FACSETE – Faculdade de Sete Lagoas

ABO – Associação Brasileira de Odontologia - Santos

Especialização em implantodontia

SOLANGE MARIA GOMES THYRSO DE LARA

# OS BENEFÍCIOS DA LASERTERAPIA NA NEOFORMAÇÃO ÓSSEA AGREGADA À ENXERTIA ÓSSEA NO PROCESSO DE OSSEOINTEGRAÇÃO DE IMPLANTES DENTÁRIOS

SANTOS

2023

SOLANGE MARIA GOMES THYRSO DE LARA

# OS BENEFÍCIOS DA LASERTERAPIA NA NEOFORMAÇÃO ÓSSEA AGREGADA À ENXERTIA ÓSSEA NO PROCESSO DE OSSEOINTEGRAÇÃO DE IMPLANTES DENTÁRIOS

Monografia apresentada à FACSETE – Faculdade Sete Lagoas, como requisito para obtenção do Título de Especialista em Implantodontia, sob orientação do Profº Marcelo Gaspar

SANTOS

2023

**OS BENEFÍCIOS DA LASERTERAPIA NA NEOFORMAÇÃO ÓSSEA AGREGADA À ENXERTIA ÓSSEA NO PROCESSO DE OSSEOINTEGRAÇÃO DE IMPLANTES DENTÁRIOS**

Esta monografia foi julgada e aprovada para obtenção do Título de Especialista em Implantodontia pela **FACSETE – FACULDADE SETE LAGOAS**.

Santos, 25 de agosto de 2023

_____

Prof. Dr. Marcelo Gaspar

_____

Prof. Dr. Valter Castro Alves

_____

Prof. Dr. Márcio da Rocha Carvalho

Agradecimento

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus e à virgem Maria, por me permitirem ter saúde e força para dar prosseguimento à minha profissão com esta pós-graduação. Gostaria de agradecer também ao meu marido, pelo apoio em diversos sentidos, e aos meus filhos, pela compreensão e carinho mesmo em momentos de exaustão.

Agradeço também aos meus parentes que, por diversas vezes, me auxiliaram cuidando dos meus filhos para que eu pudesse estar presente neste curso. Expresso também minha gratidão aos professores, colegas de turma, às auxiliares e demais funcionários, que sempre estão de prontidão para nos ajudar no que precisamos.

Por fim, gostaria de agradecer ao meu grande amigo Thiago, de vida e de trabalho, que sempre me acolhe e me incentiva, me dando força para continuar e ser feliz nesta profissão.

Resumo

O tratamento do edentulismo por próteses suportadas por implantes dentários tem se tornado uma técnica cada vez mais utilizada na prática clínica. Para o sucesso deste tratamento, a implantodontia depende de que a superfície do implante e a do osso remanescente se integrem, completando o processo conhecido por osseointegração. No entanto, após a perda do elemento dental por parte do paciente, pode-se haver uma copiosa reabsorção óssea no processo alveolar. Neste contexto, além de uma adequada técnica cirúrgica e coerente orientação do pós-operatório ao paciente, a utilização de biometariais de enxertia óssea (sendo o osso autógeno considerado padrão ouro) associado ao uso de laserterapia de baixa potência parecem ser promissores tratamentos coadjuvantes no processo cicatricial e consequente mais apropriada neoformação óssea. Além disso, a laserterapia não apresenta efeitos adversos se realizada apropriadamente, o que aumenta a segurança de inclusão desta terapia no trans e pós-operatório. Apesar da ampla utilização de biomateriais na implantodontia, a literatura ainda apresenta dúvidas acerca da efetiva eficácia clínica de enxertos ósseos, sendo estes associados a laserterapia ou não. Contudo, apesar dos estudos nesta revisão apontarem para benefícios experimentais já observados, ainda há uma certa escassez de casos registrados na literatura, principalmente em estudos conduzidos em seres humanos, o que ainda retarda uma comprovação mais consolidada a respeito do uso desta terapia.

Palavras-chave: laserterapia; enxerto ósseo; osseointegração; laser de baixa potência

Abstract

The treatment of edentulism by prostheses supported by dental implants has become a technique increasingly used in clinical practice. For the success of this treatment, dental implants specialists depend on the implant surface and the remaining bone to integrate, completing the process known as osseointegration. However, after the loss of the dental element by the patient, there may be copious bone resorption in the alveolar process. In this context, in addition to an adequate surgical technique and consistent postoperative guidance for the patient, the use of bone graft biometallics (autogenous bone being considered the gold standard) associated with the use of low-power laser therapy seems to be an advantegeous adjuvant treatment in the healing process and in the bone formation. In addition, laser therapy does not have adverse effects if carefully received, which increases the safety of including this therapy in the trans and postoperative period. Despite the widespread use of biomaterials in implant dentistry, the literature still has doubts about the clinical efficacy of bone grafts, whether associated with laser therapy or not. However, despite the studies in this review pointing to experimental benefits already observed, there is still a certain scarcity of cases reported in the literature, mainly in controlled studies in humans, which still delays a more consolidated proof regarding the use of this therapy.

Key-words: lasertherapy; osseointegration; low level laser

Sumário

Introdução .....8

Preposição .....11

Revisão de literatura .....12

Discussão .....27

Conclusão .....29

Referências .....30

# 1. Introdução

Segundo Weintraub e Burt (1985), a perda completa dos dentes (edentulismo) é considerada “o equivalente dentário da mortalidade”, independentemente de sua causa. Sabe-se que o edentulismo representa os estágios finais da cárie dentária e também da periodontite e alguns estudos relatam que esta condição prediz a mortalidade (POLZER et al., 2010). Além disso, é de comum conhecimento que o edentulismo diminui a qualidade de vida dos indivíduos, ainda que em diferentes graus (EMAMI et al., 2013; NAKA et al., 2014; GIL-MONTOYA et al, 2015; FELTON, 2016).

Após décadas de declínio na prevalência de perda total de dentes, a tendência atual (que aponta no sentido oposto) continua a ser mal interpretada, produzindo projeções errôneas e metas de saúde mal direcionadas. (Slade et al., 2014; Zelig et al., 2016; Polzer et al., 2010) Prevê-se que, devido ao envelhecimento populacional, o edentulismo aumente cada vez mais (principalmente em idosos). (MÜLLER e SCHIMMEL, 2010)

Nesse contexto, o tratamento do edentulismo por próteses suportadas por implantes dentários tem se tornado uma técnica cada vez mais utilizada na prática clínica seja no contexto de reabilitação parcial ou total. (GERRITSEN et al., 2010) Além disso, tal reabilitação por meio de implantes tem trazido consigo um alto grau de sucesso a longo prazo. (JAHANGIRI et al., 2015) Neste sentido, sabe-se que o sucesso do tratamento depende diretamente do sucesso da osseointegração, isto é, de uma apropriada integração entre o osso vivo do paciente no sítio de instalação e a superfície do implante. (SILVA ET AL., 2014; FU and WO, 2021)

No entanto, após a perda do elemento dental por parte do paciente, pode-se haver uma copiosa reabsorção óssea no processo alveolar, indicando, neste sentido, necessidade de alguma terapia conjunta, como por exemplo o uso de enxerto ósseo para viabilizar uma adequada colocação do implante. Tal terapia adjunta poderia atuar no sentido de reduzir riscos de injúria a estruturas vitais, como, por exemplo, lesões do feixe do nervo alveolar inferior ou mesmo perfurações da membrana do seio maxilar. (OLIVEIRA et al., 2020)

Uma vez compreendida que a reabilitação de pacientes edêntulos com implantes traz consigo um alto grau de dependência direta do sucesso do processo de osseointegração, surge, então, preocupações acerca de possibilidades de minimização de riscos e maximização da osseointegração. Neste sentido, o uso de laserterapia, especialmente de baixa potência, pode ser uma alternativa potencializadora do esperado processo osseointegrativo. (SILVA ET AL., 2014)

Ainda acerca da supracitada terapia, sabe-se que a terapia com LASER (*light amplification by stimulated emission of radiation*), seja de alta ou baixa potência, tem conquistado progressivamente mais espaço em diversas áreas da odontologia, como a implantodontia. Podendo ser usada em diferentes comprimentos de onda, essa tecnologia, quando em baixa potência, gera efeitos não só de analgesia, mas também anti-inflamatórios e de reparação e regeneração celular. Além disso, benefícios ligados à antibioticoterapia por meio da terapia fotodinâmica também constam nas possibilidades terapêuticas. (SANTOS et al., 2021; HECTOR, 1987)

Assim sendo, clinicamente pode-se observar que no pós-operatório de uma cirurgia de instalação de implante dental, seja ela com utilização de enxerto ósseo ou não, diversos são os sintomas que podem ser apresentados pelo paciente, variando de inchações e algia até sangramento e infecção com coleção purulenta. Buscando minimizar estes efeitos e

aumentar a eficiência de osseointegração, especialmente no contexto de uso de enxerto ósseo (para o presente estudo), a utilização da laserterapia de baixa intensidade poderia alcançar melhorias de diferentes sortes por meio dos efeitos bioestimulantes que culminam em aceleração do processo cicatricial e reparativo da interface formada entre osso vivo e implante. Logo, o presente estudo tem o objetivo de realizar uma revisão da literatura acerca dos potenciais benefícios da laserterapia na implantodontia quando do uso de enxerto ósseo (SANTOS et al., 2021)

Pra tanto, foi realizada uma revisão de literatura sobre o tema em questão considerando alguns artigos acadêmicos disponíveis online datados de 2007 a 2021 (principalmente PUBMED), reunindo, complementando e consolidando diferentes dados encontrados nas fontes de consulta. Para a triagem dos artigos, foram considerados artigos em língua inglesa como resultado de uma busca na PUBMED a partir do cruzamento das seguintes palavras-chave: *low intensity laser; osseointegration; bone graft; dental implants.*

## 2. Preposição

O objetivo do presente trabalho foi realizar uma revisão de literatura (ou, como também chamada, narrativa) a fim de compreender e consolidar informações acerca da potencial alteração no processo de osseointegração quando aplicada a terapia de laser de baixa potência em casos de enxertia óssea (autógena).

## 3. Revisão de literatura

O desenvolvimento e crescimento do indivíduo se dá com um perfeito sincronismo e cada tecido tem seu individual início e desenvolvimento. No contexto fisiológico, sabe que o tecido ósseo, por exemplo, se desenvolve mais rapidamente do que o tecido muscular que, por sua vez, se desenvolve mais rápido do que o tecido adiposo. (GONZALEZ e SARTORI, 2002)

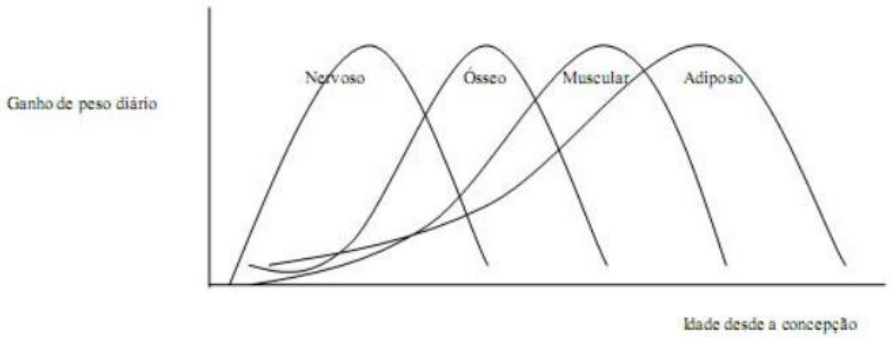



Fig 1. Ordem de deposição dos tecidos nos animais (Gonzalez e Sartori, 2002)

Uma vez comentado que o ritmo de desenvolvimento tecidual difere entre um e outro, faz-se necessário entender o conceito ósseo propriamente dito. Assim, pode-se estabelecer que o osso trata-se de um tecido multifuncional de alta atividade metabólica formado por uma população diversa de células (osteoblastos, osteoclastos e osteócitos). Além disso, tais células se apresentam em distintos estágios de diferenciação celular, representando assim um equilíbrio dinâmico. O tecido ósseo passa por um contínuo processo de renovação e remodelação como resultado principalmente da atividade osteoblástica e osteoclástica. (GONZÁLEZ, 2010; SODEK e MCKEE, 2000)

Assim, é coerente afirmar que o osso, em geral, está copiosamente relacionado com o crescimento do indivíduo. Este tecido, por sua vez, passa por constantes processos

adaptativos no que tange à sua constituição (como hipertrofia ou atrofia) e, como função, além de suporte e proteção de órgãos, atua como uma espécie de reserva metabólica de cálcio e fósforo no indivíduo, os quais podem ser utilizados em caso de alterações homeostáticos. (MACARIET al. 2002).

Acerca das funções ósseas, pode-se afirmar que o osso denota funções que incluem suporte mecânico, locomoção, movimentação, suporte dentário para mastigação, suporte e proteção de órgãos vitais (cérebro, medula espinal, órgãos internos) e reservatório de medula óssea (fonte hematopoiética) e hemostasia do cálcio. (BOSSHARDT e SCHENK, 2010; GRABOWSKI, 2009)

A respeito das células que formam o tecido ósseo, cabe lembrar que os osteoblastos são células diferenciadas que produzem a matriz óssea através da secreção de matriz extracelular osteoide (colágeno e substância fundamental amorfa). Esse tipo celular também atua na calcificação da matriz extracelular por meio da secreção de pequenas vesículas com fosfatase alcalina durante a produção e secreção de matriz óssea. Além disso, durante o crescimento ósseo e no processo de remodelagem do osso na fase adulta, os osteoblastos secretam vesículas ricas em cálcio para a matriz osteoide em processo de calcificação. Os osteoclastos, por sua vez, são  células gigantes (podem ter até 50 núcleos) oriundas de fusão de células mononucleadas e possuem a função de reabsorção óssea. (JONHSON, 2000; PHILIP et al., 2022)

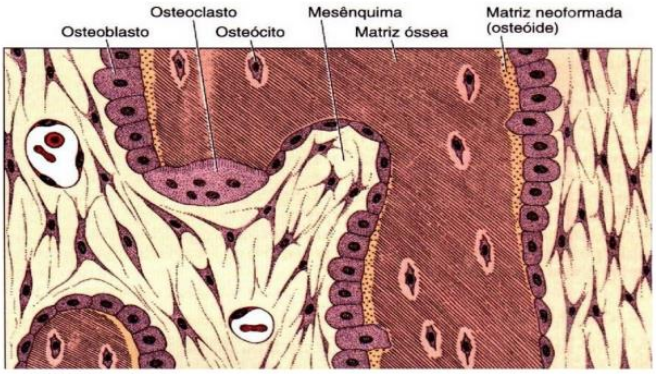



Fig 2. Células da matriz óssea *Junqueira e Carneiro, 2004)

Ainda no que concerne aos tipos celulares, tem-se que os osteoblastos podem se diferenciar em osteócitos pelo mecanismo de inversão da matriz ou pelo aprisionamento dos osteoblastos adjacentes. A estas células, denominam-se osteócitos, células estas responsáveis pela manutenção da matriz óssea outrora formada. Acredita-se ainda que o osteócito seja a célula responsável por reconhecer o estímulo mecânico e transmiti-lo aos osteoblastos e osteoclastos em um processo de sinalização celular. (BOSSHARDT e SCHENK, 2010)

O processo de renovação (síntese de matriz osteoide por osteoblastos) e o processo de remodelação (reabsorção óssea por osteoclastos), em conjunto, permitem a neoformação óssea. Contudo, é importante frisar que esta homeostase a longo prazo é dada por um sistema de controle que contempla diversos fatores, como hormônios, fatores físicos e humorais locais. Além disso, outros fatores (idade, doenças ósteo-metabólicas, nutrição, mobilidade diminuída, ação de algumas drogas) podem causar alterações sobre essa homeostase por ação tanto de osteoblastos como de osteoclastos. (GONZÁLEZ, 2010; KIM et al., 2020)

Cabe também esclarecer que no periósteo e endósteo há células indiferenciadas (células em repouso ou de reserva) que podem ser estimuladas para se diferenciar em osteoblastos e então produzir a mencionada matriz óssea (osteoide). Mais especificamente, estas células estão situadas na camada mais interna do periósteo, enquanto que as células endósteas de revestimento situam-se nas cavidades medulares e no revestimento dos canais de Havers e de Wolkmann. (ROSS e ROWRELL, 1993)

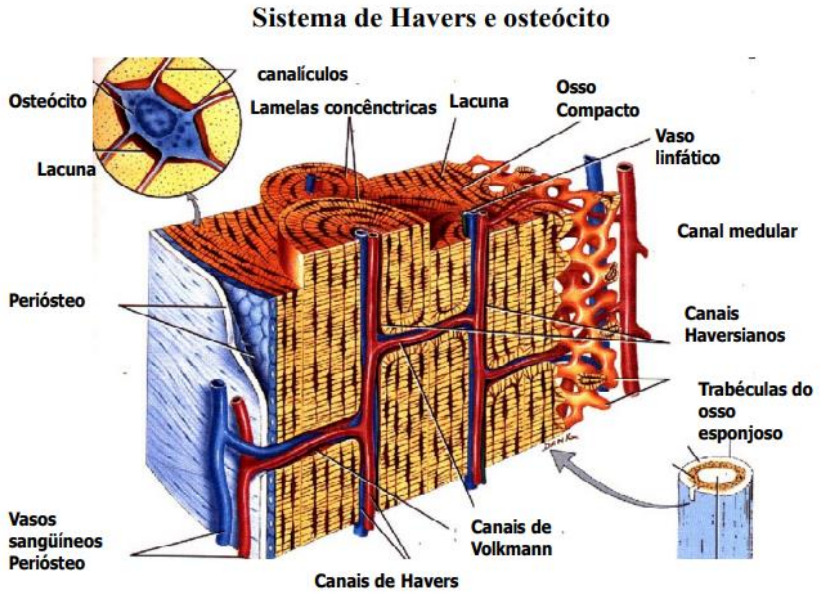



Fig 3. Canais de Harvers e Wolkmann (Ross e Rowrell, 1993)

Quanto ao potencial de regeneração, este tecido, com funções que vão muito além da sustentação, apresenta um potencial singular neste quesito, garantindo organização estrutural com alto grau de regeneração. (BOSSHARDT e SCHENK, 2010)

## 3.1 Processo de osseointegração

A osseointegração foi originalmente definida como uma conexão estrutural e funcional direta entre o osso vivo ordenado e a superfície de um implante de carga. Em conceitos mais atuais, pode-se dizer que um implante dental é considerado efetivamente

osseointegrado quando não há movimentação relativa progressiva entre o implante e o osso vivo com o qual está em contato direto. Vale ressaltar também, em termos conceituais, que o termo osseointegração tenha sido inicialmente aplicado quando se falava em implantes metálicos de titânio. Contudo, atualmente, tal conceito é ampliado e seguramente aplicado a todos os biomateriais, desde que estes apresentem capacidade de osseointegrar. (GUGLIELMOTTI et al., 2019; BRÅNEMARK, 1959; BRÅNEMARK, 1983; STANDFORD and KELLER, 1991; DAVIES, 1998; MEYER et al., 2004, CHAPPARD et al., 1999)

Ainda segundo Guglielmotti et al (2019), pode-se mencionar que os biomateriais utilizados estão intimamente relacionados ao mecanismo de osseointegração, já que são desenvolvidos com o objetivo de serem implantados e futuramente incorporados ao sistema vivo com a fim de se substituir ou mesmo regenerar tecidos e suas respectivas funções.

É fato que a área de implantodontia escabujou a odontologia e seus respectivos conceitos referentes à reabilitação oral nos âmbitos estético e funcional com a advento conceitual de osseointegração provido pelos implantes dentais. (SILVA et al., 2014)

Ainda persistindo na perspectiva conceitual, segundo Per-Ingvar Brånemark (1969), a osseointegração refere-se, como já citado, a uma conexão implanto-óssea de caráter estrutural e funcional sob carga funcional. Vale ressaltar também que, em nível microscópico, a união osso-implante se dá por meio de proteoglicanos e óxido de titânio, processo este dependente de diferenciação celular de células mesenquimais em osteoblastos. (MAVROGENIS, 2009; FRANCHI et al., 2005)

Neste sentido, é coerente afirmar que um contato ósseo direto observado histologicamente pode ser indicativo da falta de uma resposta biológica local ou sistêmica

àquela superfície. Assim sendo, infere-se que o processo de osseointegração não seja o resultado de uma resposta tecidual biológica vantajosa, mas a ausência de uma resposta tecidual negativa. (MAVROGENIS, 2009)

A perda óssea (e os consequentes defeitos) pode ocorrer por distintos fatores etiológicos, desde causas fisiológicas (falta de função do rebordo edêntulo), patológicas (traumatismo dentoalveolares, doença periodontal etc.) e iatrogênicas (cirurgias copiosamente traumáticas, por exemplo). Contudo, independente do motivo, a falta de osso nos rebordos alveolares tem se apresentado como um relevante problema, em especial quando da necessidade/escolha de tratamento com implantes dentários. (FARDIN et al., 2010)

Para tanto, a fim de se melhorar as condições locais e realizar tratamentos com implantes, diferentes métodos podem ser usados para aumentar o volume ósseo, dentre os quais um dos mais bem sucedidos é considerado a regeneração óssea guiada com enxertos. Acerca dos tipos de enxertos, tem-se diferentes tipos, a saber: enxerto autógeno, alógeno, xenógeno e aloplásticos. O autógeno (padrão ouro na implantodontia) é aquele adquirido de um indivíduo para ele mesmo, enquanto que o enxerto alógeno é advindo de um outro indivíduo (mesma espécie). Já o enxerto xenógeno é definido como material ósseo adquirido de uma espécie e transplantado para indivíduo de uma espécie diferente (uso de enxerto de osso bovino em humanos, por exemplo). (ALVES et al., 2014 e LUCA et al., 2020)

Diante deste cenário, sabe-se que o enxerto ósseo autógeno é o material padrão ouro quando o assunto é reconstruir processos alveolares atróficos, já que apresenta vantagens a respeito de maior resistência à infecção, melhor incorporação pelo tecido do paciente e alta capacidade osteogênica e osteoindutiva (apesar de maior comorbidade). Tais

características superiores a enxertos alógenos ou xenógenos culminam em aceleração no processo de revascularização e consequente integração ao local de inserção do implante, diminuindo, portanto, possível formação de tecido fibroso interposto entre implante e osso vivo. (FARDIN et al., 2010; FAVERANI et al., 2014)

Além disso, faz-se importante pontuar que os enxertos autógenos podem advir de meio extra ou intrabucal, mas as circunstâncias (facilidade) convergiram por preferência de alternativas intrabucais, tendo-se como exemplos típicos o corpo e ramo ascendente da mandíbula, mento, túber da maxila, processo coronóide, pilar canino, parede anterior do seio maxilar, espinha nasal e tórus mandibular e palatino. (FAVERANI et al., 2014)

Neste sentido, a fim de se melhorar as propriedades de formação óssea induzidas pelo substitutos ósseos osteocondutores, alguns estudos apontaram que o uso de terapia a laser de baixa potência pode beneficiar o processo osseointegrativo quando do uso de biomateriais e tal assunto será melhor elucidado no capítulo pertinente. (ALVES et al., 2014)

## 3.2 Laserterapia na osseointegração

Para fins de panorama histórico, tem-se que o fenômeno físico da emissão estimulada foi postulado por Albert Einstein em 1916 e, a partir deste princípio, nos anos 50, Townes, Gordon e Zeiger construíram o MASER (amplificador de micro-ondas por emissão estimulada de radiação). Neste momento, surgiu a possibilidade de se trabalhar na região visível de radiação. Alguns anos depois, Townes e Schawlow propuseram um modelo para o desenvolvimento de um laser tal como se define atualmente, constituindo-se assim o impulso para o descobrimento dos diferentes tipos de laser. (ORTIZ et al., 2001)

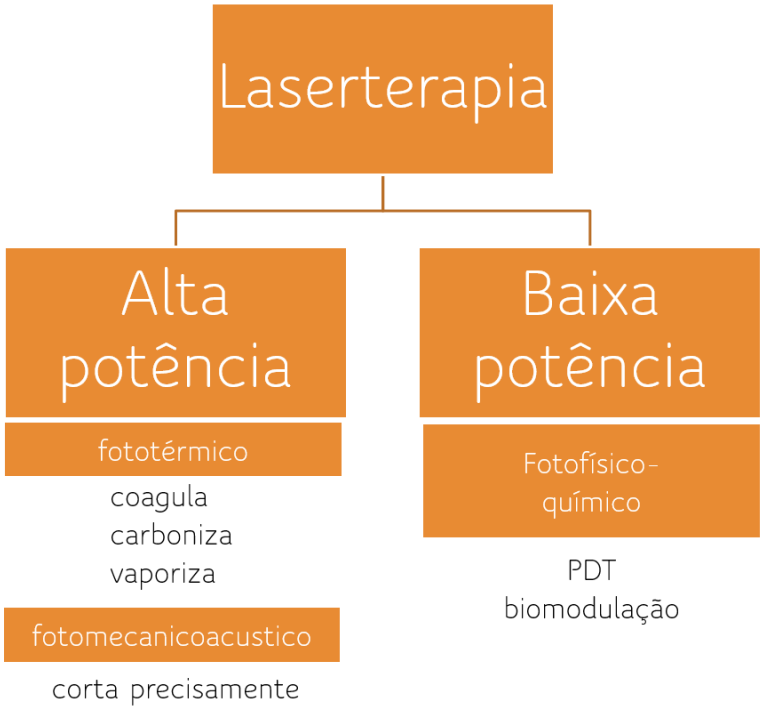



Fig 4. Esquema didático de laser. (Autora, 2023)

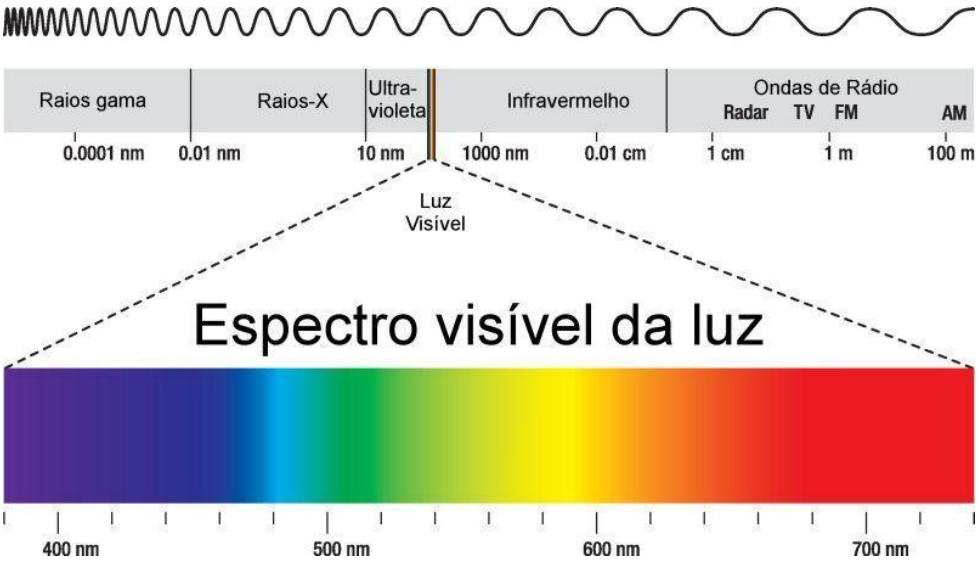



Fig 5. Física - Hewitt - Física Conceitual- Ed: 12º - Capítulo 30.Pense e Explique

Ainda a respeito dos lasers, tem-se que estes são radiações ópticas que podem ser usadas em alta e baixa potência para distintos fins, isto é, fazem parte do espectro eletromagnético. Enquanto os lasers de alta potência concentram-se em fins cirúrgicos (diérese, principalmente), a terapia de baixa potência tem se mostrado como importante recurso para analgesia, combate à inflamação, reparação e regeneração tecidual, além de potente descontaminante tecidual associado a outros elementos. A parte do espectro mais usualmente utilizado na prática de baixa potência está em ondas entre 630 nanômetros a 1300 nanômetros, configurando então a janela espectral para tecidos biológicos. (ORTIZ e tal., 2001)

Neste contexto, é importante frisar que há dois tipos de laser de baixa potência: o vermelho (comprimento de onda na faixa dos 660 nanômetros - visível) e o infravermelho (comprimento de onda na faixa dos 808 nanômetros – não visível). Quanto à indicação, o vermelho é indicado para regularização da cicatrização enquanto que o infravermelho, que alcança maiores profundidades, está indicado para analgesia, controle de inflamação, reparação tecidual e disfunções de ordem neuromuscular. (Secretaria de Estado de Saúde do Distrito Federal, 2019)

Sabe-se que o osso, uma vez lesionado, começa a cicatrizar imediatamente à lesão. Considerando este processo iniciado pela lesão tecidual, estudos apontam a eficácia do laser de baixa intensidade na indução de uma resposta celular em direção à homeostase que tem como mecanismo a bioestimulação sobre processos moleculares e bioquímicos. (SILVA et al., 2014)

Um estudo conduzido por Oliveira et al. (2021) buscou avaliar o efeito de diferentes protocolos de irradiação de baixa potência na osseointegração de implantes colocados em áreas enxertadas de ratos. Neste estudo, avaliaram-se tanto o padrão de

osseointegração quanto o reparo ósseo na área enxertada por meio de análises biomecânicas, microtomográficas e histométricas (além de expressão de proteínas biomarcadoras ósseas). O resultado foi que houve maior torque de remoção e maior quantidade de tecido mineralizado (com maior grau de osseointegração) em ratos tratados com laserterapia, o que sugere melhora no processo osseointegrativo.

Mohajerani, H. et al. (2020) verificaram em seu estudo resultados que sugerem que o uso simultâneo de laser de baixa potência e LED gerou aumento na estabilidade de implantes após 9 semanas.

Curiosamente, verificou-se também que a laserterapia de baixa potência é capaz de promover uma melhor osseointegração compensatória em paciente com efeitos negativos oriundos da nicotina. (FALEIROS, 2016)

De forma geral, os autores parecem convergir na justificativa para este aumento de eficácia, que se baseia no aumento da atividade de osteoblastos, o que bioestimula a neoformação de tecido ósseo e reduz processos inflamatórios.

Por outro lado, há estudos que não conseguiram observar alterações clínicas estatisticamente significativas entre o grupo controle e grupo tratado com laserterapia, como os estudos conduzidos por Lobato et al. (2020), Kinalski et al. (2021) e Prados-Frutos et al. (2016).

### 3.3 Laserterapia de baixa potência na osseointegração quando do uso de enxerto

Após apresentar os benefícios da laserterapia na osseointegração como um todo, faz-se necessário, devido ao objetivo do presente estudo, apontar que a literatura sugere que a relação risco-benefício-custo da associação de enxertos autógenos na implantodontia é clinicamente questionável. Contudo, é fato também, que apesar dessa discussão, a terapia

a laser de baixa intensidade demonstrou melhorar a osseointegração de implantes bem como a qualidade da reparação óssea em casos de presença de defeitos ósseos preenchidos ou não com biomateriais em estudos pré-clínicos. (OLIVEIRA et al., 2019)

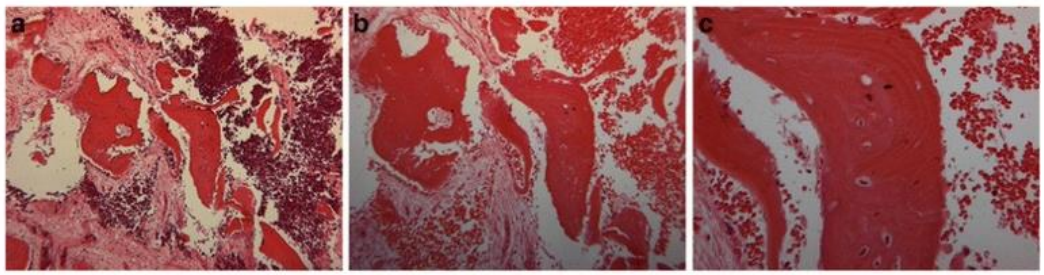
A partir desta terapia, espera-se, portanto, que o efeito bioestimulador da radiação do laser de baixa potência estimule a produção de ATP mitocondrial de precursores de osteoblastos para aumentar sua taxa mitótica. Assim, haveria mais osteoblastos para secretar mais matriz osteoide. Além disso, haveria também um estímulo à divisão celular de células responsáveis pela neoformação capilar, propiciando uma mais efetiva angiogênese na área de enxertia (através de nutrição celular por difusão). Portanto, poderia haver uma mais eficiente osseointegração considerando os eventos supracitados. (VERONESI e MUNIN, 2006)

Um estudo realizado por Oliveira et al. (2019) mostrou que o uso do laser de baixa potência (GaAlAs – 808 nm) proporcionou maior quantidade de tecidos mineralizados bem como de quantidade de osso em áreas enxertadas. Tal fato foi associado pelos autores com uma mais significativa expressão de algumas proteínas, como BMP2 (proteína morfogenética), osteocalcina e proteínas fosfatase alcalina (além de expressão de RNA mensageiro das citadas proteínas). Contudo, o protocolo de irradiação após os procedimentos de enxerto associados com laser de baixa potência após a colocação do implante mostrou melhora limitada na osseointegração em comparação com os grupos não irradiados.

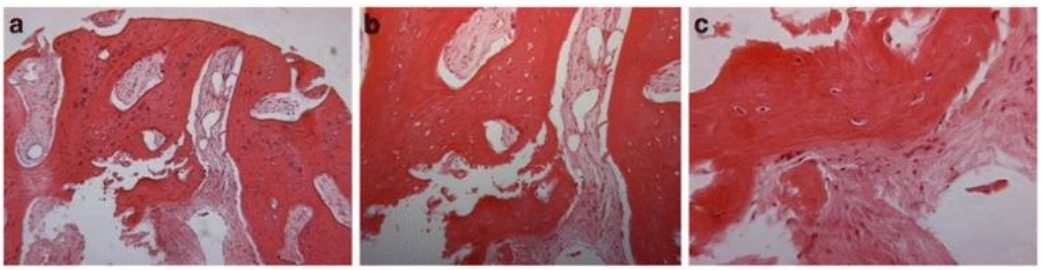
Soares et al. (2013) avaliaram a influência da laserterapia na formação óssea ao redor de implantes de titânio colocados em blocos de enxertos ósseos e a conclusão entre a comparação entre os enxertos irradiados demonstrou maior porcentagem de formação de osso.

Um outro estudo conduzido por Monea et al. (2015) teve como objetivo determinar se a terapia a laser de baixa intensidade poderia diminuir o tempo entre a extração/enxerto de alvéolo e a colocação do implante, avaliando as alterações histológicas em alvéolos enxertados com material de aloenxerto particulado e tratados com laser de baixa potência. Os autores observaram que os resultados histológicos do local tratado com a supracitada terapia, por 21 dias, colhidos aos 60 dias após o enxerto, mostraram copiosa neoformação óssea sem presença de inflamação, enquanto que o grupo controle só apresentou os mesmos resultados após 120 dias do pós-operatório.

Comparação histológica do estudo de Monea et al. (2015)




Histologia do grupo tratado com laser de baixa potência




Histologia do grupo não tratado com laser de baixa potência

Fig 6. Histologia comparativa do estudo de Monea. (Monea et al., 2015)

Também, em um estudo demonstrativo, foi demonstrado que a fotobiomodulação tratou melhor o defeito ósseo do que quando apenas o suporte do biomaterial (enxerto) estava presente. (LUCA et al., 2020)

Mehdiyev et al. (2019) também conduziram um estudo neste sentido, porém com o objetivo de avaliar o efeito da terapia a laser de baixa intensidade na cicatrização óssea em pacientes submetidos a levantamento bilateral do seio maxilar e aplicação simultânea de implantes dentários. Mais uma vez, o grupo tratado com laser apresentou melhores resultados do que o grupo controle, já que foi observado aumento da densidade óssea em todos os intervalos pós-operatórios com adequada significância estatística.

Um outro ponto importante a ser considerado é que, no uso clínico da laserterapia de baixa intensidade para regeneração óssea, não há o estabelecimento padronizados em termos protocolares para aplicação clínica, isto é, não uma efetiva padronização em termos de dose, duração e repetições. Contudo, já estudos que objetivam descrever uma dosagem confiável de considerando a eficácia de diferentes dosagens na cicatrização de defeitos ósseos. (YILMAZ et al., 2022)

Resumo de objetivos e resultados de estudos, em língua inglesa, triados na busca com as palavras-chave utilizadas em concomitância.

| **Autor** | **Objetivo** | **Resultado** |
|---|---|---|
| Oliveira et al. (2020) | Avaliar se a osseointegração foi mais satisfatório quando do uso de laser de baixa potência | Laserterapia de baixa potência no sítio do enxerto antes da colocação do implante melhorou a osseointegração. |
| Inchingolo et al. (2022) | Avaliar potencial de regeneração óssea na implantodontia quando do uso de enxerto | O LLLT é um protocolo adjuvante para melhorar a resposta dos tecidos moles e duros para protocolos de tratamento de regeneração óssea. |
| Jakse et al. (2007) | O objetivo deste estudo experimental foi avaliar se o tratamento com laser de baixa intensidade melhora a regeneração óssea e a osseointegração de | O estudo experimental apresentado em ovelhas não confirmou um efeito positivo de LLLT na regeneração óssea dentro de um enxerto de seio esponjoso. No entanto, LLLT possivelmente tem um efeito |

| | | |
|---|---|---|
| | implantes dentários em um modelo de enxerto de seio. | positivo na osseointegração de implantes dentários inseridos após o aumento do seio. |
| Theodoro et al. (2018) | avaliar o osso formado após o aumento do assoalho do seio maxilar (MSFA) por autoenxerto ósseo combinado com hidroxiapatita (HA) que foi tratado com terapia a laser de baixa intensidade (LLLT) ou não. | LLLT não aumentou a formação de osso novo; em vez disso, acelerou o processo de remodelação óssea. |
| Oliveira et al. (2021) | Avaliar o efeito de diferentes protocolos de irradiação com laser de baixa intensidade (LLLT) na osseointegração de implantes colocados em áreas enxertadas. | Os grupos LLLT apresentaram maior torque de remoção, volume de tecido mineralizado e maior grau de osseointegração, principalmente quando o LLLT foi realizado somente após a colocação do implante, e esses achados foram associados à maior expressão de BMP2 e fosfatase alcalina. |
| Monea et al. (2015) | Avaliar se a terapia fotodinâmica de baixa potência poderia diminuir o tempo de osseointegração entre a extração e colocação do enxerto e colocação do implante dentário. | Evidências histológicas sugerem que a formação de osso novo nas cavidades apareceu dentro de 60 dias após o tratamento com LLLT em comparação com um mínimo de 120 dias no grupo controle. |
| Soares et al. (2013) | Avaliar a influência da laserterapia de baixa intensidade (LLLT) no volume ósseo (BV) e na interface de contato do implante ósseo (BIC) ao redor de implantes inseridos em blocos de enxertos ósseos bovinos ou autólogos (autoenxertos), irradiados ou não, em fêmures de coelhos | O uso de LLLT é eficaz para aumentar a formação de osso novo com consequente aumento da interface osso-implante em enxertos autólogos e xenoenxertos. |

| | | |
|---|---|---|
| Faria et al. (2015) | Avaliar os efeitos de drogas fotossensíveis ativadas por LED no processo de osseointegração | O uso de drogas fotossensíveis ativadas por LED demonstrou uma tendência de estimular a formação óssea, semelhante ao enxerto ósseo autógeno em tempo posterior. |
| Mehdiyev et al. (2019) | Avaliar o efeito da terapia a laser de baixa intensidade na cicatrização óssea em pacientes submetidos a levantamento bilateral do seio maxilar e aplicação simultânea de implantes dentários | Foi observado aumento da densidade óssea em todos os intervalos pós-operatórios com adequada significância estatística |

Tabela 1.: Compilação de dados principais dos estudos considerados nesta revisão. (Autora, 2023)

## 4. Discussão

Apesar da ampla observação clínica de efeitos benéficos da laserterapia de baixa potência no processo de osseointegração na implantodontia, ainda não há um significativo número de casos registrados na literatura, principalmente em estudos conduzidos em seres humanos e especificamente em casos de uso de enxerto ósseo.

Sobre tanto, é inegável que tal terapia fotobiomoduladora se apresenta, cada vez mais, como uma técnica promissora para a área da implantodontia, principalmente por não acarretar em consequências negativas que poderiam, por sua vez, contraindicar a utilização da terapia. Em outras palavras, agregar a técnica poderia, segundo os estudos aqui incluídos, contribuir para os resultados pós operatórios, lembrando sempre que tal terapia deve ser realizada em caráter coadjuvante.

Assim, é coerente mencionar que os estudos considerados nesta revisão descritiva de literatura indicaram melhoria do prognóstico dos implantes em áreas enxertadas, seja em menor tempo de completude do processo osseointegrativo ou mesmo no que tange à qualidade óssea obtida no pós-operatório.

Cabe ressaltar, contudo, conforme o estudo conduzido por Oliveira et al. (2021), que a melhora foi mais notada após a colocação de implantes em áreas enxertadas do que após os procedimentos de enxertia pós instalação do implante, o que justificaria novos estudos para corroborar ou refutar tal fato.

Neste sentido, mais estudos considerando laserterapia de baixa potência e osseointegração em contexto de uso de substitutos ósseos |(enxertos) necessitam ser realizados para uma maior consolidação dos benefícios, já que há uma considerável escassez de estudos *in vivo* em seres humanos. Seria interessante e recomendável analisar a osseointegração e reparação óssea na área enxertada através de análises biomecânicas,

microtomográficas e histométricas bem como através da expressão de alguns biomarcadores ósseos por meio de análise imuno-histoquímica (por exemplo, expressão de BMP2).

## 5. Conclusão

Concluiu-se, nesta revisão, que a laserterapia é uma modalidade de tratamento promissora na implantodontia (e outras áreas da odontologia) e, dentro do específico contexto do presente estudo, em áreas com enxertos ósseos. Também, sabe-se que essa terapia não apresenta efeitos adversos quando realizada apropriadamente, o que viabiliza sua incorporação sem receios a prejuízos. Além disso, diversos estudos sugerem que ocorre uma alavancagem de resultados satisfatórios de qualidade (menor inflamação e processo álgico) e velocidade cicatricial, o que, consequentemente, proporciona maior grau de conforto pós-operatório ao paciente e também melhor qualidade nos atendimentos.

# 6. Referências


1. Brånemark PI. Vital microscopy of bone marrow in rabbit. Scand J Clin Lab Invest 1959;11(Suppl.38):1-82.

2. Brånemark PI. Osseointegration and its experimental studies. J Prosthet Dent 1983;50:399-410.

3. Buser, D.; Bosshardt D.D.; Schenk R.K. 20 anos de Regeneração Óssea Guiada na Implantodontia. 2010, capítulo 2 – Base biológica da regeneração óssea.

4. Chappard D, Aguado E, Huré G, Grizon F, Basle MF. The early remodeling phases around titanium implants: a histomorphometric assessment of bone quality in a 3- and 6-month study in sheep. Int J Oral Maxillofac Implants 1999;14:189-96.

5. Davies JE. Mechanisms of endosseous integration. Int J Prosthodont 1998;11:391-401.

6. Emami E, Thomason JM. In individuals with complete tooth loss, the mandibular implant-retained overdenture increases patient satisfaction and oral health related quality of life compared to conventional dentures. J Evid Based Dent Pract. 2013 Sep;13(3):94-6. doi: 10.1016/j.jebdp.2013.07.003. PMID: 24011002.

7. Faleiros, P. L., (2016) Influência da nicotina na osseointegração de implantes instalados em tíbias de ratos: avaliação biomecânica, histológica, histométrica e imunoistoquímica. Repositório Institucional Unesp, 2016.

8. Faria PE, Felipucci DN, Simioni AR, Primo FL, Tedesco AC, Salata LA. Effects of Photodynamic Process (PDP) in Implant Osseointegration: A Histologic and Histometric Study in Dogs. Clin Implant Dent Relat Res. 2015 Oct;17(5):879-90. doi: 10.1111/cid.12204. Epub 2014 Feb 7. PMID: 24506093.

9. Faverani LP, Ramalho-Ferreira G, dos Santos PH, Rocha EP, Garcia Júnior IR, Pastori CM, Assunção WG. Surgical techniques for maxillary bone grafting - literature review. Rev Col Bras Cir. 2014 Jan-Feb;41(1):61-7. doi: 10.1590/s0100-69912014000100012. PMID: 24770776.

10. Felton DA: Complete edentulism and comorbid diseases: an update. *J Prosthodont* 2016; **25**: 5- 20

11. Franchi M, Fini M, Martini D, Orsini E, Leonardi L, Ruggeri A, Giavaresi G, Ottani V. Biological fixation of endosseous implants. Micron 2005;36:665-71.

12. Fu W, Wo C. The use of laser in dentistry: a narrative review. J Biol Regul Homeost Agents. 2021 Jan-Feb;35(1 Suppl. 1):11-18. PMID: 33463139.

13. Gerritsen AE, Allen PF, Witter DJ, Bronkhorst EM, Creugers NH. Tooth loss and oral health-related quality of life: a systematic review and meta-analysis. Health

Qual Life Outcomes. 2010 Nov 5;8:126. doi: 10.1186/1477-7525-8-126. PMID: 21050499; PMCID: PMC2992503.

14. Gil-Montoya JA, Ferreira de Mello AL, Barrios R, et al: Oral health in the elderly patient and its impact on general well-being: a nonsystematic review. *Clin Interv Aging* 2015; **10**: 461- 467.

15. Gonzales E.; Sartori, J.S. Crescimento e metabolismo muscular. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal:FUNEP/UNESP, 2002. p.279-298.

16. Grabowski P. Physiology of bone. Endocr Dev. 2009;16:32-48. doi: 10.1159/000223687. Epub 2009 Jun 3. PMID: 19494659.

17. Guglielmotti MB; Olmedo DG; and Cabrini RL. Research on implants and osseointegration. Periodontol 2000, 2019. Doi: 10.1111/prd.12254. PMID: 30892769.

18. Gusmão, G.V.B e Belangero W.D. Como a célula óssea reconhece o estímulo mecânico? Rev. Bras. Ortop., 2009. DOI 10.1590.

19. Héctor Limia C. Laserterapia en odontologia [Lasertherapy in dentistry]. Ondontol Bonaer. 1987 Jan-Apr;9(28):6, 8-9, 12. Spanish. PMID: 3483930.

20. Henn J.D. Seminário apresentado pelo aluno JOÃO DIONÍSIO HENN na disciplina BIOQUIMICA DO TECIDO ANIMAL, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no primeiro semestre de 2010. Professor responsável pela disciplina: Félix H. D. González.

21. Hewitt, P. G. Física conceitual. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

23. Inchingolo F, Hazballa D, Inchingolo AD, Malcangi G, Marinelli G, Mancini A, Maggiore ME, Bordea IR, Scarano A, Farronato M, Tartaglia GM, Lorusso F, Inchingolo AM, Dipalma G. Innovative Concepts and Recent Breakthrough for Engineered Graft and Constructs for Bone Regeneration: A Literature Systematic Review. Materials (Basel). 2022 Jan 31;15(3):1120. doi: 10.3390/ma15031120. PMID: 35161065; PMCID: PMC8839672.

24. Jahangiri L, Choi M, Moghadam M e Jawad S. Interventions for missing teeth: Removable prostheses for the edentulous mandible. Cochrane Database System Rev 2015, CD011544

25. Jakse N, Payer M, Tangl S, Berghold A, Kirmeier R, Lorenzoni M. Influence of low-level laser treatment on bone regeneration and osseointegration of dental implants following sinus augmentation. An experimental study on sheep. Clin Oral Implants Res. 2007 Aug;18(4):517-24. doi: 10.1111/j.1600-0501.2007.01369.x. Epub 2007 Apr 19. PMID: 17451409.

26. Johnson, L. R. Fundamentos de fisiologia médica. 2ª Ed., Ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, p. 502- 511, 2000.

27. Kim JM, Lin C, Stavre Z, Greenblatt MB, Shim JH. Osteoblast-Osteoclast Communication and Bone Homeostasis. Cells. 2020 Sep 10;9(9):2073. doi: 10.3390/cells9092073. PMID: 32927921; PMCID: PMC7564526.

28. Lobato,R.P.B. et al. Influence of low-level laser therapy on implant stability in implants placed in fresh extraction sockets: A randomized clinical trial. Clin Implant Dent Relat Res, 2020. DOI: 10.1111/cid.12904.

29. Luca RE, Giuliani A, Mănescu A, Heredea R, Hoinoiu B, Constantin GD, Duma VF, Todea CD. Osteogenic Potential of Bovine Bone Graft in Combination with Laser Photobiomodulation: An Ex Vivo Demonstrative Study in Wistar Rats by Cross-Linked Studies Based on Synchrotron Microtomography and Histology. Int J Mol Sci. 2020 Jan 25;21(3):778. doi: 10.3390/ijms21030778. PMID: 31991756; PMCID: PMC7037661.

30. Macari, M.; Furlan, R.L.; Gonzales, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, p. 246, 1994.

31. Mavrogenis AF et. Al. Biology of implant osseointegration. J Musculoskelet Neuronal Interact, 2009. PMID: 19516081.

32. Mehdiyev I, Gülsen U, Sentürk MF, Sayan NB. Radiographic Evaluation of Low-Level Laser Therapy-Enhanced Maxillary Sinus Augmentation with Simultaneous Dental Implant Placement. Ann Maxillofac Surg. 2019 Jan-Jun;9(1):48-52. doi: 10.4103/ams.ams_241_18. PMID: 31293929; PMCID: PMC6585224.

33. Meyer U, Joos U, Mythili J, Stamm T, Hohoff A, Fillies T, Stratmann U, Wiesmann HP. Ultrastructural characterization of the implant/bone interface of immediately loaded dental implants. Biomaterials 2004;25:1959-67.

34. Monea A, Beresescu G, Boeriu S, Tibor M, Popsor S, Antonescu DM. Bone healing after low-level laser application in extraction sockets grafted with allograft material and covered with a resorbable collagen dressing: a pilot histological evaluation. BMC Oral Health. 2015 Oct 29;15:134. doi: 10.1186/s12903-015-0122-7. Erratum in: BMC Oral Health. 2016;16:16. Boeriu, Sorin [added]. PMID: 26511218; PMCID: PMC4625559.

35. Mohajerani H., Salehi, A, M., Shafiei, F. T. S. & Tabrizi, R. (2019), Can Low-Level Laser and Light-Emitting Diode Enhance the Stability of Dental Implants?, https://doi.org/10.1007/s12663-019-01210-3

36. Müller F, Schimmel M: Tooth loss and dental prostheses in the oldest old. *Eur Geriatr Med* 2010; **1**: 239- 243.

37. Naka O, Anastassiadou V, Pissiotis A: Association between functional tooth units and chewing ability in older adults: a systematic review. Gerodontology 2014; 31: 166- 177.

38. de Oliveira GJPL, Aroni MAT, Pinotti FE, Marcantonio E Jr, Marcantonio RAC. Low-level laser therapy (LLLT) in sites grafted with osteoconductive bone substitutes improves osseointegration. Lasers Med Sci. 2020 Sep;35(7):1519-1529. doi: 10.1007/s10103-019-02943-w. Epub 2020 Feb 5. PMID: 32026163.

39. Oliveira GJPL et al. Effect of different low-level intensity laser therapy (LLLT) irradiation protocols on the osseointegration of implants placed in grafted areas. J Appl Oral Sci, 2021. Doi: 10.1590/1678-7757-2020-0647. PMID: 33886940; PMCID: PMC8054649.

40. Ortiz M.C.S. et al. Laser de baixa intensidade: princípios e generalidades - Parte 1. Fisioterapia Brasil – volume 2, 2001.

41. Philip R, Fiorino C, Harrison RE. Terminally differentiated osteoclasts organize centrosomes into large clusters for microtubule nucleation and bone resorption. Mol Biol Cell. 2022 Jul 1;33(8):ar68. doi: 10.1091/mbc.E22-03-0098. Epub 2022 May 5. PMID: 35511803; PMCID: PMC9635281.

42. Polzer I, Schimmel M, Müller F, Biffar R. Edentulism as part of the general health problems of elderly adults. Int Dent J. 2010 Jun;60(3):143-55. PMID: 20684439.

43. Prados-Frutos JC, Rodríguez-Molinero J, Prados-Privado M, Torres JH, Rojo R. Lack of clinical evidence on low-level laser therapy (LLLT) on dental titanium implant: a systematic review. Lasers Med Sci. 2016 Feb;31(2):383-92. doi: 10.1007/s10103-015-1860-0. Epub 2016 Jan 11. PMID: 26754180.

44. Santos et al. Laser na implantodontia: revisão integrativa. Research, Society and Development, v. 10, 2021.

45. Secretaria de Estado de Saúde do Distrito Federal. Protocolo de laserterapia de baixa potência da SES/DF, 2019.

46. Silva D.F et al. Aplicação da laserterapia na implantodontia. Revista saúde e ciência On line, 2014.

47. Santos L.T.O.; Santos L.O.; e Guedes C.D.C.F.V. Laserterapia na odontologia: efeitos e aplicabilidades. Scientia Generalis, volume 2, 2021.

48. Slade G.D., Akinkugbe A.A, Sanders A.E. Projections of U.S. Edentulism prevalence following 5 decades of decline. J Dent Res. 2014 Oct;93(10):959-65. doi: 10.1177/0022034514546165. Epub 2014 Aug 21. PMID: 25146182; PMCID: PMC4212322.

49. Soares, L. G. P., Júnior, E. B. M., Magalhães, C. A. B., Ferreira, C. F., Marques, A. M. C. & Pinheiro, A. L. B. (2013), New Bone Formation around Implants Inserted on Autologous and Xenografts Irradiated or not with IR Laser Light: A Histomorphometric Study in Rabbits, 24 (3), https://doi.org/10.1590/0103-6440201302186.

50. Sodek J, McKee MD. Molecular and cellular biology of alveolar bone. Periodontol 2000. 2000 Oct;24:99-126. doi: 10.1034/j.1600-0757.2000.2240106.x. PMID: 11276877.

51. Stanford CM, Keller JC. The concept of osseointegration and bone matrix expression. Crit Rev Oral Biol Med 1991;2:83-101.

52. Theodoro LH, Rocha GS, Ribeiro Junior VL, Sakakura CE, de Mello Neto JM, Garcia VG, Ervolino E, Marcantonio Junior E. Bone Formed After Maxillary Sinus Floor Augmentation by Bone Autografting With Hydroxyapatite and Low-Level Laser Therapy: A Randomized Controlled Trial With Histomorphometrical and Immunohistochemical Analyses. Implant Dent. 2018 Oct;27(5):547-554. doi: 10.1097/ID.0000000000000801. PMID: 30059390.

53. Weintraub J.A., Burt BA. Oral health status in the United States: tooth loss and edentulism. J Dent Educ. 1985 Jun;49(6):368-78. PMID: 3891805.

54. Yılmaz BT, Akman AC, Çetinkaya A, Colak C, Yıldırım B, Yücel ÖÖ, Güncü GN, Nohutcu RM. In vivo efficacy of low-level laser therapy on bone regeneration. Lasers Med Sci. 2022 Jun;37(4):2209-2216. doi: 10.1007/s10103-021-03487-8. Epub 2022 Jan 13. PMID: 35022870.

55. Veronesi R.O. e Munin E. Efeitos do laser de baixa intensidade na reparação de enxertos ósseos homógenos associado ao plasma rico em plaquetas. X Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba, 2006.

56. Zelig R, Touger-Decker R, Chung M, et al: Associations between tooth loss, with or without dental prostheses, and malnutrition risk in older adults. Top Clin Nutr 2016; 31: 232- 247