

FACULDADE SETE LAGOAS - FACSETE

José Roberto da Silva

**LASER Er: YAG E TERAPIA FOTODINÂMICA NO TRATAMENTO DA PERI-
IMPLANTITE: Revisão de Literatura**

OSASCO-SP

2022

José Roberto da Silva

**LASER Er: YAG E TERAPIA FOTODINÂMICA NO TRATAMENTO DA PERI-
IMPLANTITE: Revisão de Literatura**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização *Lato Sensu* da Faculdade Sete Lagoas - FACSETE, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Implantodontia.

Área de concentração: Implantodontia.

Orientador: Prof. Flávio de Ávila Kfourri

OSASCO-SP

2022



José Roberto da Silva

**LASER Er: YAG E TERAPIA FOTODINÂMICA NO TRATAMENTO DA PERI-
IMPLANTITE: Revisão de Literatura**

Trabalho de conclusão de Curso de Especialização *Lato sensu* da Faculdade Sete Lagoas, como requisito parcial para obtenção do título de especialista em Implantodontia

Área de concentração: Implantodontia

Aprovada em 14 /09/2022 pela banca constituída dos seguintes professores:

Prof. Dr. Flávio de Ávila Kfourri – ABO OSASCO

Prof. Dr. Maurício Augusto Mathias – ABO OSASCO

Prof. Dr. John Pourrat Essington Brown– ABO OSASCO

Osasco, 14 de Setembro de 2022

Dedico este trabalho a minha família.

Aos meus pais, Gentil (in memoriam) e Maria (in memoriam), que sempre me apoiaram e incentivaram meus estudos, mesmo diante dos momentos mais difíceis respeitaram minhas decisões e ficaram ao meu lado. Tenho certeza que minhas conquistas são reflexos de toda a dedicação pelos filhos.

À minha esposa Léia, companheira para os momentos alegres e tristes, pois esposa é aquela que sofre pelas dores de quem também sofre pelas suas. Sempre presente, acreditando no meu crescimento profissional. Admiro seu exemplo de força, com amor e fé conseguimos enfrentar os obstáculos por maiores que sejam.

Aos meus filhos Guilherme e Rebecca, com a vitalidade, alegria e carinho tornam os dias amenos. São como anjos na minha vida.

AGRADECIMENTOS

Ao Eterno Deus que sempre está me guiando e iluminando meu caminho, dando força, coragem, paciência e sabedoria para lidar com a longa jornada da vida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Flávio A. Kfourri, pelos ensinamentos, incentivo e apoio para o meu crescimento profissional. Admiro muito sua dedicação e preocupação, sempre buscando o melhor para os seus orientados. Obrigado pela oportunidade e confiança.

À equipe de Especialização em Implantodontia da (Associação Brasileira de Odontologia) ABO Osasco. Trabalhando com responsabilidade e serenidade.

Aos amigos e colegas de pós-graduação. Pela convivência em aulas e clínicas nesses dois anos.

A todos aqueles que participaram de uma ou outra forma para que esse curso terminasse com muito profissionalismo e dignidade. Obrigado!

RESUMO

A reabilitação oral utilizando implantes dentários tem sido utilizada, embora com alto índice de sucesso, em alguns casos no tratamento sendo acompanhado com as doenças peri-implantares. A peri-implantite é causada por um biofilme bacteriano instalado ao redor do implante. Vários procedimentos são propostos para o tratamento da peri-implantite, tais como: desbridamento mecânico, Terapia Fotodinâmica antimicrobiana, Laser de Érbio dopado cromo, ítrio alumínio granada, substâncias químicas e antibioticoterapia. Na literatura, foram observados os artigos relacionados à utilização do Laser Er: YAG e da terapia fotodinâmica como coadjuvante ao desbridamento mecânico no tratamento da peri-implantite. Notou-se que esta técnica diminuiu o índice de sangramento na sondagem da bolsa, além da profundidade da bolsa e da perda de inserção clínica, diminuindo também o índice de placa e o número de bactérias patogênicas causadoras de peri-implantite ao redor do implante. Artigos periódicos recuperados Pubmed / Medline foram revisados.

Palavras Chave: Laser; Terapia Fotodinâmica; Peri-implantite; Desbridamento.

ABSTRACT

Oral rehabilitation using dental implants has been used, and although with a high success rate, in some cases in the treatment being accompanied by peri-implant diseases. Peri-implantitis is caused by a bacterial biofilm installed around the implant. Several procedures are proposed for the treatment of peri-implantitis, such as: mechanical debridement, antimicrobial photodynamic therapy, chromium-doped erbium laser, yttrium aluminum garnet, chemical substances and antibiotic therapy. In the literature, articles related to the use of Er:YAG laser and photodynamic therapy as an adjunct to mechanical debridement in the treatment of peri-implantitis were observed. It was noted that this technique decreased the rate of bleeding in the probing of the pocket, in addition to the depth of the pocket and the loss of clinical attachment, also decreasing the plaque index and the number of pathogenic bacteria causing peri-implantitis around the implant. Pubmed / Medline periodical articles were reviewed.

Keywords: Laser; Photodynamic Therapy; Peri-implantitis; debridement.

LISTA DE ABREVIATURAS

aPDT= Terapia Fotodinâmica Antimicrobiana

BOP = Sangramento na sondagem

CA = ácido Cítrico

CAL = Nível de fixação óssea

Cm² = centimetro quadrado

DL = Laser Diodo

EDTA = Ácido Etilenodiaminotetraacético

ErL-VPS = Laser de Pulso Muito Curto

ErL-SP = Laser de Pulso Curto

ErCrL = Laser de Pulso Longo

GI = Índice gingival

HA = Hidroxiapatita

HCL = Ácido Clorídrico

HLLT= terapia baseada na combinação de um laser penetrante com uma solução de

H₂O₂= Peróxido de hidrogênio

Khz = Kilo hertz

Laser Er: YAG = Laser de ítrio-alumínio-granada dopado com érbio

LLLT = Terapia a laser de baixo nível

Mw = Megawats- potência dos sistemas

mJ = Milijoule

Nm = Nanômetros – comprimento de onda

OFD = Desbridamento Mecânico de Retalho Aberto

PPD = Profundidade de sondagem da bolsa

P = Parâmentos

R = a porcentagem de redução de biofilme R [%]

R' = a rejeição dos valores extremos

SLA = Jato de areia e ataque ácido

Ti = Titânio

W = Watts

UFC = Unidade formadoras de colônias

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. PROPOSIÇÃO	12
3. REVISÃO DA LITERATURA	13
4. DISCUSSÃO	27
5. CONCLUSÃO	31
REFERÊNCIAS.....	32

1. INTRODUÇÃO

Em 1952, o fenômeno da osseointegração dos implantes foi apresentada e avançada pelo Professor Branemark. Com base em um projeto teórico, ele desenvolveu o sistema de implantes dentários Branemark, que tem sido usado com sucesso no campo da reabilitação oral (Wang *et al.*, 2021)

Embora em muitos casos os implantes dentários tenham alcançado sucesso em longo prazo, eles não são imunes a complicações associadas ao planejamento de tratamento inadequado, execução cirúrgica e protética, falha de material e manutenção. Incluídas neste último estão as complicações biológicas da mucosite peri-implantar e peri-implantite, condições inflamatórias nos tecidos moles e duros nos implantes dentários. (Rosen *et al.*, 2013)

A mucosite peri-implantar foi descrita como uma doença em que a presença de inflamação está confinada aos tecidos moles ao redor de um implante dentário. Do ponto de vista clínico, os sinais que determinam a presença de mucosite peri-implantar incluem sangramento na sondagem e ou supuração, que geralmente estão associados a profundidades de sondagem ≥ 4 mm. É reversível com intervenção precoce e remoção da etiologia. (Rosen *et al.*, 2013)

A peri-implantite é descrita como uma inflamação dos tecidos de suporte do implante em associação com a perda óssea peri-implantar, que se não tratada, pode resultar na destruição óssea e perda do implante. (Swinder *et al.*, 2019)

Os sinais e sintomas incluem tecidos moles vermelhos e inchados que podem produzir secreção purulenta, sangramento ao escovar os dentes, mau hálito e / ou gosto ruim; eventualmente, a perda óssea levará ao afrouxamento do implante. (Wanget *et al.*, 2019)

Os fatores de risco para peri-implantite incluem a história de periodontite crônica, tabagismo, diabetes, controle deficiente da placa, falta de terapia de manutenção regular e genética. (Wang *et al.*, 2019)

O risco de desenvolver peri-implantite é aumentado em pacientes com história de periodontite crônica, controle deficiente da placa e nenhum cuidado de manutenção regular após o término da terapia com implante. Quanto mais precoce for o diagnóstico e o início do tratamento, maiores serão as chances de sucesso. (Wawrzyk *et al.*, 2021)

Os objetivos a serem alcançados durante a fase cirúrgica do tratamento do implante incluem a eliminação da placa, a descontaminação da superfície do implante, o rejuvenescimento do tecido e a preservação de um ambiente oral pós-operatório saudável. (Alagl *et al.*, 2019)

Numerosas abordagens de tratamento foram relatadas na literatura buscando alcançar uma descontaminação eficaz para implantes dentários. Métodos mecânicos usando raspadores ultrassônicos ou escovas de Titânio, bem como procedimentos químicos usando peróxido de hidrogênio ou clorexidina, foram relatados. Porém, alguns desses procedimentos prejudicaram a topografia da superfície do implante, estimularam a resistência bacteriana ou não apresentaram reosseointegração. (Alagl *et al.*, 2019)

O procedimento de descontaminação pode afetar adversamente a biocompatibilidade da superfície de titânio do implante. (Jin *et al.*, 2019)

Os lasers foram testados na descontaminação de superfícies de implantes dentários. Os mais comumente usados para isso incluem lasers como CO 2, diodo e lasers de érbio devido à sua capacidade de atingir hemostasia, ablação de cálculo e ação bactericida. (Alagl *et al.*, 2019)

Os resultados de vários estudos *in vitro* e *in vivo* mostraram que os lasers de CO 2, diodo e granada ítrio-alumínio dopada com érbio (Er:YAG) podem ser eficazes na redução da carga microbiana ao redor do implante. Esses lasers não apresentaram efeitos adversos nas superfícies de titânio e nenhum grande aumento de temperatura nas superfícies circundantes do implante se as configurações adequadas forem aplicadas. (Saneja *et al.*, 2020)

A terapia fotodinâmica antimicrobiana é o uso de um laser de diodo para ativar um agente fotossensibilizador específico (azul de toluidina, azul de metileno ou verde de indocianina) para produzir oxigênio singlete que é tóxico para as bactérias. Estudos anteriores usaram aPDT para descontaminação do implante sem danificar as superfícies do implante dentário.

O efeito inibitório do laser de diodo (808 nm) em bactérias / LPS aderentes ao óxido de titânio foi observado espectro fotometricamente através de diminuições na produção de óxido nítrico / nitrito que é um indicador de ativação de macrófagos. As vantagens do laser e da aPDT em odontologia estão bem documentadas na literatura e, recentemente, na implantologia dentária e como coadjuvante no tratamento da peri-implantite, seu uso tem sido apoiado. (Alagl *et al.*, 2019)

2. PROPOSIÇÃO

Este trabalho tem por objetivo, através de uma revisão de literatura, estudar a eficácia do laserEr:YAG e da terapia fotodinâmica no tratamento da peri-implantite.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Karimi *et al.*, (2016), avaliaram os efeitos clínicos da terapia fotodinâmica antimicrobiana (aPDT) após raspagem da superfície no tratamento de doenças peri-implantares. Dez pacientes com um total de 15 pares de implantes dentários foram incluídos neste estudo. Grupo controle: composto por 15 implantes dentários, recebeu apenas raspagem de superfície fechada. Grupo teste PDT: consistiu de 15 implantes dentários que receberam a PDT adicional a raspagem da superfície. Um fotossensibilizador foi injetado dentro da bolsa peri-implantar e deixado por 3 minutos e posteriormente, o dispositivo emissor de luz usando luz com comprimento de onda de 630 nm e intensidade de 2000 mw/cm² por 2 minutos em cada implante. Os parâmetros clínicos foram avaliados antes e 1,5 e 3 meses após o tratamento. Análise estatística mostrou diferenças significativas na profundidade da bolsa de sondagem (PPD), perda de inserção clínica (CAL), sangramento na sondagem (BOP) e índice gengival (GI) em cada ponto de tempo entre os dois grupos. Um ligeiro mas não significativo aumento do PPD médio foi observado 1,5 mês após o desbridamento mecânico. O PPD médio de $5,36 \pm 1,13$ mm no início do estudo diminuiu para $3,13 \pm 0,54$ mm em 3 meses após a terapia, no grupo PDT. As reduções de CAL entre a linha de base e 1,5 e 3 meses no grupo PDT foram 1,79 mm e 2,57 mm, respectivamente ($P < 0,001$), enquanto as reduções de CAL no grupo de controle foram de 0,01 mm e 0,02 mm ($P > 0,5$). O número de implantes com BOP e o grau de sangramento foram reduzidos 1,5 meses após a PDT, em comparação com a linha de base ($P < 0,05$). O número de implantes com BOP e o grau de sangramento foram reduzidos 3 meses após a PDT, em comparação com a linha de base ($P < 0,05$). A Terapia fotodinâmica resultou em melhora significativa do GI no grupo de teste, em comparação com os grupos de referência e controle ($P < 0,01$). Não houve mudança no grupo controle ($P > 0,5$). O presente estudo revelou que o uso adjuvante de aPDT após raspagem de superfície pode levar à melhora clínica de doenças peri-implantares.

Romeo *et al.*, (2016), estudaram a eficácia da terapia fotodinâmica antimicrobiana (aPDT) além da abordagem tradicional em tratamento da peri-implantite. Estudaram 40 pacientes com profundidade de sondagem (PD) ≥ 4 mm, sangramento à sondagem (BOP) e presença de supuração. Foram analisados 123

implantes dentários divididos em em dois grupos, um grupo teste com 63 implantes e um grupo controle 59 implantes. O azul de metileno aplicado dentro da bolsa peri-implantar por 60 segundos e a superfície do implante previamente tingida foi exposta ao laser de diodo por 1 minuto. Observaram reduções nos parâmetros clínicos em ambos os grupos em comparação com os valores basais. A redução foi observada pela primeira vez em 6 semanas, para ser confirmada em 12 semanas, quando os valores diminuíram ainda mais. O grupo teste apresentou melhor valor de DP, com valor médio de 2 mm se comparado ao grupo controle (3 mm). Com este estudo sugeriram que a terapia fotodinâmica pôde ser considerada um método eficaz para redução bacteriana em superfícies de implantes e sua eficácia na redução dos índices clínicos e da carga bacteriana em locais afetados por peri-implantite, com desintoxicação bacteriana significativa. A terapia fotodinâmica pode ser considerada um coadjuvante no tratamento da peri-implantite e associada a tratamentos mecânicos (raspagem) e cirúrgicos (enxertos) para controlar a doença peri-implantar.

Caccianiga *et al.*, (2016), avaliaram o potencial bactericida da terapia fotodinâmica por meio de irradiação a laser de alta potência associado ao peróxido de hidrogênio na peri-implantite. Selecionaram 10 pacientes submetidos a terapia periodontal não cirúrgica e cirurgia combinada com terapia fotodinâmica de acordo com o protocolo de terapia a laser de alto nível. A terapia fotodinâmica foi aplicada utilizando solução de peróxido de hidrogênio estabilizado com complexo glicerofosfórico e laser de diodo de alta potência com os seguintes parâmetros: Potência: 2,5 W, Freqüência: 10,0 kHz, T-on 20 μ s, T-off 80 μ s. Potência média: 0,5 W, 60 segundos por região. A solução de Peróxido de Hidrogênio foi irrigada em cada bolsa periodontal e peri-implantar. Todos os parâmetros clínicos mostraram uma melhora, com uma diminuição do Índice de Placa (diminuição média de 65%, intervalo 23-86%), sangramento na sondagem (redução média de 66%, intervalo 26-80%) e profundidade de sondagem (diminuição média de 1,6 mm, intervalo 0,46–2,6 mm). Concluíram que na maioria dos estudos analisados mostraram efeitos benéficos modestos dos lasers pulsados em comparação às terapias convencionais (com instrumentação manual e / ou sônica) no tratamento inicial de pacientes com peri-implantite. A terapia fotodinâmica com HLLT, associada por uma lógica biológica e por resultados preliminares obtidos com este estudo, mostrou ser um bom coadjuvante no tratamento cirúrgico da peri-implantite.

Birang *et al.*, (2017), avaliaram os efeitos clínicos e microbiológicos do uso do corante EmunDo como fotossensibilizador, em associação com as aplicações de feixes de laser de diodo de 810 nm e compará-lo com a aplicação do laser sozinho para o tratamento da peri-implantite. Os pacientes foram divididos em grupos. No grupo controle, o tratamento da periodontite consistiu em uma combinação de desbridamento mecânico e irradiação com feixes de laser de diodo no comprimento de onda de 810 nm; no grupo de teste, o desbridamento químico foi combinado com a terapia fotodinâmica colocando o material fotossensível EmunDo dentro da bolsa seguido por irradiação com feixes de laser de diodo em um comprimento de onda de 810 nm. Quarenta implantes com peri-implantite primária em 20 pacientes foram incluídos no estudo. A perda óssea média no início do estudo nos grupos laser e Terapia Fotodinâmica foi de $1,02 \pm 0,47$ e $1,45 \pm 0,84$ mm, respectivamente. O teste independente não revelou nenhuma diferença significativa na perda óssea média entre os dois grupos ($P = 0,56$). Observaram que em ambos os grupos mostraram melhorias estatisticamente significativas em termos de sangramento na sondagem ($P < 0,001$), profundidade da bolsa de sondagem (PPD) ($P = 0,006$) e índice de placa modificado ($P < 0,001$), sem diferenças significativas entre os 2 grupos ($P > 0,05$). O número de *Aggregatibacter actinomycetem comitans* ($P = 0,022$), *Tannerella forsythia* ($P = 0,038$) e *Porphyromonas gingivalis* ($P = 0,05$) no grupo de teste e *Porphyromonas gingivalis* ($P = 0,015$) no grupo controle diminuiu significativamente. Concluíram com base nos resultados deste estudo que os feixes de laser de 810 nm sozinhos e em associação com corante fotossensibilizante resultaram em melhorias nos parâmetros clínicos e microbiológicos em torno de implantes com peri-implantite durante os curtos períodos de acompanhamento do estudo, sem diferença significativa entre os 2 grupos.

Madi *et al.*, (2018), avaliaram a relação entre as diferentes superfícies de implantes e o número de *Porphyromonas gingivalis*, *Tannerella forsythia* e *Treponema denticola* após o tratamento de peri-implantite com terapia fotodinâmica. Quarenta e oito implantes dentários com quatro tratamentos de superfície diferentes (M: usinado; SA: jato de areia e ataque ácido; S: 1 μ m sputter revestido com HA; e P: pulverização de plasma revestido com HA) foram inseridos em seis cães beagle. Após nove meses de indução de peri-implantite. No lado controle, a descontaminação foi realizada com desbridamento mecânico de retalho aberto (OFD) com cureta plástica, enquanto a terapia fotodinâmica PDT com laser

de diodo foi utilizada no lado teste (corante Azul de Toluidina). Durante as 2 semanas seguintes, LLLT de terapia a laser de baixo nível (10mW) foi aplicada para o lado do teste em dias alternativos por 6 segundos em cada lado do implante. Em ambas as modalidades de tratamento mostraram diminuição significativa em todas as contagens bacterianas desde o início até imediatamente após o tratamento ($P < 0,0001$). A contagem aumentou imediatamente após o tratamento a 5 meses após o tratamento ($P < 0,0001$); no entanto, a contagem após 5 meses foi significativamente menor do que no início do estudo. A PDT teve um efeito mais forte na redução da contagem de *P. gingivalis* do que *T. denticola* e *T. forsythia* em comparação com OFD. Para *T. forsythia*, o tratamento da superfície do implante teve o maior efeito, que também foi estatisticamente significativo ($P = 0,02$), com efeito consideravelmente menor de PDT ou sua interação. Em conclusão após resultados sugeriram que a PDT e a OFD têm efeito comparável no tratamento da peri-implantite, reduzindo a contagem bacteriana. A presença de complexo bacteriano com resposta diferenciada à modalidade terapêutica e ao tratamento da superfície do implante recomenda a utilização de métodos combinados de descontaminação para o tratamento da peri-implantite.

Aimetti *et al.*, (2019), analisaram a eficácia clínica coadjuvante da irradiação com laser de diodo (DL) de 980 nm no tratamento da mucosite peri-implantar com desbridamento mecânico. Duzentos e vinte pacientes com um implante diagnosticado com mucosite peri-implantar: profundidade de sondagem [PD] ≥ 4 mm e sangramento na sondagem [BoP] analisados para testes e tratamentos de controle. Os pacientes do grupo de controle ($n = 110$) receberam desbridamento com curetas e dispositivos ultrassônicos, enquanto os pacientes alocados no grupo de teste ($n = 110$) receberam terapia mecânica em combinação com irradiação DL (configuração 980 nm, 2,5 W, 10 kHz, 30 s). BoP, presença de placa e PD foram registrados no início do estudo, 1 mês e 3 meses após o tratamento. Ambas as modalidades terapêuticas produziram melhorias clínicas semelhantes com reduções comparáveis no número de locais BoP-positivos, pontuações de placa e valores de PD em 3 meses (todos os valores- $p > 0,05$). A resolução completa da doença foi obtida em 38/110 (34,5%) implantes no grupo de teste em comparação com 34/110 (30,9%) implantes no grupo de controle no final do período de observação. Concluíram que o uso coadjuvante de DL não produziu nenhum benefício clínico

estatisticamente significativo em comparação ao tratamento mecânico não cirúrgico sozinho no controle da inflamação peri-implantar em 3 meses.

Alagl *et al.*, (2019), investigaram e compararam o efeito do laser de Er, Cr: YSGG e lasers de diodo na remoção de biofilme de *A. baumannii* e *P. aeruginosa* em superfícies de implantes dentários. Cinquenta implantes foram divididos em Grupos A e B (n = 25). O grupo A foi subdividido em cinco grupos (n = 5) contaminados com *A. baumannii*. O grupo B foi subdividido em cinco grupos (n = 5) contaminados com *P. aeruginosa*. Grupo I (n = 10) tratados com Er, Cr: YSGG (modo H 2780nm). Grupo II (n = 10) tratados com laser diodo 650 nm de baixa potência. Grupo III (n = 10) com laser diodo 808 nm. Grupo IV tratados com Clorexidina 0,12 %. Grupo V com bactérias sem nenhum tipo de tratamento. Grupo A da bactéria *A. baumannii*: Grupos I nenhuma bactéria foi visível; G II e G III mostrando colonização bacteriana na superfície do implante; G IV mostrando pouca colonização bacteriana. No Grupo B da bactéria *P. aeruginosa*: grupo I nenhuma bactéria era visível. G II e G III mostrando um biofilme multicamadas de *P.aeruginosa* na superfície do implante; G IV mostrando pouca colonização bacteriana; G V: O grupo sem descontaminação mostrando um enorme biofilme bacteriano. Concluíram dentro das limitações do estudo que o laser Er, Cr: YSGG com 1 Watt de potência, por 30 s, mostrou a eliminação completa do biofilme de *A. baumannii* e *P. aeruginosa* na superfície do implante. O laser Er, Cr: YSGG é uma modalidade de tratamento alternativa eficaz para a descontaminação de superfícies de implantes dentários sem danificar a topografia da superfície.

Jin *et al.*, (2019), avaliaram de forma a citocompatibilidade de superfícies de titânio descontaminadas por vários métodos. Três grupos de controle foram usados neste estudo: Discos de titânio intactos com jato de areia e ataque ácido (SA) foram completamente não tratados no grupo SA. O grupo de películas foi tratado apenas com revestimento de película salivar. O terceiro grupo (discos SA não tratados revestidos com biofilme [NT]) não foi descontaminado após a formação de películas salivares e crescimento de bactérias. Os discos de titânio foram divididos em 14 grupos de descontaminação: Instrumento ultrassônico (divididos em 5 grupos com base no uso de 2 pontas de metal, 2 pontas de plástico 1 ponta de titânio). Instrumento rotativo (3 grupos com base no uso de aço inoxidável, titânio e náilon). Com sistema de ar-pó abrasivo. Com laser de érbio, cromo: ítrio-escândio-gálio-granada (Er, Cr: YSGG). E discos submetidos à descontaminação química divididos

em 4 grupos: tratados com 3% de H₂O₂, 50% de ácido cítrico (CA; pH 1,0), ácido etilenodiaminotetraacético 24% (EDTA; pH 7,1) e tetraciclina HCl. O grupo SA era composto apenas de titânio na superfície. Ao contrário do grupo SA, as superfícies das amostras tratadas apresentaram alterações na composição química. O oxigênio foi mais abundante nas superfícies instrumentadas. O carbono foi detectado na maioria dos grupos instrumentados e grupo sem tratamento. No entanto, o carbono não foi detectado nos grupos instrumentados com metal e titânio. Um componente de ferro foi encontrado apenas no grupo de escova aço inoxidável. A proliferação celular foi significativamente maior nos grupos Ti ($1,27 \pm 0,14$), GB ($1,1 \pm 0,16$) e laser ($1,23 \pm 0,14$) do que no grupo SA ($0,74 \pm 0,04$), no dia 2 proliferação celular nos grupos Ti ($1,27 \pm 0,14$) e laser ($1,23 \pm 0,14$) foi significativamente maior do que no grupo NT ($0,82 \pm 0,14$) e significativamente menor no grupo Tc ($0,44 \pm 0,05$) do que no grupo NT ($0,82 \pm 0,14$). No dia 5, a proliferação celular foi significativamente menor em todos os discos descontaminados (média, $1,14 \pm 0,31$), exceto para os 2 grupos tratados com ponta de plástico, do que no grupo SA ($2,08 \pm 0,07$). No dia 5 os grupos EP ($1,51 \pm 0,33$), SP ($1,41 \pm 0,17$), Tc ($1,31 \pm 0,03$), H₂O₂ ($1,35 \pm 0,07$) e CA ($1,57 \pm 0,03$) apresentaram maiores proliferação do que o grupo NT ($0,57 \pm 0,08$). Concluíram que nenhum método de descontaminação foi considerado claramente superior em termos de restauração da biocompatibilidade das superfícies de titânio tratadas.

Swinder *et al.*, (2019), avaliaram o potencial bactericida da aplicação do laser em pacientes com peri-implantite, baseados em uma Revisão da Literatura. Inicialmente foram identificados 212 estudos, após a triagem dos títulos, sete publicações foram incluídas na revisão. Quatro ensaios clínicos randomizados, três séries de casos prospectivos, dois estudos avaliaram o efeito fototérmico do laser de diodo, dois avaliaram o laser Er: YAG e três avaliaram a PDT (terapia fotodinâmica antimicrobiana) em patógenos peri-implantar. No estudo de Dörtbudak *et al.*, em 2001 relataram que a PDT reduziu as contagens bacterianas de *A. actinomycetemcomitans* (Aa), *P. gingivalis* (Pg) e *P. intermedia* (Pi). Bassetti *et al.*, em 2014 descobriram que o desbridamento mecânico e a PDT adicional (corante TBO) parecem ser capazes de diminuir a contagem bacteriana total. Alguns estudos relataram uma diminuição média da maioria dos patógenos periodontais, incluindo Aa, Pg, *T. denticola* (Td), *T. forsythia* (Tf), *F. nucleatum* (Fn) e *C. rectus*(Cr) mas excluindo *E. corrodens* (Ec), que aumentou em contagem após a PDT (3% de

peróxido de hidrogênio). Alguns estudos relataram que a irradiação com laser de diodo do local do implante diminuiu as contagens de (Pg) e (Aa). Outros estudos também relataram diminuição significativa de *Aa*, *Tf* e *Pg* no grupo de teste que usou um fotossensibilizador. Esses achados correspondem aos estudos, que concluíram que a aplicação do laser de diodo reduziu a contagem bacteriana total, mas a diferença foi declarada sem significância. Em outros estudos sobre o laser Er: YAG, relataram a erradicação de patógenos orais. Nesta revisão mostraram contagens bacterianas mais baixas no grupo tratado a laser para *F. nucleatum/naviforme* e *F. nucleatum* em 1 mês após o tratamento e em comparação aos níveis basais. No entanto, aos 3 meses e no exame final aos 6 meses, a contagem de bactérias aumentou. Com base nesta Revisão da Literatura concluíram que um laser de diodo de alta potência pode ter algum efeito sobre os patógenos peri-implantar que causam peri-implantite, enquanto a aplicação do laser Er: YAG não mostra nenhum efeito significativo nas bactérias orais a longo prazo. A PDT tem a capacidade de reduzir a contagem total das diferentes cepas bacterianas associadas à peri-implantite, por exemplo, *A. actinomycetem comitans*, *P. gingivalis*, *P. intermedia*, *T. denticola*, *T. forsythia*, *F. nucleatum* e *C. rectus*.

Wang *et al.*, (2019), em um estudo clínico randomizado exploraram a eficácia e segurança da Terapia fotodinâmica para tratamento da peri-implantite. Selecionaram 65 pacientes no grupo PDT e 66 no grupo controle. O local a ser tratado foi lavado com solução salina 0,9% normal no grupo de controle, enquanto o grupo PDT recebeu terapia fotodinâmica usando azul de toluidina como fotossensibilizador e irradiados com o laser por 10 s ao redor do implante. Em 1 mês, o PD (Profundidade de sondagem da bolsa) no grupo PDT foi significativamente maior do que no grupo de controle, enquanto aos 3 e 6 meses, o PD no grupo PDT foram significativamente menores do que aqueles no grupo de controle (todos $P < 0,001$). PD mais profundo no grupo PDT e no grupo de controle mostraram uma tendência semelhante ao longo dos 6 meses pós-tratamento. Com o tempo, o CAL em 3 e 6 meses diminuiu significativamente em comparação com a linha de base no grupo PDT (ambos $P < 0,001$), enquanto CAL (nível de fixação clínica) permaneceu estável no grupo de controle. As comparações intragrupo mostraram que o PLI (índice de placa) em 1, 3 e 6 meses após o tratamento melhorou em comparação com a linha de base em ambos os grupos ($P < 0,001$). O PLI no início e após 1 mês de tratamento não mostrou diferença significativa entre

os dois grupos (ambos $P > 0,999$), mas o PLI em 3 e 6 meses após o tratamento no grupo PDT foi significativamente melhor do que no grupo de controle (ambos $P < 0,001$). Concluíram que a PDT combinado com desbridamento mecânico melhora significativamente PD, CAL, PLI e SBI em comparação com a linha de base e os grupos de controle em participantes com peri-implantite. A PDT pode ser uma abordagem promissora para o tratamento da peri-implantite.

Ross-P *et al.*; (2020), avaliaram *in vitro* diferentes métodos de descontaminação da superfície do implante e se o tipo de superfície do implante influencia os resultados. O estudo foi realizado em modelo *in vitro* de peri-implantite com 30 implantes divididos em 3 grupos iguais com base nas características da superfície. O primeiro grupo consistia de implantes de superfície usinada. No segundo grupo (grupo SLA) jato de areia e ataque ácido foi usado. O terceiro grupo (grupo HA) consistia em implantes dentários revestidos com Hidróxi apatita. Os implantes foram revestidos com biofilme de *E. coli*. Após um período de incubação, eles foram descontaminados com 4 métodos diferentes: 1. Remoção exclusivamente mecânica do biofilme, cada implante foi tratado com um dispositivo sônico por 2 min sozinho. 2. Cada implante foi pré-tratado com aplicação de Perisolv® deixada no local por 30 s, em seguida, o escalonador sônico foi aplicado por 2 min. 3. Os implantes foram descontaminados com irradiação a laser Er-YAG, trabalhando para cima e para baixo continuamente por 2 min. 4. aPDT foi usado, fotossensibilizador azul de metileno deixada *in situ* por 60 s e irradiação estática para todo o implante foi concluída em 60 s. Implantes de superfície usinada e implantes SLA alcançaram o nível mais alto de descontaminação, com um nível de eficácia de mais de 96,25% (R) e 95,80% (R') na média deste grupo para M e 93,19% e 92,21%, respectivamente, para SLA, sem quaisquer diferenças estatisticamente significativas. O tipo de superfície de implante mais difícil de descontaminar foi o implante revestido com HA (81,87% e 81,06%) de nível médio de descontaminação com diferenças estatisticamente significativas de outros grupos. A irradiação a laser deveria ser 95,23% (R) e 94,83% (R') com as diferenças estatisticamente significativas do grupo PDT, mas não de outros grupos. Apenas para implantes SLA, a descontaminação com raspador e aplicação de Perisolv® teve eficácia comparável à irradiação a laser. Em 2 outros grupos, a irradiação laser foi superior a outros métodos de tratamento. Na verdade, em implantes revestidos com HA, a irradiação a laser foi o único método de descontaminação que atingiu um nível

superior a 90%. Surpreendentemente, os piores resultados de descontaminação foram geralmente obtidos com o tratamento PDT, com diferenças estatisticamente significativas vs. S + P e Er: YAG. A aplicação adicional de Perisolv® geralmente melhorou a efetividade do redimensionador, e em implantes de superfície usinada, tanto o tratamento mecânico quanto o combinado mecânico e químico tiveram resultados.

Saneja *et al.*, em (2020), em uma revisão de literatura, avaliaram o efeito da aplicação do laser ou da terapia fotodinâmica (PDT) nas doenças peri-implantares em comparação com os procedimentos convencionais de desbridamento. Onze ensaios clínicos incluídos foram conduzidos em 6 países diferentes e incluíram 629 participantes (312 no grupo controle e 317 no grupo teste. O grupo de teste pode ser dividido em vários subgrupos, dependendo do tipo de terapia a laser aplicada. Os resultados mostram que não há evidência estatisticamente significativa nos efeitos do tratamento da terapia a laser na redução da DP e no aumento da CAL em comparação aos procedimentos convencionais de desbridamento (1 - diferença média [MD]: 0,01, IC 95%: -0,13-0,1, P = 0,84; 2 - MD: -0,09, IC 95%: -0,32-0,14, P = 0,45). Com base nos estudos incluídos para peri-implantite, o tratamento a laser não mostrou nenhuma vantagem específica como abordagem de tratamento em relação aos métodos convencionais. Devido a um número muito limitado de ensaios clínicos que foram conduzidos para avaliar o efeito do laser na mucosite peri-implantar, não foi possível gerar evidências claras sobre o benefício adicional da terapia a laser para mucosite peri-implantar.

Namour *et al.*, (2020), avaliaram a eficácia de um protocolo de eliminação de biofilme assistido por laser na remoção de um biofilme multi-espécies em superfícies de titânio. Utilizaram no total 52 discos de titânio (grau 4). O grupo de estudo foi composto por 13 discos de titânio contaminados com biofilmes multi-espécies e posteriormente irradiados com o laser (T + BF + L). Nos grupos controle 13 discos foram contaminados com biofilmes multi-espécies (T + BF), 13 estéreis e irradiados (T + L), 13 estéreis e não tratados (T). A irradiação do laser foi feita durante 2 s de tempo total sem contato e a 0,5 mm de distância da superfície do disco de titânio. Para o grupo T + BF + L (grupo de estudo), a DO 630 nm foi de $0,042 \pm 0,004$, para o grupo T + BF (grupo controle 1) $0,158 \pm 0,039$, para o grupo T + L (grupo controle 2) $0,044 \pm 0,004$ e para o grupo T (grupo controle 3) $0,053 \pm 0,007$. Para o grupo de estudo, o tratamento a laser resultou na eliminação total do biofilme. Concluíram que

a irradiação para a remoção de biofilme assistida por laser Q-Switch Nd: YAG proporcionou uma eliminação significativa do biofilme nas superfícies de titânio. As superfícies tratadas mostraram quantidades semelhantes de biofilmes quando comparadas às superfícies de titânio estéreis e livres de biofilme.

Scarano *et al.*, (2020), avaliaram os efeitos a nível químico, nano e microscópico de diferentes potências e durações da irradiação do laser Er: YAG em discos de titânio SLA. Grupo 1: 10 discos sem nenhum tratamento: controles. Grupo 2: 10 discos submetidos a tratamento com laser Er: YAG a 1 W e 100 mJ / pulso. Grupo 3: 10 discos submetidos a tratamento com laser Er: YAG a 4 W e 400 mJ / pulso. Os valores do Desvio médio aritmético foram 137,71 (\pm 5,317), 57,83 (\pm 3,136) e 45,21 (\pm 3,461) nm para os Grupos 1, 2 e 3, respectivamente. O Desvio quadrático médio (\pm desvios padrão) foram 183,92 (\pm 8,391), 72,92 (\pm 4,297) e 59,3 (\pm 2,313) para os Grupos 1, 2 e 3, respectivamente. A análise de difração de raios X (FTIR) e levantamento em microscópio óptico de luz permitiram observar a morfologia da camada de óxido das amostras. No controle, Grupo 1, a cor na superfície da amostra era branco prateado (40%), amarelo dourado (32% \pm 4,2%) e violeta escuro (25% \pm 4,4%), e não havia microfissuras observado. No Grupo de teste 2, a cor na superfície da amostra era branco prateado (18% \pm 2,2%), amarelo dourado (32% \pm 4,2%) e violeta escuro (28% \pm 4,4%), e não foi observadas microfissuras. No Grupo de teste 3, a cor na superfície da amostra era branco prateado (15% \pm 1,2%), amarelo claro (20% \pm 2,1%), amarelo dourado (20% \pm 4,1%), azul (25% \pm 2,5%), verde claro (5% \pm 0,9%) e depois preto acastanhado (15% \pm 1,9%), também foi possível observar muitas microfissuras. Análise por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). A superfície do disco dos controles mostra uma estrutura de rede nanoporosa de microrrugura típica transmitida por SLA (sem tratamento). Grupo 2 apresentou delaminação e deformação da superfície presente nas áreas irradiadas com laser. Grupo 3 mostrou sinais de coagulação, derretimento e microfraturas. Concluíram que em ambos os protocolos testados de irradiação a laser Er: YAG de titânio SLA proporcionaram algumas modificações na topografia da superfície das amostras. O tratamento a 4 W e 400 mJ / pulso poderia enfraquecer a superfície do titânio, como mostrado pela presença de microfissuras e sinais de coagulação, derretimento e microfraturas.

Batalha *et al.*, (2021), avaliaram a eficácia na descontaminação *in vitro* da superfície de implantes dentários com sistema de abrasivos ar-pó com bicarbonato

de sódio e terapia fotodinâmica antimicrobiana. Utilizaram 20 implantes de titânio divididos em cinco grupos ($n = 4$). Grupo NC (controle negativo): implantes estéreis; Grupo PC (controle positivo): implantes contaminados com biofilme; Grupo S: contaminados com biofilme, escovados com soro fisiológico; Grupo SB: contaminados com biofilme, escovados com soro fisiológico estéril e tratados com sistema de abrasivos ar-pó com bicarbonato de sódio (1 minuto); e grupo terapia fotodinâmica antimicrobiana (aPDT): implantes contaminados com biofilme, escovados com soro fisiológico estéril e tratados com terapia fotodinâmica antimicrobiana (laser vermelho + azul de toluidina). Um número significativamente menor de UFC foi observado no grupo aPDT ($19,38 \times 10^5$) quando comparado aos grupos SB ($26,88 \times 10^5$), S ($47,75 \times 10^5$), PC ($59,88 \times 10^5$) ($p < 0,01$) e NC ($p < 0,01$). Concluíram que utilizando sistema abrasivo ar-pó com bicarbonato de sódio e aPDT, mostraram-se eficazes na descontaminação da superfície de implantes dentários *in vitro*.

Wawrzyk *et al.*, (2021), estudaram ajustes do laser de diodo com comprimento de onda de $810 \text{ nm} \pm 10 \text{ nm}$ para irradiar o implante dentário de forma a eliminar microorganismos e ao mesmo tempo não aumentar a rugosidade na superfície do implante. Explantação e análise do implante instalado a 22 anos outro a 8 e outro a 7 anos de 3 pacientes do sexo masculino. Coleta e cultivo dos microorganismos encontrados nos implantes, pilares, coroas e na salina de pacientes com periimplantite e inoculados em novos implantes estéreis a nível endósseo e intermediários protéticos. Irradiados com laser em três variantes com intervalo de 1 minuto entre as sessões de irradiação L1: $1 \times 15 \text{ s}$, L2: $2 \times 15 \text{ s}$, L3: 3×15 . A redução percentual no número de microorganismos nos abutments e nas fixações endósseas em todas as variantes de irradiação foi de 86–100% para bactérias e 71–100% para fungos. Uma redução de 100% foi alcançada em 13 das 20 amostras irradiadas com a variante L3, em 10 amostras irradiadas com a variante L2 e em 8 amostras irradiadas com a variante L1. O laser L3 eliminou completamente todas as espécies de bactérias Gram-negativas e 4 das 8 espécies testadas de bactérias Gram-positivas; em 1 de 4 amostras. Com base nos resultados da análise, pode-se afirmar que efeitos não destrutivos do tratamento a laser (com todas as 3 variantes) foram observados na superfície dos implantes. No entanto, uma diminuição nos parâmetros de rugosidade foi observada sob a influência do laser. Não houve diferenças significativas nos parâmetros de rugosidade

dependendo da variante de exposição. Concluíram uma vantagem do método de irradiação de implantes dentários com lasers de diodo em doses ótimas é o fato de ter um efeito bactericida eficaz, sem agredir as superfícies descontaminadas de titânio.

Secgin-Atar *et al.*, (2021), estudaram as propriedades da superfície e composição elementar semelhantes aos implantes estéreis usando lasers de érbio (Er: YAG e Er, Cr: YSGG) e métodos mecânicos (cureta, dispositivo ultrassônico) no desbridamento de implantes perdidos devido à peri-implantite. Vinte e oito implantes que falharam foram removidos e divididos em sete grupos de teste, e dois implantes virgens representaram o grupo de controle positivo. Os grupos foram divididos em grupo cureta de titânio, Grupo raspador ultrassônico com ponta de polietercetona ambos com desbridamento realizado por 120 s. Observou-se que a cureta não proporcionou um desbridamento efetivo e deixou um resíduo. No grupo ultrassônico, as superfícies limpas foram observadas semelhantes ao grupo de controle positivo. Embora o desbridamento tenha sido obtido no grupo ErL-VSP, também foram observadas delaminação e deformação nas superfícies do implante. No grupo ErL-SP o processo de limpeza foi concluído, delaminação, deformação e fusão foram observadas, houve menos efeitos indesejados e não foram observadas microfissuras. No grupo ErL-LP, o desbridamento foi obtido pela aparência típica da superfície dos implantes virgens e nenhum dano foi visto nas superfícies do implante. No grupo ErCrL-1, observou-se que o desbridamento não foi totalmente realizado após a aplicação do laser, a aparência microscópica de alguns fios debridados era semelhante à superfície do implante original, e nenhum dano foi observado na superfície. No grupo ErCrL-2, os detritos permaneceram como uma camada como no ErCrL-1. Foi observada uma estrutura nanoporosa na superfície dos implantes de titânio do grupo controle. Concluíram que o ErL-LP foi o mais eficiente em desbridar o implante sem danificar a superfície. As intervenções ErL-SP e ErL-VSP também foram eficientes em termos de limpeza, mas alguns danos superficiais foram observados. A curetagem não conseguiu uma limpeza completa e resultou em alguns arranhões na superfície. ErCrL foi ineficaz nesta duração de aplicação e densidade de energia específicas.

Habash *et al.*, (2021), descreveram um caso clínico de tratamento de peri-implantite, com reabsorção óssea em até dois terços do implante, com laser de diodo. Paciente com queixa principal de pus no local do implante com histórico de

colocação de implante para o primeiro molar inferior esquerdo. A terapia regenerativa peri-implantar foi planejada para o tratamento: desbridamento não cirúrgico com curetas plásticas e o excesso de cimento removido, polimento com pó a ar, descontaminação a laser modo pulsante que se move para dentro e para fora por 30 segundos. O osso peri-implante foi irradiado com terapia a laser de baixo nível usando laser de diodo 810 nm, em modo de onda pulsante de contato (0,1 W) no sentido ápico-coronal, indo e voltando por 45 segundos, em seguida, curetagem manual e desbridamento seguido por lavagem com clorexidina. O paciente foi revisado após 45 dias. Na avaliação de 2 meses, a radiografia periapical intraoral revelou cicatrização da lesão óssea. Na avaliação de 1 ano, a Tomografia Computadorizada e a radiografia periapical intraoral revelaram preenchimento ósseo completo e a profundidade da bolsa reduzida para 1 mm. Concluíram que um laser de diodo (810 nm) pode ser utilizado para o desbridamento dos tecidos moles ao redor dos implantes. A terapia a laser de baixo nível com laser de diodo tem possíveis efeitos bioestimulantes que podem ser usados no tratamento de peri-implantite e reosseointegração de implantes dentários.

Huang P *et al.*, (2021), investigaram a faixa de energia ideal da irradiação a laser de ítrio-alumínio-granada dopada com érbio (Er: YAG) para descontaminação de superfície de titânio jateado com ácido(SLA) e hidroxiapatita (HA) no tratamento da peri-implantite. Após a construção do biofilme supragengival in vivo, os discos de titânio SLA e HA foram divididos em três grupos: controle em branco (BC, discos limpos), controle experimental (EC, discos contaminados) e grupos experimentais (EP, discos contaminados irradiados por laser Er: YAG em 40, 70 e 100 mJ / pulso. A irradiação do laser Er: YAG a 100 mJ / pulso removeu 84,1% das bactérias da superfície de titânio SLA; a irradiação a laser a 70 e 100 mJ / pulso removeu 76,4% e 77,85% das bactérias da superfície de titânio HA, respectivamente. A irradiação a laser melhorou a adesão das células MC3T3-E1 em ambas as superfícies de titânio. Grupo de pulso exibiu excelente atividade de proliferação celular maior do que no grupo BC ($P < 0,01$). Para discos de titânio HA, o grupo de 70 mJ / pulso apresentou a maior atividade comparável ao grupo BC ($P > 0,05$). Concluíram com este estudo com relação à descontaminação eficiente do biofilme microbiano e manutenção da biocompatibilidade, o laser Er: YAG a 100 mJ / pulso e 70 mJ / pulso são considerados os ajustes de energia ideais para superfície de

titânio SLA e HA, respectivamente. Este estudo forneceu base teórica para a aplicação clínica do laser Er: YAG no tratamento da peri-implantite.

Li *et al.*, (2021), conduziram uma revisão sistemática e meta-análise de estudos relevantes para determinar a eficácia e segurança dos lasers Er: YAG versus desbridamento mecânico convencional no tratamento de peri-implantite. Incluíram 294 pacientes com peri-implantite e um total de 461 implantes. Aos 6 meses, o grupo ERL(laserEr) teve uma redução estatisticamente maior da DP (profundidade de sondagem) do que o grupo controle (MD 0,28, IC 95%: 0,02 a 0,53, $P = 0,03$, modelo de efeito aleatório). A redução da PD combinada entre os dois grupos em 12 meses mostrou resultados semelhantes, com um MD de 0,35 (IC 95%: 0,13 a 0,57, $P = 0,002$). No entanto, na redução da profundidade de sondagem (PD) (MD = 0,28, $P = 0,03$, aos 6 meses; MD = 0,35, $P = 0,002$, aos 12 meses) e mudanças de recessão gengival (GR) (MD = -0,12, $P = 0,04$, aos 6 meses; MD = -0,16, $P = 0,03$, aos 12 meses), o grupo do laser Er: YAG mostrou algumas vantagens em intervalos de 6 e 12 meses após o tratamento. Em conclusão, o uso do laser Er: YAG foi superior ao desbridamento mecânico no tratamento da peri-implantite.

Tonin *et al.*, (2022), verificaram a eficácia, *in vitro*, de dois protocolos contra culturas de biofilme periodontal e *Staphylococcus aureus*. Dividiram em grupos: Grupo controle (C) placas inoculadas com biofilme periodontal (CB; $n = 4$) ou *S. aureus* (C.SA; $n = 4$) sem nenhum tratamento; Grupo de laser - placas inoculadas com biofilme periodontal (terapia com laser de baixa intensidade (LLLT.B; $n = 4$) ou *S. aureus* (LLLT.SA; $n = 4$) e tratadas com LLLT (660 nm, 30 mW, 50 J / cm² e 47 segundos); Grupo de terapia fotodinâmica antimicrobiana (aPDT) - placas inoculadas com biofilme periodontal (aPDT.B; $n = 4$) ou *S. aureus* (a PDT.SA; $n = 4$) e tratados com aPDT (laser vermelho 660 nm, 30 mW, 50 J/cm² , 47 segundos + azul de toluidina (TBO) 100 µg/mL e 1 minuto). Os tratamentos, LLLT e aPDT, reduziram significativamente o número de UFC de ambas as culturas em comparação com os controles ($p = 0,000$). A ação antimicrobiana de ambos os tratamentos foi semelhante contra o biofilme periodontal e *S. aureus* com redução de 28,77% e 29,44% UFCs, respectivamente, utilizando o tratamento LLLT ($p = 0,488$) e redução de 46,14% UFCs de biofilme periodontal e 44,41 % UFCs de *S. aureus*, usando o tratamento a PDT ($p = 0,472$); Quando os grupos de tratamento foram comparados separadamente, também houve diferença estatisticamente significativa.

4. DISCUSSÃO

A reabilitação protética com implantes na cavidade oral tem sido amplamente utilizada para repor perda total ou parcial dos dentes. Alguns casos de insucessos são relatados motivados por doenças peri-implantares. Essas doenças causadas por um biofilme bacterianos ao redor dos tecidos moles peri-implantares e que se não tratadas levam a perda óssea peri-implantares. Vários métodos são sugeridos na literatura para o tratamento da peri-implantite. Numerosas abordagens de tratamento foram relatadas na literatura tentando alcançar uma descontaminação eficaz para implantes dentários.

Caccianiga *et al.*, (2016), Romeu *et al.*, (2016), Karimi *et al.*, (2016) e Birang *et al.*, (2017) utilizaram a aplicação da Terapia Fotodinâmica e mostraram uma melhora, com diminuição do Índice de Placa, sangramento na sondagem, na profundidade de sondagem. Birang *et al.*, (2017) verificou ainda que o número de *Aggregatibacter actinomycetem comitans*, *Tannerella forsythia* e *Porphyromonas gingivalis* no grupo de teste e *Porphyromonas gingivalis* diminuíram significativamente. Caccianiga *et al.*, (2015) verificou uma diminuição da contagem bacteriana total e de todas as espécies bacterianas, exceto para *Eikenella corrodens* com a aplicação da terapia fotodinâmica associado ao peróxido de hidrogênio.

Foi necessário realizar o tratamento periodontal com raspagem e alisamento radicular (SRP) em toda a boca, enquanto o desbridamento mecânico com curetas de titânio e polimento a ar com bicarbonato de sódio em pó foi realizado ao redor dos implantes antes da Terapia a Laser e aPDT segundo Birang *et al.*, (2017). Romeu *et al.*, (2016) e Wang *et al.*, (2019) e Karimi *et al.*, (2016), relataram ainda que terapia fotodinâmica deve ser considerada um coadjuvante no tratamento da peri-implantite e associada a tratamentos mecânicos (raspagem) e cirúrgicos (enxertos) para controlar a doença peri-implantar. Acrescenta Habash *et al.*, (2021), que o laser de diodo (810 nm) pode ser utilizado para o desbridamento dos tecidos moles ao redor dos implantes. A terapia a laser de baixo nível com laser de diodo tem possíveis efeitos bioestimulantes que podem ser usados no tratamento de peri-implantite e reosseointegração de implantes dentários. Saneja *et al.*, (2020), relataram que o tratamento a laser como terapia coadjuvante na peri-implantite não apresenta efeitos superiores às medidas convencionais conforme evidências. No

entanto, casos com mucosite peri-implantar mostraram resultados muito mais promissores com terapia a laser em comparação com peri-implantite.

Secgim-Atar *et al.*, (2021) relatou em seus estudos que a curetagem não conseguiu uma limpeza completa e resultou em alguns arranhões na superfície do implante, demonstraram que o ErL-LP (Laser de Pulso Longo) foi o mais eficiente em desbridar o implante sem danificar a superfície. Além de algumas partículas deixadas na superfície do implante, o raspador ultrassônico também foi eficaz. As intervenções ErL-SP (Laser de Pulso Curto) e ErL-VSP (Laser de Pulso Muito Curto) também foram eficientes em termos de limpeza, mas alguns danos superficiais foram observados. ErCrL (Laser ErCr:YSGG) foi ineficaz nesta duração de aplicação e densidade de energia específicas enquanto Ross-P *et al.*, (2020), demonstraram a superioridade do tratamento com Laser de granada de ítrio-alumínio dopado com érbio (Er: YAG) e do método químico-mecânico combinado para descontaminação da superfície do implante (com base nas características da superfície: superfície usinada, jato de areia e ataque ácido e revestido com HA). A irradiação com laser Er: YAG foi considerada a melhor opção para descontaminação de implantes revestidos com HA (Hidroxiapatita). Huang *et al.*, (2021), demonstraram que para discos de titânio SLA (jateados/ácido), o laser de ítrio-alumínio-granada de érbio Er: YAG a 100 mJ / pulso foi o ajuste de energia ideal para remover cerca de 84,1% de bactérias, aumentando significativamente a hidrofobicidade de superfícies de titânio alterando ligeiramente a morfologia da superfície e nos discos de titânio HA (revestidos com Hidróxiapatita) o laser Er: YAG a 70 mJ / pulso foi a configuração de energia mais adequada removendo cerca de 76,4% de bactérias sem efeito sobre a hidrofobicidade das superfícies de titânio com alteração de morfologia de superfície aceitável. O uso do Laser de granada de ítrio-alumínio dopado com érbio (Er: YAG) no tratamento da peri-implantite foi superior ao desbridamento mecânico segundo Li *et al.*, (2021). Apesar dessa conclusão e devido às limitações dos estudos incluídos, acompanhamentos de pacientes em longo prazo, com ensaios clínicos randomizados de alta qualidade, multicêntricos e grandes amostras ainda são necessários, e estudos que discutam relações de custo-benefício econômico devem ser incluído para confirmar a eficácia dos lasers Er: YAG no tratamento da peri-implantite segundo Li *et al.*, (2021). Swinder *et al.*, (2019), relatou que a aplicação do laser Er: YAG não mostra nenhum efeito significativo nas bactérias orais a longo prazo.

Wawrzyk *et al.*, (2021) e Swinder *et al.*, (2019), relataram vantagens no método de irradiação de implantes dentários com lasers de diodo, com comprimentos de onda 810 nm +/- 10 nm, tendo um efeito bactericida eficaz, sem agredir as superfícies de titânio. Superfícies do implante contaminadas com Bactérias Gram-positivas, Gram-negativas, uma espécie de fungo e *Streptococcus constellatus* irradiadas com laser em duplicata e triplicata, todos os microrganismos foram eliminados. Enquanto Aimetti *et al.*, (2019), utilizando a irradiação com laser de diodo (DL) de 980 nm com desbridamento mecânico no tratamento da mucosite não produziu nenhum benefício clínico significativo em comparação com o tratamento mecânico não cirúrgico sozinho no controle da inflamação peri-implantar em 3 meses. Karimi *et al.*, (2021), relataram a eficácia das escovas de titânio, laser de diodo de 915 nm e do ácido cítrico na erradicação do *staphylococcus aureus* das superfícies de implantes. A aplicação de escova de titânio isolada não foi altamente eficaz no tratamento da peri-implantite, mas a sua combinação com ácido cítrico produziu melhores resultados do que seu uso combinado com o laser de diodo de 915 nm.

Tonin *et al.*, (2022), observaram que os protocolos do LLLT (Laser de Baixa intensidade - 660 nm, 30 mW, 50 J / cm² e 47 segundos) e da aPDT (laser vermelho 660 nm, 30 mW, 50 J/cm², 2,47 segundos + azul de toluidina) reduziram efetivamente as culturas de biofilme periodontal e *S. aureus* in vitro, com a superioridade da aPDT. Nenhum dos protocolos foram capazes de eliminar completamente as culturas de biofilme. Namour *et al.*, (2020), também mostraram que a irradiação para a remoção de biofilme multi-espécies (quatorze cepas bacterianas) assistida por laser Q-Switch Nd: YAG proporcionou uma eliminação significativa do biofilme nas superfícies de titânio. As superfícies tratadas mostraram quantidades semelhantes de biofilmes quando comparadas às superfícies de titânio estéreis e livres de biofilme.

Alagl *et al.*, (2019), investigaram e compararam o efeito do laser Er, Cr: YSGG e lasers de diodo e Clorexidina 0,12% e verificaram que um laser Er, Cr: YSGG com 1 Watt de potência, por 30 s, mostrou a eliminação completa do biofilme (*Acinetobacter baumannii* e *Pseudomonas aeruginosa*) na superfície do implante. O laser Er, Cr: YSGG é uma modalidade de tratamento alternativa eficaz para a descontaminação de superfícies de implantes dentários sem danificar a topografia da superfície. Jin *et al.*, (2019) estudaram a biocompatibilidade dos implantes e

verificaram que nenhum método de descontaminação mecânicos, laser e químicos foi considerado claramente superior em termos de restauração da biocompatibilidade das superfícies de titânio tratadas. Enquanto Madi *et al.*, (2018) sugeriram que a PDT e o desbridamento mecânico de retalho aberto têm efeito comparável no tratamento da peri-implantite, reduzindo a contagem bacteriana. A presença de complexo bacteriano com resposta diferenciada à modalidade terapêutica e ao tratamento da superfície do implante recomenda a utilização de métodos combinados de descontaminação para o tratamento da peri-implantite e Batalha *et al.*, (2021), relataram que utilizando sistema abrasivo ar-pó com bicarbonato de sódio e aPDT, mostraram-se eficazes na descontaminação da superfície de implantes dentários in vitro.

5. CONCLUSÃO

Diante da literatura científica pode-se concluir que os diferentes tipos de abordagens terapêuticas descritos na literatura atual para o tratamento da Peri-implantite, tiveram maior eficácia quando o desbridamento mecânico cirúrgico ou não cirúrgico foram associados com o Laser de Érbio ou com a terapia fotodinâmica antimicrobiana.

Os protocolos de tratamento da peri-implantite com laser Érbio ou com a terapia fotodinâmica foram eficazes, diminuíram o índice de placa peri-implantar, o índice de sangramento sulcular, o nível de fixação óssea, a profundidade de sondagem da bolsa e diminuíram a contagem de grande parte das bactérias patogênicas causadoras da peri-implantite.

Estudos demonstraram que o Laser de Érbio alterou a superfície do implante quando aplicado 400 mJ.

REFERÊNCIAS

AIMETTI M.; MARIANI G. M.; FERRAROTTI F.; ERCOLI E.; LIU C. C.; ROMANO F.; Adjunctive efficacy of diode laser in the treatment of peri-implant mucositis with mechanical therapy: A randomized clinical trial. **Clinical Oral Implants Research**. v. 30, i. 5, p. 429-438, 2019.

ALAGL A. S.; MADI M.; BEDI S.; ONAIZAN F. A.; AL-AGL Z.S. The Effect of Er, Cr: YSG Gand Diode Laser Applications on Dental Implant Surfaces Contaminated with A cineto bacter *Baumannii* and *Pseudomonas Aeruginosa*. **Materials**. v. 12, i. 13, p. 2073, 2019.

BATALHA V. C.; BUENO R. A.; JUNIOR E. F.; MARIANO J. R.; SANTIN G. C.; FREITAS K. M. S.; ORTIZ M. A. L.; SALMERON S. Dental Implants Surfacein vitro Descontamination Protocols. **European Jornal Dententistry** v. 15, i. 03, p. 407-411, 2021.

BIRANG E.; ARDEKANI M. R. T.; RAJABZABEH M.; SARMADI G.; BIRANG R.; GUTKNECHT N. Evaluation of Effectiveness of Photodynamic Therapy with Low – Level Diodo Laser in Nonsurgical Treatment of Peri-implantitis. **Jornal of Laser in Medical Sciences**, v. 8, i. 3, p. 136-142, 2017.

BASSETTI, M.; SCHÄR, D.; WICKI, B.; EICK, S.; RAMSEIER, C.A.; ARWEILER, N.B.; SCULEAN, A.; SALVI, G.E. Anti-infective therapy of peri-implantitis with adjunctive local drug delivery or photodynamic therapy: 12-month outcomes of a randomized controlled clinical trial. **Clin. Oral Implant. Res.** 2014, 25, 279–287.

CACCIANIGA G.; REY G.; BALDONI M.; PAIUSCO A. Clinical, Radiographic and Microbiological Evaluation of High Level Laser Therapy, a New Photodynamic Therapy Protocol in Peri-Implantitis Treatment; a Pilot Experience. **Bio Med Research International**. 2016. Article ID 6321906. <https://doi.org/10.1155/2016/6321906>. 2016.

DÖRTBUDAK, O.; HAAS, R.; BERNHART, T.; MAILATH-POKORNY, G. Lethal photo sensitization for decontamination of implant surfaces in the treatment of peri-implantitis. **Clin. Oral Implant. Res.** 2001, 12, 104–108.

HABASH G.; JAYASH S. N. Diode laser assisted horizontal bone defect. regeneration in the treatment of peri-implantitis. **Clinical Case Reports**. v. 9, i. 3, p. 1247-1252, 2021.

HUANG P.; CHEN X.; CHEN Z.; CHEM M.; HE J. PENG L. Efficacy of Er:YAG laser irradiation for decontamination and its effect on biocompatibility of different titanium surfaces. **BMC ORAL HEALTH**. v. 21, i.1, p. 649, 2021.

JIN S-H.; LEE E-M.; PARK J-B. KIMK-K.; KO Y. Decontamination methods to restore the biocompatibility of contaminated titanium surfaces. **J Periodontal ImplantSci.** v. 49, i. 3, p. 193-204, 2019 Jun.

KARIMI, M. R.; HASANI A.; KHOSROSHAHIAN S. Efficacy of Antimicrobial Photodynamic Therapy as an Adjunctive to Mechanical Debridement in the treatment of Peri-implant diseases: A Randomized Controlled Clinical Trial. **J Laser Med Sci**, v. 7, i. 3, p. 139-145, 2016.

LI L.; DENG J.; REN S. The clinical efficacy of Er:YAG lasers in the treatment of peri-implantitis: a systematic review and meta-analysis. **Annals of Palliative Medicine.** v. 10, i. 8, p. 9002-9014, 2021.

NAMOUR M.; VERSPECHT T. MABADDER M. E.; TERGHETS W.; PEREMANS A.; NAMMOUR S.; ROMPEN E. Q-Switch Nd:YAG Laser-Assisted Elimination of Multi-Species Biofilm on Titanium Surfaces. **Materials.** v. 13, i. 7, p. 1573, 2020.

ROMEO U.; NARDI G. M.; LIBOTTE F.; SABATINI S.; PALAIA G.; GASS F. R. The Antimicrobial Photodynamic Therapy in the Treatment of Peri-Implantitis. **Internacional Journal of Dentistry**, 2016, Article ID 7692387, <https://doi.org/10.1155/2016/7692387>. 2016.

ROSEN P.; CLEM D.; COCHRAN D.; FROUM S.; MACALLISTER B.; RINVERT S.; WANG H-L.; Academy Report: Peri-Implant mucositis and Peri-Implantitis: A Current Understanding of Their Diagnoses and Clinical Implications. **Journal of Periodontology.** v.84, i.4, p. 436-443, 2013.

ROSS P. W.; HADZIK J.; GEDRANGE T.; DOMINIAK M.; JURCYSYN K.; PITULAJ A.; HADZIK I. N.; BORTKIE WICZ O.; FLEISCHER M. Antimicrobial Efficacy of Different Decontamination Methods as Tested on Dental implants with Various Types of Surfaces. **Med sci monit** 26: e920513-1 - e920513-8, 2020

SANEJA R.; BHATTACHARJEE B.; BHATNAGAR A.; KUMAR P. G. N.; VERMA A. Efficacy of different lasers of various wave lengths in treatment of peri-implantitis and peri-implant mucositis: A systematic review and meta-analysis. **The Journal of Indian Prosthodontic Society.** v. 20, i. 4, p. 353-362, 2020.

SCARANO A.; LORUSSO F.; INCHINGOLO F.; POSTIGLIONE F.; PATRINI M. The Effects of Erbium-Doped Yttrium Aluminum Garnet Laser (Er: YAG) Irradiation on Sandblasted and Acid-Etched (SLA) Titanium, an In Vitro Study. **Materials.** v. 13, n. 18, p. 4174, 2020.

SECGIN-ATAR A.; AYKOL-SAHIN C.; KOCAK-OZTUG N.; YALCIN F.; GOKBUGET A.; BASER U. Evaluation of Surface Change and Roughness in Implants Lost Due to Peri-Implantitis Using Erbium Laser and Various Methods: An In Vitro Study. **Nanomaterials.** v. 11, i.10, p. 2602, 2021.

SWINDER K.; DOMINIAK M.; LESNIAK K. G.; MATYS J. Effect of Different Laser Wavelengths on Periodontal pathogens in Peri-Implantitis: A Review of In Vivo Studies. **Micoorganisms.** v. 7, i.7, p. 189, 2019.

TONIN M.H.; BRITES F. C.; MARIANO J. R.; FREITAS K. M. S.; ORTIZ M. A. L.; SALMERON S. Low-Level Laser and Antimicrobial Photodynamic Therapy Reduce Peri-implantitis–related Microorganisms Grown In Vitro. **EurJ Dent.**v. 16, i. 1, p. 161-166, 2022.

WANG H.; LI W.; ZHANG D.; LI W.; WANG Z. Adjunctive photodynamic therapy improves the outcomes of peri-implantitis: a randomized controlled trial. **Australian Dental Journal.** v. 64, i. 3, p. 256-262, set 2019.

WANG L.; GAO Z.; SU Y.; LIU Q.; GE Y.; SHAN Z. Osseointegration of a novel dental implant in Canine. **Scientific Reports.** v 11, i 1, p 4317. 2021.

WAWRZYK A.; LOBACZ M.; ADAMCZUK A.; CHMIEL S. W.; RAHNAMA M. The Efficacy of a Diode Laser on Titanium Implants for the Reduction of Microorganisms That Cause Periimplantitis. **MATERIALS.** v. 14, i. 23, p 7215, 2021.