo fotoquímico se traduz clinicamente na modulação da fase exsudativa da cicatrização e no estímulo à proliferação de fibroblastos e miofibroblastos, contribuindo diretamente para o reparo do tecido ósseo e mucoso irradiado. Além disso, todo esse processo fotofísico e fotoquímico gera também efeitos analgésicos, anti-inflamatórios e alívio de dor (CAMPOS *et al.*, 2021). Tais achados sugerem que a PBMT pode atuar sobre mecanismos importantes para a recuperação de tecidos comprometidos pela radioterapia.

Quanto aos parâmetros empregados, observou-se considerável heterogeneidade entre os protocolos de PBMT, especialmente em relação ao comprimento de onda, conforme detalhado no **(Gráfico 1)** e no **(Gráfico 2)**. Entre os estudos analisados, os comprimentos de onda mais frequentes foram 660 nm, na faixa do vermelho — presente em sete estudos —, e 808 nm, na faixa do infravermelho próximo — presente em cinco estudos (DA SILVA *et al.*, 2021; FREITAS *et al.*, 2023; Silveira, 2024; PEREIRA *et al.*, 2024; QUAH *et al.*, 2024). Seis estudos utilizaram protocolos combinados de comprimento de onda do vermelho e do infravermelho próximo no mesmo tratamento (HANNA *et al.*, 2020; LABROSSE *et al.*, 2022; ROBIJNS *et al.*,

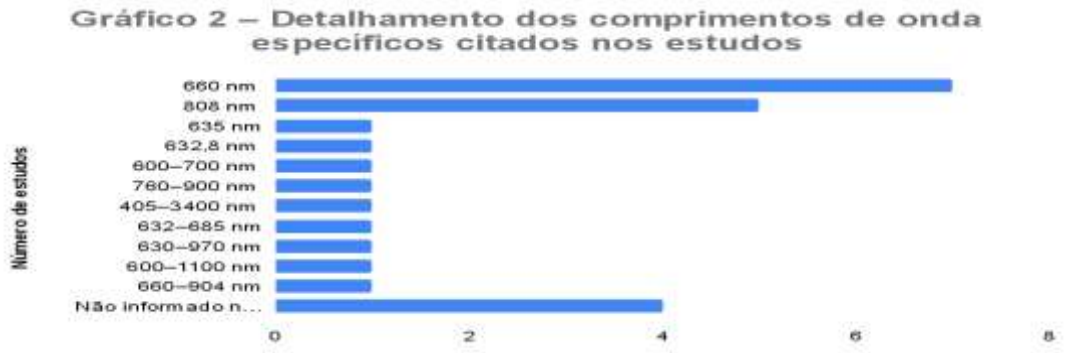
2022; FREITAS *et al.*, 2023; MELO *et al.*, 2024; PEREIRA *et al.*, 2024), ao passo que quatro estudos — em sua maioria revisões amplas ou de escopo — não especificaram o comprimento de onda utilizado (ELAD *et al.*, 2020; CAMOLESI *et al.*, 2021; SACRAMENTO *et al.*, 2024; ALZAHRANI *et al.*, 2025).

Gráfico 1 – Distribuição do comprimento de onda utilizado nos protocolos de PBMT.



Fonte: Elaborado pelos autores com base nas publicações incluídas na revisão.

Gráfico 2 – Detalhamento dos comprimentos de onda específicos citados nos estudos.



Fonte: Elaborado pelos autores com base nas publicações incluídas na revisão.

Além do comprimento de onda, os parâmetros de potência, de energia de pontos e o número de sessões também mostraram grande dispersão entre os estudos, com poucos protocolos completamente descritos (MELO *et al.*, 2024). Na prática, essa marcante heterogeneidade significa que não é possível olhar para o conjunto das evidências e determinar um protocolo ideal padronizado para a osteorradionecrose (ORN). Como cada estudo utilizou

uma combinação diferente de parâmetros físico-biológicos, a comparação direta entre os resultados torna-se limitada, impedindo definir com precisão qual conjunto de parâmetros oferece a maior eficácia terapêutica, o que é apontado na literatura como uma das principais fragilidades metodológicas do tema (LABROSSE *et al.*, 2022; MELO *et al.*, 2024). Assim, embora os resultados clínicos sejam predominantemente favoráveis, ainda não é possível estabelecer, com base nos estudos analisados, qual combinação de parâmetros seria mais adequada para produzir os melhores resultados terapêuticos.

Entre os estudos que empregaram a fotobiomodulação de forma isolada — sem associação com outras terapias — no tratamento ou na prevenção da osteorradionecrose (ORN), a evidência disponível nesta revisão reduz-se a três estudos: Melo *et al.* (2024), Silveira (2024) e Quah *et al.* (2024). Melo *et al.* (2024), em revisão de escopo com 19 estudos sobre laserterapia de baixa intensidade isolada na ORN (11 relatos de caso, 6 estudos in vivo e 2 revisões sistemáticas), reportaram parâmetros variáveis — energia de 1 a 6 J/ponto, potência de 30 a 500 mW e fluência de 4 a 210 J/cm², com predomínio do modo contínuo — e concluíram que a terapia é eficaz tanto na prevenção quanto no tratamento da ORN, com poucos efeitos colaterais relatados nos relatos de caso e formação de novo tecido ósseo, osteócitos e redes vasculares nos modelos in vivo.

Corroborando esses achados, Silveira (2024), em revisão de literatura com dois estudos incluídos, descreveu o uso de PBM isolada em 808 nm (infravermelho) e, em um dos estudos, também em 660 nm (vermelho), relatando melhora clínica em 100% das lesões em um dos estudos e redução absoluta de 94,7% no risco de ORN no outro. Já Quah *et al.* (2024), em revisão sistemática com meta-análise sobre modalidades adjuvantes para prevenção de ORN após exodontia em pacientes irradiados, identificaram, no único estudo que avaliou a PBMT isolada (protocolo de 808 nm, 40 mW, 100 J/cm², 5 pontos, totalizando 70 J/alvéolo, comparado à antibioticoterapia), incidência de 0% de ORN entre os 19 pacientes tratados. Em conjunto, esses três estudos indicam que a PBMT, mesmo sem associação a outras terapias, apresenta resultados clínicos favoráveis tanto na prevenção quanto no tratamento da ORN, ainda que a heterogeneidade dos parâmetros empregados dificulte a definição de um protocolo padronizado.

Além da utilização isolada, a PBMT também foi descrita em associação com outras modalidades terapêuticas. Alguns dos estudos incluídos abordaram o uso do laser em pacientes com ORN e osteonecrose associada a medicamentos (MRONJ). A tabela 1 a seguir mostra a síntese das combinações terapêuticas associadas à fotobiomodulação (PBMT) e principais

achados dos estudos, destacando resultados favoráveis no processo de cicatrização e cura quando associada a terapias como aPDT, cirurgia e antibioticoterapia. Vale ressaltar que os achados referentes ao MRONJ foram analisados de maneira complementar, contribuindo apenas para a compreensão do potencial biológico e terapêutico da PBMT em alterações ósseas dos maxilares.

Tabela 1 – Modalidades terapêuticas associadas à fotobiomodulação nas publicações com protocolos combinados.

Autor/Ano	Combinação	O que o estudo mostrou
Magalhães *et al.*, 2020	PBMT + aPDT + antibioticoterapia + cirurgia	Favorável — cicatrização completa em 1 mês, sem recidiva em 12 meses
Camolesi *et al.*, 2021	PBMT (LLLT) + aPDT — identificado em 1 dos 110 estudos revisados	Favorável no subgrupo LLLT + aPDT (100% de cura, n=20); cirurgia isolada foi a modalidade mais associada à cicatrização no conjunto geral
Freitas *et al.*, 2023	PBMT + aPDT + cirurgia (Er:YAG)	Favorável — regressão completa em 30 dias pós-cirurgia, sem recidiva em 1 ano
Sacramento *et al.*, 2024	PBMT + aPDT + antibioticoterapia + cirurgia minimamente invasiva/desbridamento (protocolos também associaram Er:YAG/Nd:YAG e L-PRF)	Favorável — cicatrização completa sem efeitos adversos relevantes
Michalak *et al.*, 2025	PBMT + antibioticoterapia (amoxicilina+clavulanato ou clindamicina)	Favorável — cura clínica completa no Estágio I; coadjuvante essencial nos Estágios II/III

Fonte: Elaborado pelos autores com base nas publicações incluídas na revisão.

(PBMT: fotobiomodulação; aPDT: terapia fotodinâmica antimicrobiana; LLLT: terapia laser de baixa potência; ORN: osteorradionecrose; MRONJ: osteonecrose dos maxilares associada a medicamentos; Er:YAG: laser de Érbio; Nd:YAG: laser de Neodímio).

Quanto ao tratamento da osteorradionecrose dos maxilares, os relatos de caso de Magalhães *et al.* (2020) e de Freitas *et al.* (2023) descrevem protocolos multimodais — combinando PBMT, terapia fotodinâmica antimicrobiana (aPDT), antibioticoterapia e, quando necessário, remoção cirúrgica do sequestro ósseo — que resultaram em cicatrização completa das lesões, sem recidiva em 12 meses e em 1 ano de acompanhamento, respectivamente. Esses achados individuais são corroborados por Camolesi *et al.* (2021) que, ao avaliarem 110 estudos sobre ORN, identificaram que o único estudo que associou LLLT à aPDT relatou cura em 100% dos 20 pacientes tratados. Entre as terapias associadas à PBMT nesses protocolos, destaca-se a recorrência da aPDT, presente em quatro dos cinco estudos combinados, seguida pela

antibioticoterapia sistêmica e pela remoção cirúrgica de tecido necrótico, cada uma presente em três estudos. Esse padrão sugere uma tendência de emprego da PBMT como parte de protocolos multimodais nos casos mais avançados de ORN e MRONJ, nos quais a lesão óssea estabelecida dificilmente responde à monoterapia.

Resultados semelhantes são observados para a osteonecrose dos maxilares associada a medicamentos (MRONJ) — afecção de etiologia distinta da ORN, por não estar relacionada à radioterapia, mas também abordada pela PBMT como terapia coadjuvante. Sacramento *et al.* (2024), em revisão integrativa de 10 estudos, verificaram que a associação de PBMT com aPDT, antibioticoterapia e cirurgia minimamente invasivas promoveram cicatrização completa sem efeitos adversos relevantes. De forma ainda mais direta, o estudo clínico prospectivo de Michalak *et al.* (2025), com 31 pacientes, demonstrou cura clínica completa em 100% dos casos de MRONJ em estágio inicial tratados apenas com PBMT associada a antibioticoterapia, sem necessidade de cirurgia — reforçando o potencial da fotobiomodulação como terapia coadjuvante e, em estágios iniciais. Embora referentes a uma condição etiologicamente distinta da ORN, esses achados contribuem para a compreensão do potencial biológico e terapêutico da fotobiomodulação em alterações ósseas dos maxilares. Entretanto, os resultados relacionados à MRONJ devem ser interpretados como evidências complementares e não devem ser diretamente extrapolados para a osteorradionecrose.

A segurança oncológica constitui um aspecto relevante na utilização da PBMT em pacientes submetidos ao tratamento do câncer, considerando o risco teórico de estimulação da proliferação de células neoplásicas residuais pela radiação de baixa intensidade. Essa questão foi abordada de forma explícita em apenas três das 18 publicações incluídas para o desenvolvimento dos resultados e discussões nesta revisão (17%). Hanna *et al.* (2020), em revisão crítica da literatura, relataram dados conflitantes entre estudos in vitro e in vivo quanto à proliferação celular quando o feixe de laser atinge células cancerígenas residuais, com efeito aparentemente dependente da dose e do tempo de exposição, recomendando cautela e a realização de ensaios clínicos randomizados bem desenhados para elucidar essa questão.

Em sentido complementar, Bensadoun *et al.* (2020), ao revisarem 67 estudos (43 in vitro, 15 in vivo e 9 clínicos), constataram que doses clínicas recomendadas de PBMT não estimularam o crescimento tumoral, com uso seguro documentado há mais de 20 anos em humanos para prevenção de mucosite oral — ainda que doses muito elevadas tenham sido associadas à maior

crescimento tumoral em modelos isolados, caracterizando um efeito dose-dependente. De forma convergente, o estudo experimental in vitro de Ibarra *et al.* (2020), com três linhagens de carcinoma espinocelular oral, verificou que doses clínicas (3 e 6 J/cm²), aplicadas em protocolo diário — mais próximo da prática clínica real —, não promoveram características de agressividade nas células-tronco cancerígenas avaliadas. Nos demais 15 estudos (83%), a questão da segurança oncológica não foi diretamente abordada, o que representa uma lacuna relevante da literatura atual e reforça a necessidade de mais estudos dedicados especificamente a esse desfecho, sobretudo em protocolos aplicados próximos ao leito tumoral, conforme descrito no gráfico 3.

Gráfico 3 – Perfil de segurança oncológica relatado nos estudos incluídos.

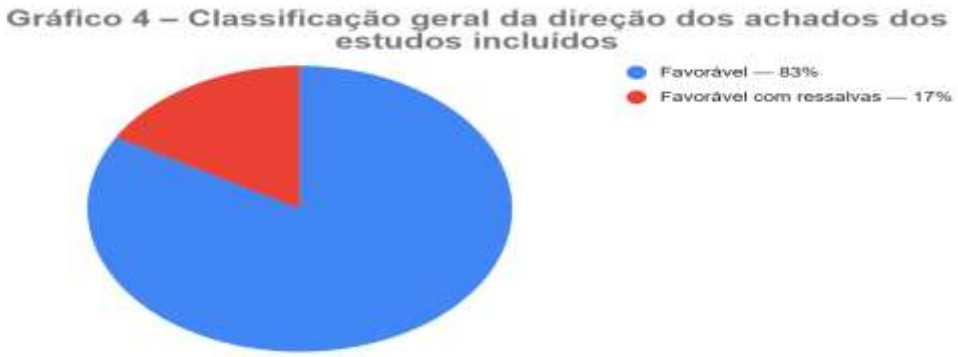


Fonte: Elaborado pelos autores com base nas publicações incluídas na revisão.

Na análise descritiva das 18 publicações incluídas, 15 (83%) foram classificadas como apresentando achados predominantemente favoráveis à PBMT, enquanto três (17%) apresentaram resultados favoráveis acompanhados de ressalvas metodológicas **(Gráfico 4)** (HANNA *et al.*, 2020; IBARRA *et al.*, 2020; LABROSSE *et al.*, 2022). Vale destacar que esses três estudos tratam de segurança oncológica e de mucosite oral, e não da eficácia da PBMT na osteorradionecrose propriamente dita; suas ressalvas dizem respeito a limitações metodológicas específicas de cada desenho — dados conflitantes entre achados in vitro e in vivo (HANNA *et al.*, 2020), resultados restritos a modelo in vitro, ainda sem confirmação in vivo (IBARRA *et al.*, 2020), e heterogeneidade entre os protocolos analisados (LABROSSE *et al.*, 2022). Além disso, resultados provenientes de outras condições, como a MRONJ e a mucosite oral, devem ser

interpretados como evidências complementares, não devendo ser extrapolados diretamente para a ORN.

Gráfico 4 – Classificação geral da direção dos achados dos estudos incluídos.



Fonte: Elaborado pelos autores com base nas publicações incluídas na revisão.

Some-se a isso a já mencionada escassez de estudos voltados especificamente à segurança oncológica da PBMT, especialmente relevante em uma população oncológica na qual o risco teórico de estimulação de células residuais não pode ser desconsiderado. Reforça-se, ainda, a necessidade de estudos que avaliem especificamente o uso da PBMT na reabilitação de pacientes com risco de ORN desencadeada por exodontias em sítios previamente irradiados.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a fotobiomodulação apresenta resultados promissores na reabilitação de pacientes oncológicos com osteorradionecrose, podendo contribuir para o controle da dor e da inflamação, além de favorecer os processos de reparo tecidual e ósseo. Entretanto, a heterogeneidade dos protocolos encontrados, principalmente quanto aos parâmetros de irradiação e à frequência das sessões, ainda representa um importante desafio para sua aplicação clínica e dificulta a definição de um protocolo terapêutico padronizado. Além disso, a limitada quantidade de evidências diretamente relacionadas à osteorradionecrose induzida por exodontia e à segurança oncológica reforça a necessidade de estudos clínicos mais robustos e padronizados, a fim de proporcionar maior segurança e embasamento científico para a utilização da fotobiomodulação nesse contexto.

REFERÊNCIAS

1. ALZAHRANI A, *et al*. Laser-based interventions in the management and prevention of osteoradionecrosis of the jaws: a systematic review. Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery, 2025;

2. BENSADOUN RJ, *et al*. Photobiomodulation therapy in the management of cancer treatment-related toxicities: safety and efficacy. Supportive Care in Cancer, 2020; 28(10): 4500-4515;

3. CAMOLESI MV, *et al*. Healing of osteoradionecrosis of the jaws after surgical, pharmacological, or combined therapies: a systematic review. Oral Oncology, 2021;

4. CAMPOS, Luana et al. Antimicrobial photodynamic therapy using optical fiber for oral fistula resulting from mandibular osteoradionecrosis. Photodiagnosis and Photodynamic Therapy, v. 34, 102247, 2021:

5. CHOW LQM. Head and Neck Cancer. New England Journal of Medicine, 2020;

6. DA SILVA WA, *et al*. Efficacy of photobiomodulation therapy on wound healing after tooth extraction in irradiated head and neck cancer patients: a randomized clinical trial. Lasers in Medical Science, 2021;

7. DRISTIG, Tyffane Andrade; PORTO, Suzeli Sampaio; MELO, Nilce Santos. Segurança das terapias complementares na redução de efeitos adversos em tratamentos oncológicos. Trabalho de Conclusão de Residência (Residência Multiprofissional em Atenção Oncológica) – Hospital Universitário de Brasília, Universidade de Brasília, 2024;

8. ELAD S, *et al*. MASCC/ISOO clinical practice guidelines for the management of mucositis secondary to cancer therapy. Cancer, 2020;

9. FERREIRA, Ivanir. Terapia individualizada com LED é aplicada com sucesso na osteoartrite de joelho. Jornal da USP, São Paulo, 2 jun. 2023;

10. FREITAS LM, *et al*. Photobiomodulation associated with antimicrobial photodynamic therapy and high-power laser in the treatment of osteoradionecrosis: a case report. Special Care in Dentistry, 2023;

11. GUIMARÃES, A. *et al*. O uso da Laserterapia no tratamento da osteonecrose dos maxilares associada a radiação na região da cabeça e pescoço. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, [S.l.], v. 10, n. 8, p. 1806–1822, 2024;

12. HANNA R, *et al*. Photobiomodulation therapy in oral mucositis and potentially malignant oral lesions: a review on efficacy and safety. Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery, 2020;

13. IBARRA AM, *et al*. Effects of daily photobiomodulation therapy on oral squamous cell carcinoma and cancer stem cells in vitro. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, 2020;

14. LABROSSE A, *et al*. Place of photobiomodulation in the prevention and treatment of oral mucositis in head and neck cancer patients: a systematic review. Radiotherapy and Oncology, 2022;

15. MAGALHÃES D, *et al*. Multimodal approach including photodynamic therapy and photobiomodulation for osteoradionecrosis treatment: a case report. Journal of Clinical Periodontology, 2020;

16. MELO G, *et al*. Low-level laser therapy for the prevention and treatment of osteoradionecrosis of the jaw: a scoping review. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology, 2024;

17. MICHALAK M, *et al*. Photobiomodulation therapy in the treatment of medication-related osteonecrosis of the jaw (MRONJ): a prospective 6-month follow-up study. Clinical Oral Investigations, 2025;

18. PEREIRA CA, *et al*. Comparison of two dual-wavelength photobiomodulation protocols after lower third molar extraction: a randomized split-mouth clinical trial. Clinical Oral Investigations, 2024;

19. QUAH XH, *et al*. Adjuvant therapies for the prevention of osteoradionecrosis of the jaw following tooth extraction: a systematic review and meta-analysis. International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 2024;

20. ROBIJNS J, *et al*. Photobiomodulation therapy in management of cancer therapy-induced side effects: WALT position paper 2022. Frontiers in Oncology, 2022; 12.

21. SACRAMENTO R, *et al*. Photobiomodulation as an adjuvant therapy for medication-related osteonecrosis of the jaw: an integrative review. Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal, 2024;

22. SAMPAIO AB. Photobiomodulation therapy for oral mucositis and xerostomia in head and neck cancer patients undergoing radiochemotherapy: a systematic review of randomized clinical trials. Supportive Care in Cancer, 2021;

23. SILVEIRA R. Fotobiomodulação na prevenção e tratamento da osteorradionecrose em pacientes submetidos à radioterapia de cabeça e pescoço: revisão de literatura. Revista de Odontologia da UNESP, 2024;

24. SUNG H, *et al*. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. CA: A Cancer Journal for Clinicians, 2021;

25. TASOULAS J, *et al.* Poor oral health influences head and neck cancer patient survival: an International Head and Neck Cancer Epidemiology Consortium pooled analysis. Journal of the National Cancer Institute, 2024;