



Andrei Correa Guandalini

Análise Clínica Comparativa entre implantes de Zircônia e de titânio em reabilitações Unitárias: uma revisão Sistemática e metanálise

CURITIBA
2026

Andrei Correa Guandalini

Análise Clínica Comparativa entre implantes de Zircônia e de titânio em
reabilitações Unitárias: Uma revisão Sistemática e metanálise

Dissertação apresentada a Faculdade ILAPEO
como parte dos requisitos para obtenção de título de
Mestre em Odontologia com área de concentração
em Implantodontia.

Orientador: Prof. Dr. Elcio Marcantonio Junior

CURITIBA
2026

Andrei Correa Guandalini

Análise clínica comparativa entre implantes de zircónia e de titânio em reabilitações unitárias:
uma revisão sistemática

Presidente da Banca Orientador: Prof. Dr. Elcio Marcantonio Junior

BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Dr(a). José Mauro Granjeiro
Prof(a). Dr(a). Maria Eduarda Scordamaia Lopes

Aprovada em 20 de maio de 2026

Dedicatória

Dedico este trabalho à minha esposa, Louseane. Mesmo diante dos compromissos e exigências de sua própria carreira, o seu suporte prático e estrutural foi determinante para que eu pudesse conciliar minhas atividades e concluir esta etapa acadêmica.

À minha filha, Cecília, minha principal fonte de motivação. O planejamento do nosso futuro familiar e a responsabilidade com o seu crescimento são os elementos centrais que direcionam as minhas decisões, mudanças e projetos profissionais, sempre com os pés no chão.

Aos meus pais, Marilize e Sérgio, pela base educacional que me proporcionaram desde o início. Ao meu pai, estendo este reconhecimento por ter atuado também como meu professor, sendo a pessoa que me introduziu na odontologia e instigou o meu interesse pelo contínuo desenvolvimento tecnológico da nossa área.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Élcio Marcantonio Júnior, orientador deste trabalho, pelo direcionamento e pela supervisão técnica durante o desenvolvimento desta dissertação.

Aos professores da Faculdade ILAPEO, pela instrução técnica e pelo conhecimento compartilhado ao longo de toda a etapa de formação deste mestrado.

Aos funcionários da Faculdade ILAPEO, pelo suporte operacional e institucional fornecido para a realização deste trabalho.

Aos colegas da turma de mestrado, com destaque para Guilherme Bulgarelli e Anderson Kovaleski, que integraram o meu trio de atividades, pelo trabalho conjunto durante o curso.

Aos profissionais que, além do meu orientador, participaram como coautores do artigo científico incluído neste documento: Nayara Diniz de Queiroz, Flávio Magno Gonçalves, Lélío Fernando Ferreira Soares, José Stechman Neto e André Misquilussi Moreira, pela atuação e execução da pesquisa.

Sumário

1. Artigo científico 1	7
------------------------------	---

1. Artigo científico

Artigo de acordo com as normas da Faculdade ILAPEO.

ANÁLISE CLÍNICA COMPARATIVA ENTRE IMPLANTES DE ZIRCÔNIA E DE TITÂNIO EM REABILITAÇÕES UNITÁRIAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Andrei Correa Guandalini¹
Elcio Marcatonio Junior²

¹ Aluno do mestrado do Programa Stricto Sensu da faculdade ILAPEO

² Professor do Programa Stricto Sensu da faculdade ILAPEO

RESUMO

Objetivos: Avaliar comparativamente o desempenho clínico, radiográfico e estético de implantes dentários de zircônia e titânio utilizados em reabilitações unitárias, através de uma revisão sistemática e meta-análise de ensaios clínicos randomizados (ECRs).

Material e Métodos: Esta revisão sistemática foi realizada de acordo com as diretrizes PRISMA 2020 e registrada no PROSPERO (CRD42024541703). Foram incluídos apenas ECRs que compararam diretamente implantes de zircônia e titânio em reabilitações unitárias, com um acompanhamento mínimo de 12 meses após a instalação protética. As buscas foram realizadas em dez bases de dados eletrônicas até janeiro de 2025. O risco de viés foi avaliado utilizando a ferramenta Cochrane RoB 2. Foi realizada uma meta-análise de efeitos aleatórios para a perda óssea marginal (MBL), profundidade de sondagem peri-implantar (PPD) e resultados estéticos avaliados pelo Pink Esthetic Score (PES). A certeza da evidência foi avaliada utilizando a abordagem GRADE.

Resultados: Oito ECRs preencheram os critérios de elegibilidade. A análise qualitativa indicou uma maior incidência de fraturas e falhas mecânicas associadas aos implantes de zircônia em estudos com acompanhamento mais longo. A síntese quantitativa não revelou diferenças estatisticamente significativas entre os implantes de zircônia e titânio na MBL (MD = -0,02 mm; IC 95%: -0,22 a 0,19; p = 0,88), PPD (MD = -0,01 mm; IC 95%: -0,28 a 0,26; p = 0,94) ou resultados estéticos (MD = 0,11; IC 95%: -0,59 a 0,82; p = 0,75). A sobrevivência dos implantes foi comparável no curto prazo, mas a zircônia apresentou maior variabilidade em períodos de observação prolongados.

Conclusões: Os implantes de zircônia apresentam um comportamento clínico e radiográfico semelhante aos de titânio em restaurações unitárias no curto e médio prazo. No entanto, o risco superior de complicações mecânicas em implantes de zircônia deve ser considerado no planejamento clínico. São necessários mais estudos de longo prazo para confirmar a estabilidade biomecânica deste material.

Palavras-chave: Implantes dentários; Zircônia; Titânio; Restauração de dente único; Revisão sistemática; Meta-análise.

ABSTRACT

Objectives: To comparatively evaluate the clinical, radiographic, and aesthetic performance of zirconia and titanium dental implants used in single-tooth restorations, through a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials (RCTs).

Material and Methods: This systematic review was conducted according to the PRISMA 2020 guidelines and registered in PROSPERO (CRD42024541703). Only RCTs that directly compared zirconia and titanium implants in single-tooth restorations, with a minimum follow-up of 12 months after prosthetic placement, were included. Searches were conducted in nine electronic databases until January 2025. The risk of bias was assessed using the Cochrane RoB 2 tool. A random-effects meta-analysis was performed for marginal bone loss (MBL), peri-implant probing depth (PPD), and aesthetic outcomes assessed by the Pink Esthetic Score (PES). The certainty of the evidence was assessed using the GRADE approach.

Results: Eight RCTs met the eligibility criteria. Qualitative analysis indicated a higher incidence of fractures and mechanical failures associated with zirconia implants in studies with longer follow-up. Quantitative synthesis revealed no statistically significant differences between zirconia and titanium implants in MBL (MD = -0.02 mm; 95% CI: -0.22 to 0.19; $p = 0.88$), PPD (MD = -0.01 mm; 95% CI: -0.28 to 0.26; $p = 0.94$) or aesthetic results (MD = 0.15; 95% CI: -0.18 to 0.48; $p = 0.38$). Implant survival was comparable in the short term, but zirconia showed greater variability over prolonged observation periods.

Conclusions: Zirconia implants exhibit clinical and radiographic behavior similar to titanium implants in single-tooth restorations in the short and medium term. However, the higher risk of mechanical complications in zirconia implants should be considered in clinical planning. Further long-term studies are needed to confirm the biomechanical stability of this material.

Keywords: Dental implants; Zirconia; Titanium; Single-tooth restoration; Systematic review; Meta-analysis.

INTRODUÇÃO

A reabilitação de áreas edêntulas por meio de implantes dentários tornou-se um dos pilares da odontologia moderna. Esse avanço teve início com os estudos de Brånemark, que introduziu o conceito de osseointegração e utilizou, pela primeira vez, implantes de titânio

comercialmente puro na década de 1960(1). Desde então, o titânio consolidou-se como o material de escolha para implantes dentários, sendo amplamente documentado na literatura por sua elevada taxa de sobrevivência, biocompatibilidade e resistência mecânicas(2). Com o passar dos anos, o desenvolvimento de superfícies tratadas e microrugosas aumentou ainda mais a previsibilidade clínica, favorecendo a estabilidade primária e promovendo um contato mais íntimo entre osso e implante(2–4)^{2,3,4}. Como resultado, os implantes de titânio passaram a apresentar desempenho confiável mesmo em situações clínicas desafiadoras, como carga imediata, regenerações ósseas e áreas de baixa densidade óssea(5).

Apesar do sucesso clínico e científico dos implantes de titânio, algumas limitações vêm sendo discutidas, sobretudo relacionadas à estética e à biocompatibilidade. A coloração acinzentada do material pode comprometer o resultado final em regiões estéticas, especialmente em pacientes com fenótipo gengival fino ou reabsorções ósseas na tábua vestibular(6). Além disso, há relatos de casos de hipersensibilidade ao titânio, presença de partículas metálicas nos tecidos peri-implantares e possível correlação com respostas inflamatórias, especialmente em ambientes ácidos ou com sobrecarga mecânica(7,8). Tais preocupações, somadas às crescentes exigências estéticas dos pacientes e à busca por materiais livres de metal, impulsionaram o interesse por alternativas.

Nesse contexto, a zircônia (ZrO_2), especialmente em sua forma policristalina tetragonal estabilizada com ítrio (Y-TZP), emergiu como um material promissor(9,10). Inicialmente introduzida na odontologia para uso em infraestruturas protéticas devido à sua elevada resistência à fratura, à abrasão e à sua coloração branca, semelhante ao dente natural(11,12), seu uso como material para implantes dentários remonta ao final da década de 1990 e início dos anos 2000(13). Apesar do entusiasmo inicial, os primeiros implantes de zircônia apresentavam limitações importantes, como apenas a opção de implantes de corpo único, ausência de pilares angulados, dificuldades no assentamento protético e taxas de fratura

relativamente elevadas, associadas à fragilidade mecânica do material cerâmico e à sua baixa tenacidade em ambientes orais adversos(14,15). Esses fatores limitaram, por algum tempo, sua adoção clínica mais ampla.

Contudo, nas últimas duas décadas, significativos avanços tecnológicos tornaram os implantes de zircônia uma alternativa viável ao titânio. A introdução de implantes de duas peças, melhorias nos processos de sinterização, controle da microestrutura e modificação das superfícies, agora com rugosidades adequadas para promover a osseointegração, aumentaram sua resistência à fadiga e reduziram as taxas de fratura(16,17). Paralelamente, estudos pré-clínicos e clínicos têm demonstrado menor adesão bacteriana, resposta inflamatória mais controlada e desempenho estético superior em regiões anteriores(18–20). Tais características posicionam a zircônia como uma opção promissora, especialmente em pacientes com exigências estéticas ou em casos de hipersensibilidade a metais.

Algumas revisões sistemáticas e meta-análises já foram conduzidas com o objetivo de comparar implantes de zircônia aos de titânio. Muitas dessas revisões incorporam dados de estudos com tempo de acompanhamento reduzido, metodologias heterogêneas ou que não comparam diretamente os dois materiais sob condições experimentais padronizadas(21–23). Contudo, é importante reconhecer que a literatura ainda é incipiente nessa área. Tais limitações não invalidam o valor desses trabalhos, mas refletem as dificuldades inerentes ao número ainda restrito de estudos clínicos randomizados disponíveis até o momento(24,25). Diante desse cenário, surge a necessidade de uma revisão atualizada, com critérios rigorosos de inclusão, voltada exclusivamente a ensaios clínicos randomizados (ECRs) que comparem diretamente implantes de zircônia e titânio em humanos, sob acompanhamento clínico controlado e com desfechos objetivos e padronizados.

Assim, esta revisão sistemática tem como objetivo principal comparar, por meio de ECRs, o comportamento clínico de implantes dentários de zircônia e titânio, considerando parâmetros como sobrevivência do implante, perda óssea marginal, complicações biológicas e técnicas, resultados estéticos e percepção do paciente.

METODOLOGIA

Protocolo e Registro

O protocolo desta revisão sistemática foi desenvolvido em conformidade com as diretrizes do PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) e foi registrado na plataforma International Prospective Register of Systematic Reviews (PROSPERO) sob o número CRD42024541703.

Critérios de Elegibilidade

Foram definidos critérios de inclusão e exclusão baseados no acrônimo PICOS (População, Intervenção, Comparação, Outcomes/Desfechos e Study Design/Tipo de Estudo) para a seleção dos estudos.

P (População): Foram incluídos estudos com pacientes que receberam reabilitações unitárias com implantes dentários.

I (Intervenção): A intervenção foi a instalação de implantes de zircônia.

C (Comparação): O grupo de comparação consistiu em pacientes que receberam implantes de titânio.

O (Desfechos): Foram avaliados os resultados clínicos, radiográficos e estéticos, incluindo: taxa de sobrevivência do implante, nível ósseo marginal, parâmetros periodontais e complicações.

S (Tipo de Estudo): Foram incluídos apenas ensaios clínicos randomizados (ECRs) com um período de acompanhamento mínimo de 12 meses após a instalação da prótese.

Foram excluídos estudos in vitro, em animais, relatos de caso, séries de casos, estudos observacionais e estudos com dados incompletos ou sem um grupo controle adequado.

Fontes de Informação e Estratégia de Busca

Foi realizada uma busca abrangente em nove bases de dados eletrônicas (PubMed, Scopus, Web of Science, Embase, Cochrane, LILACS, Livivo, Google Acadêmico e Proquest), contemplando publicações até janeiro de 2025 e atualizado em agosto de 2025. As referências foram gerenciadas com o software EndNote® para remoção de duplicatas. Toda a busca adaptada para cada base de dados se encontra descrita no Apêndice 01.

Seleção dos Estudos e Extração de Dados

A seleção dos estudos foi realizada em duas fases (triagem de título/resumo e leitura do texto completo) por dois revisores independentes, utilizando o software Rayyan®. Um exercício de calibração foi executado antes do processo de seleção. A busca inicial resultou em 3.991 artigos, dos quais 25 avançaram para a fase de leitura do texto completo, resultando na inclusão de 6 estudos. Posteriormente, foi realizada uma atualização

da busca, que identificou 847 novos artigos. Dois artigos desta atualização foram selecionados e mantidos na fase de leitura do texto completo. Todas as fases de seleção foram conduzidas utilizando o software Rayyan®. A extração de dados foi realizada pelos mesmos dois revisores independentes (LFFS e NAS), utilizando um formulário padronizado. Divergências em ambas as etapas foram resolvidas por consenso ou com a avaliação de um terceiro revisor. O processo completo de seleção dos estudos está ilustrado no diagrama de fluxo PRISMA (Figura 1).

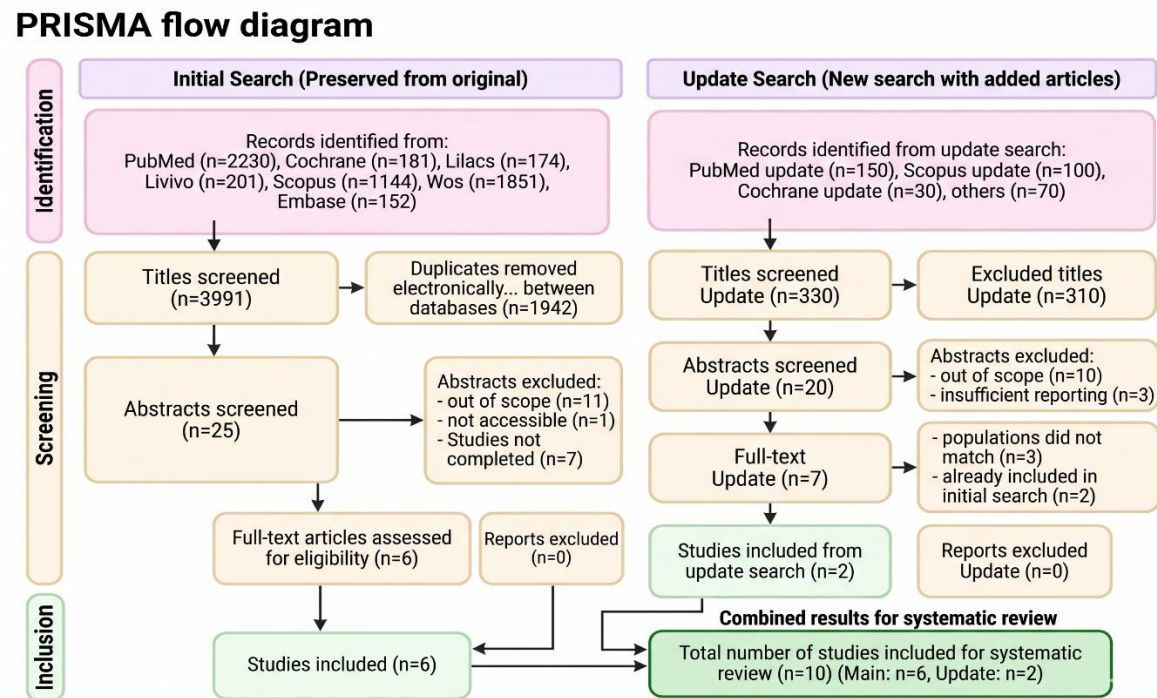


Figura 1. Diagrama de Fluxo PRISMA

Avaliação do Risco de Viés nos Estudos Individuais

O risco de viés dos ECRs incluídos foi avaliado por dois revisores independentes (LFFS e NAS) utilizando a ferramenta Cochrane RoB 2 (Risk of Bias 2). Cada estudo foi classificado como "baixo risco de viés", "algumas preocupações" ou "alto risco de viés". Uma avaliação detalhada do risco de viés para cada estudo incluído é apresentada na Figura 2 e na Tabela Suplementar S2.

Intention-to-treat	Unique ID	Study ID	Experimental	Comparator	Outcome	Weight	D1	D2	D3	D4	D5	Overall		
	Payer2015	Payer et al., 2015	Two-piece zirconia implants (Ziterion vario z®)	Two-piece titanium implants (Ziterion vario T®)	Implant survival rate at 24 months	1	+	!	+	+	!	+	+	Low risk
	DeBeus2024	de Beus et al., 2024	Zirconia (ZrO ₂) implant (Straumann Pure®)	Titanium (Ti) bone-level implant (Straumann BL RC)	Marginal bone level (MBL) change at 1 year	1	+	!	!	!	+	!	!	Some concerns
	RuizHena02024	Ruiz Hena0 et al., 2024	Single-piece ceramic dental implants	Single-piece titanium dental implants	Implant Crown Aesthetic Index (ICAI)	1	+	+	!	!	+	!	!	High risk
	RuizHena02021	Ruiz Hena0 et al., 2021	Single-piece ceramic dental implants	Single-piece titanium dental implants	Implant Crown Aesthetic Index (ICAI)	1	+	+	+	+	+	+	+	
	Koller2020	Koller et al., 2020	Two-piece zirconia implants	Two-piece titanium implants.	Marginal Bone Loss (MBL)	1	+	!	!	+	+	!	!	D1 Randomisation process
	Zuercher2024	Zuercher et al., 2024	One-piece zirconia implant (PURE Ceramic Implant Ø 4.1 mm, ZLA™)	Two-piece titanium implant (Standard Plus Implant Ø	Marginal bone level (MBL) change from baseli	1	+	!	+	+	+	!	!	D2 Deviations from the intended interventions
	Sterzenbach2025	Sterzenbach et al., 2025	Two-piece zirconia implant (CERALOG Hexalob) with a screw-retained lithium disilicate crown (SIC) on a PEKK base abutment	Two-piece titanium implant (CAMLOG screw-line) wit	Cumulative survival rate of the screw-retained	1	+	!	+	+	+	!	!	D3 Missing outcome data
	Kabir2025	Kabir, 2025	Zirconia dental implants	Titanium dental implants	Implant survival rates at 12 months	1	!	+		+	!	!	!	D4 Measurement of the outcome
														D5 Selection of the reported result

Figura 2. Risco d viés – Ferramenta Cochrane RoB 2.

Síntese dos Dados

Os dados foram sintetizados de forma qualitativa, descrevendo os achados dos estudos incluídos. Adicionalmente, foi realizada uma metanálise quantitativa para os desfechos que apresentaram homogeneidade clínica e metodológica. Análises de subgrupo e de sensibilidade foram executadas para testar a robustez dos resultados.

Meta Análise

Os dados quantitativos extraídos para os parâmetros clínicos peri-implantares, incluindo perda óssea marginal (MBL), profundidade de sondagem peri-implantar (PPD) e Escore Estético Rosa (PES), foram analisados por meio de uma meta-análise de efeitos aleatórios e apresentados como valores de diferença média (MD) com intervalos de confiança de 95% (IC 95%). A heterogeneidade entre os estudos foi avaliada utilizando a estatística de inconsistência (I^2), sendo considerada substancial quando $I^2 > 50\%$ (26). O viés de publicação foi avaliado visualmente por meio de gráficos em funil. Um nível de significância de 5% foi aplicado em todas as análises, que foram realizadas com o pacote meta (versão 4.18-0) no RStudio (versão 4.0.4).

Para avaliar a certeza da evidência dos desfechos da meta-análise, foi utilizada a abordagem GRADE, aplicada por meio da ferramenta GradePro (McMaster University and Evidence Prime Inc., Hamilton, Ontário, Canadá).

RESULTADOS

Após um exercício de calibração entre os dois revisores, a busca eletrônica inicial resultou em 3.991 registros. Após a remoção de duplicatas e a triagem de títulos e resumos, 25 artigos foram selecionados para avaliação do texto completo. Destes, seis ECRs preencheram os critérios de elegibilidade e foram incluídos na

síntese qualitativa e quantitativa. As razões para exclusão na etapa de texto completo estão detalhadas na Tabela Suplementar S3.

Uma atualização da busca foi realizada posteriormente, resultando em 847 registros adicionais. Após a triagem, dois estudos foram selecionados para avaliação do texto completo e ambos cumpriram os critérios de inclusão. Esses dois ensaios foram, portanto, incorporados à análise final, resultando em um total de oito ECRs incluídos nesta revisão sistemática e metanálise.

Todos os ensaios incluídos avaliaram reabilitações com implantes unitários, comparando diretamente implantes de zircônia e titânio, com períodos de acompanhamento variando de 12 a 80 meses após o carregamento protético. Tanto a região anterior quanto a posterior foram representadas, com estudos mais antigos focando predominantemente em sítios maxilares anteriores e ensaios mais recentes incluindo regiões posteriores.

Quanto ao design do implante, os estudos avaliaram implantes de zircônia de corpo único (one-piece) e de duas peças (two-piece), enquanto os implantes de titânio serviram como controle em todos os ensaios. Os ECRs mais antigos investigaram principalmente implantes de zircônia de corpo único, enquanto os estudos mais recentes focaram em sistemas de zircônia de duas peças, refletindo avanços no design do implante, versatilidade protética e modificação de superfície. Embora as superfícies dos implantes, os protocolos protéticos e as estratégias de carregamento tenham variado entre os estudos, todos os ensaios empregaram avaliações de desfechos clínicos e radiográficos padronizados.

Os desfechos primários incluíram a perda óssea marginal (MBL), a profundidade de sondagem peri-implantar (PPD) e desfechos estéticos, mais

comumente avaliados pelo Pink Esthetic Score (PES). Os desfechos secundários compreenderam as taxas de sobrevivência do implante, complicações biológicas e técnicas, e medidas de desfechos relatados pelo paciente (PROMs). As principais características dos estudos incluídos estão resumidas na Tabela 1.

A avaliação do risco de viés geral, realizada por meio da ferramenta Cochrane RoB 2, está resumida na Figura 2, enquanto os julgamentos por domínio para cada estudo incluído são apresentados na Tabela S2. A maioria dos ensaios foi classificada como apresentando baixo risco de viés ou algumas preocupações, principalmente relacionadas a desvios das intervenções pretendidas e à avaliação do desfecho. Em particular, foram observadas limitações no cegamento dos avaliadores de desfechos para parâmetros estéticos, o que frequentemente não é viável em ensaios clínicos de implantes. Notavelmente, não foi identificado nenhum padrão consistente de viés sistemático favorecendo os implantes de zircônia ou de titânio.

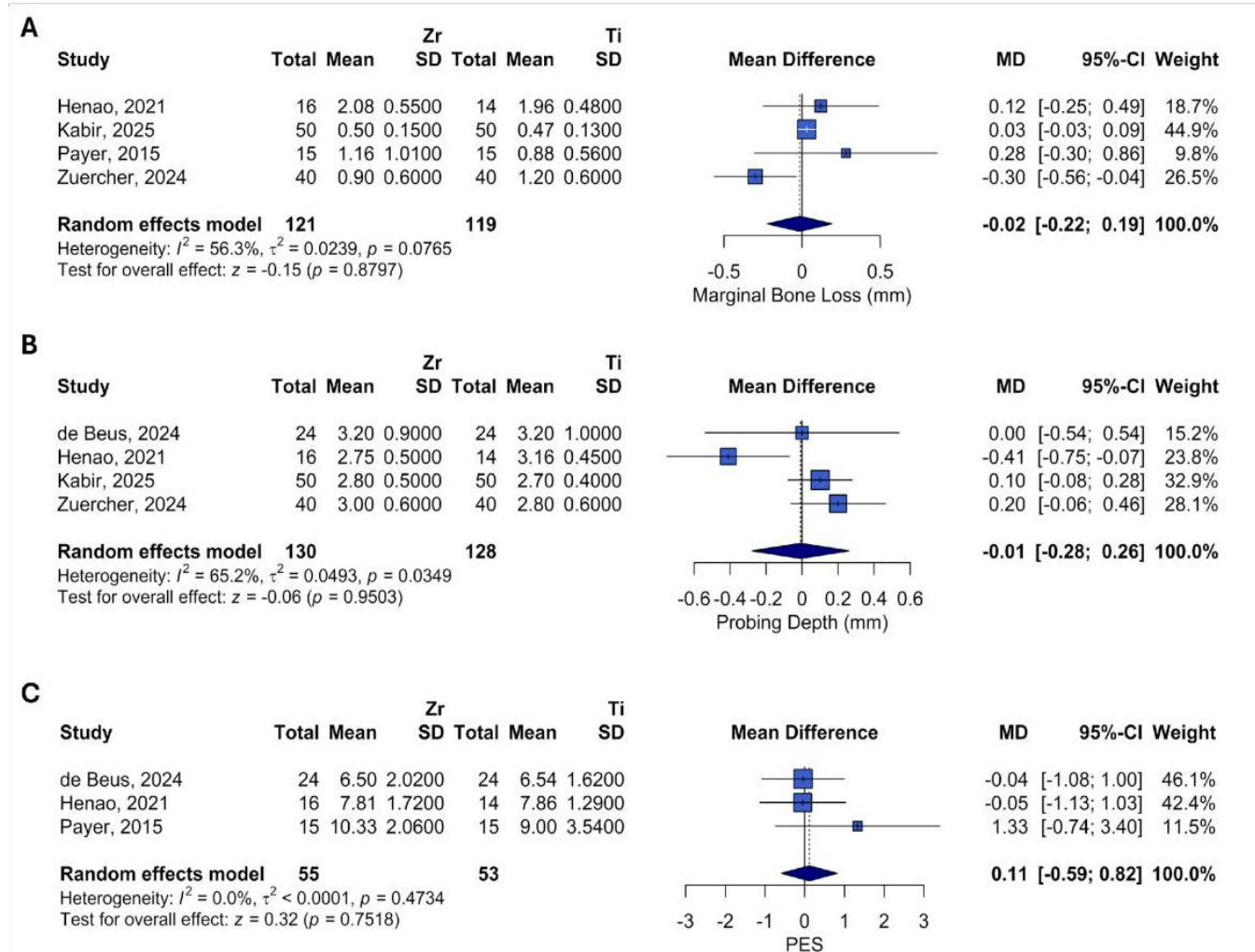
Meta-análise

Um total de quatro estudos que relataram a perda óssea marginal (POM) foram incluídos na síntese quantitativa. (Henao, 2021(26); Kabir, 2025(27); Payer, 2015(17); Zuercher, 2024(28)) (Figura 3A). A análise conjunta não revelou diferença significativa entre os implantes de zircônia e titânio (DM = -0,02 mm; IC 95%: -0,22 a 0,19; p = 0,88). Foi observada heterogeneidade moderada ($I^2 = 56,3\%$, p = 0,076).

De forma semelhante, quatro estudos forneceram dados sobre a profundidade de sondagem peri-implantar (PPD). (de Beus, 2024(29); Henao, 2021(26); Kabir, 2025(27); Zuercher, 2024(28)) (Figura 3B). Consistente com os achados para MBL, a meta-análise não demonstrou diferença significativa entre os implantes de zircônia e titânio (DM = - 0,01 mm; IC 95%: -0,28 a 0,26; p = 0,95). Neste caso, no entanto, foi detectada heterogeneidade

substancial ($I^2 = 65,2\%$, $p = 0,035$).

Figura 3. *Forest plots* comparando implantes dentários de zircônia (Zr) e titânio (Ti). (A) Perda óssea marginal



(MBL); (B) profundidade de sondagem peri-implantar (PPD); (C) *Pink Esthetic Score* (PES). DP: desvio padrão; DM: diferença média; IC 95%: intervalo de confiança de 95%.

Além disso, três estudos avaliaram o *Pink Esthetic Score* (PES) (de Beus, 2024(29); Henao, 2021(26); Payer, 2015(17)) (Figura 3C). A estimativa conjunta mostrou, mais uma vez, não haver diferença significativa entre os grupos (DM = 0,11; IC 95%: -0,59 a 0,82; $p = 0,75$) e, em contraste com os resultados anteriores, não foi detectada heterogeneidade ($I^2 = 0\%$, $p = 0,47$).

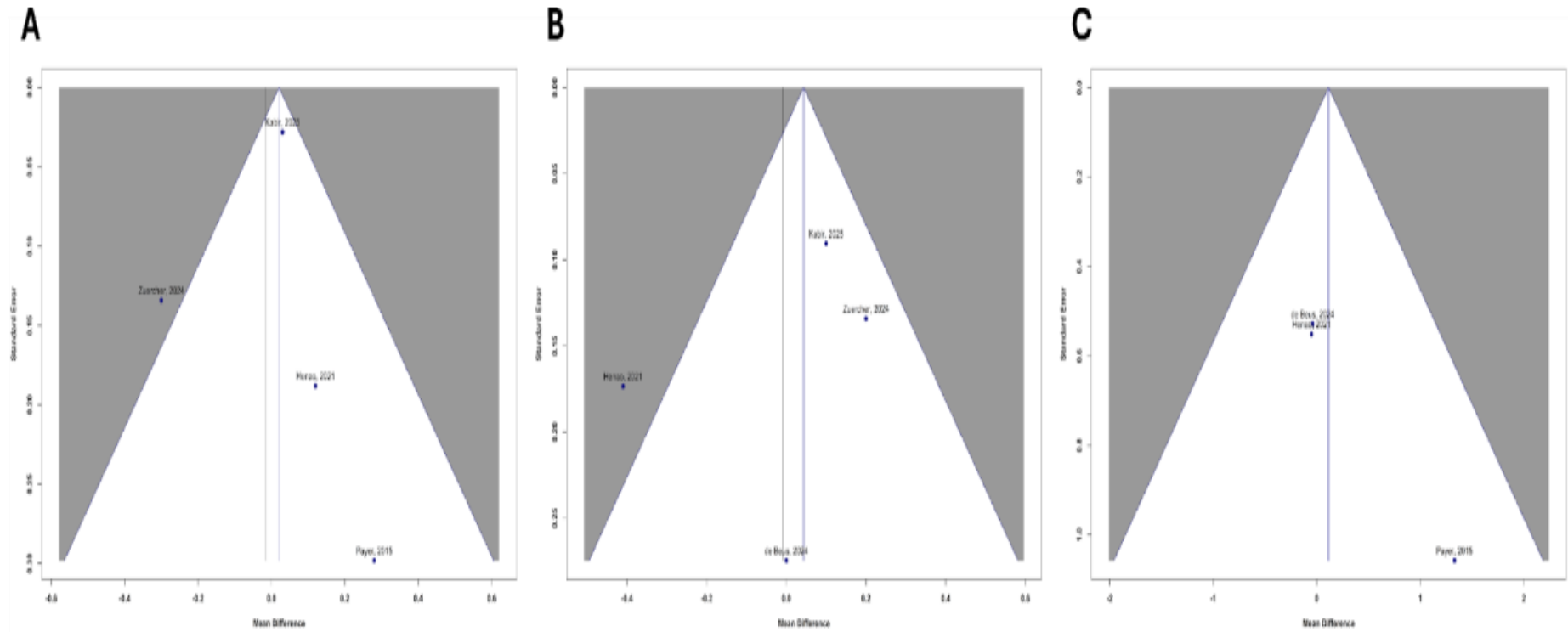


Figura 4. *Funnel plots* avaliando o viés de publicação para os estudos incluídos. A Perda óssea marginal, B profundidade de sondagem peri-implantar e C Pink Esthetic Score. A distribuição dos estudos apresentou-se simétrica, indicando ausência de evidência de viés de publicação.

Os *Funnel plots* para MBL, PPD e PES (Figura 4A–C) mostraram uma distribuição simétrica dos estudos. Contudo, devido ao pequeno número de ensaios incluídos por desfecho, a avaliação visual por esses gráficos deve ser interpretada com cautela, não sendo possível excluir o viés de publicação de forma conclusiva. Observou-se alguma dispersão para MBL e PPD, consistente com a heterogeneidade detectada nesses desfechos, enquanto o gráfico do PES pareceu mais homogêneo.

Certeza de Evidência

Por fim, a certeza da evidência foi avaliada utilizando a abordagem GRADE (Figura 5). Para o *Pink Esthetic Score* (PES), a certeza geral da evidência foi classificada como alta. No entanto, para a perda óssea marginal (MBL) e a profundidade de sondagem peri-implantar (PPD), a certeza foi considerada moderada devido à inconsistência evidenciada pela heterogeneidade dos dados. Nos ensaios clínicos randomizados incluídos, não foram identificadas outras preocupações sérias quanto ao risco de viés, indiretividade ou imprecisão. Consequentemente, a confiança nos efeitos estimados variou de moderada a robusta, e os desfechos foram graduados como importantes para a tomada de decisão clínica.

Certainty assessment							Nº of patients		Effect		Certainty	Importance
Nº of studies	Study design	Risk of bias	Inconsistency	Indirectness	Imprecision	Other considerations	Zr dental implants	Ti dental implants	Relative (95% CI)	Absolute (95% CI)		
MBL												
4	randomised trials	not serious	not serious	serious	not serious	none	121	119	-	MD -0,02 mm (-0,22 to 0,19)	⊕⊕⊕○ Moderate	IMPORTANT
PPD												
4	randomised trials	not serious	not serious	serious	not serious	none	130	[cite: 128 - corrected patient count]	-	MD -0,01 mm (-0,28 to 0,26)	⊕⊕⊕○ Moderate	IMPORTANT
PES												
3	randomised trials	not serious	not serious	not serious	not serious	none	55	53	-	MD 0,11 PES (-0,59 to 0,82)	⊕⊕⊕⊕ High	IMPORTANT

Figura 5. Resumo das conclusões e certeza das evidências avaliadas utilizando a abordagem GRADE. Os resultados avaliados incluíram perda óssea marginal (MBL), profundidade de sondagem peri-implantar (PPD) e Pontuação Estética Rosa (PES). Todos os resultados foram classificados como evidências de alta certeza e considerados importantes para a tomada de decisões clínicas.

DISCUSSÃO

Nesta revisão sistemática e metanálise, que incluiu exclusivamente ensaios clínicos randomizados comparando implantes de zircônia e de titânio, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas nos desfechos primários avaliados. A análise agrupada demonstrou variação mínima na perda óssea marginal (MD = -0,02 mm; p = 0,88), profundidade de sondagem peri-implantar (MD = -0,01 mm; p = 0,95) e escore estético (PES; MD = 0,11; p = 0,75). A avaliação da qualidade da evidência (GRADE) indicou certeza moderada para MBL e PPD, devido à heterogeneidade dos estudos, e alta certeza para os resultados estéticos. Isso sugere que, em curto a médio prazo, os implantes de zircônia apresentam desempenho clínico, radiográfico e estético semelhante ao dos implantes de titânio. Esses achados contrastam parcialmente com algumas revisões anteriores que relataram maior risco de falhas e maior perda óssea para a zircônia, provavelmente em decorrência da inclusão de implantes de gerações iniciais e de estudos não randomizados, com metodologias heterogêneas

As taxas de sobrevivência foram elevadas em todos os estudos incluídos, variando entre 92% e 100% após 12 meses de acompanhamento(27–29)^{28,29,30}. Em contrapartida, os acompanhamentos mais longos sugerem um comportamento menos previsível da zircônia. Ruiz Henao et al. (2024)(30) observaram que, após 5 anos, a sobrevivência foi de 86% para implantes de zircônia contra 100% para titânio, com fraturas representando a principal causa de falha. De forma semelhante, no estudo piloto de Payer et al. (2015)¹⁷, que acompanhou implantes de duas peças por até 80 meses, também foram relatadas perdas relacionadas a fraturas na zircônia, embora sem diferença significativa em relação ao titânio. O estudo de Sterzenbach et al. (2025)(31) também revelou que a não-inferioridade do grupo de zircônia não pôde ser confirmada, com uma sobrevivência cumulativa 10.7% menor em comparação com o grupo de titânio (100%) após 3 anos, principalmente devido a falhas precoces por osseointegração insuficiente em implantes de zircônia. Esses achados sugerem que, enquanto o desempenho em curto prazo é comparável, a durabilidade da zircônia em médio e longo prazo ainda representa um ponto de incerteza clínica, especialmente em relação à osseointegração inicial e à resistência a fraturas.

No entanto, algumas diferenças surgiram ao considerar as complicações biológicas e técnicas. Implantes de zircônia apresentaram maior incidência de fraturas ou falhas mecânicas em vários estudos,

particularmente nos de peça única e nos acompanhamentos mais longos^{17,32}. Em Kabir et al. (2025)(27), observou-se uma ligeira maior incidência de peri-implantite, embora sem diferença estatística. O estudo de Sterzenbach et al. (2025)(31) também notou que, embora a taxa de complicações técnicas gerais fosse baixa e sem diferença estatística, houve uma tendência para mais casos de perda de retenção do abutment de PEKK e desaperto de parafuso no grupo de zircônia. Por outro lado, implantes de titânio apresentaram algumas complicações protéticas, como falhas de componentes ou de cimentação, também reportadas em Kabir et al. (2025)(27). Esse padrão sugere que a escolha do material pode influenciar o perfil de complicações a médio prazo: a zircônia pode estar mais suscetível a falhas mecânicas e problemas de osseointegração, enquanto o titânio apresenta maior risco de complicações protéticas associadas aos componentes metálicos.

Quanto à manutenção da crista óssea, todos os ECRs incluídos reportaram valores de perda óssea marginal semelhantes entre os grupos. No estudo de de Beus et al. (2024)(29), não houve diferenças significativas na MBL após 12 meses. Zuercher et al. (2024)(28), avaliando a região posterior, encontraram média de perda óssea marginal de $0,7 \pm 0,6$ mm para zircônia, comparável ao titânio. Resultados semelhantes foram observados em Kabir et al. (2025)(27), em que a perda foi de $0,50 \pm 0,15$ mm para zircônia e $0,47 \pm 0,13$ mm para titânio. Tanto nos acompanhamentos de curto e médio prazo (12 a 24 meses em Payer et al., 2015(17)) quanto nos de longo prazo (5 anos em Ruiz Henao et al., 2021(26)), a estabilidade óssea marginal não apresentou diferenças estatísticas entre os materiais. Esse achado é consistente com a evolução das superfícies de implantes de zircônia, que passaram a apresentar rugosidades microestruturadas capazes de promover osseointegração semelhante à do titânio. A evidência de certeza moderada (GRADE) para MBL reforça que ambos os materiais apresentam um comportamento satisfatório e comparável na manutenção da crista óssea

No que diz respeito aos tecidos moles, parâmetros clínicos como profundidade de sondagem (PPD), sangramento à sondagem (BOP) e índice de placa foram semelhantes entre zircônia e titânio em todos os ECRs. Zuercher et al. (2024)(28) e Kabir et al. (2025)(27) reportaram profundidade de sondagem média de aproximadamente 2,7–2,8 mm em ambos os grupos, com porcentagens de sangramento à sondagem também comparáveis. O estudo de de Beus et al. (2024)(29) encontrou diferenças iniciais na PPD e BOP a favor do titânio 1 mês após a colocação da coroa, mas essas diferenças

não foram mais notáveis após 1 ano, sugerindo que quaisquer disparidades iniciais podem ser transitórias. Embora estudos pré-clínicos tenham sugerido menor adesão bacteriana e menor resposta inflamatória em superfícies de zircônia, a tradução desses efeitos para benefícios clínicos mensuráveis permanece pouco evidente, possivelmente pelo rigoroso controle de higiene oral nos ensaios clínicos. A evidência de certeza moderada (GRADE) para PPD também apoia a ausência de diferenças estatisticamente significativas(32,33). A evidência de certeza moderada (GRADE) para PPD também apoia a ausência de diferenças estatisticamente significativas entre os materiais neste desfecho.

Os resultados estéticos também mostraram equivalência entre os grupos. A metanálise não identificou diferenças no PES, apesar da expectativa teórica de que a zircônia apresentaria melhor desempenho em função de sua cor branca e menor risco de descoloração da mucosa peri-implantar. Nos ensaios realizados em regiões estéticas, como os de de Beus et al. (2024)(29) e Ruiz Henao et al. (2021)(26), houve tendência a melhores escores de cor e ICAI para a zircônia, especialmente em pacientes com mucosa fina, mas esses achados não atingiram significância estatística no PES geral. No entanto, de Beus et al. (2024)(29) identificaram diferenças significativas em critérios estéticos específicos, como a convexidade da raiz/cor e textura dos tecidos moles a favor da zircônia, e o nível da mucosa facial a favor do titânio, sugerindo que o design do implante e a interface implante-prótese podem ser tão importantes quanto o material. O estudo de Sterzenbach et al. (2025)(31) mostrou que o PES melhorou significativamente em ambos os grupos, com o grupo de zircônia alcançando resultados estéticos comparáveis ao titânio após 12 meses, apesar de um baseline inferior. A satisfação autorrelatada dos pacientes (PROMs) foi elevada em ambos os grupos em todos os estudos (26,27,29,31), indicando que tanto zircônia quanto titânio proporcionam resultados clínicos e estéticos aceitáveis para os pacientes em curto e médio prazo. Kabir et al. (2025)(27) destacaram que os pacientes preferiram os implantes de zircônia pela cor dos tecidos moles, com uma diferença significativa na percepção entre pacientes e clínicos, reforçando a importância da estética percebida pelo paciente.

Comparando com revisões sistemáticas anteriores, nossos achados oferecem um panorama mais rigoroso, já que apenas ensaios clínicos randomizados foram incluídos. Revisões anteriores frequentemente reuniram dados de diferentes gerações de implantes de zircônia, incluindo estudos não randomizados, retrospectivos ou com acompanhamento muito curto, o que aumentava a heterogeneidade

e reduzia a confiabilidade das conclusões (32,34). Em contraste, esta revisão confirma que, quando avaliados em condições metodologicamente controladas, implantes de zircônia podem atingir resultados clínicos e radiográficos equivalentes aos do titânio, ainda que permaneçam dúvidas em relação ao desempenho em longo prazo e à resistência mecânica.

Entre as limitações da presente revisão, destacam-se o número restrito de ECRs disponíveis, a predominância de acompanhamentos de até 12 meses e a heterogeneidade dos implantes avaliados (peça única versus duas peças, regiões anteriores versus posteriores, superfícies e conexões distintas). Além disso, poucos estudos estratificaram os resultados de acordo com variáveis clínicas relevantes, como biótipo gengival, carga funcional ou parafunção. O estudo de Sterzenbach et al. (2025)(31) também apontou a perda de pacientes para acompanhamento como uma limitação que afetou os resultados de sobrevivência. Essas lacunas reforçam a necessidade de ensaios clínicos multicêntricos, com maior tempo de acompanhamento, desfechos microbiológicos e inflamatórios, e PROMs padronizados, a fim de fornecer evidências mais robustas sobre a aplicabilidade clínica da zircônia.

Do ponto de vista clínico, os achados desta revisão apoiam o uso da zircônia como uma alternativa viável em situações com alta demanda estética, pacientes com fenótipo gengival fino, ou para aqueles que apresentam hipersensibilidade ou preferência por materiais *metal-free*. Contudo, diante do maior risco de falhas mecânicas observado em acompanhamentos de longo prazo e da menor taxa de osseointegração inicial em alguns estudos(31), recomenda-se cautela em sua indicação. O titânio, por sua vez, mantém-se como o padrão-ouro e deve ser a escolha preferencial em áreas posteriores com alta carga oclusal, em pacientes com bruxismo, em casos que exigem implantes de diâmetro reduzido, ou quando há maior necessidade de versatilidade protética.

Estudos futuros, bem delineados e com seguimento superior a 10 anos, serão fundamentais para consolidar a evidência científica sobre a durabilidade dos implantes de zircônia na prática clínica. É crucial que futuras pesquisas se concentrem na otimização da osseointegração de implantes de zircônia de duas peças, na avaliação de complicações a longo prazo, e na investigação de implantes de zircônia com designs transmucosos semelhantes aos de titânio para isolar o efeito do material. A importância de um design de estudo robusto e um acompanhamento rigoroso para evitar perdas de pacientes também deve ser sublinhada.

CONCLUSÃO

Esta revisão sistemática e metanálise demonstra que não existem diferenças estatisticamente significativas entre implantes de zircônia e titânio quanto à perda óssea marginal (MBL), profundidade de sondagem peri-implantar (PPD) e escore estético (PES) em curto e médio prazo. A certeza da evidência variou de moderada (MBL e PPD) a alta (PES). Contudo, a análise de estudos com acompanhamentos mais longos revela que a durabilidade da zircônia ainda apresenta incertezas, com tendência a maior incidência de complicações mecânicas, como fraturas. Clinicamente, a zircônia apresenta-se como uma excelente alternativa para áreas de alta exigência estética e pacientes com fenótipo gengival fino ou restrições a metais. Em contrapartida, o titânio permanece como a opção mais previsível para regiões de alta carga mastigatória, pacientes com parafunção ou quando há necessidade de implantes de diâmetro reduzido. Estudos futuros, com seguimento superior a 10 anos, são fundamentais para avaliar a longevidade mecânica da zircônia. Do ponto de vista clínico, a zircônia é uma alternativa viável ao titânio, especialmente em situações estéticas ou para pacientes com hipersensibilidade a metais. No entanto, a incerteza quanto à sua durabilidade a longo prazo e o risco de falhas mecânicas exigem cautela na indicação em áreas de alta carga mastigatória. Estudos futuros, bem delineados e com seguimento superior a 10 anos, são fundamentais para consolidar a evidência científica sobre a longevidade e a otimização dos implantes de zircônia na prática clínica.

Conflito de Interesses: Os autores declaram não haver conflitos de interesse relacionados aos materiais, dispositivos ou métodos discutidos neste estudo.

Financiamento Este estudo não recebeu financiamento específico.

Disponibilidade de Dados Todos os dados gerados ou analisados durante este estudo estão incluídos neste artigo publicado e em seu material suplementar

REFERÊNCIAS

- 1.
1. Brånemark PI, Breine U, Adell R, Hansson BO, Lindström J, Ohlsson A. Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. *Scand J Plast Reconstr Surg* [Internet]. 1969 [cited 2025 Dec 19];3(2):81–100. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4924041/>
2. Buser D, Janner SFM, Wittneben JG, Brägger U, Ramseier CA, Salvi GE. 10-year survival and success rates of 511 titanium implants with a sandblasted and acid-etched surface: a retrospective study in 303 partially edentulous patients. *Clin Implant Dent Relat Res* [Internet]. 2012 Dec [cited 2025 Dec 19];14(6):839–51. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22897683/>
3. Cochran DL, Jackson JM, Bernard JP, ten Bruggenkate CM, Buser D, Taylor TD, et al. A 5-year prospective multicenter study of early loaded titanium implants with a sandblasted and acid-etched surface | Request PDF. *Oral Maxillofac Implants* [Internet]. 2011 Nov [cited 2026 Jan 16];26(6):1324–34. Available from: https://www.researchgate.net/publication/51876518_A_5-year_prospective_multicenter_study_of_early_loaded_titanium_implants_with_a_sandblasted_and_acid-etched_surface
4. Buser D, Schenk RK, Steinemann S, Fiorellini JP, Fox CH, Stich H. Influence of surface characteristics on bone integration of titanium implants. A histomorphometric study in miniature pigs. *J Biomed Mater Res* [Internet]. 1991 [cited 2025 Dec 19];25(7):889–902. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1918105/>
5. Cochran DL, Nummikoski P V., Higginbottom FL, Hermann JS, Makins SR, Buser D. Evaluation of an endosseous titanium implant with a sandblasted and acid-etched surface in the canine mandible: radiographic results. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 1996 [cited 2025 Dec 19];7(3):240–52. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9151588/>
6. Borgonovo AE, Censi R, Vavassori V, Arnaboldi O, Maiorana C, Re D. Zirconia Implants in Esthetic Areas: 4-Year Follow-Up Evaluation Study. *Int J Dent* [Internet]. 2015 [cited 2025 Dec 19];2015. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26124836/>
7. Siddiqi A, Payne AGT, De Silva RK, Duncan WJ. Titanium allergy: could it affect dental implant integration? *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 2011 Jul [cited 2025 Dec 19];22(7):673–80. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21251079/>
8. Zhou Z, Shi Q, Wang J, Chen X, Hao Y, Zhang Y, et al. The unfavorable role of titanium particles released from dental implants. *Nanotheranostics* [Internet]. 2021 [cited 2025 Dec 19];5(3):321–32. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33732603/>
9. Andreiotelli M, Wenz HJ, Kohal RJ. Are ceramic implants a viable alternative to titanium implants? A systematic literature review. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 2009 Sep [cited 2025 Dec 19];20 Suppl 4(SUPPL. 4):32–47. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19663947/>
10. Christel P, Meunier A, Heller M, Torre JP, Peille CN. Mechanical properties and short-term in-vivo evaluation of yttrium-oxide-partially-stabilized zirconia. *J Biomed Mater Res* [Internet]. 1989 [cited 2025 Dec 19];23(1):45–61. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2708404/>
11. da Silva LH, de Lima E, Miranda RB de P, Favero SS, Lohbauer U, Cesar PF. Dental ceramics: a review of new materials and processing methods. *Braz Oral Res* [Internet]. 2017 Aug 1 [cited 2025 Dec 19];31(suppl 1):133–46. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28902238/>
12. Cavalcanti AN, Foxton RM, Watson TF, Oliveira MT, Giannini M, Marchi GM. Y-TZP ceramics: key concepts for clinical application. *Oper Dent* [Internet]. 2009 May [cited 2025 Dec 19];34(3):344–51. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19544825/>

13. Güngör MB, Aydin C, Yilmaz H, Gül EB. An overview of zirconia dental implants: Basic properties and clinical application of three cases. *Journal of Oral Implantology*. 2014;40(4):485–94.
14. Gahlert M, Roehling S, Sprecher CM, Kniha H, Milz S, Bormann K. In vivo performance of zirconia and titanium implants: a histomorphometric study in mini pig maxillae. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 2012 Mar [cited 2025 Dec 19];23(3):281–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21806681/>
15. Gahlert M, Kniha H, Weingart D, Schild S, Gellrich NC, Bormann KH. A prospective clinical study to evaluate the performance of zirconium dioxide dental implants in single-tooth gaps. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 2016 Dec 1 [cited 2025 Dec 19];27(12):e176–84. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25827600/>
16. Koller M, Steyer E, Theisen K, Stagnell S, Jakse N, Payer M. Two-piece zirconia versus titanium implants after 80 months: Clinical outcomes from a prospective randomized pilot trial. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 2020 Apr 1 [cited 2025 Dec 19];31(4):388–96. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31944420/>
17. Payer M, Heschl A, Koller M, Arnetzl G, Lorenzoni M, Jakse N. All-ceramic restoration of zirconia two-piece implants--a randomized controlled clinical trial. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 2015 Apr 1 [cited 2025 Dec 19];26(4):371–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24502675/>
18. Kohal RJ, Finke HC, Klaus G. Stability of prototype two-piece zirconia and titanium implants after artificial aging: an in vitro pilot study. *Clin Implant Dent Relat Res* [Internet]. 2009 Dec [cited 2025 Dec 19];11(4):323–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18783418/>
19. Piconi C, Maccauro G. Zirconia as a ceramic biomaterial. *Biomaterials* [Internet]. 1999 Jan [cited 2025 Dec 19];20(1):1–25. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9916767/>
20. Rimondini Lia, Cerroni Loredana, Carrassi Antonio, Torricelli Paola. Bacterial colonization of zirconia ceramic surfaces: an in vitro and in vivo study - PubMed. *International journal of oral and maxillofacial implants* [Internet]. 2002 Nov [cited 2025 Dec 19];6(17):793–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12507238/>
21. Morena D, Leitão-Almeida B, Pereira M, Resende R, Fernandes JCH, Fernandes GVO, et al. Comparative Clinical Behavior of Zirconia versus Titanium Dental Implants: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Clin Med* [Internet]. 2024 Aug 1 [cited 2025 Dec 19];13(15). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39124755/>
22. Comisso I, Arias-Herrera S, Gupta S. Zirconium dioxide implants as an alternative to titanium: A systematic review. *J Clin Exp Dent* [Internet]. 2021 May 1 [cited 2025 Dec 19];13(5):511–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33981400/>
23. Roehling S, Schlegel KA, Woelfler H, Gahlert M. Performance and outcome of zirconia dental implants in clinical studies: A meta-analysis. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 2018 Oct 1 [cited 2025 Dec 19];29 Suppl 16:135–53. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30328200/>
24. Padhye NM, Calciolari E, Zuercher AN, Tagliaferri S, Donos N. Survival and success of zirconia compared with titanium implants: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig* [Internet]. 2023 Nov 1 [cited 2025 Dec 19];27(11):6279–90. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37740825/>
25. Sales PH da H, Barros AWP, Oliveira-Neto OB de, de Lima FJC, Carvalho A de AT, Leão JC. Do zirconia dental implants present better clinical results than titanium dental implants? A systematic review and meta-analysis. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg* [Internet]. 2023 Feb 1 [cited 2025 Dec 19];124(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36330865/>
26. Ruiz Henao PA, Caneiro Queija L, Mareque S, Tasende Pereira A, Liñares González A, Blanco Carrión J.

- Titanium vs ceramic single dental implants in the anterior maxilla: A 12-month randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 2021 Aug 1 [cited 2025 Dec 20];32(8):951–61. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34061402/>
27. Kabir N. Long-term Performance of Zirconium vs Titanium Dental Implant. *EAS Journal of Dentistry and Oral Medicine*. 2025 Apr 18;7(02):105–10.
 28. Zuercher AN, Balmer M, Brügger L V., Thoma DS, Jung RE, Bienz SP. Clinical, radiographic and patient-reported outcomes of zirconia and titanium implants in the posterior zone after 1 year of loading- A randomized controlled trial. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 2024 Nov 1 [cited 2025 Dec 20];35(11):1428–39. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39056305/>
 29. de Beus JHW, Cune MS, Slot JWA, Jensen-Louwerse C, la Bastide-van Gemert S, Meijer HJA, et al. A randomized clinical trial on zirconia versus titanium implants in maxillary single tooth replacement. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 2024 Jun 1 [cited 2025 Dec 20];35(6):630–40. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38567929/>
 30. Ruiz Henaó PA, Magrin GL, Caneiro-Queija L, Benfatti CAM, Leira Y, Liñares-González A, et al. Single-piece zirconia versus single-piece titanium, narrow-diameter dental implants in the anterior maxilla: 5-year post-loading results of a randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 2024 Oct 1 [cited 2025 Dec 20];35(10):1310–23. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38940623/>
 31. Sterzenbach G, Richter K, Alpen K, Khoshreza H, Beuer F, Thiele T. A Randomised Controlled Trial Evaluating 3-Year Survival Rates and Technical Complications of Screw-Retained Hybrid Abutment Crowns on Two-Piece Zirconia and Titanium Implants. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 2025 Aug 1 [cited 2025 Dec 20];36(8):965–77. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40297919/>
 32. Pieralli S, Kohal RJ, Jung RE, Vach K, Spies BC. Clinical Outcomes of Zirconia Dental Implants: A Systematic Review. *J Dent Res* [Internet]. 2017 Jan 1 [cited 2025 Dec 20];96(1):38–46. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27625355/>
 33. Hashim D, Cionca N, Courvoisier DS, Mombelli A. A systematic review of the clinical survival of zirconia implants. *Clin Oral Investig* [Internet]. 2016 Sep 1 [cited 2025 Dec 20];20(7):1403–17. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27217032/>
 34. Elnayef B, Lázaro A, Suárez-López del Amo F, Galindo-Moreno P, Wang HL, Gargallo-Albiol J, et al. Zirconia Implants as an Alternative to Titanium: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* [Internet]. 2017 May [cited 2025 Dec 20];32(3):e125–34. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28170450/>

APÊNDICE

Bases eletrônicas	Data busca
Pubmed	<ol style="list-style-type: none"> 1. ("Dental implants"[MeSH] OR "Dental implants" OR "Dental Implant" OR "Surgical Dental Prostheses" OR "Surgical Dental Prosthesis" OR "Dental Implants, Single-Tooth"[MeSH] OR "Dental Implants, Single-Tooth" OR "Single Tooth Dental Implants" OR "Single-Tooth Implants" OR "Single-Tooth Implant" OR "Single Tooth Implants" OR "Single-Tooth Dental Implant" OR "Single Tooth Dental Implant") 2. ("zirconia" OR "zirconium dioxide" OR "yttria-stabilized tetragonal zirconia" OR "Y-TZP ceramic" OR "Yttria-Stabilized Tetragonal Zirconia Polycrystals Ceramic" OR "zirconia" OR "ceramic implants") 3. #1 AND #2
Scopus	(("Dental implants" OR "Dental Implant" OR "Surgical Dental Prostheses" OR "Surgical Dental Prosthesis" OR "Dental Implants, Single-Tooth" OR "Single Tooth Dental Implants" OR "Single-Tooth Implants" OR "Single-Tooth Implant" OR "Single Tooth Implants" OR "Single-Tooth Dental Implant" OR "Single Tooth Dental Implant") AND ("zirconia" OR "zirconium dioxide" OR "yttria-stabilized tetragonal zirconia" OR "Y-TZP ceramic" OR "Yttria-Stabilized Tetragonal Zirconia Polycrystals Ceramic" OR "zirconia" OR "ceramic implants"))
Web of Science	<ol style="list-style-type: none"> 1. TS=("Dental implants" OR "Dental Implant" OR "Surgical Dental Prostheses" OR "Surgical Dental Prosthesis" OR "Dental Implants, Single-Tooth" OR "Single Tooth Dental Implants" OR "Single-Tooth Implants" OR "Single-Tooth Implant" OR "Single Tooth Implants" OR "Single-Tooth Dental Implant" OR "Single Tooth Dental Implant") 2. TS=("zirconia" OR "zirconium dioxide" OR "yttria-stabilized tetragonal zirconia" OR "Y-TZP ceramic" OR "Yttria-Stabilized Tetragonal Zirconia Polycrystals Ceramic" OR "zirconia" OR "ceramic implants") 3. #1 AND #2
Embase	(("Dental implants" OR "Dental Implant" OR "Surgical Dental Prostheses" OR "Surgical Dental Prosthesis" OR "Dental Implants, Single-Tooth" OR "Single Tooth Dental Implants" OR "Single-Tooth Implants" OR "Single-Tooth Implant" OR "Single Tooth Implants" OR "Single-Tooth Dental Implant" OR "Single Tooth Dental Implant") AND ("zirconia" OR "zirconium dioxide" OR "yttria-stabilized tetragonal zirconia" OR "Y-TZP ceramic" OR "Yttria-Stabilized Tetragonal Zirconia Polycrystals Ceramic" OR "zirconia" OR "ceramic implants"))
Cochrane	<ol style="list-style-type: none"> 2. ("Dental implants" OR "Dental Implant" OR "Surgical Dental Prostheses" OR "Surgical Dental Prosthesis" OR "Dental Implants, Single-Tooth" OR "Single Tooth Dental Implants" OR "Single-Tooth Implants" OR "Single-Tooth Implant" OR "Single Tooth Implants" OR "Single-Tooth Dental Implant" OR "Single Tooth Dental Implant") 3. ("zirconia" OR "zirconium dioxide" OR "yttria-stabilized tetragonal zirconia" OR "Y-TZP ceramic" OR "Yttria-Stabilized Tetragonal Zirconia Polycrystals Ceramic" OR "zirconia" OR "ceramic implants") 4. #1 AND #2
Lilacs	(("Dental implants" OR "Dental Implant" OR "Surgical Dental Prostheses" OR "Surgical Dental Prosthesis" OR "Dental Implants, Single-Tooth" OR "Single Tooth Dental Implants" OR "Single-Tooth Implants" OR "Single-Tooth Implant" OR "Single Tooth Implants" OR "Single-Tooth Dental Implant" OR "Single Tooth Dental Implant") AND ("zirconia" OR "zirconium dioxide" OR "yttria-stabilized tetragonal zirconia" OR "Y-TZP ceramic" OR "Yttria-Stabilized Tetragonal Zirconia Polycrystals Ceramic" OR "zirconia" OR "ceramic implants"))
Livivo	TI=("Dental implants" OR "Dental Implant" OR "Surgical Dental Prostheses" OR "Surgical Dental Prosthesis" OR "Dental Implants, Single-Tooth" OR "Single Tooth Dental Implants" OR "Single-Tooth Implants" OR "Single-Tooth Implant" OR "Single Tooth Implants" OR "Single-Tooth Dental Implant" OR "Single Tooth Dental Implant") AND TI=("zirconia" OR "zirconium dioxide" OR "yttria-stabilized tetragonal zirconia" OR "Y-TZP ceramic" OR "Yttria-Stabilized Tetragonal Zirconia Polycrystals Ceramic" OR "zirconia" OR "ceramic implants")

Literatura Cinzenta	
Google Academico	((("Dental implants" OR "Dental Implants, Single-Tooth") AND ("zirconia")))
Proquest	((("Dental implants" OR "Dental Implant" OR "Surgical Dental Prosthesis" OR "Surgical Dental Prosthesis" OR "Dental Implants, Single-Tooth" OR "Single Tooth Dental Implants" OR "Single-Tooth Implants" OR "Single-Tooth Implant" OR "Single Tooth Implants" OR "Single-Tooth Dental Implant" OR "Single Tooth Dental Implant") AND ("zirconia" OR "zirconium dioxide" OR "yttria-stabilized tetragonal zirconia" OR "Y-TZP ceramic" OR "Yttria-Stabilized Tetragonal Zirconia Polycrystals Ceramic" OR "zirconia" OR "ceramic implants")))