

FACSETE - Faculdade de Sete Lagoas

ABO – Associação Brasileira de Odontologia - Santos

Especialização em Implantodontia

SAUL SORA CASTAÑEDA

Fotobiomodulação laser em Implantodontia

Santos-SP

2024

SAUL SORA CASTAÑEDA

Fotobiomodulação a laser em implantodontia

Monografia apresentada à
Facsete – Faculdade Sete
Lagoas, como requisito para
obtenção do Título de
Especialista em Implantodontia,
sob orientação do Prof. Eduardo
Moreira Guimarães Mangolin

Santos-SP

2024

Sora, Saúl

Fotobiomodulación Laser en Implantología

Saúl Sora Castañeda, 2024

Número de páginas.60

Referências bibliográficas p. 61-66

Monografia apresentada para conclusão do Curso de Especialização em Implantodontia FACSETE –
FACULDADE SETE LAGOAS, 2024

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Mangolin

SAUL SORA CASTAÑEDA

Fotobiomodulação laser em Implantodontia

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

Santos, 30 de janeiro de 2025.

Prof. Dr. EDUARDO MANGOLIN

Prof. Dr. Presidente da Banca

Prof. Dr. Convidado

RESUMO

O objetivo do presente estudo é indicar a importância da Fotobiomodulação a Laser em tecidos moles e duros, pós-colocação de implantes dentários. Através da revisão bibliográfica sistemática encontramos diversas investigações referentes ao tema, destacando dentre estas as investigações associadas à aplicação do laser diodo de baixa intensidade. Como resultado, foram obtidas referências muito significativas para poder aplicar a análise e posterior discussão dentro da monografia apresentada. Finalmente, concluiu-se que a fotobiomodulação a laser melhora a periimplantite, a mucosite peri-implantar, a cicatrização dos tecidos moles e a estabilidade primária. Melhorando assim a previsibilidade na colocação de implantes dentários.

Palavras-chave: **Fotobiomodulação a laser.**

RESUMO

O objetivo do presente estudo é indicar a importância da fotobiomodulação a laser em tecidos moles e duros após a colocação de implantes dentários. Por meio da revisão bibliográfica sistemática, encontramos diversas investigações referentes ao tema, destacando-se entre estas as investigações associadas à aplicação do laser de diodo de baixa intensidade. Como resultado, foram obtidas referências muito significativas para poder aplicar a análise e posterior discussão dentro da monografia apresentada. Por fim, concluiu-se que a fotobiomodulação a laser melhora a periimplantite, a mucosite peri-implantar, a cicatrização dos tecidos moles e a estabilidade primária. Melhorando assim a previsibilidade na colocação de implantes dentários.

Palavras-chave: Fotobiomodulação a laser.

ÍNDICE DE NÚMEROS

| | |
|--|----|
| Figura 1 . Propriedades das ondas eletromagnéticas. A amplitude é a altura da onda do eixo zero ao ponto máximo. Comprimento de onda é a distância horizontal entre duas partes adjacentes de uma onda. | 19 |
| Figura 3. Efeito da laserterapia de baixa intensidade e mecanismos biológicos. | 28 |
| Figura 12 . Presença de substância osteóide como resultado da pesquisa de Pacheco et al (26). | 35 |
| Figura 13 . Densidades ósseas relativas em diferentes grupos e épocas como resultado da pesquisa realizada por Ali et al. (27). | 36 |
| Figura 14 . Porcentagem do comprimento de contato entre o osso enxertado e o osso recém-formado 4 e 12 semanas após o seio. | 40 |
| Figura 9 . Visão da mucosite peri-implantar e remoção da pseudobolsa | 44 |
| Figura 10 . Visão de um tratamento não cirúrgico convencional da mucosite peri-implantar | 45 |
| Figura 11 . Visualização de um abscesso e aplicação de laser diodo. | 46 |
| Figura 4 . Descontaminação de um alvéolo após extração. | 49 |
| Figura 5 . Descontaminação com terapia a laser de diodo juntamente com inserção de material ROG. | 50 |
| Figura 6 . Progresso radiológico | 50 |
| Figura 7 . Aplicação de laser de diodo em bolsa peri-implantar | 51 |
| Figura 8 . Progresso radiológico | 51 |

ÍNDICE DE TABELA

| | |
|--|----|
| Tabela 1 . Cronologia da descoberta das fontes laser e dos primeiros estudos com efeito significativo do LLLI | 22 |
| Tabela 2. Variáveis de profundidade de sondagem, recessão e nível clínico de inserção durante o estudo realizado por Sánchez et al. | 34 |

| | |
|--|----|
| Tabela 3 . Valores médios dos parâmetros clínicos no início do estudo (T0) e 3 37 | |
| Tabela 4 . Diferenças relativas na densidade óssea entre os dois grupos de estudo nos diferentes períodos de acompanhamento da pesquisa realizada por Sherif et al. (30) | 39 |

ABREVIATURAS E ACRÔNIMOS

LLLT – Terapia a Laser de Baixo Nível

ATP - Trifosfato de adenosina

LLLI - Radiação Laser de Baixa Intensidade

ANSI - Instituto Nacional Americano de Padrões

W - Watt

LASER - Luz Amplificada por emissão de estimulação de radiação.

ISO - Organização Internacional de Padronização

PRF - Fibrina Rica em Plaquetas

PBM - Fotobiomodulação

ISQ - Coeficiente de Estabilidade de Implantes

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 9 |
| 2. OBJETIVO..... | 11 |
| 3. REVISÃO DA LITERATURA | 12 |
| 3.1 LASER | 12 |
| 3.1.1 História da Luz e Teoria Quântica | 12 |
| 3.1.2 Noções básicas de laser | 16 |
| 3.1.3 Tipos de lasers | 17 |
| 3.1.4 Laser de baixo nível (LLLT)..... | 19 |
| 3.1.4.1 Componentes do laser de baixo nível | 23 |
| 3.2 TEORIA DA FOTOBIMODULAÇÃO..... | 24 |
| 3.3 APLICAÇÕES DO LASER DE BAIXA INTENSIDADE EM TRATAMENTOS IMPLANTOLÓGICOS..... | 28 |
| 3.3.2 Mucosite peri-implantar | 41 |
| 3.3.3 Abscesso peri-implantar | 43 |
| 3.3.4 Peri-implantite | 44 |
| 3.3.5 Aplicação em desinfecção..... | 45 |
| 3.3.6 Desinfecção pré-cirúrgica dos alvéolos..... | 45 |
| 3.3.7 Descontaminação na osteíte peri-implantar | 47 |
| 3 DISCUSSÃO..... | 48 |
| 4 CONCLUSÃO | 50 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 51 |

1. INTRODUÇÃO

No final da década de 1970 e pela primeira vez, o Dr. Endre Mester explicou os efeitos da fotobioestimulação a laser, após um estudo em animais para estudar o papel do "feixe de luz" na formação do câncer. Posteriormente, milhares de estudos clínicos e laboratoriais foram realizados para descrever a função fisiológica, bem como os efeitos clínicos da terapia com laser de baixa intensidade (LLLT) (1). Além disso, com o avanço da ciência do laser, descobriu-se que além dos lasers como radiação coerente, as radiações não coerentes, como os diodos emissores de luz (LEDs), também possuem propriedades bioestimulantes, e por isso, foi utilizado o termo "terapias". "luz de baixa dose" para este grupo de tratamentos. Hoje, o termo "fotobiomodulação" (PBM) fornece uma interpretação mais precisa de tratamentos de baixa potência porque inclui uma ampla gama de comprimentos de onda eletromagnéticos, como luzes de banda larga, LEDs e lasers. O PBM pode ter efeitos fotoestimuladores e fotoinibitórios nos tecidos alvo, cada um dos quais pode ser utilizado em aplicações terapêuticas (1).

Ao longo do tempo, foram feitas alterações e melhorias ao nível da tecnologia e dos materiais de uso dentário, sempre com o desejo de que os resultados dos procedimentos clínicos tenham tempos operatórios mais curtos, menos dolorosos e com processos de regeneração tecidular mais acelerados.

A utilização de lasers em diversos tecidos humanos tem sido classificada de acordo com seu comprimento de onda, potência e sua afinidade com cromóforos e seu uso pode ser cirúrgico ou não cirúrgico (como agente de fotobiomodulação) ou laser de baixa intensidade (LLLT). fotobiomodulador cujo comprimento de onda varia de 635 nm a 900 nm, também são chamados de lasers de baixa intensidade, e são produzidos fisicamente a partir da interação de seus semicondutores e seu rebote (2,3).

Quando falamos em laser de diodo não cirúrgico, estamos nos referindo a um laser de baixo nível (LLLT) que, em termos gerais, é amigável tanto para o operador

quanto para o paciente. Seu tamanho, hoje, é compacto, prático de manusear e fácil de monitorar, desde que você tenha o respectivo treinamento.

Bowen (4) cita um conglomerado de aplicações não cirúrgicas do laser na odontologia, o que nos faz afirmar mais uma vez que é uma das tecnologias que permite a redução de tempo e encurtamento de processos que convencionalmente eram mais tardios, seja por cicatrização ou regeneração tecidual.

Atualmente, pesquisas têm sido realizadas quanto ao uso da LLLT em diversos tratamentos inerentes à implantologia, como em combinação com plasma rico em plaquetas, em processos de peri-implantite, mucosite peri-implantar, para melhorar a estabilidade primária e para melhorar a pós-implante. dor no implante.

Esta pesquisa buscará demonstrar a importância do uso do laser de baixa intensidade como fotobiomodulador nos diversos processos de reparo tecidual em implantodontia.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é fazer uma compilação bibliográfica a respeito da importância do uso do laser de baixa intensidade em implantodontia.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1 LASER

3.1.1 História da Luz e Teoria Quântica

O fascínio da humanidade pelas propriedades da luz e suas aplicações na medicina remonta aos tempos antigos. Os avanços da física no início do século XX levaram ao estabelecimento da teoria do laser postulada por Albert Einstein e culminaram na invenção desta forma especial de luz em 1960 (2).

O uso medicinal da luz para fins diagnósticos e terapêuticos remonta à antiguidade. O calor da luz solar ou de uma fogueira era usado para tratar a pele. Os gregos e romanos tomavam banho de sol todos os dias e os solários foram incorporados em muitas casas romanas. Os antigos egípcios, chineses e indianos usavam a luz para tratar raquitismo, psoríase, câncer de pele e até psicose. Os antigos egípcios, indianos e gregos também usavam a luz solar natural para repigmentar pacientes com vitiligo, ativando o fotossensibilizante natural psoraleno encontrado na salsa e em outras plantas (2).

No século XVII, Pierre Gassendi, filósofo, cientista, astrônomo e matemático francês, descreveu sua teoria das partículas da luz (publicada postumamente em 1658 em Lyon, França (2)).

O trabalho de Gassendi, influenciado pelo físico inglês Sir Isaac Newton (1642-1727), descreveu a luz como "corpúsculos" ou partículas de matéria que "foram emitidas em todas as direções a partir de uma fonte". posteriormente será desenvolvido para descrever o comportamento de partículas reagindo à influência de forças arbitrarias (2).

Em 1665, o cientista inglês Robert Hooke sugeriu sua teoria das ondas de luz, comparando a expansão das vibrações da luz com a das ondas na água: "cada pulso ou vibração do corpo luminoso

gerará uma esfera, que aumentará "continuamente e se tornará maior, exatamente da mesma forma (embora infinitamente mais rápida) que as ondas ou anéis na superfície da água, formando círculos cada vez maiores em torno de um ponto."

Clerk Maxwell, que em 1865 propôs uma teoria das ondas eletromagnéticas da luz e mostrou que as ondas eletromagnéticas viajavam exatamente à velocidade da luz.

Embora possam ter sido úteis antes de 1900, as teorias anteriores não descreviam completa ou satisfatoriamente as características da luz observadas pela comunidade científica; a luz se comportou como partículas em alguns casos e como ondas em outros. Esse contexto de investigações deu origem à formulação da teoria quântica. Em 14 de dezembro de 1900, o físico alemão Max Planck deu uma palestra perante o Instituto Alemão de Física. Sociedade (Deutsche Physikalische Gesellschaft) no qual explicou que a teoria da luz consistia em pacotes concretos e indivisíveis de energia radiante que ele chamou de quanta.

Onze anos depois, o físico britânico Ernest Rutherford contribuiu para a teoria quântica ao postular um modelo planetário de átomos.

O físico dinamarquês Niels Bohr sintetizou o modelo do átomo de Rutherford com a hipótese quântica de Planck. Bohr também estabeleceu a teoria de que um elétron pode saltar abruptamente de um nível orbital específico para outro nível superior para fazer isso, um elétron deve ganhar energia. Em contraste, um elétron deve perder energia para passar de um nível de energia mais alto para um nível de energia mais baixo.

Foi neste contexto florescente da nascente teoria quântica que Albert Einstein fez três contribuições significativas.

Primeiro, em 1905, Einstein desenvolveu sua teoria quântica da luz, sua segunda contribuição significativa para a teoria do laser

foi ao publicar a primeira referência em física à dualidade ondapartícula da luz, usando a lei da radiação de Planck.

Em 1916-17, Einstein fez a sua terceira grande contribuição para a teoria do laser, fornecendo uma nova derivação da lei da radiação de Planck, com enormes implicações. Como escreveu ao amigo Michele Angelo Besso em 1916, “Uma luz esplêndida apareceu sobre mim a respeito da absorção e emissão de radiação (2).”

O primeiro projeto conceitual de um laser foi dado por Albert Einstein em 1916, graças ao fato de o cientista ter a teoria de que as gotículas eram capazes de estimular outros átomos idênticos em excitação (5). Por outro lado, Rudolf Ladenburg conseguiu relatar evidências indiretas de emissão estimulada em 1928. Porém, os físicos da época classificaram-na como uma “absorção negativa” e não lhe deram a importância que o tema merecia. A seguir, em 1940, o físico russo Calentin A, Fabrikant propôs que a emissão estimulada numa descarga de gás poderia ser capaz de amplificar a luz nas condições apropriadas; No entanto, o cientista não acompanhou adequadamente (2).

Assim, logo após a Segunda Guerra Mundial, Willis Lamb e RC Retherford conseguiram perceber que a ressonância magnética nuclear era muito capaz de produzir inversões. Conseqüentemente, Edwards Purcell e Robert Pound usaram esse efeito para observar a emissão que as ondas de rádio de 50kHz tinham. Com o passar do tempo, em 1951, Charles H. Townes sugeriu que essa emissão poderia oscilar em uma cavidade ressonante que poderia produzir uma saída coerente. Em 1954, Townes e James Gordon conseguiram demonstrar a primeira amostra de micro-ondas, sendo capazes de direcionar moléculas excitadas de amônia para uma cavidade ressonante onde poderiam oscilar a 24 Ghz (6,7).

Demorou décadas depois dos artigos de emissão estimulada de Einstein de 1916-17 antes que ocorresse um grande avanço no

desenvolvimento do laser, tanto teórica como praticamente, nas décadas de 1950 e 1960.

Em 7 de julho de 1960, na coletiva de imprensa anunciando sua conquista, Maiman identificou cinco possíveis usos do laser:

1. A primeira amplificação autêntica de luz.
2. Uma ferramenta para investigar o tema em pesquisa básico.
3. Feixes de alta potência para comunicações espaciais.
4. Número crescente de canais de comunicação disponíveis.
5. Concentração de luz para indústria, química e medicina.

As primeiras investigações em tecidos moles intraorais foram realizadas com laser de rubi (8). O desenvolvimento do laser de CO₂ e sua capacidade de causar ablação de tecidos moles com sangramento mínimo levou a estudos em cirurgia oral (2).

Quarenta e cinco anos após seu uso experimental inicial em odontologia e quase 20 anos após sua introdução prática na cirurgia dentária, os lasers estão se tornando mais prevalentes, e até mesmo mainstream, seja como metodologias de tratamento adjuvantes ou como complementos independentes do arsenal odontológico. Os pesquisadores continuam investigando novos comprimentos de onda e aplicações clínicas dos lasers quando aplicados à odontologia, ampliando a visão de Maiman e de outros pioneiros. O número crescente de profissionais de laser odontológico, impulsionado por evidências crescentes do uso seguro, eficaz e apropriado de lasers em odontologia, continuará a avançar na aplicação da "luz esplêndida" de Einstein em suas intervenções, para o benefício do paciente e no mesmo tempo do médico (2).

3.1.2 Noções básicas de laser

A palavra laser é um acrônimo para luz amplificada por emissão estimulada de radiação (amplificação de luz). por estimulado emissão de radiação).

A luz é uma forma de energia eletromagnética que existe como uma partícula e viaja em ondas a uma velocidade constante. A unidade básica desta energia radiante é chamada de fóton. As ondas de fótons viajam na velocidade da luz e podem ser definidas por duas propriedades básicas: amplitude e comprimento de onda. A amplitude é a altura vertical da onda do eixo zero ao seu máximo à medida que ela se move em torno desse eixo. Isto está relacionado com a magnitude da intensidade da onda: quanto maior a amplitude, maior a quantidade de trabalho potencial que poderia ser realizado. Para uma onda que emite luz, a amplitude está relacionada ao brilho. Um joule (J) é uma unidade de energia; Uma quantidade útil para odontologia é um milijoule (mJ) ou um milésimo (10^{-3}) de joule ($1/1.000$ J; 0,001 J) (2).

A segunda propriedade de uma onda é o comprimento de onda (λ), a distância horizontal entre quaisquer dois pontos correspondentes na onda. Essa medição é importante tanto para a forma como a luz do laser é aplicada ao local da cirurgia quanto para a forma como ela interage com o tecido. O comprimento de onda é medido em metros (m). Os lasers odontológicos têm comprimentos de onda da ordem de unidades muito menores e usam a terminologia de um nanômetro (nm), um bilionésimo (10^{-9}) de metro ou micrômetro (também micron [μ m ou mm]), um milionésimo (10^{-6}) de metro (2).

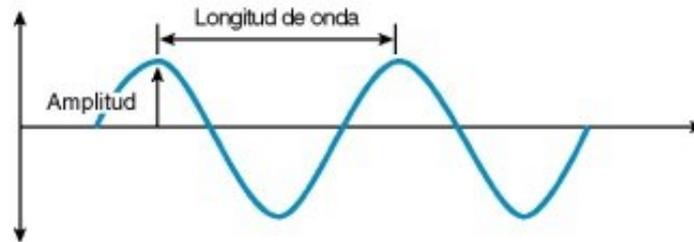


Figura 1. Propriedades das ondas eletromagnéticas. A amplitude é a altura da onda do eixo zero ao ponto máximo. Comprimento de onda é a distância horizontal entre duas partes adjacentes de uma onda.

A emissão estimulada é o processo pelo qual os feixes de laser são produzidos dentro da cavidade do laser. A teoria da emissão estimulada foi postulada por Albert Einstein em 1916. Ele baseou seu trabalho em alguns trabalhos anteriores de físicos alemães (Max Planck) e dinamarqueses (Niels Bohr), que estabeleceram a teoria de um modelo do átomo além do modelo quântico. teoria da física, que descreve um quantum como a menor unidade de energia emitida por um átomo. Einstein usou esse conceito e então estabeleceu a teoria de que o átomo já energizado pode absorver um quantum de energia adicional e resultaria na liberação de dois quanta. Esta energia é emitida (ou irradiada) como fótons idênticos, viajando como uma onda coerente. Esses fótons, por sua vez, são então capazes de energizar mais átomos em uma progressão geométrica, o que subsequentemente produz a emissão de fótons idênticos adicionais, levando a uma amplificação da energia luminosa e produzindo assim um feixe de laser (2).

3.1.3 Tipos de lasers

Segundo Gordillo e Montero (9), os lasers possuem duas classificações, levando em consideração sua potência além da capacidade de interagir com os tecidos. Portanto, eles são classificados em lasers de alta e baixa potência.

Laser de baixa intensidade

São eles que serão utilizados nos tecidos moles, não produzirão aumento de temperatura; Além disso, apresentarão efeitos especiais como a bioestimulação que melhorará a cicatrização; Soma-se a isso os efeitos analgésicos e antiinflamatórios que permitirão seu uso de forma isolada e também como adjuvante em tratamentos considerados convencionais (9).

Neste grupo também é considerado o laser de diodo, que é um tipo de laser de estado sólido. O laser de diodo combinará Gálio, Alumínio e Arsênio para que a energia elétrica seja transformada em energia luminosa; Este laser é um semicondutor que possui comprimento de onda que varia entre 630nm e 904nm; As características terapêuticas que possui são o fato de não produzir aumento de temperatura, cicatrização de feridas, efeitos antiinflamatórios e analgésicos além da redução das prostaglandinas E2, que conseguem inibir a progressão da doença periodontal (10,11,12).

Laser de alta intensidade

Principalmente, têm utilização na área cirúrgica, além disso, causarão efeitos físicos e efeitos térmicos visíveis no tecido irradiado; São utilizados como substitutos do bisturi frio ou de instrumentos rotatórios convencionais.

encontra-se o laser Er.YAG , que é um método infravermelho ativo sólido com comprimento de onda de 2940nm, acompanhado de um feixe guia de laser HE-Ne com 655nm. Sua transmissão é por fibra óptica, o efeito térmico que tem é quase nulo, e é por isso que é utilizado em tecidos duros, cirurgias de tecidos moles com má coagulação, osteotomias, preparos cavitários e outros processos em Odontologia (13).

Foi na década de 1980 que surgiram os lasers de CO2, o laser Nd-YAG e o laser de corante pulsado. Os dois primeiros citados

demonstraram maior eficiência no corte e coagulação; Suas primeiras aplicações foram para otorrinolaringologia (13).

3.1.4 Laser de baixo nível (LLLT)

mecanismos de ação da biomodulação (BMA) da irradiação laser de baixa intensidade (LILI) começou em 1964, imediatamente após o desenvolvimento dos lasers, a terapia com laser de baixa intensidade (LLLT) tem numerosos associados e técnicas combinadas de LLLT amplamente utilizadas atualmente: localmente, na projeção de órgãos internos, acupuntura a laser, reflexologia, iluminação sanguínea a laser intracavitária, transdérmica e intravenosa, terapia magnética a laser, forese a laser, massagem a vácuo a laser, biomodulação, etc. Cerca de 400.000 dispositivos terapêuticos a laser são usados na prática médica russa. A base do LLLT é o chamado efeito bioestimulante ou biomodulador da irradiação laser de baixa intensidade (LILI). No entanto, a era da terapia a laser começou literalmente muito antes do desenvolvimento dos lasers. As propriedades terapêuticas da lâmpada de luz "concentrada" (por exemplo, UV, azul ou vermelha) isolada por um filtro de luz parcial estreito da faixa total de irradiação espectral já eram conhecidas no século XIX. Esta descoberta lançou as bases para um novo campo da medicina, a luz ou fototerapia, e em 1903 NR Finsen recebeu o Prêmio Nobel "em reconhecimento pela sua contribuição para o tratamento de doenças, especialmente o lúpus vulgar, com radiação luminosa concentrada, para a qual abriu um novo caminho para a ciência médica" (3).

A principal propriedade da luz laser é a sua monocromaticidade, ou seja, uma área espectral (linha) extremamente estreita. Isso determina sua maior eficiência em relação à luz filtrada de uma lâmpada. Além disso, é muito mais fácil configurar e controlar a energia da luz laser, alocá-la sobre a superfície e direcioná-la para o local desejado sem perdas do que fazer o mesmo com uma lâmpada média com filtro. Os lasers pareciam ser não apenas

convenientes, mas também um instrumento fundamentalmente mais eficaz de efeito terapêutico do que outras fontes de luz, o que determinou o surgimento e o desenvolvimento de uma direção qualitativamente nova de fototerapia - a terapia a laser (3).

O principal mecanismo e padrões de interação do LILI com aceitadores dentro das células podem ser representados na seguinte ordem: absorção da energia do fóton - surgimento de um gradiente de temperatura local - liberação de Ca^{2+} dos estoques intracelulares - estimulação de processos dependentes de Ca^{2+} . A compreensão deste processo permitiu a explicação de todos os efeitos colaterais conhecidos, métodos otimizados e eficácia extremamente aumentada do LLLT (3).

A base do LLLT é o chamado efeito bioestimulante ou biomodulador da irradiação laser de baixa intensidade (LILI), que foi encontrado em numerosos estudos na década de 70 do século passado (3).

Tabela 1. Cronologia da descoberta das fontes laser e dos primeiros estudos com efeito significativo do LLLI

Chronology of the Development of Laser Sources and the First Studies of Biologically Significant Effect of LILI

| Laser Type | Wavelength, nm | Year [Reference] | Effect | Reference |
|------------------------|--|---------------------|---|---|
| Ruby | 694 | 1960 ¹⁰ | Healing of purulent wounds, immune system activation, endothelial cell proliferation | 11,12,13,14 |
| Nd:YAG | 1064 | 1964 ¹⁵ | Proliferation, collagen synthesis in vitro | 16,17 |
| Nd:YAG (KTP) | 532 | 1963 ¹⁸ | Hemoglobin oxygenation in red blood cells in vitro | 19 |
| CO ₂ | 10600 | 1964 ²⁰ | Healing of purulent wounds | 21,22 |
| Helium-Neon (He-Ne) | 633 (basic); 544; 594; 612; 1152; 1520; 3391 (rarely used) | 1960 ²³ | Erythropoiesis | 24,25 |
| Helium-cadmium (He-Cd) | 442 | 1968 ²⁶ | Changes in systemic and regional hemodynamics | 27 |
| Semiconductor (diode) | 300-9000 | 1962 ²⁸ | Proliferation, activation of microcirculation, anti-inflammatory action, immunomodulatory effect, anesthetization, effects on blood | Many publications in different countries. Most frequently used LILI wavelength 405, 445, 525, 635, 785, 808, 830, 904 and 1300 nm |

Este laser será aplicado em diferentes disciplinas que a odontologia abrange; É constituído por um meio ativo sólido, que é formado por um semicondutor que utilizará frequentemente uma combinação de gálio, arsênio e alguns outros elementos como índio ou alumínio, para que a energia elétrica seja convertida em energia luminosa . (14)

O laser de baixa intensidade pode ser emitido continuamente ou por meio de pulsos. Graças ao seu comprimento de onda é possível transportar energia através de fibra óptica (2,14).

Equipamentos de laser de baixa intensidade têm a vantagem de serem pequenos. Muitas dessas unidades são compactas, além de fáceis de transportar dentro do consultório ou clínica.

Em relação à sua segurança; Os lasers são classificados em categorias de acordo com o seu grau de perigo. De acordo com cada categoria são exigidas normas de segurança que devem ser aplicadas e que envolvem o cirurgião-dentista, seu auxiliar e o paciente.

O padrão seguido é o padrão americano 21CFR, os equipamentos laser são classificados em 06 categorias: Classe I, Classe II A e II B, Classe III A e III B e Classe IV e que dependem basicamente da densidade da potência óptica emitida por eles e o comprimento de onda gerado por eles.

Classe I: São equipamentos inofensivos e não requerem a utilização de nenhum procedimento ou equipamento de segurança.

Classe II A: São equipamentos inofensivos e não requerem a utilização de nenhum procedimento ou equipamento de segurança.

Classe II B: São equipamentos inofensivos e não necessitam da utilização de nenhum procedimento ou equipamento de segurança.

Classe III A: São equipamentos que podem causar danos aos olhos, sendo imprescindível o uso de lentes de proteção compatíveis com o comprimento de onda gerado pelo laser em questão.

Classe III B: São equipamentos que podem causar danos aos olhos, sendo imprescindível o uso de lentes de proteção compatíveis com o comprimento de onda gerado pelo laser em questão. Os equipamentos enquadrados nessa categoria ainda deverão possuir dispositivos de interrupção interna, para evitar acidentes quando os circuitos internos do equipamento forem manipulados.

Classe IV: Esta é a categoria onde todos os lasers cirúrgicos são classificados. Portanto, são equipamentos que podem causar danos tanto aos olhos quanto a outros tipos de tecidos, sendo imprescindível o uso de lentes de proteção compatíveis com o comprimento de onda gerado pelo laser em questão.

É pelo exposto que o uso de proteção tanto para o operador quanto para o paciente nunca será supérfluo, incluindo óculos de proteção, entre outros. Ao mesmo tempo, é necessário evitar qualquer tipo de contato entre o laser e o metal, pois pode haver reflexão do feixe de luz. Para evitar isso, é aconselhável utilizar

instrumentos de metal que não sejam polidos, ou de plástico, em qualquer caso (15).

3.1.4.1 Componentes do laser de baixo nível

O laser possui 6 componentes básicos (14).

1. meio ativo

A luz laser será gerada no meio ativo, que pode ser sólido líquido ou gasoso; e é este mesmo que vai determinar o comprimento de onda do laser, que, além disso, lhe dá nome. O meio ativo estará localizado na cavidade de ressonância (7).

2. Cavidade de ressonância

Este é composto por um sistema óptico composto por dois espelhos polidos e separados um do outro, possui superfícies paralelas e alinhadas. Entre estes está localizado o meio ativo.

3. Meio de bombeamento ou meio de simulação

Geralmente é uma lâmpada ou flash que irá estimular o meio ativo com sua luz.

4. Sistema de refrigeração

É responsável por preservar o ambiente ativo. Este deverá estar sempre em temperatura contínua para que funcione melhor, desta forma o calor gerado no meio será eliminado pelo sistema.

5. painel de controle

É composto por um microcomputador localizado na parte superior do laser. Suas funções são diversas, como ligar, qualidade de energia, número de pulsos por segundo e ligar o guia laser.

6. peça de mão

É utilizado quando ainda não há muita experiência no manuseio do equipamento semelhante à turbina com brocas.

3.2 TEORIA DA FOTOBIMODULAÇÃO

O mecanismo pelo qual a radiação laser de baixa intensidade (LLLI) terá seu efeito será determinado a partir da ação dos raios que estão na membrana plasmática das diferentes células; com base, sobretudo, na sua monocromaticidade que será desencadeada pelo efeito que ocorrerá nos fotorreceptores específicos (16,17). A ativação dos cromóforos mitocondriais estimula a ação da cadeia respiratória com o consequente aumento do metabolismo celular, produzindo as ações benéficas da LLLT (Low Intensity Laser Therapy) no processo de regeneração tecidual . Os benefícios do uso da LLLT também foram demonstrados no tecido ósseo, estimulando a diferenciação e ativação de células osteoblásticas. (18) Os efeitos biológicos da terapia a laser no nível celular serão:

- Efeito bioenergético: Ou seja, basear-se-á na necessidade de conseguir reservar energia (ATP) na célula, para que esta possa desenvolver a sua atividade. Uma vez danificada a célula, as reservas diminuirão e a atividade será alterada. O laser ajudará a facilitar a transição do DP para o ATP, além de aumentar a energia reservada dentro das mitocôndrias. O que facilitará a reação interestrutural além da ativação do aparato nuclear.
- Efeito bioelétrico: os fotorreceptores encontrados na membrana celular irão absorver a energia proveniente da radiação laser. Com esta atividade a situação iônica será normalizada, além de restabelecer o potencial de membrana, desta forma, a vitalidade celular e suas respectivas funções são restabelecidas.
- as reações interestruturais , além dos ciclos metabólicos intracelulares que possuem alto consumo de oxigênio e levarão a uma ativação geral do próprio metabolismo celular. Efeito bioestimulante : o DNA será ativado pelo ATP e terá início a síntese protéica, o que resultará na formação de proteínas estruturais, que são enzimas que intervirão nos processos

teciduais ou celulares. Com esta ação será possível acelerar o processo de divisão com o processo de multiplicação celular.

- Efeito inibitório: houve pesquisas que conseguiram demonstrar um efeito oposto à bioestimulação. Este efeito ocorrerá na depressão de alguns processos intracelulares e levará à inibição da multiplicação celular. A ativação da síntese protéica levará ao aumento de proteínas que compõem a estrutura celular além de enzimas, proteínas que intervirão na defesa dos tecidos, como interferon, lisozima e outras. Como há aumento de enzimas e proteínas de defesa, o tecido afetado terá maior capacidade de defesa.

O efeito da luz laser nos padrões de vida parece obedecer às leis da fotobiologia clássica. Os processos fotobiológicos podem ser representados esquematicamente na seguinte sequência: aceitadores, cujo espectro de absorção coincide com o comprimento de onda da luz incidente. Os fótons absorvidos então ativam e desencadeiam bioquímica ou respostas fisiológicas típicas (específicas) desses elementos absorventes. Se considerarmos os efeitos biológicos induzidos pelo laser, parece que não existem aceitadores e respostas específicas do sistema biológico (célula, órgão, organismo), a interação é completamente inespecífica.

A ativação das mitocôndrias é um processo de trabalho secundário, resultante do aumento da concentração de Ca^{2+} no citosol. O fato mais importante é que o aumento da concentração de Ca^{2+} ocorre apenas a partir dos estoques intracelulares (onde é depositado, novamente após o ciclo fisiológico em 5-6 minutos), e não devido à entrada de íons externos, como muitos cientistas consideram. Em primeiro lugar, não há correlação entre o nível de ATP nas células e o transporte externo de Ca^{2+} para o interior da célula, a ativação mitocondrial é realizada apenas pelo aumento da concentração de Ca^{2+} nas reservas intracelulares.

Em segundo lugar, a remoção dos íons cálcio do soro não retarda o aumento da concentração de Ca^{2+} na anáfase do ciclo celular, ou seja,

a ativação da proliferação celular pela ação da irradiação laser de baixa intensidade (LLLT) é absolutamente . desconectado do cálcio extracelular, membranas, bombas dependentes específicas, etc.

Todas essas respostas podem ser facilmente explicadas se representarmos os mecanismos de biomodulação a laser (BMA) na seguinte sequência: Como resultado da LLLT, ocorre um gradiente de temperatura dentro de uma célula e há um aumento de curta duração na concentração de cálcio íons (Ca^{2+}) liberados. de depósitos intracelulares , com o desenvolvimento da cascata de respostas do organismo ao efeito externo: o trabalho dos sistemas imunológico e vascular é normalizado, os processos metabólicos e proliferativos são ativados, há um efeito analgésico, etc. Todos os efeitos biológicos são dependentes de Ca^{2+} , a resposta não linear "efeito densidade de energia" e "efeito de exposição" pode ser explicada pelas peculiaridades do trabalho das reservas intracelulares de cálcio, a falta de espectro pode ser explicada pela sua inclusão não -específico (3)

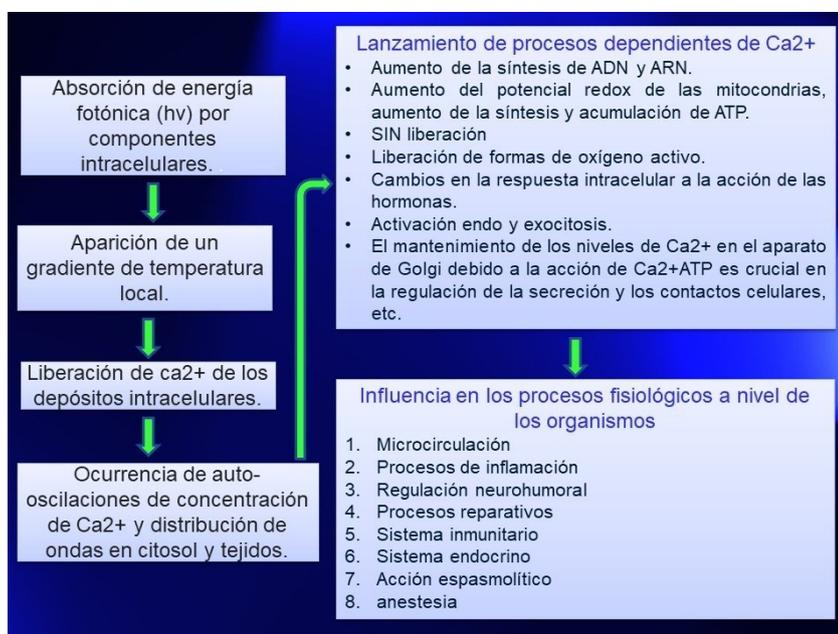


Figura 2 Efeito da laserterapia de baixa intensidade e mecanismos biológicos.

É importante esclarecer que geralmente o laser DIODO pode ser aplicado em todas as fases do tratamento com implantes (19). Por outro

lado, o laser diodo de baixa intensidade também é utilizado em processos de doenças peri-implantares. Sua principal vantagem é facilitar a cicatrização e o processo regenerativo da área (14). Dito isso, suas aplicações serão modificadas dependendo do tipo de laser que será utilizado.

A potência média dos lasers contínuos operando em modo contínuo ou modulado é medida em miliwatts (mW), a potência de pulso (pico) dos lasers pulsados é medida em watts (W).

Frequência de modulação ou frequência de repetição de pulso
Todas as técnicas de terapia a laser devem conter as seguintes informações : O comprimento de onda da luz laser é medido em nanômetros [nm]. Os comprimentos de onda mais comuns na terapia a laser são:

- 365-405 nm – espectro ultravioleta (UV),
- 440-445 nm – espectro azul,
- 520-525 nm – espectro verde,
- 635 nm – espectro vermelho,
- 780-785 nm – espectro infravermelho (IR) , -
- 890-904 nm – espectro IR.

Modo de operação do laser: contínuo, modulado, pulsado para modo pulsado: o número de oscilações (pulsos) por unidade de tempo (segundo) é medido em hertz (Hz, 1/s).

A área de iluminação é medida em centímetros quadrados (cm²).

A exposição (tempo de exposição) numa área (zona) e o tempo total de um tratamento são medidos em segundos (s) ou minutos (min). O tempo total de tratamento com laserterapia (efeito constante em todas as áreas) não deve exceder 20 minutos, para uma área - 5 minutos (exceto para irradiação sanguínea com laser intravenoso). Este é um parâmetro muito importante que quase nunca pode ser alterado (3).

3.3 APLICAÇÕES DO LASER DE BAIXA INTENSIDADE EM TRATAMENTOS IMPLANTOLÓGICOS

. Na estabilidade primária

Zarb, em 1982 veio organizar a “ Conferência de Toronto”. Dentro disso, Branemark explicaria o processo de união do osso com o titânio, utilizando, inicialmente, o termo "osseointegração" (16,17,8).

Osseointegração é o termo que o professor Per Ingvar Brånemark usou para descrever aquela união de estruturas que, microscopicamente, ocorrerá entre o implante e o osso vivo (18).

A osseointegração implica na coexistência de um implante submetido a cargas mastigatórias e tecido ósseo vivo aderido à sua superfície (19).

A osseointegração é definida como aquela ligação direta entre a superfície de um implante e o osso vivo; Tal processo dependerá de vários fatores, incluindo a morfologia, características e composição do implante (20).

A osseointegração na área oral é definida como aquela união funcional, estrutural e direta sem considerar o tecido periodontal que está localizado ao redor do osso alveolar e do implante dentário. entretanto, a osseointegração é considerada atualmente como uma reação a um corpo estranho no qual o osso inter-racial vai se formar e se adaptar (21).

Torkzaban et al. (13), mencionam que os implantes dentários começam a ter maior utilização em casos de perdas dentárias ou extrações dentárias. Com base em protocolos preliminares, segundo os autores, o tempo de geração e reparo do tecido é de 3 a 4 meses. No osso maxilar e na mandíbula posterior demora um pouco mais para regenerar seus tecidos graças ao fato da estrutura óssea ser muito mais esponjosa e pode demorar de 5 a 6 meses. Além disso, de acordo com a classificação de Lekholm e Zarb , na mandíbula a cicatrização pode ser aumentada em mais 1 a 2 meses. É aí que reside a necessidade de oferecer uma alternativa que proporcione menor tempo de recuperação e menos procedimentos cirúrgicos.

A estabilidade do implante é outra questão importante que afeta o sucesso da osseointegração do implante. A estabilidade do implante é dividida em dois grupos: primária e secundária (17). A estabilidade primária é conseguida através do acoplamento mecânico que é conseguido através do encaixe do implante no osso durante a inserção do implante. Depende principalmente da qualidade e quantidade de osso, do desenho do implante e da técnica cirúrgica. Com o início da atividade osteoclástica pósoperatória, o contato osso-implante diminui. Agora, a estabilidade secundária do implante é um evento biológico resultante da atividade dos osteoblastos e da reabsorção óssea ao redor do implante, que começa alguns dias após a colocação do implante. Tanto a estabilidade primária como a secundária são essenciais para uma osseointegração bem sucedida. A estabilidade primária diminui durante os estágios iniciais de regeneração e a estabilidade secundária aumenta. Contudo, existe um período crítico na fase de regeneração em que a estabilidade primária diminui mais rapidamente do que a taxa à qual a estabilidade secundária aumenta. Se os implantes não estiverem em condições ideais neste momento, é possível a falha do tratamento, e isto é duplamente importante, especialmente para implantes submetidos a carga imediata. Em estudos com animais, estima-se que este período crítico comece 2 a 3 semanas após a cirurgia. A estabilidade do implante é medida de diversas maneiras, a mais invasiva de todas é o uso da análise de frequência de ressonância (RFA). O resultado é dado como o valor ISQ, que está entre 1 e 100. Um valor ISQ mais elevado representa um implante mais estável. Vários estudos sugerem o valor do ISQ de pelo menos 54 para carga imediata. A medição RFA trata mais de medições frequentes de um implante durante um tempo exato porque é muito sensível a mudanças no contato implanteosso. Estudos *in vitro* e *in vivo* descreveram os efeitos estimulantes da fotobiomodulação ao redor dos implantes de titânio, demonstrando que a fotobiomodulação poderia não apenas promover a cicatrização de feridas, mas também acelerar o processo de osseointegração, permitindo a possibilidade de carregar os implantes mais rapidamente.

A laserterapia de baixa intensidade (LLLT) tem sido utilizada na prática clínica nos diferentes tratamentos de diferentes condições, pois sua atividade promove efeitos de estimulação dentro dos processos bioquímicos e moleculares que ocorrerão durante o reparo tecidual, este, por sua vez, levará à proliferação que

ou melhorar através da fotobiomodulação. No entanto, para que estas propriedades sejam traduzidas em aplicações clínicas, são necessárias mais pesquisas (22).

Na odontologia, os achados pré-clínicos indicaram um efeito muito favorável do uso do laser de baixa intensidade na área de reparo ósseo e osseointegração. A seguir observaremos casos em que este laser conseguiu favorecer a Implantodontia e principalmente na osseointegração.

Khadra (21) resume cinco estudos que empregaram o comprimento de onda de 830 nm da seguinte forma: LLLT pode promover a consolidação e mineralização óssea e pode ser benéfico na promoção óssea em defeitos esqueléticos. Também pode ser utilizado como tratamento adicional para acelerar a cicatrização do implante no osso. A LLLT pode modular os estágios iniciais de fixação e crescimento celular em superfícies de titânio. Doses múltiplas de LLLT podem melhorar a eficácia e acelerar a adesão inicial e alterar o comportamento dos fibroblastos gengivais humanos cultivados em superfícies de titânio. O uso de LLLT na faixa de dose entre 1,5 e 3 J/cm² pode modular a atividade das células que interagem com um implante, promovendo assim a cicatrização tecidual e o sucesso final do implante.

Lopes et al sugerem que o comprimento de onda de 830 nm pode permitir o carregamento mais precoce de implantes de titânio.

Kim et al (23) observaram que a LLLT influencia a expressão da osteoprotegerina (OPG), ativador do receptor do fator nuclear k B (RANK) e do ligante RANK (RANKL), aumentando a atividade metabólica óssea. RANKL é uma molécula ligada à superfície que ativa os osteoclastos, células envolvidas na reabsorção óssea. A superprodução de RANKL está envolvida em vários tipos de osteopatias degenerativas, incluindo artrite reumatóide e artrite psoriática.

Guzzardella et al. (24), descrevem efeitos estimulantes semelhantes na superfície entre o osso e o implante em implantes de hidroxiapatita usando o laser de 780nm. Ainda não se sabe se os efeitos positivos da integração osso-implante representam um efeito geral ou estimulação celular específica, pois diferentes comprimentos de onda e doses têm sido utilizados.

Sánchez et al. (25), realizaram um estudo que teve como foco observar o efeito clínico que o laser diodo proporcionava nos tecidos periimplantares durante a mucosite peri-implantar não cirúrgica. Os autores conduziram um ensaio clínico randomizado controlado com acompanhamento simples-cego de 3 meses. Estabelecendo assim dois grupos para o estudo (controle e teste). O primeiro grupo foi submetido ao desbridamento mecânico não cirúrgico dos implantes afetados. Já no grupo de teste o caso foi tratado com laser de diodo. Desta forma, obteve-se que, após seis semanas, na avaliação houve diferenças estatisticamente significativas quanto ao índice de placa bacteriana e profundidade de sondagem entre os dois grupos avaliados. Posteriormente, aos 3 meses, na avaliação, houve novamente grande diferença entre os dois grupos, principalmente no sangramento à sondagem. Assim, o autor concluiu que a utilização da terapia com laser diodo como adjuvante ao tratamento classificado como convencional, neste caso, a mucosite peri-implantar, apresenta resultados promissores. Dentro do qual, a redução da inflamação tecidual é evidente.

Tabela 2 Variáveis de profundidade de sondagem, recessão e nível clínico de inserção durante o estudo realizado por Sánchez et al.

| Variável | Grupos | Linha de referência | Diferença intergrupo | | | |
|----------|--------|---------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| | | | Reavaliação de 6 semanas | Reavaliação de 3 meses | Referência - 6 semanas | Referência 6 semanas a 3 meses |
| PPD | CG | 1,303±0,40 9 mm | 1,137 ± 0,222 mm | 1,166 ± 0,263 mm | 0,014 (<i>p</i> < 0,05) | 0,455 (<i>p</i> > 0,05) |
| | T.G. | 1,277±0,34 7mm | 0,833 ± 0,374mm | 1,068±0,103 mm | 0,011 (<i>p</i> < 0,05) | 0,835 (<i>p</i> > 0,05) |

| | | | | | | |
|-----|------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------|--------------|
| | Diferença | 0,840 (| 0,041 (| 0,168 | | |
| | a | $p > 0,05$) | $p < 0,05$) | ($p > 0,05$) | | |
| | Intergro- po | | | | | |
| REC | CG | 0,029±0,06 5mm | 0,156±0,253 mm | 0,058±0,116 mm | 0,061 (| 0,145 (|
| | | | | | $p > 0,05$) | $p > 0,05$) |
| | TG | 0,018±0,05 3 mm | 0,175 ± 0,289 mm | 0,107 ± 0,024 mm | 0,036 (| 0,166 (|
| | | | | | $p < 0,05$) | $p > 0,05$) |
| | Diferença | 0,596 (| 0,835 (| 0,471 | | |
| | a | $p > 0,05$) | $p > 0,05$) | ($p > 0,05$) | | |
| | intergru- pal | | | | | |
| CAL | CG | 1,274 0,344 mm | ±0,981±0,023 mm | 1,108 ± 0,147 mm | 0,091 (| 0,269 (|
| | | | | | $p > 0,05$) | $p > 0,05$) |
| | TG | 1,259 0,294 mm | ±0,658±0,085 mm | 0,961±0,079 mm | 0,070 (| 0,359 (|
| | | | | | $p > 0,05$) | $p > 0,05$) |
| | Diferença | 0,756 (| 0,636 (| 0,241 | | |
| | a | $p > 0,05$) | $p > 0,05$) | ($p > 0,05$) | | |
| | intergru- pal | | | | | |

Fonte: Sánchez et al (25). Efeito clínico do laser diodo nos tecidos peri-implantares durante o tratamento não cirúrgico da mucosite peri-implantar: estudo clínico randomizado controlado.

Por outro lado, Pacheco et al. (26), eles vieram avaliar quais alterações nos tecidos o laser diodo hélio neon produzia na cicatrização dos tecidos ósseos. O estudo foi realizado em coelhos da Nova Zelândia que possuíam implantes osseointegrados. Ressalta-se que o estudo durou 30 dias, trabalhando com 15 coelhos da referida raça; separando-os em dois grupos, o primeiro grupo possuía implantes sem laserterapia e o segundo o contrário. Assim, o grupo tratado com laser obteve maior vascularização, maior número de osteoblastos e osteócitos, principalmente na quarta semana. Porém, também apresentava maiores áreas de hemorragia e descontinuidade da tela osteóide. Os autores concluíram que, de fato, o uso do laser contribui muito para a consolidação óssea.

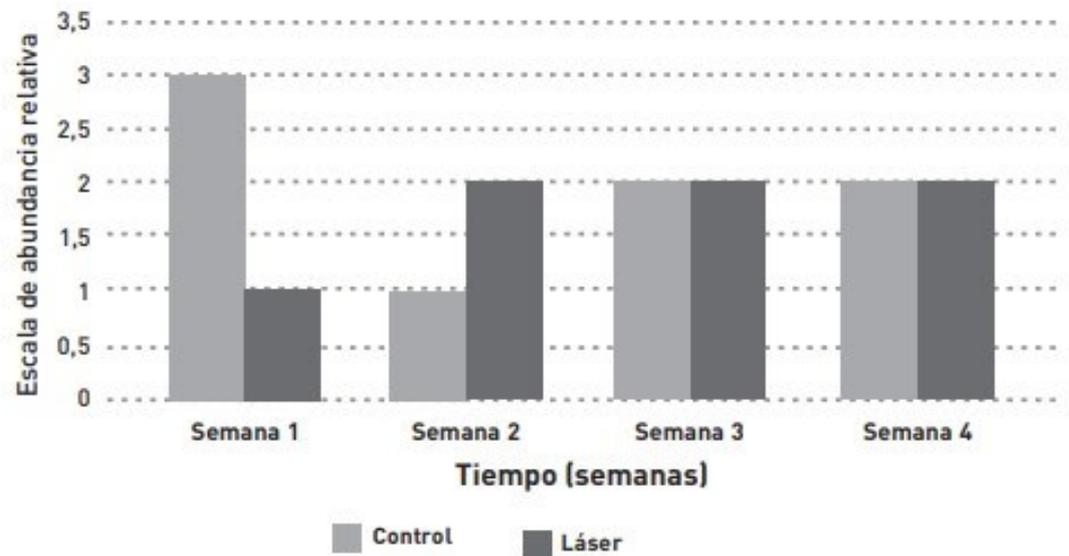


Figura 3. Presença de substância osteóide como resultado da pesquisa de Pacheco et al (26).

Fonte: Pacheco et al. (26). Comparação da eficácia do laser Diodo HélioNéon nos processos de osseointegração de implantes dentários em coelhos da Nova Zelândia

Ali e outros. (27) Ressaltaram que o sucesso dos implantes estará associado, principalmente, à osseointegração e à taxa de sobrevivência. Dentro do estudo realizado por este autor, buscamos acelerar o processo de osseointegração óssea ao redor do implante dentário; tudo isso, com a utilização de novas técnicas para aumentar a taxa de sucesso, além de permitir a carga imediata do implante. Além disso, os autores procuraram fazer uma comparação entre as diferentes novas técnicas em procedimentos de implantes dentários para descobrir qual técnica alcançaria os melhores resultados possíveis. Trabalhamos com 40 pacientes do sexo masculino, divididos em 4 grupos, sendo o mais relevante para este trabalho o grupo que recebeu laserterapia e o grupo que recebeu laser e terapia celular que inibiriam o crescimento e a cicatrização mais rápida. Concluindo que o laser, embora seja verdade

que seja eficaz, necessitaria de fatores de crescimento adicionais para os resultados satisfatórios que pretendemos buscar.

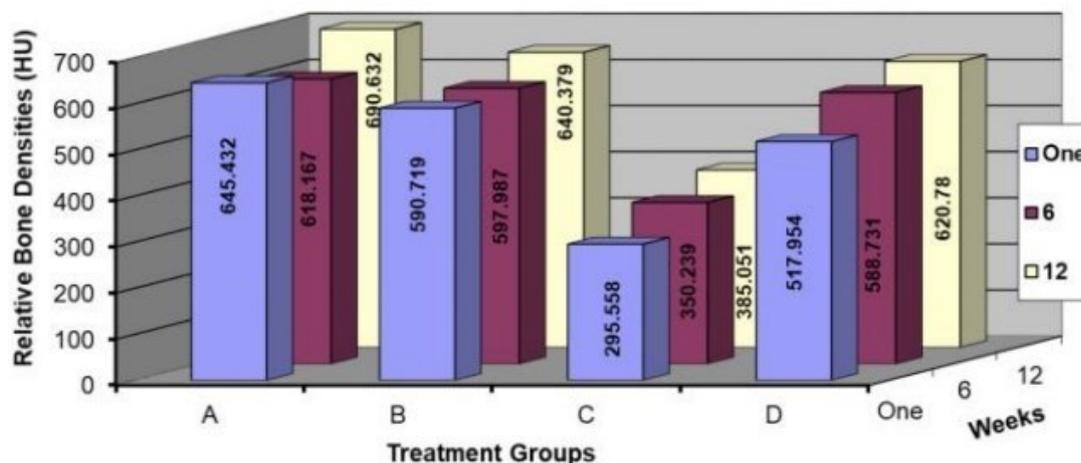


Figura 4. Densidades ósseas relativas em diferentes grupos e épocas como resultado da pesquisa realizada por Ali et al. (27).

Fonte: Ali et al. (27). Efeito da aplicação combinada de fatores de crescimento e bioestimulação a laser diodo na osseointegração de implantes dentários

Zein et al. (28), mencionam que trabalhar com laserterapia e falar sobre seu efeito na regeneração óssea é um tema controverso. Assim, os autores decidiram analisar os estudos que correlacionaram a regeneração óssea com a fotobiomodulação, além de avaliar os parâmetros que produziram resultados positivos no que diz respeito às doses e potência de saída utilizadas. Assim, os autores concluíram que, de facto, existe um efeito positivo graças à terapia laser de baixa intensidade no domínio da regeneração óssea. Além disso, foi comprovado que isso estimulará o metabolismo celular, aumentando a síntese protéica e posterior regeneração óssea. Uma dose elevada combinada com uma potência baixa ou uma dose baixa combinada com uma potência elevada parece produzir um efeito positivo na regeneração óssea.

Tenore et al. (29), mencionaram que doenças peri-implantares podem afetar a sobrevivência dos implantes dentários. Para isso, trabalhamos com 23 sujeitos divididos em grupos controle e teste. O primeiro recebeu

tratamento convencional não cirúrgico e o segundo recebeu laserterapia diodo 980nm. Ao final da pesquisa ficou comprovado que, de fato, o laser diodo pode ser um ótimo complemento no tratamento de patologias peri-implantares como peri-implantite inicial e mucosite periimplantar.

Tabela 3. Valores médios dos parâmetros clínicos no início do estudo (T0) e 3

meses de acompanhamento (T1) e suas alterações estatísticas. Na pesquisa realizada por Tenore et al. (29)

| Parâmetros | Grupo de Intervalo de tempo clínicos | Grupo de teste | valor p ¹ |
|--|--------------------------------------|----------------|----------------------|
| Controle | | 4,04±0,54 | 0,833 |
| Profundidade de Linha de base (T0) sondagem periodontal (PPD) (valor médio em mm) | | | |
| | Acompanhamento de 3 meses (T1) | 3,54±0,35 | 2,98±0,70 0,009 |
| | valor p ² | 0,005 | 0,003 |
| | | 4±1,48 | 0,566 |
| Sangramento à Linha de base (T0) sondagem (BOP) (valor médio dos locais positivos) | | | |
| | Acompanhamento de 3 meses (T1) | 4,33±1,56 | 0,55±0,69 0,000 |
| | valor p ² | 0,003 | 0,003 |

Fonte: Tenore et al. (29). Avaliação da eficácia complementar do laser diodo no tratamento da mucosite peri-implantar: ensaio clínico randomizado.

Xerife e outros. , avaliaram clínica e radiograficamente o (30)efeito bioestimulador que o laser de baixa potência teve contra um implante dentário com fibrina rica em plaquetas em comparação ao uso do implante e da terapia com laser. Todos os pacientes do estudo receberam um implante dentário de cada lado com FRP. Enquanto a aplicação do laser foi aplicada de um lado, duas vezes por semana, durante um mês a partir do dia da inserção. A dor pós-operatória foi avaliada diariamente durante a primeira semana usando a escala numérica de avaliação da dor para os

desfechos primários. A densidade óssea peri-implantar foi medida através de radiografia intraoral digital direta imediatamente após a inserção. Por outro lado, a estabilidade dos implantes foi medida por meio de avaliação por radiofrequência logo após a inserção. Através disso, os autores obtiveram os resultados de que os valores de radiofrequência para estabilidade do implante não apresentaram diferença estatisticamente significativa após 9 meses de acompanhamento em comparação aos valores de estabilidade inicial no dia da inserção no grupo intervenção e controle. Concluindo assim que não há diferenças estatisticamente significativas evidentes na dor pós-operatória, estabilidade do implante e densidade óssea entre as áreas tratadas apenas com FRP e aquelas tratadas com FRP acompanhado de terapia com laser de diodo.

Tabela 4. Diferenças relativas na densidade óssea entre os dois grupos de estudo nos diferentes períodos de acompanhamento da pesquisa realizada por Sherif et al. (30)

| Comparativos | Intervenção | Controlar | Diferença | Valor P | Comentário |
|------------------------|-------------|-----------|-----------|---------|-------------------|
| Densidade óssea a 1m | 145,3 | 135,9 | 9.98889 | 0,556 | Não significativo |
| Densidade óssea a 4m | 142,8 | 139,5 | 4.28889 | 0,760 | Não significativo |
| Densidade óssea aos 9m | 134,4 | 128,7 | -2,52222 | 8.863 | Não significativo |

Fonte: Sherif et al. (30). Avaliação do efeito bioestimulatório da fibrina rica em plaquetas aumentada por laser de diodo em comparação com a fibrina rica em plaquetas isoladamente em implantes dentários.

Jakse et al. (31), procuraram avaliar se, de fato, a terapia com laser de baixa intensidade conseguiu melhorar a regeneração óssea juntamente com a osseointegração de implantes dentários dentro de um modelo de enxerto sinusal. Para o estudo, trabalhamos com 12 ovinos que foram submetidos a um processo bilateral de elevação do assoalho sinusal com osso esponjoso da crista ilíaca. A inserção do implante foi controlada por 4

semanas para o primeiro grupo e 12 semanas para o outro. Cerca de dezesseis semanas após a segunda etapa da cirurgia, os animais foram eutanasiados. Assim, é possível obter que o uso do laser de baixa intensidade tem um leve efeito positivo na osseointegração dos implantes dentários inseridos após o aumento dos seios da face.

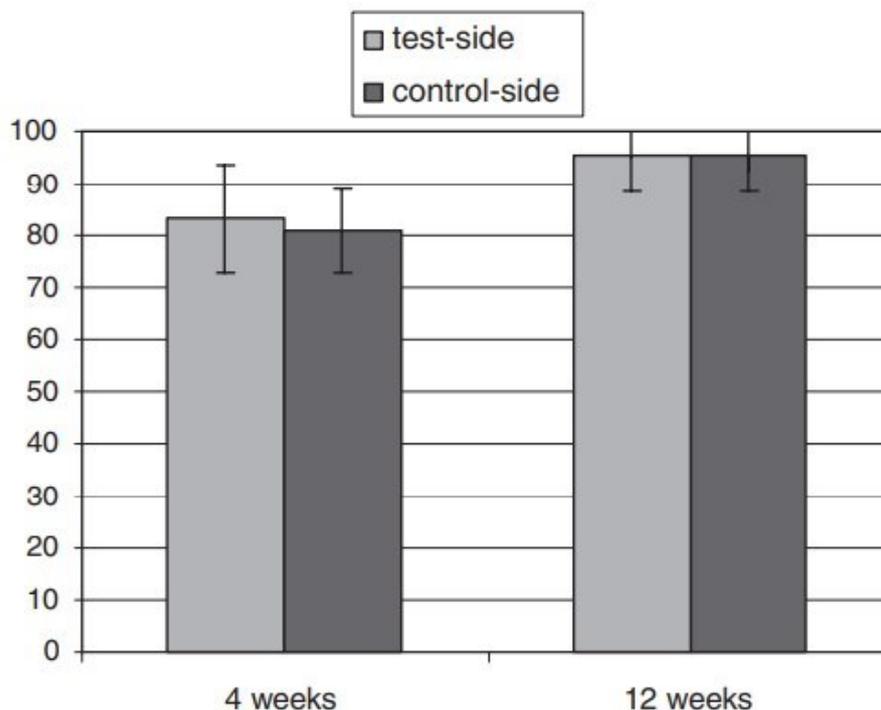


Figura 5. Porcentagem do comprimento de contato entre o osso enxertado e o osso recém-formado 4 e 12 semanas após o seio.

Fonte. Jakse et al. (31). Influência do tratamento com laser de baixa potência na regeneração óssea e osseointegração de implantes dentários após aumento de seio maxilar. Um estudo experimental em ovelhas

Mayer et al. (20) avaliaram os efeitos da laserterapia de baixa intensidade, no processo de osseointegração, por meio da comparação de medidas de análise de frequência de ressonância feitas na colocação do implante após os 30 anos, além de imagens de microtomografia computadorizadas em um grupo de coelhos irradiados versus aquelas que foram não irradiado. Trabalhamos com 14 coelhos machos da raça Nova Zelândia e eles foram divididos aleatoriamente em dois grupos de sete

cada, um grupo controle (animais não irradiados) e um grupo experimental que recebeu laserterapia de baixa potência. Em 100% dos animais o incisivo inferior esquerdo foi extraído cirurgicamente e em seguida foi colocado um implante osseointegrado. Adicionalmente, foi realizada análise da frequência de ressonância com o dispositivo Osstell® no momento da colocação do implante. Assim, conseguiram obter que a laserterapia, baseada em um protocolo de irradiação utilizado neste estudo, poderia proporcionar maior estabilidade do implante, além de aumentar o volume do osso peri-implantar recém-formado, este foi um indicador de que a irradiação do laser produziu uma melhoria no processo de osseointegração.

Kashefimehr (32) submeteu 12 pacientes à cirurgia de implante imediato bimaxilar com enxertos ósseos particulados entre a parede do alvéolo e o implante, e ao mesmo tempo o pilar transmucoso foi fixado nos implantes. O lado da intervenção foi exposto à radiação LED por 20 minutos por dia, um dia antes da operação e 10 sessões consecutivas, começando no dia da cirurgia. Um operador treinado mediu e registrou o valor do quociente de estabilidade do implante (ISQ) em ambos os lados imediatamente após a cirurgia, bem como um mês e três meses após a operação. Os resultados foram que o valor do ISQ foi de 37,54 no lado não irradiado imediatamente após a cirurgia; Diminuiu para 35,09 um mês após a operação e aumentou para 46,45 três meses após a operação. E comparado com o valor do ISQ do lado irradiado foi de 36,73 imediatamente após a cirurgia, e aumentou para 47,36 e 71,18 um mês e três meses após a operação, respectivamente. Houve diferenças significativas entre os valores do ISQ.

Guilherme José Pimentel et al (18), realizaram diferentes protocolos de irradiação de laserterapia de baixa intensidade (LLLT) na osseointegração de implantes colocados em áreas enxertadas. Eles trabalharam com 84 ratos em seis grupos: DBB: defeito preenchido com osso bovino desproteínizado ; HA/TCP: defeito preenchido com cerâmica bifásica de hidroxiapatita/ β -fosfato tricálcico; DBB-LI: defeito preenchido com DBB e tratado com LBI após colocação do implante; HA/TCP-LI:

defeito preenchido com HA/TCP e tratado com LLLT após colocação do implante; DBB-LIB: defeito preenchido com DBB e tratado com LLLT após procedimento de enxertia e colocação de implante; e HA/TCP-LIB: HA/TCP com preenchimento do defeito e tratado com LLLT após procedimento de enxertia e colocação de implante. Os defeitos ósseos foram confeccionados na tíbia e enxertados. Após 60 dias, os implantes foram colocados. Os ratos foram posteriormente sacrificados 15 e 45 dias após a colocação do implante. O padrão de osseointegração e reparo ósseo na área enxertada foi avaliado por análises biomecânicas, microtomográficas e histométricas. Adicionalmente, foi avaliada a expressão de proteínas biomarcadoras ósseas.

Os grupos LLLT apresentaram maior torque de extração, volume de tecido mineralizado e maior grau de osseointegração, principalmente quando a LLLT foi realizada somente após a colocação do implante, e esses achados foram associados à maior expressão de BMP2 e fosfatase alcalina. Deixando como conclusão que

A LLLT realizada em implantes colocados em áreas enxertadas melhora o processo de osseointegração.

Bittencourt (33) sugeriu o uso do laser de baixa potência para melhor estabilização da osseointegração. Para isso, laser GaAlAs (808 nm, densidade de potência média: 50 mW, diâmetro e área do spot circular: 0,71 cm/0,4 cm²) foi aplicado no tecido peri-implantar com dose de 66 J por momento de aplicação. O autor indicou que o Laser de baixa potência foi aplicado apenas na área onde o implante foi colocado. Após a realização da pesquisa tanto no grupo controle quanto no experimental, concluiu-se que o laser de baixa potência não teve influência na estabilidade do implante após avaliação da cicatriz da instalação do pilar do implante.

Kashefimehr et al. (32), mencionaram que a alta taxa de sucesso dos implantes tem chamado a atenção e se tornado uma das primeiras escolhas para pacientes desdentados. Além disso, citaram que o laser de baixa potência tem sido de grande ajuda no processo de cicatrização e osseointegração. Para demonstrar isso, os autores trabalharam com 12 pacientes com enxerto de implante tipo bimaxilar imediato e verificaram a

cicatrização e o quociente do valor de estabilidade do implante. Com o passar do tempo, perceberam que a terapia com laser de baixa potência conseguiu acelerar o processo de osseointegração. Contudo, a diferença não é muito significativa.

Prados et al. (34), mencionaram que, de fato, o laser de baixa intensidade tem sido de grande contribuição para gerar efeitos bioestimulantes nos tecidos, de modo a acelerar o processo de cicatrização. Porém, também foi demonstrado que a maioria dos estudos sobre a eficácia do laser de baixa potência no processo de osseointegração foi avaliada em animais e há pouca referência a respeito de experimentação em humanos.

Nesta primeira fase cirúrgica, e uma vez que o implante esteja em processo de osseointegração, tem sido sugerido o uso de laser de baixa densidade de potência para realizar a fotobiomodulação. Durante a primeira fase de colocação do implante, o PBM exerce um duplo efeito: por um lado, induz efeitos anti-inflamatórios e analgésicos com a finalidade de reduzir a dor, o edema e a inflamação no pós-operatório e, por outro lado, o seu bioestimulante. O efeito nas células ósseas acelera as primeiras etapas da osseointegração do implante, contribuindo assim para melhorar os resultados do tratamento, principalmente quando encontramos ossos com baixa qualidade óssea ou pouca estabilidade primária.

3.3.2 Mucosite peri-implantar

Esta condição exigirá a remoção e descontaminação dos tecidos hiperplásicos; Para isso, a aplicação do laser diodo deverá ser realizada em duas partes: a primeira parte consistirá na ablação dos tecidos infectados; enquanto o segundo procederá à descontaminação da pseudobolsa com os parâmetros já mencionados.



Figura 6. Visão da mucosite peri-implantar e remoção da pseudobolsa

Fonte: Bowen, A. Aplicações do laser de diodo em Implantodontia
(4).

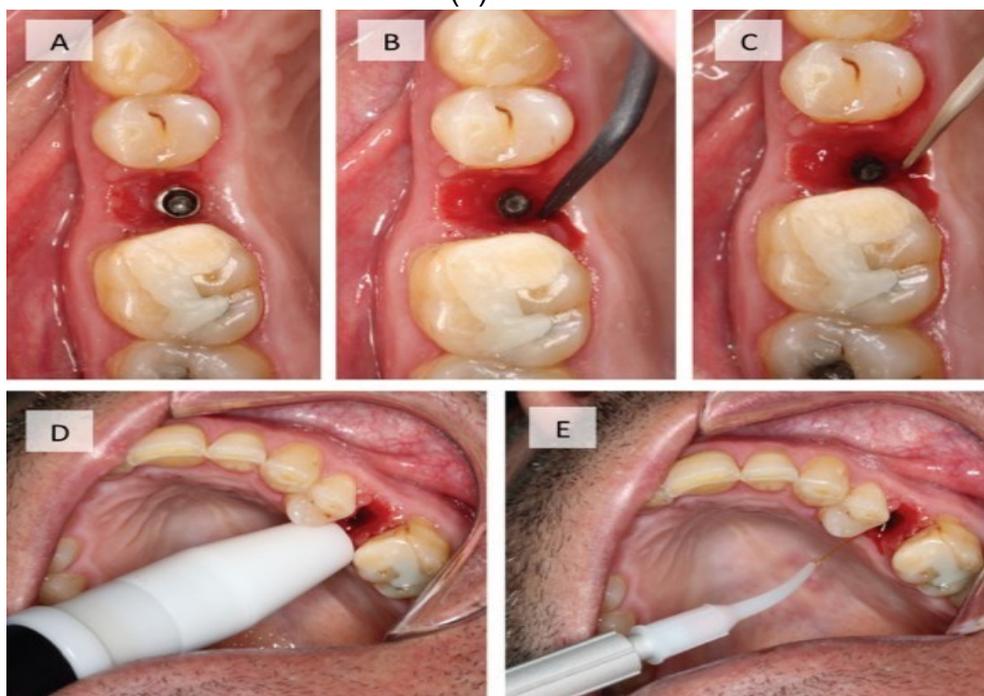


Figura 7. Visão de um tratamento não cirúrgico convencional da mucosite peri-implantar .

Fonte: Bowen, A. Aplicações do laser de diodo em Implantodontia
(4).

3.3.3 Abscesso peri-implantar

O laser de diodo de descontaminação pode ser usado para este problema. E será justificado pelo fato de que tanto o trato fistuloso quanto o foco de infecção serão eliminados (35,36).

É importante ter muito cuidado com o efeito térmico que o laser proporciona, pois muita liberação de energia pode danificar o osso subjacente.

Mais uma vez, a aplicação será por escovação dos tecidos, conseguindo assim em todos os casos eliminar o trajeto fistuloso, deixando a cabeça do implante completamente exposta.



Figura 8. Visualização de um abscesso e aplicação de laser diodo.

Fonte: Bowen, A. Aplicações do laser de diodo em Implantodontia
(4).

3.3.4 Peri-implantite

O uso do laser diodo em doenças peri-implantares é novo , na verdade, o efeito deste ainda não foi 100% demonstrado. Contudo, seus primeiros resultados mostraram resultados positivos e promissores (37,38).

Pode ser aplicado em todas as áreas com doença periodontal e em conjunto com todas as técnicas de tratamento; Porém, é necessário seguir um conglomerado de requisitos:

- Limpeza da área: deve-se remover o tártaro subgengival, para que a luz penetre em toda a área.
- Aplicação do laser: pode ser a cada quatro dias e na velocidade de 1 segundo por mm².

Podem ser alcançados efeitos como descontaminação da área afetada , estimulação de osteoblastos e tempo de intervenção ou cirurgia consideravelmente reduzido. (39)

Porém, devemos sempre ter em mente que o laser, neste caso, será um ótimo complemento, mas não a solução total para o problema.

A terapia assistida pelo uso de implantes tornou-se um tratamento rotineiro na rotina odontológica, isso porque está cada vez mais difundida em todo o mundo (40).

Embora o tratamento com implantes seja bem reconhecido e tenha uma taxa de sobrevivência de 94,6%, a prevalência de doenças peri-implantares tem sido relatada por diversos estudos (40).

A laserterapia, como complemento ao tratamento convencional da mucosite peri-implantar, pode gerar redução estatisticamente significativa do sangramento à sondagem nas reavaliações realizadas aos 3 e 6 meses; Junto com isso, produz uma evidente redução na profundidade do levantamento sem significância estatística . Contudo , estes resultados devem ser interpretados com cautela (40).

As doenças periodontais e peri-implantares são infecções induzidas pela placa bacteriana com elevada prevalência, que

afectarão gravemente a qualidade de vida do ser humano; O laser diodo há muito é recomendado como terapia complementar (41).

Dentro de um estudo foram avaliados 20 pacientes com 36 implantes que apresentavam bolsas periodontais maiores que 4mm e também apresentavam perda óssea radiográfica e foram divididos aleatoriamente em dois grupos; O primeiro foi tratado com laser e o outro apenas por desbridamento. Dentro dos parâmetros clínicos periimplantares, eles foram registrados inicialmente e 12 meses após o tratamento. Dessa forma, observou-se que a laserterapia proporcionou benefícios adicionais além de ser uma modalidade valiosa para o tratamento da Peri-implantite (42).

3.3.5 Aplicação em desinfecção

O laser de baixa intensidade é um grande aliado num processo de assepsia ou desinfecção, pois inclui uma elevada gama destes, dentro dos quais está presente o tratamento de doenças periimplantares.

A eliminação de um componente infeccioso é condição fundamental para uma boa evolução do quadro.

Tanto a potência de trabalho quanto o tempo de utilização do laser são totalmente essenciais. Ao não buscar a eliminação dos tecidos, mas apenas a sua esterilização, as energias utilizadas serão subblativas, tudo isso, com o intuito de facilitar a cicatrização e regeneração da lesão, bem como a bioestimulação das células para permitir que o processo ocorra. ser facilitado (24,43).

3.3.6 Desinfecção pré-cirúrgica dos alvéolos

Este processo será realizado com laser de 810nm com potência de 2,5W e modo descontínuo de 50 Hz. O laser de diodo será aplicado em todas as paredes alveolares, com movimentos espirais que vão do apical ao coronal.

Este processo será realizado nos casos em que será realizada a inserção imediata de implantes; especialmente naqueles onde é necessária a extração de dentes com abscessos ou dentes periodontais (4).



Figura 9. Descontaminação de um alvéolo após extração.

Fonte: Bowen, A. Aplicações do laser de diodo em Implantodontia (4).

A microbiota oral tem alto potencial de sofrer disbiose, isso gera alterações inflamatórias em relação aos tecidos que circundam um dente ou que circundam um implante; Portanto, a longevidade das próteses sobre os implantes dependerá de um protocolo de descontaminação dos implantes. Dentre todas as técnicas disponíveis para realizá-lo, o laser vem ganhando muito mais popularidade devido ao sangramento mínimo, alta eficiência e rápida cicatrização; Entretanto, é apresentada literatura limitada sobre a superioridade do laser sobre a clorexidina, agente antibacteriano de referência indiscutível (44).

O tratamento com laserterapia equivale à descontaminação química da superfície do implante; Além disso, pode ajudar a evitar complicações que a clorexidina pode gerar e revolucionar os protocolos de descontaminação (44).

3.3.7 Descontaminação na osteíte peri-implantar

Nesses casos, serão realizadas aberturas de retalhos além da retirada do tecido afetado. Por fim, deverá ser realizada a descontaminação da superfície do implante e a aplicação das técnicas ROG.



Figura 10. Descontaminação com terapia a laser de diodo juntamente com inserção de material ROG.

Fonte: Bowen, A. Aplicações do laser de diodo em Implantodontia (4).

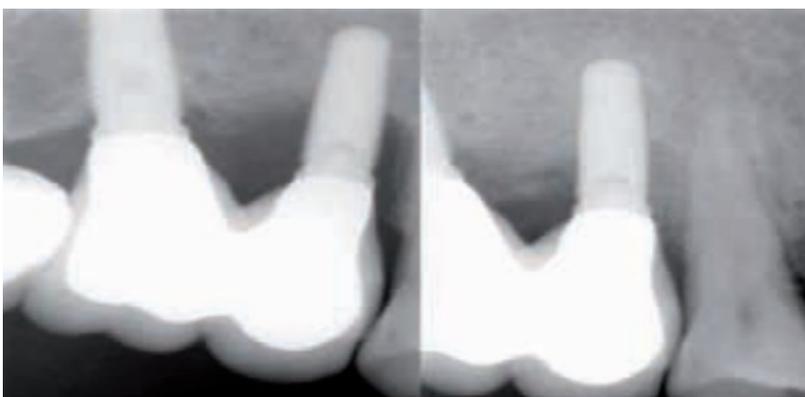


Figura 11. Progresso radiológico

Fonte: Bowen, A. Aplicações do laser de diodo em Implantodontia (4).

Descontaminação fechada

Ocorrerá quando a bolsa peri-implantar não ultrapassar 5mm, e a bolsa será removida assim que o tártaro subgingival também for removido.



Figura 12. Aplicação de laser de diodo em bolsa peri-implantar

Fonte: Bowen, A. Aplicações do laser de diodo em Implantodontia (4).

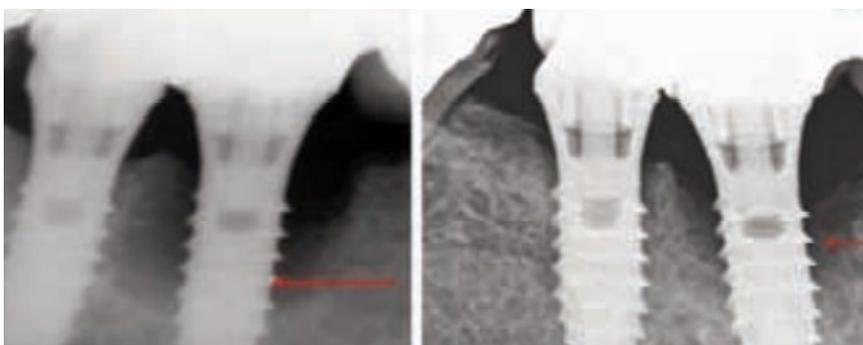


Figura 13. Progresso radiológico

Fonte: Bowen, A. Aplicações do laser de diodo em Implantodontia (4).

3 DISCUSSÃO

O presente trabalho está de acordo com Sánchez et al. (25), que concluíram que é importante a utilização da terapia com laser diodo como adjuvante ao tratamento classificado como convencional, neste caso, da mucosite peri-implantar, caso

apresente resultados promissores. Dentro do qual, a redução da inflamação tecidual é evidente. Da mesma forma, o trabalho coincide com o ponto de vista de Pacheco et al (26), que nos dizem que, de fato, o uso do laser contribui muito para a consolidação óssea.

Por outro lado, Ali et al. (27) Ressaltaram que o sucesso dos implantes estará associado, principalmente, à osseointegração e à taxa de sobrevivência; Além disso, os autores concluíram que o laser, embora eficaz, necessitaria de fatores de crescimento adicionais para os resultados satisfatórios almejados. Dentro deste ponto, de acordo com as pesquisas realizadas, podemos citar que os fatores complementares ao laser seriam de grande ajuda para uma rápida osseointegração e melhor cicatrização tecidual.

Por sua vez, Zein et al. (28), mencionam que trabalhar com laserterapia e falar sobre seu efeito na regeneração óssea é um tema controverso. Da mesma forma, os autores concluíram que, de fato, existe um efeito positivo graças à terapia a laser de baixa intensidade no campo da regeneração óssea. Além disso, foi comprovado que isso estimulará o metabolismo celular, aumentando a síntese protéica e posterior regeneração óssea. Além do mais, uma dose elevada combinada com uma potência baixa ou uma dose baixa combinada com uma potência elevada parece produzir um efeito positivo na regeneração óssea. Assim, de facto, o presente trabalho coincide com os pontos de vista dos autores acima mencionados; acrescentando ainda que a polêmica em relação ao laser de diodo será reduzida ao longo do tempo graças a pesquisas futuras que possam existir.

Tenore et al. (29), concluíram que o laser diodo pode ser um ótimo complemento no tratamento de patologias peri-implantares como peri-implantite inicial e mucosite peri-implantar. Contudo, a pesquisa mencionou poucas referências a respeito da osseointegração. Mesmo assim, este trabalho acredita firmemente que o laser diodo é um ótimo adjuvante para a osseointegração de implantes.

Xerife e outros. (30), não conseguiram demonstrar diferença estatisticamente significativa após 9 meses de acompanhamento em comparação aos valores iniciais de estabilidade no dia da inserção em seus grupos intervenção e controle. Concluindo assim, não há diferenças estatisticamente significativas evidentes na dor pós-operatória, estabilidade do implante e densidade óssea entre as áreas tratadas apenas com FRP e aquelas tratadas com FRP acompanhado de terapia com laser de

diodo. Agora, do ponto de vista desta pesquisa, podemos afirmar que, embora seja verdade que não houve diferença significativa, o laser diodo se tornaria uma boa opção para redução de tempo diferente de um tratamento convencional.

Jakse et al. (31), mencionaram que o uso do laser de baixa intensidade tem um leve efeito positivo na osseointegração de implantes dentários inseridos após aumento do seio maxilar. Isso coincide com a presente pesquisa, visto que, de acordo com a literatura revisada, fica claro que o laser diodo será de grande ajuda em processos importantes no tratamento de implantes, como a osseointegração. Assim como a pesquisa de Mayer et al. (20), que nos contam que a laserterapia, baseada em um protocolo de irradiação utilizado neste estudo, foi capaz de proporcionar maior estabilidade do implante, além de aumentar o volume do osso peri-implantar recémformado, este foi um indicador de que a irradiação do laser produziu uma melhoria no processo de osseointegração.

Porém, Prado, Bittencourt e Kashefimehr mencionam que, embora seja verdade que o laser de baixa potência é útil para a cura, a diferença não é muito significativa quando comparado à forma tradicional.

Embora Pacheco (45) confirme que a eficácia do laser de baixa potência é ideal

O uso do PBM na área da saúde está documentado na literatura há mais de seis décadas. Numerosos estudos de pesquisa demonstraram que o PBM é eficaz para algumas aplicações específicas em odontologia. Tem sido usado em várias densidades de potência para estimular a cicatrização de feridas. A energia do laser melhora a proliferação osteoblástica, a síntese de colágeno pelos fibroblastos, a ativação do sistema linfático, a proliferação de células epiteliais e fibroblastos, o aumento da angiogênese e da formação óssea.

4 CONCLUSÃO

Após revisão da literatura e dos antecedentes como guia, foi possível realizar uma análise bibliográfica sobre a importância da fotobomodulação a laser e seu uso em implantodontia.

1. O comprimento de onda que o laser emitiu é essencial para atingir os processos desejados. Quanto mais próximo estiver o efeito, maior será o efeito;
2. O laser de baixa intensidade provou ser um bioestimulador que demonstra eficiência contra a neoformação tecidual para acelerar a cicatrização.
3. O laser de baixa intensidade produz aumento de osteoblastos; geralmente, a partir da quarta semana.
4. A tecnologia laser permite a estimulação do sangue e das células curativas, permitindo assim que a área afetada se regenere facilmente.
5. A aplicação do laser infravermelho de 808 nm no tecido ósseo e de 630 nm no tecido da mucosa em duas sessões é considerada uma forma eficaz de reduzir a inflamação e melhorar a cicatrização precoce. Mais estudos são necessários para confirmar esses resultados

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mohamed S, Khalifa M, El-Ghareeb T, Kader H. Evaluation of The Bio-Stimulatory Effect of Platelet Rich Fibrin Augmented by Diode LASER Compared to Platelet Rich Fibrin Alone on Dental Implant Replacing Posterior Mandibular Teeth. Randomised Clinical Trial: Split Mouth Study. Macedonian Journal of Medical Sciences. 2019; 07(05).
2. Convissar R. Láser en odontología, principio y práctica España: Elsevier; 2012.
3. Vladimirovich S. Low-Level Laser Therapy in Russia: History, Science and Practice. Journal of Lasers in Medical Sciences. 2017; 8(2).
4. Bowen A. Aplicaciones del láser diodo en odontología. Gaceta Dental. 2009; 205.
5. Basalla G. The evolution of technology. Cambridge University. 1988.

6. Mallman T. Stimulated optical radiation in ruby. *Nature*. 1960.
7. Mariscal S. Utilización del láser ER:YAG como Alternativa en la Odontología Restauradora. Repositorio Ug. 2013.
8. Rodas R. Historia de la Implantología y la osteointegración, antes y después de Branemark. *Revista Estomatológica Herediana*. 2013; 23(1).
9. Gordillo D, Montero D. Efecto antimicrobiano de la terapia fotodinámica versus la terapia láser sobre la *Porphyromona gingivalis*. *Odontología*. 2018; 20(01): p. 20-32.
10. Cheung L, Leung Y, Chow L, Wong M, Chan E, Fok Y. Incidence of neurosensory deficits and recovery after lower third molar surgery: a prospective clinical study of 4338 cases. *Int J oral Maxillofac Surg*. 2019; 77(01).
11. Shavit I, Juodzbaly G. Inferior alveolar nerve injuries following implant placement - importance of early diagnosis and treatment: a systematic review. *J Oral Maxillofac Res*. 2014; 5(04).
12. España A, Saez I, Arnabat J, Bowen A, Bisheimer M, Bargiela P, et al. Protocolos y guías de práctica Clínica de Láser en Odontología. Clínica Bowen. 2014.
13. Torkzaban P, Kasraei S, Torabi S, Farhadian M. Low-level laser therapy with 940 nm diode laser on stability of dental implants: a randomized controlled clinical trial. *Lasers Med Sci*. 2019; 33(2).
14. Tovar E. Aplicaciones del láser de diodo y láser Er YAG en implantología. Trabajo de grado. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil, Facultad Piloto de Odontología.
15. Larrea N, España A, Berini L, Gay C. Aplicaciones del láser de diodo en Odontología. *RCOE*. 2004; 09(05).
16. Marques L, Holgado L, Francischone L, Ximenez J, Okamoto R, Kinoshita A. New LLLT protocol to speed up the bone healing process histometric and immunohistochemical analysis in rat calvarial bone defect. *Lasers Med Sci*. 2015; 30.

17. Maluf A, Maluf R, Brito C, Franca F, De Brito R. Mechanical evaluation of the influence of low-level laser therapy in secondary stability of implants in mice shinbones. *Lasers Med Sci.* 2010; 25.
18. Pimentel G, Pinotti F, Tinajero M, Marcantonio E, Chiérici A. Effect of different lowlevel intensity laser therapy (LLT) irradiation protocols on the osseointegration of implants placed in grafted areas. *Journal of applied oral science.* 2019.
19. Renvert S, Polyzois I, Maguire R. Re-osseointegration on previously contaminated surfaces: A systematic review. *Clin Oral Implants Res.* 2001; 20.
20. Mayer L, Vacilotto F, Gerhardt M, Duarte J, Carlsson L. Peri-implant osseointegration after low-level laser therapy: micro-computed tomography and resonance frequency analysis in an animal model. *Lasers Med Sci.* 2016; 31(9).
21. Khadra. Lowlevel laser therapy stimulates boneimplant interaction: an experimental study in rabbists. *University of Oslo.* 2004;(15).
22. Dompe C, Mocrieff L, Matys J, Grzech K, Kocherova I, Bryja A, et al. Photobiomodulation-Underlying Mechanism and Clinical Applications. *J Clin Med.* 2020; 09(06).
23. Kim K, Kim I, Cho T, Seo Y, Hwanq S. High intensity Nd: YAG laser accelerates bone regeneration in calvarial defect models. *J Tissue Eng Regen Med.* 2015; 9.
24. Guzzardella G. Osseo integration od endosseous ceramic implants after posoperative lowpower laser simulation: an in vivo comparative study. *Departament of Experimental Surgery/ CodivillaPutti Research Institute.* 2003.
25. Sánchez R, Samman A, Bouazza K, Díaz J, Arias S. Clinical effect of diode laser on peri-implant tissues during non-surgical peri-implant mucositis therapy: Randomized controlled clinical study. *J Clin Esp Dent.* 2020; 12(01).
26. Pacheco M, Cifuentes J, Murillo J, Tovar M. Comparación de la efectividad del láser Diodo Helio-Neón en los procesos de oseointegración de implantes dentales en conejos new zealand. *Salud Areandina.* 2013; 2(02).
27. Ali M, Abbas A, Abdel T, Salem W, El- Mofty M. Effect of Combined Application of

Growth Factors and Diode Laser Bio-Stimulation on the Osseo Integration of Dental Implants. *Open Access Maced J Med Sci.* 2019; 7(15).

28. Zein R, Selting W, Benedicenti S. Effect of low-level laser therapy on bone regeneration during osseointegration and bone graft. *Photomedicine and laser surgery.* 2017; 35(12).
29. Tenore G, Montori A, Mohsen A, Mattarelli G, Palaia G, Romeo U. Evaluation of adjunctive efficacy of diode laser in the treatment of peri-implant mucositis: a randomized clinical trial. *Lasers Med Sci.* 2020.
30. Sherif M, Mohamed Z, Tarek E, Hoda K. Evaluation of The Bio-Stimulatory Effect of Platelet Rich Fibrin Augmented by Diode LASER Compared to Platelet Rich Fibrin Alone on Dental Implant Replacing Posterior Ma. *Macedonian Journal of Medical Sciences.* 2019; 7(05).
31. Jakse N, Payer M, Kimeier R, Tangl S, Berghold A, Lorenzoni M. Influence of lowlevel laser treatment on bone regeneration and osseointegration of dental implants following sinus augmentation. An experimental study on sheep. *Clin Oral Implants Res.* 2007; 18(04).
32. Kashfimehra A, Rahbarb M, Famararzi M, Babaloo A, Sadighi M, Goshaderoo A. Effect of light emitting Diode Photobiomodilation on the Stability of Dental Implants in Bone Grafted Cases: A Split-Mouth Randomized Clinical Trial. *Journal of critical medicine.* 2021; 16(2).
33. Bittencourt R, Kinalski M, Marchi T, Agostini B, Bergoli C, Bertolini M. Influencia de la terapia con láser de bajo nivel en la estabilidad del implante en implantes colocados en alvéolos de extracción frescos: un ensayo clínico aleatorizado. *Clinical Implant Dentistry.* 2020;(1).
34. Prados J, Rodríguez J, Torres J, Rojo R. Lack of clinical evidence on low-level laser therapy (LLLT) on dental titanium implant: a systematic review. *Lasers Med Sci.* 2015.
35. Schwarz F, Derks J, Monje A, Wang H. Peri-implantitis. *J Clin Periodontol.* 2018; 45(20).

36. Lindhe J, Meyle J. Peri-implant diseases: consensus report of the Sixth European Workshop on Periodontology. *J Clin Periodontol*. 2008; 35(08).
37. Romanos G, Davis R, Gallagher B, Hou W, Delgado R. Thermal Transfer on Splinted Implants During Diode Laser Irradiation In Vitro. *Photobiomodul Photomed Laser Surg*. 2021; 39(47): p. 471-479.
38. Escoda G. Applications of low-level laser therapy in denstry. Universidad de Barcelona. 2004.
39. Hao G, Suárez F, Wang H. Laser therapy for treatment of peri-implant mucositis and peri-implantitis: An American Academy of Periodontology best evidence review. *J Periodontol*. 2018; 87(7).
40. Lanzar L, Dako T, Muresan I, Suciuc M, Alexandru G, Tatarciuc M, et al. Is Laser Therapy an Adjuvant in the Treatment of Peri-Implant Mucositis? A Randomized Clinical Trial. *Diagnosis (Basel)*. 2023; 13(06).
41. Yu S, Zhang Y, Zhu C, Zhou H, Jin L, Sun J, et al. Adjunctive Diode Laser Therapy and Probiotic Lactobacillus Therapy in the Treatment of Periodontitis and Perimplant Disease. *J Vis Exp*. 2022; 09(183).
42. Strauss G, Goteiner D, Murawski K, Singer S, Drew H, Sullivan A. Laser-Assisted Therapy for the Treatment of Peri-implantitis. Part I. Clinical Outcomes. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2021; 41(04).
43. Finn G. *Histologia* tercera edición: Editorial Médica Panamericana ; 2000.
44. Sengupta S, Ganesh S, Meenakshi S, Singh A, M Rao R, Raghavendra K. Comparative evaluation of the antibacterial activity of red diode laser therapy and 0.2% chlorhexidine against *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* on implant healing abutments: An ex vivo study. *J Indian Prosthodont Soc*. 2023; 23(01).
45. Pacheco M, Cifuentes J, Murillo J, Tovar M. Comparación de la efectividad del láser Diodo helioneón en los procesos de oseointegración de implantes dentales en conejos new zealand. *Revista Salud Areandina*. 2013; 11(27).

46. Flieger R, Gedrange T, Grzerch K, Dominiak M, Matys J. Low-Level Laser Therapy with a 635 nm Diode Laser Affects Orthodontic Mini-Implants Stability: A Randomized Clinical Split-Mouth Trial. *J Clin Med*. 2019; 9(1).
47. Hudson D, Hudson D, Winger J, Richardson B. Penetration of laser light at 808 and 980 nm in bovine tissue samples. *Photomed Laser Surg*. 2013; 31(04).
48. Pol R, Gallesio G, Riso M, Ruggiero T, Scarano A, Mortellaro C. Effects of superpulsed, low-level laser therapy on neurosensory recovery of the inferior alveolar nerve. *J Craniofac Surg*. 2016; 23(12).
49. Branemark P, Adell R, Breine U, Lindstrom J, Hallen O, Ohman A. Intra-osseous anchorage of dental protheses I. Experimental studies. *Scandinavian J Plast Reconst Surg*. 1969; 3.
50. Branemark P, Zarb G, Albrektsson T. Tissue integrated protheses:
Osseointegration in Clinical Dentistry Chicago: Quintessence; 1985.
51. Aparicio C. El implante dental y la Osteointegración Discurso de Ingreso en la Real Academia Europea de Doctores Barcelona: Real Academia Europea de Doctores; 2016.
52. Guercio E, Dinatale E. Consideraciones estructurales y biológicas en la oseointegración. *Acta Odontológica Venezolana*. 2009;(471).
53. Smeets R, Stadlinger B, Schwarz F, Beck B, Jung O, Precht C, et al. Impact of Dental Implant Surface Modifications on Osseointegration Review Article. *BioMed Research International*. 2016; 2016.
54. Albrektsson , Chrcanovic , Jacobsson , Wennerberg. Osteointegration of implants- A Biological and Clinical Overview Review Article. *JSM Dental Surgery*. 2017.
55. Vanegas J, Landínez N, Garzón D. Mecanobiología de la interfase huesoimplante dental. *Revista Cubana de Estomatología*. 2020;(471).
56. Velasco E, Monsalve G, Jiménez A, Segura J, Matos N, Moreno J. El tratamiento con implantes dentales en los pacientes adultos mayores. *Av Odontoestomatol*. 2015; 313.

57. Thukral H, Jain N, Sharma A, Narang K, Jain A, Sethi M. Systemic factor affecting Osseointegration. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 2019;(69).
58. Buser D, Sennerby L, Bruyn H. *Modern Implant dentistry based on osseointegration: 50 years of progress, current trends and open questions* Wiley J, editor. Singapur: Jon Wiley & Sons; 2000.