

# AVALIAÇÃO DA REMODELAÇÃO ÓSSEA AO REDOR DE IMPLANTES COM COLAR MICROTERTURIZADO A LASER: REVISÃO SISTEMÁTICA COM META-ANÁLISE

EVALUATION OF BONE REMODELING AROUND IMPLANTS WITH LASER MICROTERTURED COLLAR: SYSTEMATIC REVIEW WITH META ANALYSIS

Walter Micheli Júnior<sup>1</sup>  
Alexandre Oliveira Gonçalves<sup>2</sup>  
Fernando Luiz Hespanhol<sup>2</sup>  
Larissa Mirelle de Oliveira Pereira<sup>3</sup>  
Samyra Giarola Cecílio<sup>4</sup>  
Bruno Salles Sotto-Maior<sup>5</sup>

## Resumo

Propósito: investigar a hipótese de que não há diferença na taxa de remodelação óssea ao redor de implantes de colar microtexturizado a laser comparados com aqueles sem tratamento a laser. Materiais e Métodos: uma busca eletrônica foi realizada na PubMed/MEDLINE, Cochrane, Central de Registro de bancos de dados de Ensaios Clínicos Controlados, Web off Science e EMBASE e na literatura cinza, até maio de 2018. A elegibilidade incluiu estudos clínicos controlados randomizados e observacionais. A pesquisa inicial resultou em 413 títulos, sendo 353 do PubMed/MEDLINE, 27 da Cochrane Central Registro de Ensaios Controlados, 23 da Web off Science, nove da EMBASE e um da literatura cinza. Após o processo de busca e seleção, dez estudos publicados entre 2011 e 2018 foram meta-analisados. Resultados: na análise do risk of bias, o conjunto dos estudos apresentou baixo risco de viés para a força da evidência científica. Os resultados sugerem que a taxa de remodelação nos implantes de colar tratados com laser é menor do que nos implantes de colar sem tratamento a laser. Conclusão: os resultados não mostraram diferença na taxa de sobrevida dos implantes. Com relação à perda óssea marginal, houve uma diferença significativa favorecendo os implantes de colar tratados a laser.

**Palavras-Chave:** Osso de crista. Perda óssea marginal. Tratamento de superfície. Microtexturização a laser. Implantes dentários. Meta-análise.

## Abstract

*Purpose: to investigate the hypothesis that there is no difference in the rate of bone remodeling around laser-microtextured collar implants compared to those without laser treatment. Materials and Methods: An electronic search was conducted in PubMed/MEDLINE, Cochrane, Central Register of Controlled Trials, Web of Science, and EMBASE, as well as grey literature, up until May 2018. Eligibility criteria included randomized controlled trials and observational clinical studies. The initial search yielded 413 titles, with 353 from PubMed/MEDLINE, 27 from the Cochrane Central Register of Controlled Trials, 23 from Web of Science, nine from EMBASE, and one from grey literature. Following the search and selection process, ten studies published between 2011 and 2018 were subjected to meta-analysis. Results: The analysis of risk of bias across the studies indicated a low risk of bias in terms of the strength of scientific evidence. The results suggest that the rate of remodeling in laser-treated collar implants is lower than in collar implants without laser treatment. Conclusion:*

---

1 Doutor em Implantodontia – São Leopoldo Mandic – Campinas/SP, Professor do curso de especialização em implantodontia – ABO – Juiz de Fora/MG, E-mail: mestremicheli99@gmail.com.

2 Doutor em Implantodontia – São Leopoldo Mandic – Campinas/SP, Brasil.

3 Doutora em Física e Química de Materiais – São João del-Rei/MG.

4 Doutora e Bioengenharia – São João del-Rei/MG.

5 Doutor em Clínica Odontológica - Prótese Dental - Departamento de Odontologia Restauradora, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora/Brasil.

*The results did not demonstrate a difference in implant survival rates. Regarding marginal bone loss, a significant difference favoring laser-treated collar implants was observed.*

**Keywords:** *crestal bone, marginal bone loss, surface treatment, laser-microtexturized, dental implants, meta-análise*

## 1 INTRODUÇÃO

A saucerização, presente em todos os tipos de conexões de implantes, é um processo de modelação e ou remodelação óssea em torno da região cervical dos implantes (Consolaro; Carvalho, 2010; Pimentel et al., 2010). Pode ser maior ou menor, de acordo com fatores biológicos e ou biomecânicos, mas supõe-se que sua ocorrência faça parte da integração dos implantes com o epitélio e tecido conjuntivo gengival (Consolaro; Carvalho, 2010) A saucerização acompanha a teoria de migração apical do tecido ósseo para a obtenção de um novo espaço biológico após as intervenções cirúrgicas na instalação do implante, justificando a remodelação óssea inicial (Schwarz et al., 2008; Vervaeke et al., 2015).

Embora os implantes dentais apresentem sucesso em longo prazo, certos fatores de risco podem comprometer o processo biológico de osseointegração ou causar impacto negativo na taxa de remodelação óssea. Um desses fatores é a frágil união entre o colar do implante e o tecido mole, outros fatores, tais como inflamação peri-implantar e lesões mecânicas, podem romper esta interface e causar perda óssea ou uma remodelação além do esperado (Zhao et al., 2015). A perda óssea contínua e excessiva induz a formação de bolsas, o que é desfavorável para a saúde dos tecidos peri-implantares (Rams et al., 1984; Mombelli; Lang, 2000).

Com o objetivo de melhorar o contato osso implante, várias técnicas de tratamentos de superfície foram plenamente consideradas e aplicadas para modular as propriedades biológicas da superfície, melhorando o mecanismo de osseointegração (Novaes et al., 2010).

Além das melhorias químicas nos tratamentos de superfície, foram propostas novas configurações e caracterizações topográficas de colares para promover a integridade de tecidos ao redor do implante e preservar o nível ósseo marginal e a saúde dos tecidos (Shin et al., 2006; Abuhussein et al., 2010; Miura; Takebe, 2012; Calvo-Guirado et al., 2015).

Uma das características promissoras ocorreu no design do colar dos implantes com superfície microtexturizada a laser. Este colar se conecta ao tecido conjuntivo inibindo a migração apical do tecido epitelial, evitando a perda do osso crestal (Nevins et al., 2008).

Estudos histológicos demonstraram que as fibras ao redor do colar microtexturizado a laser apresentam uma união física funcional e perpendicular. Este tipo de união é semelhante à união das fibras no dente natural, indispensável como barreira contra a

infecção bacteriana (Heinrich et al., 2008), ajudando a estabilizar o tecido mole peri-implantar e diminuindo a remodelação óssea marginal (Kim et al., 2010).

Avaliar a taxa de remodelação óssea associada ao tipo de tratamento de superfície é mais um parâmetro clínico que pode contribuir para minimizar a saucerização, colaborando para aumentar a taxa de longevidade dos implantes.

O objetivo principal desta revisão sistemática, foi avaliar a perda óssea marginal ao redor dos implantes de colar microtexturizado a laser. Em conclusão, os resultados mostraram menor taxa de remodelação óssea para estes implantes, reportada como um benefício clínico atribuído ao tratamento de superfície a laser.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia desta revisão sistemática seguiu as recomendações do Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions (Higgins; Green, 2011).

A fim de aumentar a qualidade e transparência do estudo, o PRISMA Itens para Revisões Sistemáticas e Meta-Análises (Moher et al., 2009), Avaliação de Revisões Sistemáticas Múltiplas (Shea et al., 2007) e diretrizes de lista de verificação foram seguidas. As questões clínicas foram formuladas e organizadas usando o processo PICOS.

### 2.1 Pergunta foco

Existe diferença na taxa de POM entre implantes de colar com superfície microtexturizada a laser e com colar sem tratamento a laser?

### 2.2 Relevância clínica

Conhecer os fatores de risco para a remodelação óssea é essencial para o sucesso do tratamento com implantes. Esta revisão sistemática forneceu dados, adequadamente, para garantir o processo de planejamento, baseado em evidências científicas, na tomada de decisão clínica nos casos de reabilitação com implantes osseointegráveis.

### 2.3 Estratégia de pesquisa

Uma busca eletrônica foi realizada, sem data ou restrição de idioma, no PubMed/MEDLINE, Cochrane Central Registro de Ensaio Controlados, *Web* de Bancos de

dados *Science* e EMBASE até maio de 2018. Além disso, uma pesquisa manual foi conduzida nos seguintes periódicos: *Journal of Periodontology*, *Journal de Periodontologia Clínica*, *Journal of Pesquisa Periodontal*, *Revista Internacional de periodontia e odontologia restauradora*, *Pesquisa Clínica de Implantes Orais*, *Odontologia de Implantes Clínicos e Relacionados à Pesquisa*, *International Journal of Oral e Implantes Maxilofaciais*, *Internacional Jornal de Cirurgia Bucomaxilofacial*, *Implantodontia*, *Journal of Dentistry*, *Journal of Prosthodontics*, e *Journal of Dental Research*. Uma busca na chamada "literatura cinzenta" no Open-Banco de dados GRAY, o ClinicalTrials.gov banco de dados ([www.clinicaltrials.gov](http://www.clinicaltrials.gov)) e as referências dos estudos incluídos (cross-referenciamento) também foi realizado. A estratégia de pesquisa e o framework PICOS foram: *study design* – *prospective cohort studies, retrospective cohort studies, and randomized controlled trials*; *language* – *no restriction*; *search strategy* *Populacion*: #1 – (*Surface Treatment of Osseointegrable Implants [MeSH] OR Surface Implants [MeSH] OR Surface Treatment OR implants without surface treatment [MeSH] OR Collar dental implants without laser treatment*); *Intervencion*: #2 – (*Laser microtexturized implant collar OR surface laser dental implants [MeSH] OR laser dental implant collar [MeSH]*); *Comparisons*: #3 – (*Laser microtexturized collar implant versus implant collar without microtexturization laser*); *Outcomes*: #4 – (*Cumulative survival rate [MeSH] OR failure OR marginal bone loss OR implant bone resorption OR dental implant bone loss*), e; *Search combination Database search* #1 – AND #2 AND #3 AND #4 AND.

#### 2.4 Critério de seleção

O processo de busca e triagem foi conduzida por dois autores/revisores. Os títulos e resumos foram analisados pela primeira vez. Na segunda etapa, artigos de texto completo foram selecionados para leitura e análise cuidadosa contra os critérios de elegibilidade (inclusão/exclusão) para posterior extração de dados. Desacordos entre os revisores foram resolvidos através de discussões detalhadas. A concordância entre os dois revisores para o processo de pesquisa foi avaliada usando o teste kappa ( $\kappa$ ) de Cohen. Os autores dos estudos incluídos foram contactados por e-mail para responder a qualquer pergunta, quando necessário.

#### 2.5 Risk of bias

Os ensaios clínicos controlados randomizados (ECCR) foram avaliados com a lista de verificação ECCR da Colaboração Cochrane (Higgins et al., 2011; Carvalho; Silva; Grande, 2013) incluindo: 1) viés de seleção – geração de sequência aleatória/ocultação da alocação; 2) viés de desempenho – cegueira de participantes e pessoal; 3) viés de detecção – cegueira

da avaliação de resultados; 4) viés de atrito – dados de resultado incompletos; 5) viés de notificação – relatórios seletivos de resultados, e; 6) outras fontes de viés. Para cada domínio, será atribuído um risco estimado de viés ("baixo", "alto" ou "pouco claro").

## 2.6 Extração de dados

Os seguintes dados foram extraídos dos estudos selecionados (quando disponíveis): autores, ano de publicação, desenho do estudo, período de acompanhamento, número de sujeitos, sexo, idade dos sujeitos, número de implantes colocados, número de implantes perdidos, taxas médias de sobrevivência, características do implante, período de cicatrização, número de fumantes, profilaxia, uso de enxaguante bucal, perda óssea e as conclusões dos autores.

## 2.7 Análise estatística

Variáveis contínuas e binárias dos estudos foram submetidos a meta-análise quando pelo menos dois dos estudos avaliados relatou o mesmo tipo de dados. Para os desfechos binários (por exemplo, falha do implante), os efeitos estimados da intervenção foram expressos por uma taxa de risco percentual (RR) com um intervalo de confiança (IC) de 95%. Para resultados dos desfechos contínuos (por exemplo, POM), a média e o desvio-padrão foram usados para calcular a diferença de média (MD) em milímetros. O método da inversibilidade foi usado para os modelos de efeitos randômicos ou os modelos de efeitos fixos. A heterogeneidade foi avaliada usando o teste  $\chi^2$  e qualquer impacto na meta-análise foi quantificado via  $I^2$ . Valores de 25% foram classificados como baixa heterogeneidade, valores de até 50% como heterogeneidade média e acima de 70% como alta heterogeneidade. Quando a heterogeneidade significativa foi encontrada ( $p < 0,10$ ), os resultados dos modelos de efeitos adversos foram validados. Quando baixa heterogeneidade foi verificada, o modelo de efeitos fixos foi considerado. O nível de significância estatística foi estabelecido em  $p < 0,05$ .

Os dados foram analisados por meio de software estatístico Review Manager versão 5.3 (Centro Cochrane Nórdico, The Colaboração Cochrane, Copenhaga, Dinamarca, 2014).

O viés de publicação foi explorado usando um gráfico de funil. Uma assimetria no gráfico de funil (estudos fora do funil) pode indicar um possível viés de publicação.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Procura literária

A pesquisa inicial resultou em 413 títulos, sendo 353 do PubMed/MEDLINE, 27 da Cochrane Central Registro de Ensaio Controlado, 23 da *Web of Science*, nove da EMBASE e um da literatura cinzenta. Após o processo de busca e seleção, dez estudos publicados entre 2011 e 2018 foram incluídos nesta revisão sistemática. Após a primeira avaliação, 66 artigos com textos completos foram selecionados. Após uma leitura cuidadosa, 56 estudos foram excluídos por não cumprirem os critérios de elegibilidade desta revisão. Assim, dez estudos (Botos et al., 2011; Farronato et al., 2014; Guarnieri et al., 2014; Guarnieri et al., 2015; Iorio-Siciliano et al., 2015; Linkevicius et al., 2015a; Guarnieri et al., 2016; Gultekin et al., 2016; Hegazy; Elmekawy; Emera, 2016; Guarnieri et al., 2018) publicados entre 2011 e 2018 foram incluídos nesta revisão sistemática. O processo de busca e seleção de artigos é mostrado no diagrama de fluxo na Figura 1.

O valor *k* para concordância entre os dois autores/revisores para os artigos em potencial incluídos (títulos e resumos) foi 0,97 e, para os artigos selecionados de 0,90, demonstrando excelente concordância (Higgins; Green, 2011).

#### 3.2 Características dos estudos

As características dos estudos selecionados são apresentadas na Tabela 1. Seis ECCR prospectivos (Botos et al., 2011; Farronato et al., 2014; Guarnieri et al., 2015; Linkevicius et al., 2015a; Guarnieri et al., 2016; Hegazy; Elmekawy; Emera, 2016) e quatro estudos observacionais de coorte (Guarnieri et al., 2014; Iorio-Siciliano et al., 2015; Gultekin et al., 2016; Guarnieri et al., 2018) retrospectivos foram incluídos nesta revisão sistemática. O número de pacientes nos estudos variou de 15 a trezentos, com idade mínima de 18 anos. Dois estudos (Botos et al., 2011; Iorio-Siciliano et al., 2015) excluíram fumantes e, um estudo (Guarnieri et al., 2015) apenas, pacientes que fumavam menos de dez cigarros por dia. Dois artigos não relataram se os participantes que fumaram foram incluídos. O período de acompanhamento nos estudos variou de seis a sessenta meses e os dados utilizados foram retirados do período máximo de seguimento de cada estudo. A taxa média de sucesso entre os implantes foi de 98%, variando de 92% a 100%, e o número total de falhas foi de vinte implantes. O período de cicatrização da instalação do implante ao carregamento protético variou de três a seis meses. Todos os implantes utilizados nos estudos tinham tratamento de superfície. Os implantes foram instalados em áreas de mandíbula e maxila anterior e posterior. A avaliação da POM foi realizada em todos os estudos da meta-análise, os quais utilizaram radiografias periapicais digitalizadas com a técnica do feixe cônico e a plataforma do implante em relação à crista óssea alveolar foi utilizada como referência. A medicação

antibiótica foi administrada em todos os estudos avaliados, seja antes ou após as cirurgias. Nove estudos relataram prescrição de enxaguante bucal com clorexidina no pós-operatório. Um estudo (Botos et al., 2011) utilizou protocolo de carregamento imediato para os implantes e outro (Guarnieri et al., 2016) precoce, os demais carregamentos tardios (Farronato et al., 2014; Guarnieri et al., 2014; Guarnieri et al., 2015; Iorio-Siciliano et al., 2015; Linkevicius et al., 2015a; Guarnieri et al., 2016; Hegazy; Elmekawy; Emera, 2016; Guarnieri et al., 2018).

### 3.3 Risco de viés e avaliação de qualidade

A saúde baseada em evidências é uma ciência em movimento que visa reduzir as incertezas para a tomada de decisão. Um profissional qualificado e atualizado não apenas necessita de domínio das ferramentas que estão disponíveis atualmente para busca de evidências, mas precisa de um olhar crítico sobre aquilo que é publicado, para que possa confiar ou não nas informações.

Os resultados da análise de qualidade para os estudos incluídos na revisão são apresentados na Figura 2. Os estudos obtiveram índice geral de baixo risco de viés para a força da evidência científica.

### 3.4 Meta-análise

Para este estudo, o modelo de efeitos aleatórios foi usado para avaliar a POM do implante laser e sem laser, devido à alta heterogeneidade encontrada ( $p < 0,00001$ ,  $I^2 = 99\%$ ). Houve diferença estatisticamente significativa observada em favor do grupo implantes de colar laser  $Z = 6,01$  ( $p < 0,00001$ ), com RR de  $-0,58$  (IC95%  $-0,77-0,39$ ) conforme as Figuras 3 e 4.

### 3.5 Viés de publicação

O gráfico do funil foi simétrico quando a perda óssea ao redor do implante foi analisada entre subgrupos e não indicou potencial viés de publicação com IC = 95%, como observado na Figura 5.

#### 4 DISCUSSÃO

O objetivo desta revisão foi investigar a hipótese de que os implantes com colar microtexturizado a laser não apresentam vantagens quanto à taxa de sobrevida e perda óssea marginal.

A taxa de sobrevida é uma análise quantitativa, como nenhum estudo incluiu nesta revisão o controle da estabilidade terciária, o tipo de perfil dos pilares e nem considerou áreas submetidas à regeneração óssea guiada, em todo o período de observação do trabalho, estes parâmetros podem mascarar problemas em relação à perda óssea marginal. Embora o tratamento de superfície microtexturizado a laser para o colar do implante seja um fator positivo quanto à remodelação óssea, as taxas de sucesso, em longo prazo, são semelhantes aos de implantes não laser.

Uma ampla busca por estudos foi realizada, incluindo a eletrônica, manual e pesquisas de literatura cinza. Nenhuma restrição foi imposta para evitar viés de publicação, na data ou na língua das publicações. Os autores de um dos estudos tiveram que ser procurados para responder perguntas (Pecora et al., 2009). Dos dez estudos utilizados na meta-análise, seis foram ECCR, considerados de menor potencial de viés. Uma das observações deste estudo foi a pouca quantidade de ECCR avaliando o colar microtexturizado a laser *versus* sem laser em relação à remodelação óssea ao redor do implante. A instalação dos implantes, o condicionamento de tecido mole determinando o zênite gengival e a seleção dos pilares respeitando os limites biológicos foram determinantes para o resultado final.

A remodelação óssea, após o carregamento dos implantes é considerada um fator determinante para o resultado estético e sobrevida das reabilitações (Tarnow; Cho; Wallace; 2000; Zetu; Wang, 2005; Fransson et al., 2010; Papaspyridakos et al., 2012; Chen; Buser, 2014). Porém, implantes em pacientes que possuem maior suscetibilidade à doença periodontal, má higiene oral, fumantes e diabéticos apresentam maior risco de falha, aumentando a prevalência da doença peri-implantar na forma de supuração, peri-implantite e perda óssea, especialmente em fumantes. Idade e sexo dos pacientes não estão relacionados com o insucesso dos implantes (Peñarrocha-Diago et al., 2013), mas condições médicas associadas com o aumento da idade devem ser consideradas e, se necessário, modificações devem ser realizadas no plano de tratamento (Buttendorf, 2012).

Nos resultados de dois artigos investigados (Linkevicius et al., 2015a; Hegazy; Elmekawy; Emera, 2016) não houve diferença significativa quanto à perda óssea ao redor do implante, o que pode ter sido consequência do carregamento precoce aplicado aos implantes. Essa condição pode alterar a referência quando a perda óssea é avaliada, explicando maiores valores encontrados. Outro fator a ser considerado, indica que os

tecidos moles delgados são também causadores de remodelação óssea, durante a formação do espaço biológico ao redor dos implantes (Vervaeke et al., 2015; Linkevicius et al., 2010, Linkevicius et al., 2015b; Linkevicius et al., 2015c). Em adição a isto, sabe-se que cerca de 4 mm de altura são necessários para formação de um selo biológico adequado (Tomasi et al., 2014). Outra ponderação oportuna, é a questão da profundidade de inserção do implante em relação ao nível ósseo crestal, que pode influenciar dramaticamente a remodelação óssea em razão da ação do fator de crescimento epitelial (EGF). Apenas um artigo (Gultekin et al., 2016), da meta-análise, fez referência à posição supracrestal dos implantes de colar laser, o que pode ter favorecido a menor taxa de remodelação nestes implantes.

Nove estudos clínicos (Botos et al., 2011; Farronato et al., 2014; Guarnieri et al., 2014; Guarnieri et al., 2015; Iorio-Siciliano et al., 2015; Linkevicius et al., 2015a; Guarnieri et al., 2016; Gultekin et al., 2016; Guarnieri et al., 2018) demonstraram diferença estatística significativa, conferindo aos implantes de colar tratados a laser uma vantagem quanto à perda óssea. O colar microtexturizado a laser pode reduzir parâmetros clínicos, como índice de placa, profundidade de sondagem e índice de sangramento (Botos et al., 2011; Farronato et al., 2014; Guarnieri et al., 2014; Iorio-Siciliano et al., 2015; Guarnieri et al., 2016; Gultekin et al., 2016; Guarnieri et al., 2018; Gopalakrishnan; Joshi; Romanos, 2014; Grande et al., 2013; Guarnieri; Belleggia; Grande, 2016), favorecendo a biomecânica e a estética peri-implantar. No entanto, mesmo com amplas vantagens para este tipo de colar, sugere-se considerar outros importantes aspectos clínicos intimamente relacionados às falhas e perda óssea marginal, especialmente quando implantes curtos são utilizados.

A literatura credita o aumento da taxa de perda óssea, em longo prazo, à estrutura da superfície, principalmente na parte cervical do implante, em função do maior contato osso/implante nesta área (Mertens et al., 2012). Por isso, é crucial descrever nas pesquisas, as características da superfície bem como o grau de rugosidade do sistema de implante utilizado. A maioria dos estudos nesta revisão sistemática descreveu o tipo de superfície, sendo a rugosa moderada a mais encontrada. A descrição detalhada dos sistemas, para avaliar o sucesso longitudinal de implantes, é fundamental, pois aumenta a reprodutibilidade dos estudos e permite a comparação de resultados.

Estudos *in vitro* e *in vivo* indicam que a rugosidade e a textura da superfície na faixa de micrômetros, podem ter um impacto positivo sobre os eventos iniciais da osseointegração, influenciando a adesão, orientação, proliferação e metabolismo de células do tecido epitelial e conjuntivo. Em alguns tratamentos de superfícies, as rugosidades parecem aumentar a formação de uma rede de fibrina, o que poderia, hipoteticamente, ser favorável para a estabilidade inicial do implante e diminuição da migração apical das células epiteliais (Rompen et al., 2006).

Apesar de relevante a rugosidade de superfície, a infecção aguda na área peri-implantar, pode ser mais comum e difícil de tratar quando o grau de rugosidade for elevado (> 2mm) (Esposito; Ardebili; Worthington, 2014). No entanto, em quatro estudos pesquisados (Maló; Nobre; Lopes, 2011; Perelli et al., 2011; Cannizzaro et al., 2012) com casos de peri-implantite e mucosite, não se avaliou possíveis relações entre a rugosidade da superfície e o risco para peri-implantite com perda óssea marginal. Estudos avaliando o desempenho clínico dos implantes devem considerar estes aspectos como relevantes (Birdi et al., 2010).

O implante de colar microtexturizado a laser, obtido pela técnica de ablação, apresenta sua superfície modificada por irradiação de feixes laser, que produzem microcanais específicos e uma superfície moderadamente rugosa. O tamanho da rugosidade depende da intensidade do pulso da fonte emissora (Thakral et al., 2014). A microtextura a laser com 8 e 12  $\mu\text{m}$  de profundidade, na faixa de 0,7 e 0,8 mm de extensão respectivamente no colar do implante, produz microcanais extremamente consistentes, dimensionados para anexar e organizar osteoblastos e fibroblastos (Frenkel et al., 2002; Ricci; Grew; Alexander, 2008; Grew; Ricci; Alexander, 2008). Isto resulta em maior adesão óssea crestal junto ao implante, à luz do fato de que o substrato mecânico de apoio aos tecidos biológicos pode ter uma influência significativa no desenvolvimento e crescimento celular (Brunette, 1998).

Os implantes de superfície microtexturizada a laser apresentam vantagens biológicas e biomecânicas em relação aos implantes de colar com superfície usinada ou rugosa sem tratamento a laser. Diminuição no período de osseointegração e maior capacidade de absorção de cargas oclusais, sendo este último favorável à questão estética. Apenas a superfície laser demonstrou, em microscopia de luz polarizada e microscopia eletrônica de varredura, também ser eficaz para anexação de tecidos moles (Ricci et al., 1995).

Especificamente, as integrinas formam uma ponte a partir da membrana celular e permitem a migração das células para o ambiente extracelular (Botos et al., 2011). Em particular, a arginina-glicina-aspartato complexo de aminoácidos (conhecido como complexo de integrina RGD), na superfície externa da membrana celular, permite a transdução de compressão e tração de forças, resultando na modificação da morfologia celular (Puleo; Nanci, 1999). A compreensão básica deste processo é clinicamente relevante, pois explica o mecanismo pelo qual forças oclusais e outros fatores mecânicos podem influenciar na remodelação óssea da região peri-implantar (Botos et al., 2011).

A vantagem da utilização do laser sobre outros tipos de tratamentos são as formações de microrretenções orientadas e regulares em pontos bem definidos. Ao passo que superfícies jateadas e ou tratadas com ácido, criam variações de ponto a ponto no implante e alteram a reação celular dependendo de onde cada célula entra em contato

(Iglhaut et al., 2013). A modificação na topografia de superfície microtexturizada, promove o espalhamento e migração celular, reduzindo contatos focais entre as células (Zhu et al., 2004). Todas estas características podem explicar os resultados positivos em relação ao tamanho do efeito global  $Z = 6,01$  ( $p < 0,00001$ ) da meta-análise, sugerindo que a utilização desses implantes pode ser uma opção viável quando se quer preservar ao máximo o nível ósseo crestal.

O tratamento de superfície a laser pode ser considerado como descontaminado, por não interagir com materiais externos durante o processamento, em que o feixe laser age como meio físico sobre a superfície do implante. Esta técnica não envolve elementos químicos, evitando a contaminação da camada de óxido de titânio, elementar para otimizar a molhabilidade. Esta técnica produz alto grau de pureza e rugosidade suficientes para uma osseointegração mais rápida e com maior qualidade (Frenkel et al., 2002; Ricci; Grew; Alexander, 2008; Grew; Ricci; Alexander, 2008; Ricci et al., 1995; Soboyejo et al., 2002; Ricci et al., 2000; Grew; Ricci, 2000; Grew et al., 1998; Grew et al., 1997; Moraschini et al., 2015).

Estudos e pesquisas comparativas sobre remodelação óssea entre diferentes sistemas e tipos de implantes devem ser vistos com cuidados e reservas. Deve-se levar em consideração as diferenças entre as metodologias empregadas, entre técnicas cirúrgicas, geometria do implante, profundidade de inserção em relação ao nível ósseo, estabilidade terciária (ADOS' factor), tipo de tratamento de superfície do implante e perfil do pilar (Francischone et al., 2010). Nos trabalhos em que se pretende analisar criteriosamente o grau de saucerização ou remodelação, todas estas variáveis devem ser consideradas na avaliação de resultados (Francischone et al., 2010).

A utilização de implantes com colar microtexturizado a laser pode interferir positivamente na remodelação óssea, favorecendo a longevidade e a estética dos implantes osseointegrados. Embora esta superfície não seja totalmente análoga ao cimento do dente natural, ela parece fornecer mais suporte para o tecido mole, além do que é ofertado pelo osso crestal (Botos et al., 2011). Esta relação simbiótica entre tecidos moles e duros mantém a integridade dos implantes, possibilitando a saúde e a estética por mais tempo.

A revisão sistemática não considerou o perfil dos pilares anexados aos implantes, no entanto é oportuno ressaltar a sua importância, pois o estabelecimento de uma conexão física de tecido conjuntivo com a superfície laser gerou uma área inteiramente nova de pesquisa e desenvolvimento: laser aplicado aos pilares. Isso proporciona uma oportunidade de usar ao mesmo tempo, pilares e implantes tratados a laser para criar selo biológico adequado e estabelecimento de uma osseointegração superior (Frenkel et al., 2002).

Alternativamente, os abutments ou pilares laser podem suportar a saúde peri-implantar ao redor de implantes sem laser. Múltiplos estudos pré-clínicos e clínicos suportam ambos os conceitos (Ricci et al., 2000; Grew; Ricci, 2000; Grew et al., 1998; Grew

et al., 1997; Moraschini et al., 2015). Os pilares laser podem inibir o crescimento epitelial, anexar fisicamente o tecido conjuntivo, proteger e manter o osso crestal (Nevins et al., 2013; Nevins et al., 2010; Geus; Vassilopoulos; Reddy, 2011; Nevins et al., 2012a; Nevins et al., 2012b).

A presente revisão sistemática apontou como lacuna o baixo número de estudos comparativos envolvendo implantes com colar de tratamento microtexturizado a laser e outros tipos de tratamentos de superfícies citados pela literatura. Tendo-se em vista, o baixo número de ECCR, sugere-se a realização de mais estudos com padronização dos sistemas de implantes para avaliação dos tecidos de suporte, a fim de reforçar os resultados encontrados pela revisão sistemática.

Em conclusão, com base nos resultados desta revisão sistemática, sugere-se que o tipo de colar não influenciou a taxa de sobrevida (98%) dos 968 implantes avaliados. No entanto, combinados com os níveis ósseos crestais mais elevados, medidos a partir do topo do implante, os resultados sustentam a proposta de que o colar microtexturizado a laser proporciona melhor suporte ao osso adjacente e ao tecido conjuntivo, atenuando a migração óssea apical.

## REFERÊNCIAS

ABUHUSSEIN, H. et al. The effect of thread pattern upon implant osseointegration. **Clinical oral implants research**, v. 21, n. 2, p. 129-136, fev. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2009.01800.x>. Acesso em: 25 ago. 2023.

BIRDI, H. et al. Crown-to-implant ratios of short-length implants. **Journal of oral implantology**, v. 36, n. 6, p. 425-433, dez. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1563/AAID-JOI-D-09-00071>. Acesso em: 25 ago. 2023.

BOTOS, S. et al. The effects of laser microtexturing of the dental implant collar on crestal bone levels and peri-implant health. **The International journal of oral & maxillofacial implants**, v. 26, n. 3, p. 492-498, mai./jun. 2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21691595/>. Acesso em: 25 ago. 2023.

BRUNETTE, D. M. The effect of implant surface topography on the behavior of cells. **The International Journal of oral & maxillofacial implants**, v. 3, n. 4, p. 231-246, 1988. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3075965/>. Acesso em: 25 ago. 2023.

BUTTENDORF, A. R. **Prevalência das doenças peri-implantares mucosite e periimplantite. Análise de fatores de risco locais e sistêmicos. Estudo retrospectivo de 1a 9 anos.** Tese (Doutorado em Odontologia) - Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

CALVO-GUIRADO, J. L. et al. Influence of collar design on peri-implant tissue healing around immediate implants: a pilot study in Foxhound dogs. **Clinical oral implants research**, v. 26, n. 7, p. 851-857, jul. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/clr.12374>. Acesso em: 25 ago. 2023.

CANNIZZARO, G. et al. Immediate versus early loading of 6.5 mm-long flapless-placed single implants: a 4-year after loading report of a split-mouth randomised controlled trial. **European Journal of oral implantology**, v. 5, n. 2, p. 111-121, verão 2012. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22866288/>. Acesso em: 25 ago. 2023.

CARVALHO, A. P. V.; SILVA, V.; GRANDE, A. J. Avaliação do risco de viés de ensaios clínicos randomizados pela ferramenta da colaboração. **Diagnóstico e Tratamento**, v. 18, n. 1, p. 38-44, jan./mar. 2013. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-670595>. Acesso em: 25 ago. 2023.

CHEN, S. T.; BUSER, D. Esthetic outcomes following immediate and early implant placement in the anterior maxilla – a systematic review. **The International journal of oral & maxillofacial implants**, v. 29, [S. l], p. 186-215, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.11607/jomi.2014suppl.g3.3>. Acesso em: 25 ago. 2023.

CONSOLARO, A. et al. Saucerization of osseointegrated implants and planning of simultaneous orthodontic clinical cases. **Dental Press Journal of Orthodontics**, v. 15, n. 3, p. 19-30, mai./jun. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S2176-94512010000300003>. Acesso em: 25 ago. 2023.

ESPOSITO, M.; ARDEBILI, Y.; WORTHINGTON, H. V. Interventions for replacing missing teeth: different types of dental implants. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, n. 7, jul. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003815.pub4>. Acesso em: 25 ago. 2023.

FARRONATO, D. Influence of laser-lok surface on immediate functional loading of implants in single-tooth replacement: a 2-year prospective clinical study. **The International journal of periodontics & restorative dentistry**, v. 34, n. 1, p. 79-89, jan./fev. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.11607/prd.1747>. Acesso em: 25 ago. 2023.

FRANCISCHONE, C. E. et al. Terapia estética com implantes osseointegrados: fatores que influenciam na longevidade. In: FERNANDES, C. P. **Uma Odontologia de Classe Mundial – FDI 2010 Brasil**. São Paulo: Santos; 2010. p. 26-60. ISBN 978-8572888622.

FRANSSON, C. et al. Severity and pattern of peri-implantitis associated bone loss. **Journal of clinical periodontology**, v. 37, n. 5, p. 442-448, mai. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2010.01537.x>. Acesso em: 25 ago. 2023.

FRENKEL, S. R. et al. Osseointegration on metallic implant surfaces: effects of microgeometry and growth factor treatment. **Journal of biomedical materials research**, v. 63, n. 6, p. 706-713, out. 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jbm.10408>. Acesso em: 25 ago. 2023.

GEURS, N. C.; VASSILOPOULOS, P. J.; REDDY, M. S. Histologic evidence of connective tissue integration on laser microgrooved abutments in humans. **Clinical Advances in Periodontics**, v. 1, n. 1, p. 29-33, mai. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1902/cap.2011.100005>. Acesso em: 25 ago. 2023.

GOPALAKRISHNAN, D.; JOSHI, V.; ROMANOS, G. E. Soft and hard tissue changes around laser microtexture single tooth implants: a clinical and radiographic evaluation. **Implant Dentistry**, v. 2, n. 5, p. 570-575, out. 2014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25238269/>. Acesso em: 25 ago. 2023.

GRANDE, M. et al. Immediate occlusal loading of tapered internal Laser-Lok® implants in partial arch rehabilitations: a 24-months clinical and radiographic study. **Journal of Osseointegration: Periodontics and prosthodontics**, v. 5, n. 3, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.23805/jo.2013.05.03.03>. Acesso em: 25 ago. 2023.

GREW, J. C. et al. Cytological characteristics of 3T3 fibroblasts cultured on micropatterned substrates. In: **24<sup>th</sup> Annual Meeting of the Society for Biomaterials**, 1998. San Diego, abr. 1998, p. 22-26.

GREW, J. C. et al. Effects of surface microgeometry on fibroblast shape and cytoskeleton. In: **23<sup>rd</sup> Annual Meeting of the Society for Biomaterials**, 1997. New Orleans, abr./mai. 1997.

GREW, J. C.; RICCI, J. L. Cytoskeletal organization in three fibroblast variants cultured on micropatterned surfaces. In: **6<sup>th</sup> World Biomaterials Congress**, 2000. Kamuela, mai. 2000.

GREW, J. C.; RICCI, J. L.; ALEXANDER, H. Connective-tissue responses to defined biomaterial surfaces. II. Behavior of rat and mouse fibroblasts cultured on microgrooved substrates. **Journal of biomedical materials and research. Part A**, v. 85, n. 2, p. 326-335, mai. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jbm.a.31378>. Acesso em: 25 ago. 2023.

GUARNIERI, R. et al. A double-blind randomized trial comparing implants with laser-microtextured and machined collar surfaces: microbiologic and clinical results. **The International journal of oral & maxillofacial implants**, v. 31, n. 5, p. 1117-1125, set./out. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.11607/jomi.4563>. Acesso em: 25 ago. 2023.

GUARNIERI, R. et al. Clinical, radiographic, and esthetic evaluation of immediately loaded laser microtextured implants placed into fresh extraction sockets in the anterior maxilla: a 2-year retrospective multicentric study. **Implant dentistry**, v. 23, n. 2, p. 144-154, abr. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/ID.000000000000061>. Acesso em: 25 ago. 2023.

GUARNIERI, R. et al. Incidence of peri-implant diseases on implants with and without laser-microgrooved collar: a 5-year retrospective study carried out in private practice patients. **The International journal of oral & maxillofacial implants**, v. 33, n. 2, p. 457-465, mar./abr. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.11607/jomi.6178>. Acesso em: 25 ago. 2023.

GUARNIERI, R. et al. Influence of a laser-look surface on immediate functional loading of implants in single-tooth replacement: three-year results of a prospective randomized clinical study on soft tissue response and esthetics. **The International journal of periodontics & restorative dentistry**, v. 35, n. 6, p. 865-875, nov./dez. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.11607/prd.2273>. Acesso em: 25 ago. 2023.

GUARNIERI, R.; BELLEGGIA, F.; GRANDE, M. Immediate versus delayed treatment in the anterior maxilla using single implants with a laser-microtextured collar: 3-year results of a case series on hard- and soft-tissue response and esthetics. **Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry**, v. 25, n. 2, p. 135-145, fev. 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25963199/>. Acesso em: 25 ago. 2023.

GULTEKIN, B. A. et al. Does the laser-microtextured short implant collar design reduce marginal bone loss in comparison with a machined collar? **BioMed Research International**, v. 2016, ago. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2016/9695389>. Acesso em: 25 ago. 2023.

HEGAZY S, ELMEKAWY N, EMERA RM. Peri-implant outcomes with laser vs nanosurface treatment of early loaded implant-retaining mandibular overdentures. **The International journal of oral & maxillofacial implants**, v. 31, n. 2, p. 424-430, mar./abr. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.11607/jomi.3805>. Acesso em: 25 ago. 2023.

HEINRICH, A. et al. Laser-modified titanium implants for improved cell adhesion. **Lasers in medical science**, v. 21, n. 1, p. 55-58, jan. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10103-007-0460-z>. Acesso em: 25 ago. 2023.

HIGGINS, J. P. et al. The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. **British medical journal**, v. 343, out. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmj.d5928>. Acesso em: 25 ago. 2023.

HIGGINS, J. P. T.; GREEN, S. (ed). **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions. The Cochrane Collaboration, 2011**, E-book. Disponível em: <https://handbook-5-1.cochrane.org/>. Acesso em: 25 ago. 2023.

IGLHAUT, G. et al. The impact of dis-/reconnection of laser microgrooved and machined implant abutments on soft- and hard-tissue healing. **Clinical oral implants research**, v. 24, n. 4, p. 391-397, abr. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/clr.12040>. Acesso em: 25 ago. 2023.

- IORIO-SICILIANO, V. et al. Soft tissue conditions and marginal bone levels of implants with a laser-microtextured collar: a 5-year, retrospective, controlled study. **Clinical oral implants research**, v. 26, n. 3, p. 257-262, mar. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/clr.12518>. Acesso em: 25 ago. 2023.
- KIM, S. et al. Influence of transmucosal designs of three one-piece implant systems on early tissue responses: a histometric study in beagle dogs. **The International journal of oral & maxillofacial implants**, v. 25, n. 2, p. 309-314, mar./abr. 2010. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20369089/>. Acesso em: 25 ago. 2023.
- LINKEVICIUS T. et al. Radiological comparison of laser-microtextured and platform-switched implants in thin mucosal biotype. **Clinical oral implants research**, v. 25, n. 5, p. 599-605, mai. 2015a. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/clr.12544>. Acesso em: 25 ago. 2023.
- LINKEVICIUS, T. et al. Crestal bone stability around implants with horizontally matching connection after soft tissue thickening: a prospective clinical trial. **Clinical implant dentistry and related research**, v. 17, n. 3, p. 497-508, jun. 2015b. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/cid.12155>. Acesso em: 25 ago. 2023.
- LINKEVICIUS, T. et al. Influence of thin mucosal tissues on crestal bone stability around implants with platform switching: a 1-year pilot study. **Journal of oral and maxillofacial surgery**, v. 68, n. 9, p. 2272-2277, set. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.joms.2009.08.018>. Acesso em: 25 ago. 2023.
- LINKEVICIUS, T. et al. Influence of vertical soft tissue thickness on crestal bone changes around implants with platform switching: a comparative clinical study. **Clinical implant dentistry and related research**, v. 17, n. 6, p. 1228-1236, dez. 2015c. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/cid.12222>. Acesso em: 25 ago. 2023.
- MALÓ, P.; NOBRE, M.; LOPES, A. Short implants in posterior jaws. A prospective 1-year study. **European Journal of oral implantology**, v. 4, n. 1, p. 47-53, primavera 2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21594219/>. Acesso em: 25 ago. 2023.
- MERTENS, C. et al. Use of 8-mm and 9-mm implants in atrophic alveolar ridges: 10-year results. **The international journal of oral & maxillofacial implants**, v. 27, n. 6, p. 1501-1508, nov. 2012. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23189302/>. Acesso em: 25 ago. 2023.
- MIURA, S.; TAKEBE, J. Biological behavior of fibroblast-like cells cultured on anodized-hydrothermally treated titanium with a nanotopographic surface structure. **Journal of prosthodontic research**, v. 56, n. 3, p. 178-186, jul. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jpjor.2011.11.004>. Acesso em: 25 ago. 2023.
- MOHER, D. et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. **PLoS medicine**, v. 6, n. 7, p. e1000097, jul. 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>. Acesso em: 25 ago. 2023.
- MOMBELLI, A.; LANG, N. P. The diagnosis and treatment of peri-implantitis. **Periodontology 2000**, v. 17, p. 63-76, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0757.1998.tb00124.x>. Acesso em: 25 ago. 2023.
- MORASCHINI, V.; POUBEL, L. A.; FERREIRA, V. F.; BARBOSA, E. dos S. P Evaluation of survival and success rates of dental implants reported in longitudinal studies with a follow-up period of at least 10 years: a systematic review. **International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 44, n. 3, p. 377-385, mar. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2014.10.023>. Acesso em: 25 ago. 2023.
- NEVINS, M. et al. Connective tissue attachment to laser-microgrooved abutments: a human histologic case report. **The international journal of periodontics & restorative dentistry**, v. 32, n. 4, p. 385-392, ago. 2012a. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22577643/>. Acesso em: 25 ago. 2023.
- NEVINS, M. et al. Histologic evidence of a connective tissue attachment to laser microgrooved abutments: a canine study. **The international journal of periodontics & restorative dentistry**, v. 30, n. 3, p. 245-255, jun. 2010. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20386781/>. Acesso em: 25 ago. 2023.

- NEVINS, M. et al. Human histologic evidence of a connective tissue attachment to a dental implant. **The International journal of periodontics & restorative dentistry**, v. 28, n. 2, p. 111-121, abr. 2008. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18546807/>. Acesso em: 25 ago. 2023.
- NEVINS, M. et al. Maintaining interimplant crestal bone height via a combined platform-switched, Laser-Lok implant/abutment system: a proof-of-principle canine study. **The international journal of periodontics & restorative dentistry**, v. 33, n. 3, p. 261-267, mai./jun. 2013. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23593619/>. Acesso em: 25 ago. 2023.
- NEVINS, M. et al. Reattachment of connective tissue fibers to a laser-microgrooved abutment surface. **The international journal of periodontics & restorative dentistry**, v. 32, n. 4, p. 131-134, ago. 2012b. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22577655/>. Acesso em: 25 ago. 2023.
- NOVAES, A. B. et al. Influence of implant surfaces on osseointegration. **Brazilian dental journal**, v. 21, n. 6, p. 471-481, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-64402010000600001>. Acesso em: 25 ago. 2023.
- PAPASPYRIDAKOS, P. et al. Success criteria in implant dentistry: a systematic review. **Journal of dental research**, v. 91, n. 3, p. 242-248, mar. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0022034511431252>. Acesso em: 25 ago. 2023.
- PECORA, G. E. et al. Clinical evaluation of laser microtexturing for soft tissue and bone attachment to dental implants. **Implant dentistry**, v. 18, n. 1, p. 57-66, fev. 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/ID.0b013e31818c5a6d>. Acesso em: 25 ago. 2023.
- PEÑARROCHA-DIAGO, M. A. et al. Influence of implant neck design and implant-abutment connection type on peri-implant health. Radiological study. **Clinical oral implants research**, v. 24, n. 11, p. 1192-1200, nov. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2012.02562.x>. Acesso em: 25 ago. 2023.
- PERELLI, M.; ABUNDO, R.; CORRENTE, G.; SACCONI, C. Short (5 and 7 mm long) porous implant in the posterior atrophic mandible: a 5-year report of a prospective study. **European Journal of oral implantology**, v. 4, n. 4, p. 363-368, inverno 2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22282732/>. Acesso em: 25 ago. 2023.
- PIMENTEL, G. H. et al. Perda óssea periimplantar e diferentes sistemas de implantes. **Innovations Implant Journal**, v. 5, n. 2, p. 75-81, mai./ago. 2010. Disponível em: [http://revodontobvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1984-59602010000200016](http://revodontobvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-59602010000200016). Acesso em: 25 ago. 2023.
- PULEO, D. A.; NANJI, A. Understanding and controlling the bone implant interface. **Biomaterials**, v. 20, n. 23/24, p. 2311-2321, dez. 1999. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0142-9612\(99\)00160-X](https://doi.org/10.1016/S0142-9612(99)00160-X). Acesso em: 25 ago. 2023.
- RAMS, T. E. et al. The subgingival microbial flora associated with human dental implants. **The Journal of prosthetic dentistry**, v. 51, n. 4, p. 529-534, 1984. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(84\)90309-3](https://doi.org/10.1016/0022-3913(84)90309-3). Acesso em: 25 ago. 2023.
- RICCI, J. L. et al. In vitro effects of surface roughness and controlled surface microgeometry on fibrous tissue cell colonization. *In*: 21<sup>st</sup> Annual Meeting of the Society for Biomaterials, 1995. San Francisco, mar. 1995.
- RICCI, J. L.; GREW, J. C.; ALEXANDER, H. Connective-tissue responses to defined biomaterial surfaces. I. Growth of rat fibroblast and bone marrow cell colonies on microgrooved substrates. **Journal of biomedical materials and research. Part A**, v. 85, n. 2, p. 313-325, mai. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jbm.a.31379>. Acesso em: 25 ago. 2023.
- RICCI, J.L. et al. Bone response to laser microtextured surfaces. *In*: DAVIES, J.E. (ed). **Bone Engineering**. Toronto: Em2 Inc., 2000, cap. 25.

ROMPEN, E. et al. The effect of material characteristics, of surface topography and of implant components and connections on soft tissue integration: a literature review. **Clinical Oral Implants Research**, v. 17, n. S2, p. 55-67, out. 2006. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16968382/>. Acesso em: 25 ago. 2023.

SCHWARZ, F. et al. Crestal bone changes at nonsubmerged implants (Camlog) with different machined collar lengths: a histomorphometric pilot study in dogs. **The International journal of oral & maxillofacial implants**, v. 23, n. 2, p. 335-342, mar./abr. 2008. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18548932/>. Acesso em: 25 ago. 2023.

SHEA, B. J. et al. Development of AMSTAR: a measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews. **BMC Medical Research Methodology**, v. 7, n. 10. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/1471-2288-7-10>. Acesso em: 25 ago. 2023.

SHIN, Y. K. et al. Radiographic evaluation of marginal bone level around implants with different neck designs after 1 year. **The International journal of oral & maxillofacial implants**, v. 21, n. 5, p. 789-794, sep/oct, 2006. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17066642/>. Acesso em: 25 ago. 2023.

SOBOYEJO, W. O. et al. Interactions between MC3T3-E1 cells and textured Ti6Al4V surfaces. **Journal of biomedical materials research** v. 62, n. 1, p. 56-72, out. 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jbm.10221>. Acesso em: 25 ago. 2023.

TARNOW, D. P.; CHO, S. C.; WALLACE, S. S. The effect of inter-implant distance on the height of inter-implant bone crest. **Journal Periodontol**, v. 71, n. 4, p. 546-549, abr. 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1902/jop.2000.71.4.546>. Acesso em: 25 ago. 2023.

THAKRAL, G. et al. Nanosurface – the future of implants. **Journal of clinical and diagnostic research: JCDR**, v. 8, n. 5, p. 7-10, mai. 2014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24995264/>. Acesso em: 25 ago. 2023.

TOMASI, C. et al. Morphogenesis of peri-implant mucosa revisited: an experimental study in humans. **Clinical Oral Implants Research**, v. 25, n. 9, p. 997-1003, set. 2014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23799997/>. Acesso em: 25 ago. 2023.

VERVAEKE, S. et al. A multifactorial analysis to identify predictors of implant failure and peri-implant bone loss. **Clinical implant dentistry and related research**, v. 17, suppl. 1, p. 298-307, jan. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/cid.12149>. Acesso em: 25 ago. 2023.

ZETU, L.; WANG, H. L. Management of inter-dental/inter-implant papilla. **Journal of clinical periodontology**, v. 32, n. 7, p. 831-839, jul. 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2005.00748.x>. Acesso em: 25 ago. 2023.

ZHAO, B. et al. Osteoblast integration of dental implant materials after challenge by sub-gingival pathogens: a co-culture study in vitro. **International journal of oral science**, v. 7, n. 4, p. 250-258, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/ijos.2015.45>. Acesso em: 25 ago. 2023.

ZHU, X. et al. Effects of topography and composition of titanium surface oxides on osteoblast responses. **Biomaterials**, v. 25, n. 18, p. 4087-4103, ago. 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2003.11.011>. Acesso em: 25 ago. 2023.

**Tabela 1** - Principais características dos estudos selecionados.

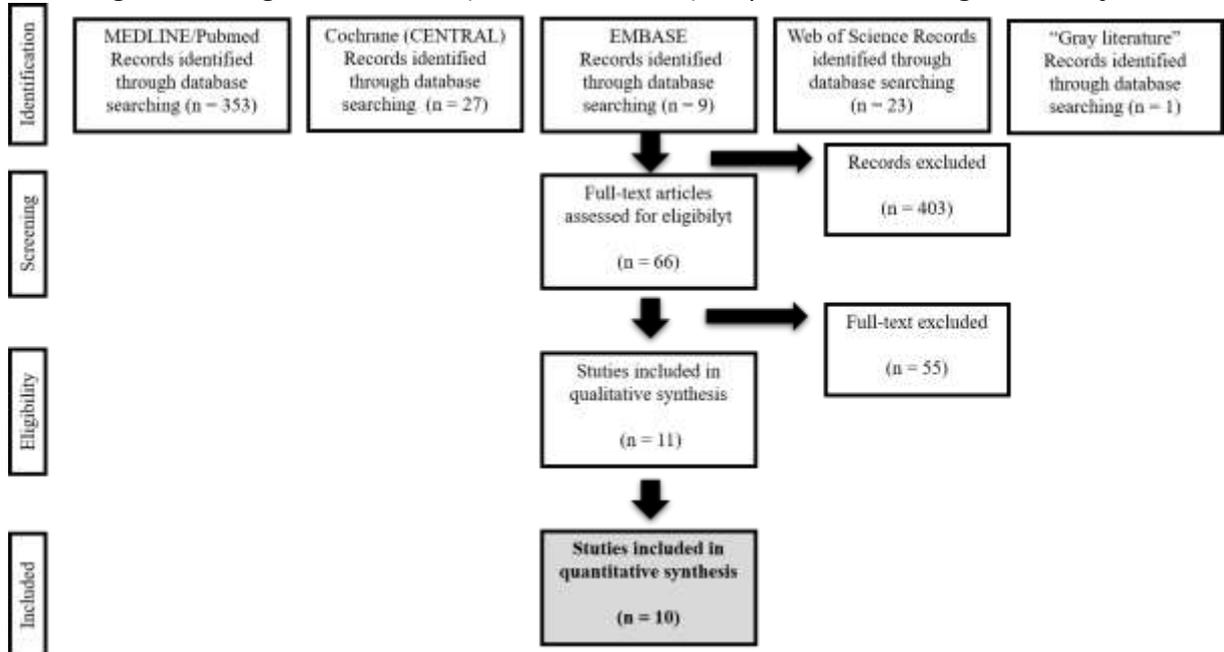
Autor/Ano	Outros assuntos	Total implantes	Trat. superfície	Local instalação	Material prótese	Protocolo de carga	Follow-up (ano)	Exclusão	Falhas	Taxa sobreviv.	POM Laser (mm)	POM Control (mm)
Botos et al., 2011	IP, SS, PS	60	SML x usinado	Mandíbula	Resina acrílica	Imediato	6 meses/1 ano	N/R	2	97%	0,42 SD = 0,34	1,13 SD = 0,61
Farronato et al., 2014	Nível fix., IP, SS	78	SML x usinado	Maxila e mandíbula anterior	Resina acrílica Porcelana	Tardio	2 anos	N/R	2	96%	0,49 SD = 0,34	1,07 SD = 0,3
Guarnieri et al., 2014	Nível fixação IP, SS	300	SML x usinado	Maxila e mandíbula	N/R	Tardio	2 anos	N/R	9	97%	0,58 SD = 0,04	1,09 SD = 0,11
Guarnieri et al., 2015	Nível fixação IP, SS	78	SML x usinado	Maxila e mandíbula anterior	Resina acrílica Porcelana	Tardio	3 anos	N/R	2	96%	0,59 SD = 0,27	1,17 SD = 0,31
Iorio-Siciliano et al., 2015	IP, SS	65	SML x jato areia	N/R	N/R	Tardio	5 anos	N/R	5	92%	0,81 SD = 0,24	2,02 SD = 0,32
Linkevicius et al., 2015a	N/R	60	SML x nano	Mandíbula posterior	Metalocer. esplintada	Tardio	1 ano	N/R	0	100%	1,41 SD = 0,42	1,43 SD = 0,23
Guarnieri et al., 2016	Dif. na microbiota	34	SML x usinado	Maxila e mandíbula	N/R	Tardio	1 ano	N/R	0	100%	0,19 SD = 0,06	0,36 SD = 0,17
Gultekin et al., 2016	POM	103	SML x nano	Mandíbula anterior	Resina acrílica	Precoce	6 meses 1 ano	6 pacientes 1 (morte)	0	100%	0,49 SD = 0,03	1,38 SD = 0,07
Hegazy; Elmekawy; Emera, 2016	IP, SS, PS	72	SML x usinado	Região post. unit.	Metalocer. cimentada	Tardio	3 anos	6 pacientes	0	100%	1,45 SD = 0,31	1,51 SD = 0,34
Guarnieri et al., 2018	IP, SS, OS, S	166	SML x usinado	N/R	Metalocer. ciment./paraf.	N/R	5 anos	N/R	0	100%	1,51 SD = 0,23	2,58 SD = 0,29

Fonte: Próprios autores.;

Legenda: IP = índice de placa; SS = sangramento à sondagem; PS = profundidade de sondagem; S = supuração; N/R = não reportado; SML = superfície microtexturizada a laser; POM = perda óssea marginal

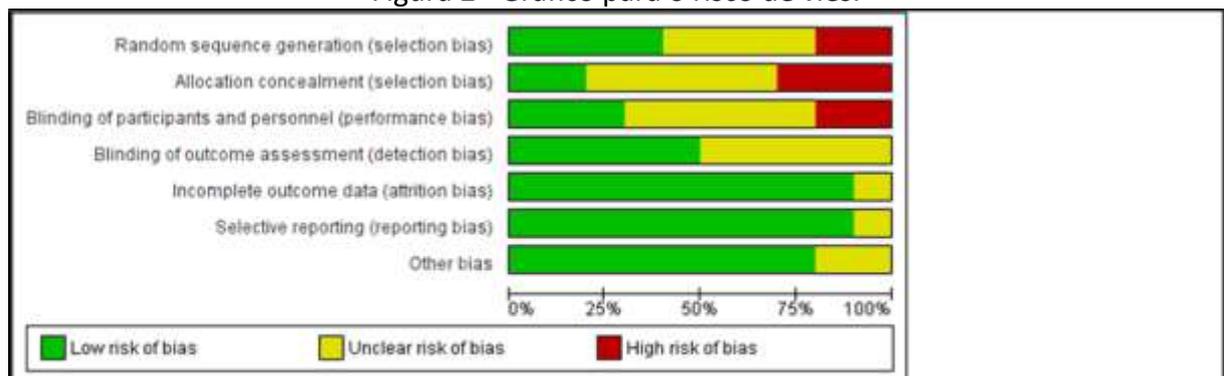
## ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Diagrama de fluxo (formato PRISMA) do processo de triagem e seleção



Fonte: Próprios autores.

Figura 2 - Gráfico para o risco de viés.

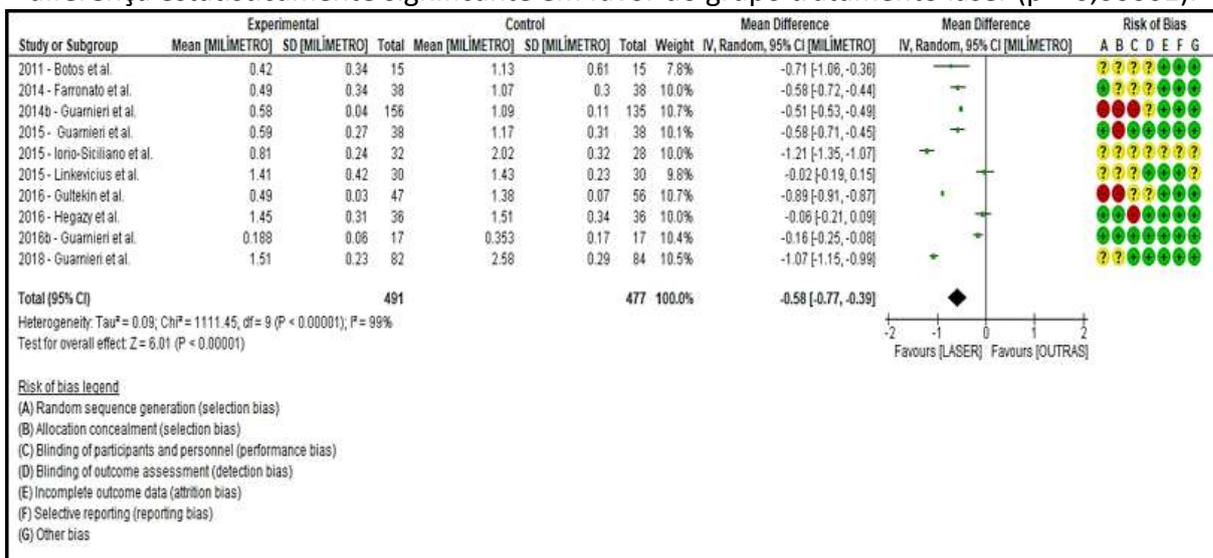


Caption

Risk of bias graph: review authors' judgements about each risk of bias item presented as percentages across all included studies.

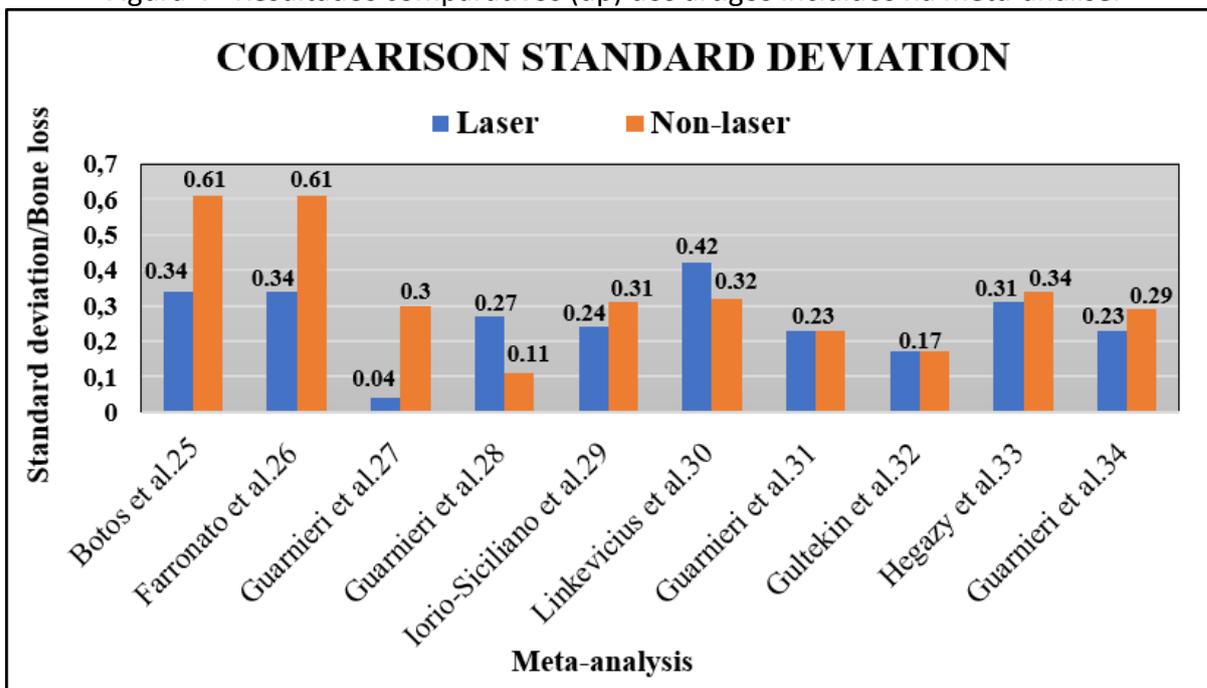
Fonte: Próprios autores.

Figura 3 - Resultados *Forest Plot*. Gráfico da floresta para o evento "POM". Foi observada diferença estatisticamente significativa em favor do grupo tratamento laser ( $p < 0,00001$ ).



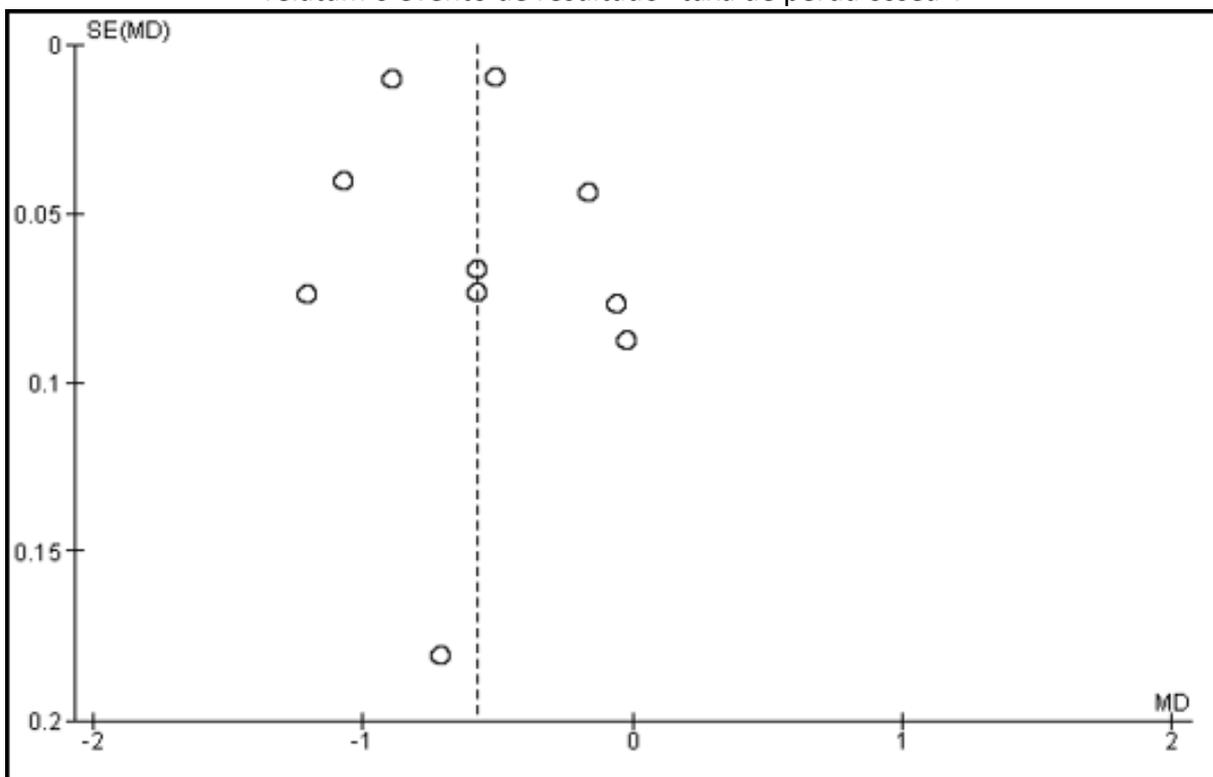
Fonte: Próprios autores.

Figura 4 - Resultados comparativos (dp) dos artigos incluídos na meta-análise.



Fonte: Próprios autores.

Figura 5 - Gráfico funil/avaliação de viés de publicação. Gráfico do funil para os estudos que relatam o evento de resultado "taxa de perda óssea".



Fonte: Próprios autores

