



CESPU
INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Taxa de sobrevivência de implantes de Zircónio versus Titânio

Uma Revisão Sistemática Integrativa

Renata Fontoura de Brito Costa

Dissertação conducente ao **Grau de Mestre em Medicina Dentária (Ciclo Integrado)**

Gandra, maio de 2024

Renata Fontoura de Brito Costa

**Dissertação conducente ao Grau de Mestre em Medicina Dentária
(Ciclo Integrado)**

**Taxa de sobrevivência de implantes de Zircónia versus Titânio
Uma Revisão Sistemática Integrativa**

Trabalho realizado sob a Orientação de
Prof. Doutora Carolina Coelho

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Eu, Renata Fontoura de Brito Costa, declaro ter atuado com absoluta integridade na elaboração deste trabalho, confirmo que em todo o trabalho conducente à sua elaboração não recorri a qualquer forma de falsificação de resultados ou à prática de plágio (ato pelo qual um indivíduo, mesmo por omissão, assume a autoria do trabalho intelectual pertencente a outrem, na sua totalidade ou em partes dele). Mais declaro que todas as frases que retirei de trabalhos anteriores pertencentes a outros autores foram referenciadas ou redigidas com novas palavras, tendo neste caso colocado a citação da fonte bibliográfica.

COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA EM CONGRESSO NA FORMA DE POSTER

09 de abril de 2024: Apresentação nas XXXII Jornadas Científicas de Medicina Dentária de comunicação sob a forma de E-Poster com o título “Osteointegração de implantes em zircónia VS implantes em titânio”. Costa R., Calamote C., Coelho C.* (Anexo 1)

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço a Deus, pela força, sabedoria e inspiração ao longo desta jornada. Sem a Sua graça e bênçãos, este trabalho não teria sido possível.

Ao meu querido marido, António, minha profunda gratidão por todo o amor, paciência e apoio incondicional. Sua compreensão nos momentos de ausência, seu incentivo constante e suas palavras de motivação foram fundamentais para a conclusão desta tese. Você é meu companheiro e amigo, e sou imensamente grata por tê-lo ao meu lado.

À minha orientadora, Professora Doutora Carolina Coelho, expresso minha mais sincera gratidão pela orientação, paciência e valiosos ensinamentos. Sua dedicação e conhecimento foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço por acreditar em mim e por todo o apoio durante este percurso.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, meu sincero agradecimento.

RESUMO

Introdução: Os implantes de zircónia emergem como um material alternativo ao uso de implantes de titânio, oferecendo boa biocompatibilidade e bons resultados estéticos, mas a comparação cuidadosa entre esses materiais é essencial para garantir resultados clínicos satisfatórios a longo prazo.

Objetivo: Analisar a taxa de sobrevivência de implantes dentários de zircónia em comparação com implantes em titânio, por meio de uma revisão sistemática integrativa.

Material e métodos: Analisar a taxa de sobrevivência de implantes dentários de zircónia em comparação com implantes em titânio, por meio de uma revisão sistemática integrativa

Resultados: Os A estratégia de pesquisa permitiu a obtenção de 910 artigos dos quais 19 foram selecionados neste trabalho. Implantes de titânio tiveram a maior taxa média de sobrevivência (99,20%), seguidos pelos implantes de liga de titânio e zircónia (98,88%) e pelos implantes de zircónia pura (95,90%). Nem todos os estudos incluíram os outros parâmetros clínicos, como perda óssea marginal, índice de placa, profundidade de sondagem e sangramento à sondagem. Mas em geral, não houve diferenças estatísticas significativas entre os implantes em zircónia comparativamente aos de titânio, sugerindo uma boa osteointegração e interação com os tecidos peri-implantares dos implantes em zircónia.

Conclusões: A zircónia associada a nova tecnologia pode ser considerada uma alternativa viável e confiável dentro da implantologia. A literatura selecionada demonstrou não existirem diferenças estatísticas significativas da taxa de sobrevivência quando comparados os implantes de titânio com os implantes em zircónia.

Palavras-Chave: *“zirconium”, “titanium”, “dental implants”, “osteointegration” and “survival rates”.*

ABSTRACT

Introduction: Zirconia implants have emerged as an alternative material to titanium implants, offering good biocompatibility and esthetic results, but careful comparison between these materials is essential to ensure satisfactory long-term clinical results.

Aim: Analyse the survival rate of zirconia dental implants compared to titanium implants by means of a systematic integrative review.

Material and methods: A bibliographic review of currently available scientific documentation was carried out, using articles less than 10 years old on the subject in question, through the *PubMed*, *Web of Science* and *Scopus* databases.

Results: The search strategy yielded 910 articles of which 19 were selected in this study. Titanium implants had the highest average survival rate (99.20%), followed by titanium-zirconia alloy implants (98.88%) and pure zirconia implants (95.90%). Not all the studies included the other clinical parameters, such as marginal bone loss, plaque index, probing depth and bleeding on probing. But in general, there were no significant statistical differences between zirconia implants compared to titanium implants, suggesting good osseointegration and interaction with the peri-implant tissues of zirconia implants.

Conclusions: Zirconia associated with new technology can be considered a viable and reliable alternative within implantology. The selected literature demonstrated that there are no statistically significant differences in the survival rate when comparing titanium implants with zirconia implants.

Keywords: “zirconium”, “titanium”, “dental implants”, “osteointegration” and “survival rates”.

Índice Geral

1. Introdução.....	1
2. Objetivo.....	5
2.1. Objetivo Principal.....	5
2.2. Objetivos Secundários.....	5
3. Material e métodos.....	7
3.1. Tipo de Estudo.....	7
3.2. Estratégia de Pesquisa.....	7
3.3. Questão Pico.....	7
3.4. Termos de Pesquisa.....	8
3.5. Critérios de inclusão e exclusão.....	8
4. Resultados.....	11
4.1. Resultados da pesquisa.....	11
4.2. Seleção de artigos.....	12
4.3.Extração de dados.....	13
5. Discussão.....	29
6. Conclusões.....	43
7.Referências Bibliográficas.....	47
8.Anexos.....	55

Índice de Figuras

Figura 1 – Diagrama de fluxo da pesquisa bibliográfica.....	12
---	----

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Estratégia PICO.....	7
Tabela 2 – Critérios de inclusão e de exclusão.....	8
Tabela 3 – Estratégia de busca a partir das bases de dados.....	11
Tabela 4 – Tabela de resultados extraídos dos estudos incluídos.....	13
Tabela 5 – Taxa de sobrevivência média dos implantes ao longo dos anos.....	33

Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

- BOP:** Sangramento à sondagem
- BI:** Índice de sangramento
- CAL:** Nível de fixação clínica
- CPD:** Profundidade de sondagem clínica
- FMBS:** Índice de sangramento oral total à sondagem
- FMPS:** Índice de placa bacteriana em toda a boca
- KM:** Largura da mucosa queratinizada
- MBL:** Perda óssea marginal
- PCR:** Registo de controle de placa
- PD:** Profundidade de sondagem
- PI:** Índice de placa
- PG:** Índice gengival
- PES:** Nível de estética rosa
- MICA:** Índice estético da coroa
- MR:** Recessão da mucosa
- mPI:** Índice de placa modificado
- mSBI:** Índice de sangramento do sulco modificado
- PPD:** Profundidade de sondagem peri-implantar
- RCT:** Estudo randomizado controlado
- RM:** Recessão da mucosa
- SBI:** Índice de sangramento do sulco
- Ti:** Titânio
- VP:** Placa visível
- TiZr:** Liga de Titânio e Zircónia
- Zr:** Zircónia

1. Introdução

O tratamento com implantes dentários em osso nativo ou em conjunto com procedimentos de regeneração óssea representa uma opção de tratamento eficaz para a reabilitação de espaços edêntulos, devido às suas elevadas taxas de sobrevivência a longo prazo (1,2). O sucesso depende de vários fatores, incluindo a adaptação dos tecidos moles e a estabilidade das restaurações protéticas (2,3).

Desde a sua introdução por Brånemark em 1965 até aos dias de hoje, os implantes de titânio (Ti) têm sido os mais utilizados devido à sua comprovada biocompatibilidade, elevada resistência à corrosão e considerável resistência à fadiga (4–6).

Nos últimos anos, tem sido dada muita atenção à estética dos tecidos peri-implantares, também designada por "estética cor-de-rosa" (7). A cor cinzenta do titânio pode ser uma desvantagem estética, especialmente quando os tecidos moles não estão em condições ideais e a cor escura transparece através da fina mucosa peri-implantar (2,8,9). Nestes casos, os implantes cerâmicos podem ser uma alternativa vantajosa, devido à sua cor esbranquiçada semelhante à dos dentes (2,7).

Os implantes cerâmicos foram propostos na década de 1960, introduzidos por Sandhaus. Nessa altura, os primeiros implantes cerâmicos eram feitos de óxido de alumínio e foram retirados do mercado devido às suas fracas propriedades biomecânicas (10), que resultavam numa osteointegração com baixo torque e elevadas taxas de fratura (8).

Atualmente, o dióxido de zircónio (ou zircónia) é o principal material utilizado nos implantes cerâmicos disponíveis no mercado, apresentando elevadas propriedades físicas, como resistência à flexão, tenacidade à fratura (semelhante ao metal) (11), elevado módulo de elasticidade, bem como excelente estabilidade dimensional e biocompatibilidade (7), resistência à abrasão, corrosão e oxidação, o que contribui para

a sua maior longevidade (2,5). Tem também uma condutividade térmica mais baixa do que os implantes de titânio, o que pode ajudar a reduzir a sensibilidade térmica após a colocação do implante (7).

Outra característica relevante é que a zircónia tem menos potencial para a formação de biofilme bacteriano do que o titânio, minimizando o risco de doença peri-implantar (12,13) e melhorando a cicatrização dos tecidos moles (10).

No entanto, os implantes cerâmicos têm algumas limitações, como a maior dificuldade em modificar a superfície para promover a osteointegração em comparação com o titânio. Por isso, têm sido desenvolvidas novas técnicas para melhorar as propriedades da superfície da zircónia e, conseqüentemente, a aposição óssea e a estabilidade do implante, tais como a abrasão por partículas transportadas pelo ar, o condicionamento ácido, a pulverização por plasma, a agregação de materiais bioativos, a radiação UV e as técnicas de pulverização por fusão (9).

A fim de combinar as vantagens de ambos os materiais, foram desenvolvidas ligas de titânio-zircónia (TiZr). Foi demonstrado que a adição de Zr ao Ti aumenta a resistência da liga à corrosão, ao desgaste e à fadiga. Também foi sugerido que a resposta biológica e a osteointegração do Ti melhoram na presença de Zr (1,2). Dados clínicos preliminares demonstraram que os implantes de TiZr são capazes de suportar tensões mecânicas elevadas, tais como as geradas pela carga oclusal e pela função mastigatória nas áreas posteriores da mandíbula, sem o risco de fratura do implante (4,6).

Dado o exposto, as análises comparativas são fundamentais para compreender as vantagens e limitações de cada material, contribuindo para a melhoria contínua da medicina dentária e, conseqüentemente, da implantologia.

2. Objetivos

Esta revisão sistemática integrativa tem como objetivos:

2.1. Objetivo principal

Avaliar a taxa de sobrevivência dos implantes de zircónia versus implantes de titânio.

2.2. Objetivos secundários

- Avaliar alguns parâmetros clínicos dos implantes em zircónia em comparação aos implantes de titânio, utilizando fatores como: perda óssea peri-implantar, profundidade de sondagem e sangramento à sondagem;

- Conhecer as complicações técnicas, biológicas e mecânicas dos implantes em zircónia e em titânio.

3. Material e métodos

3.1. tipo de estudo

Revisão sistemática integrativa.

3.2. Estratégia de investigação

Este estudo foi realizado através de uma revisão bibliográfica da documentação científica atualmente disponível e foram utilizadas as seguintes bases de dados: *PubMed (Medline)*, *Web Of Science (Clarivate)* e *Scopus (Elsevier)*.

A pesquisa bibliográfica foi realizada entre os dias 16 de setembro de 2023, sendo o dia 31 de dezembro de 2023 a data da última pesquisa. Foi definido um período de 10 anos para a inclusão de estudos (2013-2023).

3.3 - Questão PICO

Como ponto de partida para esta revisão, foi formulada uma questão, segundo a estratégia **PICO** “*Population, Intervention, Comparison and Outcomes*” (Tabela 1)

Tabela 1 – Estratégia PICO

Population	Pacientes com indicação de reabilitação oral com implantes dentários
Intervention	Colocação de implantes dentários em pacientes com espaços edêntulos
Comparison	Implantes de Titânio e Implantes de Zircónia
Outcomes	Análise da taxa de sobrevivência dos implantes

Foi definida a seguinte questão norteadora de acordo com o desenho do estudo, população, intervenção, comparação e resultados: “Os implantes de zircónia podem apresentar taxas de sobrevivência semelhantes aos implantes de titânio?”

3.4. Termos de Pesquisa

Para escolher as palavras-chave que delimitavam o tema, uma série de palavras-chave incluídas no Tesouro de Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) foi cuidadosamente escolhida. Desta forma, foram selecionadas aquelas palavras que delimitaram a busca e validadas utilizando o *Medical Subject Headings (MeSH)* da biblioteca virtual *PubMed*. Para completar a busca bibliográfica, foram utilizados os operadores booleanos AND e OR para obtenção de melhores resultados.

3.5. Critérios de inclusão e exclusão

Todos os artigos incluídos foram lidos e avaliados individualmente segundo os critérios de inclusão e de exclusão descritos na tabela 2.

Tabela 2 – Critérios de inclusão e de exclusão.

Critérios de Inclusão	Critérios de Exclusão
Estudos no idioma inglês	Estudos que não estavam no idioma inglês
Limite temporal estabelecido de 10 anos	Estudos publicados anteriormente a janeiro de 2013
Estudos realizados em humanos	Estudos realizados em animais
Estudos com pacientes maiores de 18 anos, saudáveis, com indicação para a reabilitação oral com implantes	Estudos sobre reabilitação com implantes dentários em pacientes com contraindicação local ou sistémica à terapia com implantes dentários
Estudos randomizados controlados (RCT), Estudos Clínicos, Estudos prospetivos e estudos retrospectivos	Estudos <i>in vitro</i> , de revisão

4. Resultados

4.1. Resultados da pesquisa

A pesquisa inicial resultou na identificação de 910 artigos, sendo 190 pela base de dados *PubMed*, 417 pela base de dados *Web Of Science* e 303 pela base de dados *Scopus* (tabela 3).

Tabela 3 – Estratégia de busca estabelecida e número de resultados encontrados nas bases de dados *PubMed*, *Web Of Science* e *Scopus*.

Base de Dados	Estratégia de busca	Artigos encontrados
PubMed	<i>(Zirconium</i> [MeSH Terms]) AND (<i>Dental Implants</i> [MeSH Terms])	94
	<i>(Osseointegration</i> [MeSH Terms]) AND (<i>Zirconium</i> [MeSH Terms]) AND (<i>Dental Implants</i> [MeSH Terms])	8
	<i>(Osteointegration</i> [MeSH Terms]) AND (<i>Dental implants</i> [MeSH Terms]) AND (<i>Zirconium</i> [MeSH Terms]) OR (<i>Titanium</i> [MeSH Terms])	36
	<i>(Titanium</i> [MeSH Terms]) OR (<i>Zirconium</i> [MeSH Terms]) AND (<i>Survival rates</i> [MeSH Terms]) AND (<i>Dental Implants</i> [MeSH Terms])	52
Web Of Science	<i>(Zirconium)</i> AND (<i>Dental Implants</i>)	121
	<i>(Osseointegration)</i> AND (<i>Zirconium</i>) AND (<i>Dental Implants</i>)	38
	<i>(Osteointegration)</i> AND (<i>Dental implants</i>) AND (<i>Zirconium</i>) OR (<i>Titanium</i>)	144
	<i>(Titanium)</i> OR (<i>Zirconium</i>) AND (<i>Survival rates</i>) AND (<i>Dental Implants</i>)	114
Scopus	<i>(Zirconium)</i> AND (<i>Dental Implants</i>)	102
	<i>(Osseointegration)</i> AND (<i>Zirconium</i>) AND (<i>Dental Implants</i>)	32
	<i>(Osteointegration)</i> AND (<i>Dental implants</i>) AND (<i>Zirconium</i>) OR (<i>Titanium</i>)	70
	<i>(Titanium)</i> OR (<i>Zirconium</i>) AND (<i>Survival rates</i>) AND (<i>Dental Implants</i>)	99

4.2. Seleção de artigos

Do total de 910 artigos identificados, 147 foram eliminados por duplicidade utilizando o *Mendeley Citation Manager*. Dos 763 artigos restantes, 697 foram eliminados após a leitura dos títulos e resumos e por não cumprirem os critérios de elegibilidade. A partir desta avaliação, 66 artigos potencialmente relevantes foram selecionados para avaliação do texto integral. Após a leitura de todos os artigos, foram selecionados apenas 19 artigos.

A seleção dos artigos está ilustrada no fluxograma de acordo com o **PRISMA 2020** (guia de referência para revisões sistemáticas) (Figura 1).

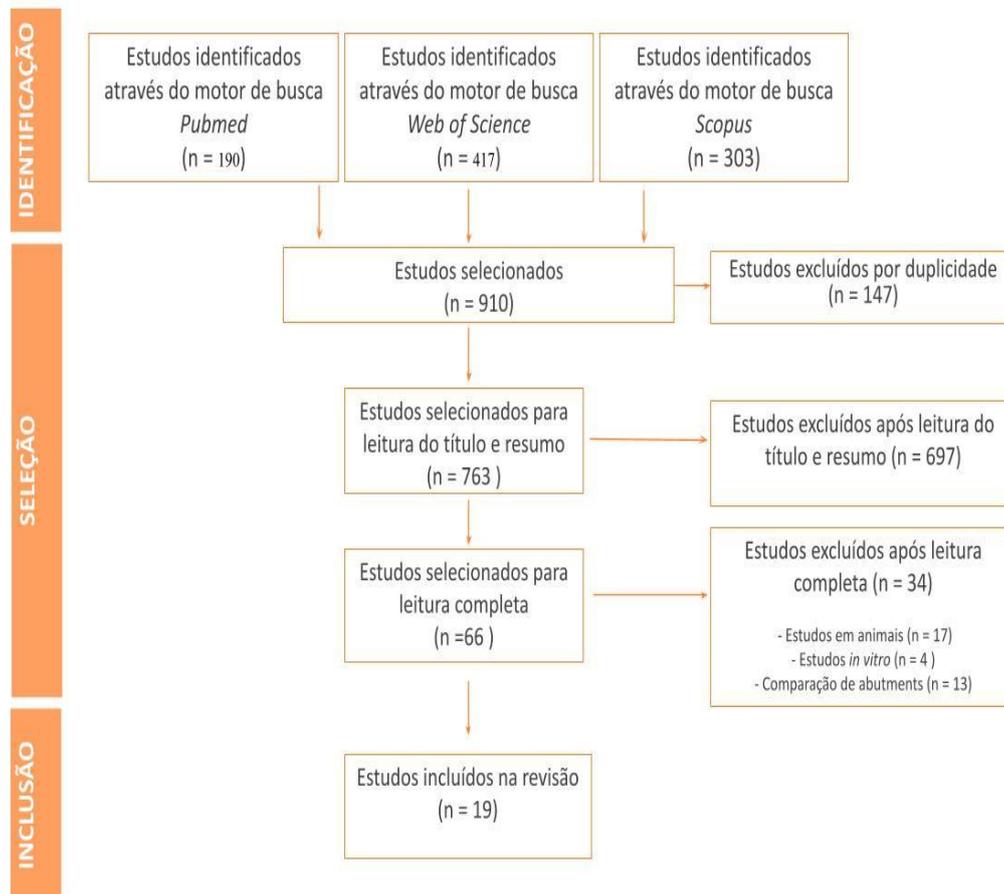


Figura 1 – Diagrama de fluxo da pesquisa bibliográfica consoante PRISMA 2020 (diagrama de fluxo para novas revisões sistemáticas).

Extração de dados

Foi desenvolvida uma tabela de extração de dados. Esta tabela (Tabela 4) constam informações como o nome do autor e ano de publicação, tipo de estudo, objetivo, amostra, tempo de acompanhamento (ou *follow up*), taxa de sobrevivência, perda óssea marginal (MBL) e parâmetros clínicos, complicações e principais resultados.

Tabela 4 – Tabela de resultados extraídos dos estudos incluídos

Autor / ano	Objetivos	Tipo de Estudo	Amostra	Follow-up	Taxa de Sobrevivência	Parâmetros clínicos avaliados	Complicações	Principais resultados
<i>Benic et al.</i> 2013	Testar se os implantes TiZr de 3,3 mm Ø apresentam desempenho diferente dos implantes de Ti de 4,1 mm Ø em relação ao nível ósseo marginal e aos parâmetros clínicos.	RCT	40 pacientes / 40 implantes Controlo: Implantes Ti Ø 4.1 mm Teste: Implantes Ti-Zr Ø 3.3 mm	1 ano	100% de taxa de sobrevivência em todos os examinados (2 implantes do grupo Ti não foram examinados).	MBL - Sem diferença estatística significativa (Grupo Ti - 0,40 - 0,53 mm Grupo TiZr - 0,41 - 0,66 mm) FMPS (Índice de placa bacteriana em toda a boca), FMBS (Índice de sangramento oral total à sondagem), BOP (sangramento à sondagem) e KM	NA	Tanto os implantes de TiZr com diâmetro estreito quanto os implantes Ti de diâmetro regular tiveram sucesso na integração tecidual no desempenho clínico no período de 1 ano, no suporte de coroas unitárias nas regiões anterior e pré-molares.

						(largura da mucosa queratinizada) - Não houve diferenças estatísticas significativas entre os grupos.		
<i>Ioannidis et al. 2015</i>	Testar se os implantes TiZr de 3,3 mm Ø apresentam desempenho diferente dos implantes de Ti de 4,1 mm Ø em relação ao nível ósseo marginal e aos parâmetros clínicos.	RCT	40 pacientes / 40 implantes Controlo: Implantes Ti Ø 4.1 mm Teste: Implantes Ti-Zr Ø 3.3 mm	3 anos	100% de taxa de sobrevivência em todos os examinados (5 pacientes do grupo Ti e 3 pacientes do grupo TiZr não foram examinados).	MBL - Sem diferença estatística significativa (Grupo Ti - 0,31 - 0,59 mm Grupo TiZr - 0,40 - 0,93 mm) FMPS, PCR, BOP e KM - Não houve diferenças estatísticas significativas entre os grupos. A FMBS apresentou diferenças estatísticas entre os grupos, sendo 12% no grupo Ti e 4% no grupo Ti-Zr.	Complicações biológicas: <u>Peri-Implantite</u> - 1 implante TiZr (1/17 = 5,9%) <u>Mucosite peri-implantar</u> - 10 implantes Ti (10/15 = 66,6%) - 8 implantes TiZr (8/17 = 47,1%) Complicações Técnicas: <u>Grupo Ti-Zr</u> (2/17 = 11,8%) - Fratura polida da cerâmica de revestimento - Folga no parafuso do pilar <u>Grupo Ti</u> (1/15 = 6,7%).	Tanto os implantes de TiZr com diâmetro estreito quanto os implantes Ti tiveram sucesso na integração tecidual no desempenho clínico no período de 3 anos, no suporte de coroas unitárias nas regiões anterior e pré-molares.

							- Lasca polida da cerâmica de revestimento	
<i>Beus et al. 2023</i>	Comparar implantes dentários de zircônia e titânio na região dos pré-molares superiores. A comparação foi baseada nas alterações do nível ósseo marginal (MBL), parâmetros clínicos e resultados estéticos 1 ano após a carga protética.	RCT	50 pacientes / 50 implantes Teste: 25 Implantes Zr Controlo: 25 Implantes Ti	1 ano	48 de 50 pacientes examinados. Taxa de sobrevivência 95,8% Grupo Zr 100% Grupo Ti	MBL - Sem diferença estatística significativa entre os grupos. (Grupo Zr 0,09 ± 0,34 mm Grupo Ti 0,01 ± 0,45 mm) Pi, BOP - Sem diferença estatística significativa entre os grupos.	NA	Os implantes Zr e Ti utilizados neste estudo substituindo um único pré-molar superior ausente, mostram resultados semelhantes em termos de alteração da MBL após 1 ano. Parâmetros clínicos e estéticos, são favoráveis e semelhantes entre ambos os tipos de implante após 1 ano de carga protética. Os resultados do estudo a curto prazo sugerem que ambos são adequados para uso clínico.

<i>Bienz et al. 2021</i>	Analisar a morfologia dos tecidos moles em indivíduos saudáveis e em condições de mucosite experimental, comparando implantes Zr e Ti.	RCT	42 pacientes / 84 implantes Controlo: Implantes Ti. Teste: Implantes Zr.	3 meses	100% de taxa de sobrevivência em todos os examinados (1 paciente não foi examinado e 1 biópsia foi excluída pela má qualidade da amostra).	Não avaliou MBL. PCR, CPD, BOP e KM - não houve diferenças estatísticas significativas entre os grupos em condições saudáveis. PCR - Diferenças estatísticas entre os grupos em condições de mucosite experimental, tendo os implantes Zr níveis mais baixos e melhor resultado que os implantes Ti (Grupo Zr, média de 4.17 e Grupo Ti 14.17).	NA	Ambos os implantes apresentaram resultados semelhantes em condições saudáveis. Níveis mais baixos de placa e sangramento foram detetadas para implantes de Zr em condições experimentais de mucosite, mas somente o índice de placa apresentou diferenças estatisticamente significativas.
<i>Hassouna et al. 2022</i>	Realizar uma comparação clínica e radiográfica de implantes Zr e Ti de peça única, em reabilitação de pré-molares.	RCT	28 pacientes / 28 implantes Controlo: Implantes Ti - peça única Teste: Implantes Zr - peça única.	5 anos	100% de taxa de sobrevivência em ambos os grupos.	MBL - Sem diferença estatística significativa (Grupo Zr - 1,77±0,039 mm)	Sem sinais de dor, edema, secreção de pus ou mobilidade durante a observação do	Não houve diferenças estatisticamente significativas entre os implantes de Zr e de Ti em relação ao índice gengival

						<p>Grupo Ti - 1,8±0,028 mm)</p> <p>PD, PI e PG (profundidade de sondagem, índice de placa e índice gengival, respetivamente), sem diferenças estatísticas significativas.</p>	período de adaptação	e perda óssea marginal, após 5 anos.
<i>Henao et al. 2021</i>	Comparar implantes de Zr e Ti em relação aos parâmetros estéticos e clínicos, para substituição de um dente único na maxila anterior.	RCT	30 pacientes / 30 implantes (16 Zr e 14 Ti) Controlo: Implantes Ti. Teste: Implantes Zr.	1 ano	100% de taxa de sobrevivência em ambos os grupos. Taxa de sucesso: Grupo Ti - 100% Grupo Zr - 96,6%	<p>MBL - Sem diferença estatística significativa (Grupo Zr - 1,86±0,51 mm Grupo Ti - 1,78±0,53 mm)</p> <p>PPD, PI e BOP e Índices Estéticos (PES e MICA) - não houve diferenças estatísticas significativas entre os grupos.</p>	<p>Complicação biológica - 1 Implante Zr foi diagnosticado com peri-implantite no acompanhamento de 9 meses.</p> <p>Não foram observadas complicações técnicas em qualquer grupo durante o período de estudo.</p>	Os implantes Zr apresentaram resultados estéticos e clínicos favoráveis, sendo comparáveis aos implantes de titânio.
<i>Payer et al. 2015</i>	Comparar os resultados clínicos de implantes Zr de	RCT	22 pacientes / 31 implantes (16 Zr e 15 Ti)	2 anos	100% de taxa de sobrevivência	MBL - Sem diferença	Um implante Zr (4.0 mm Ø x 10 mm) substituindo	Não foram encontradas diferenças

	duas peças com implantes de Ti de duas peças, após 24 meses da reabilitação.		Controlo: Implantes Zr de duas peças Teste: Implantes Ti de duas peças		para o grupo Ti (1 paciente deste grupo não foi examinado) 93,3% de taxa de sobrevivência para o grupo Zr (2 pacientes não foram examinados e 1 implante perdido)	estatística significativa (Grupo Ti - $1,43 \pm 0,67$ mm Grupo Zr - $1,48 \pm 1,05$ mm) PI e BOP - não houve diferenças estatísticas significativas entre os grupos.	um segundo molar inferior foi perdido 8 meses após a restauração. Nenhuma outra complicação ou eventos adversos foram registados.	significativas entre os resultados clínicos dos implantes de Zr e Ti de duas peças, após 24 meses da reabilitação.
<i>Koller et al. 2020</i>	Comparar os resultados clínicos de implantes Zr de duas peças com implantes de Ti de duas peças, após 80 meses da reabilitação.	RCT	22 pacientes / 31 implantes (16 Zr e 15 Ti) Controlo: Implantes Zr de duas peças Teste: Implantes Ti de duas peças	80 meses	Taxa de sobrevivência Grupo Zr - 87.50% (2 implantes de 16 perdidos) Grupo Ti - 93.33% (1 implantes de 15 perdido)	MBL - Sem diferença estatística significativa (Grupo Zr - $1,17 \pm 0,73$ mm Grupo Ti - $1,38 \pm 0,81$ mm) PI, BOP e PES - não houve diferenças estatísticas significativas entre os grupos.	Exceto os implantes que falharam (2 Zr e 1 Ti), todos os outros permaneceram estáveis por 80 meses, sem qualquer fratura do implante ou do pilar e sem qualquer fissura ou descolamento da cerâmica pura.	Não foram encontradas diferenças significativas entre os resultados clínicos dos implantes de Zr e Ti de duas peças, após 80 meses da reabilitação.

<p><i>Quirynen et al. 2015</i></p>	<p>Comparar as taxas de sobrevivência e sucesso em 36 meses de implantes dentários de 3,3 mm Ø de TiZr ou de Ti Grau IV, em mandíbulas edêntulas reabilitadas com <i>overdentures</i> removíveis.</p>	<p>RCT</p>	<p>91 pacientes / 182 implantes</p> <p>Controlo: Implantes Ti.</p> <p>Teste: Implantes Ti-Zr</p>	<p>3 anos</p>	<p>75 dos 91 pacientes foram examinados.</p> <p>Taxa de sobrevivência 97,3%</p> <p>Implantes Ti (2 perdidos) 98,7%</p> <p>Implantes TiZr (1 perdido)</p>	<p>MBL - Sem diferença estatística significativa (Grupo TiZr - 0,78 ± 0,75 mm Grupo Ti - 0,60 ± 0,71 mm)</p> <p>mPi e mSBI - Sem diferenças estatísticas significativas entre os grupos.</p>	<p>47 pacientes (51,6%) apresentaram complicações ou eventos adversos em 3 anos, mas somente 28 (30,4%) foram considerados relacionados ao dispositivo do estudo.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fratura de prótese (9 casos); - Inflamação durante a cicatrização e osteointegração no local do implante (5 casos); - Infecção peri-implantar moderada (5 casos); - Mobilidade tátil horizontal ou vertical do implante (5 casos); - Componente protético solto (3 casos); 	<p>Após 36 meses, resultados semelhantes foram encontrados entre os implantes Ti e TiZr.</p>
------------------------------------	---	------------	--	---------------	--	--	--	--

							<ul style="list-style-type: none"> - Manutenção da prótese (ou seja, reparo de matriz quebrada ou perdida (3 casos); - Remoção do dente do siso (3 casos) 	
Müller et al. 2015	Comparar as taxas de sobrevivência e sucesso em 5 anos de implantes dentários de 3,3 mmØ de TiZr ou de Ti Grau IV, em mandíbulas edêntulas reabilitadas com <i>overdentures</i> removíveis.	RCT	91 pacientes / 182 implantes Controlo: Implantes Ti. Teste: Implantes Ti-Zr	5 anos	47 dos 91 pacientes foram examinados. Taxa de sobrevivência 97,8% Implantes Ti (2 perdidos) 98,9% Implantes TiZr (1 perdido) Taxa de sucesso 92,6% Implantes Ti 95,8% Implantes TiZr	MBL - Sem diferença estatística significativa (Grupo TiZr - 0,60 ± 0,69 mm Grupo Ti - 0,61 ± 0,83 mm) mPi e mSBI - Sem diferenças estatísticas significativas entre os grupos.	4 dos 49 pacientes (8,2%) apresentaram complicações ou eventos adversos, entre 3 a 5 anos, sendo: - Radiolucência ao redor do implante (2 casos); - Infecção peri-implantar (1 caso) - Úlcera (que não estava relacionada aos implantes ou a <i>overdenture</i>).	Após 5 anos, resultados semelhantes foram encontrados entre os implantes Ti e TiZr.
Müller et al. 2023	Comparar as taxas de sobrevivência e sucesso em 10 anos de implantes dentários de 3,3	RCT	91 pacientes / 182 implantes Controlo: Implantes Ti.	10 anos	36 dos 91 pacientes foram examinados.	MBL - Sem diferença estatística significativa	21 dos 36 pacientes (67,8%) apresentaram complicações ou eventos adversos,	Após 10 anos, resultados semelhantes foram encontrados

	mm Ø de TiZr ou de Ti Grau IV, em mandíbulas edêntulas reabilitadas com <i>overdentures</i> removíveis.		Teste: Implantes Ti-Zr		Taxa de sobrevivência 95,8% Implantes Ti (3 perdidos) 98,9% Implantes TiZr (1 perdido)	(Grupo TiZr - 1,49mm ± 1,37mm Grupo Ti - 1,56mm ± 1,34 mm) mPi e mSBI - Sem diferenças estatísticas significativas entre os grupos.	entre 5 e 10 anos, sendo: - 11 pacientes (35,6%) apresentaram complicações biológicas, como infecções peri-implantares, recessão gengival ou, perda óssea: - 10 pacientes (32,2%) apresentaram complicações técnicas, como fraturas e outras complicações com a prótese.	entre os implantes Ti e TiZr. Estes resultados confirmam o TiZr como um material adequado para implantes de diâmetro estreito.
<i>Osman et al.</i> 2014	Avaliar o sucesso clínico de implantes de Zr em comparação com implantes de Ti de <i>design</i> semelhante.	RCT	24 pacientes / 168 implantes (7 implantes por paciente, sendo 4 na maxila e 3 na mandíbula) Controlo: Implantes Ti - peça única Teste: Implantes Zr - peça única	1 ano	Taxa de sobrevivência 95,8% Implantes Ti 72,95% Implantes Zr (Mandíbula: Grupo Ti 95,8% Grupo Zr 90,9% Maxila	MBL - Foi observada menor perda óssea marginal ao redor dos implantes Ti (Grupo Zr - 0,42 - 0,40mm Grupo Ti - 0,18 - 0,47mm)	28 implantes falharam (10 implantes Ti e 18 implantes Zr), sendo: - 14 implantes não conseguiram osteointegrar desde a colocação do implante até a instalação da prótese;	Não houve diferença significativa na taxa de sobrevivência entre os dois grupos.

					Grupo Ti 71,9% Grupo Zr 55%)		- 14 implantes falharam a partir do momento da instalação da prótese até 1 ano de acompanhamento. 3 Implantes Zr fraturaram	
<i>Siddiqi et al. 2015</i>	Investigar a resposta dos tecidos moles e duros aos implantes de Ti e Zr em pacientes desdentados.	RCT	22 pacientes / 150 implantes (7 implantes por paciente, sendo 4 na maxila e 3 na mandíbula) Controlo: Implantes Ti. Teste: Implantes Zr.	1 ano	19 dos 24 pacientes foram examinados. Implantes Ti - 58,35% Implantes Zr - 58,80% Implantes Alveolares (67,9%) -Grupo Ti (66,7%) -Grupo Zr (67,6%) Implantes Palatinos (50%) -Grupo Ti (50%) -Grupo Zr (50%)	Não avaliou MBL. PI, BI, PD, KM e recessão foram avaliados, sem diferenças estatísticas significativas entre os grupos.	NA	Embora as taxas de falha com os implantes Zr tenham sido maiores do que com os Ti (sugerindo que o uso clínico dos implantes Zr pode ser recomendado), deve-se ter em mente que a falha também pode estar associada ao novo desenho protético utilizado.

<i>Tolentino et al.</i> 2016	Analisar a MBL e outros parâmetros clínicos ao redor de implantes 3,3 mmØ de TiZr em comparação com Implantes Ti, instalados na zona dos molares mandibulares.	RCT	10 pacientes / 10 implantes Controlo: Implantes Ti Ø 3.3. mm Teste: Implantes TiZr Ø 3.3. mm	1 ano	100% de taxa de sobrevivência em ambos os grupos	MBL - Sem diferença estatística significativa (Grupo Ti- 0,60 - 0,69 mm Grupo TiZr - 0,35 - 0,24mm) BOP, FMPS e VP - sem diferenças estatísticas significativas entre os grupos.	NA	Resultados semelhantes após 1 ano de função, sugerindo que ambos os implantes estreitos TiZr e Ti podem ser igualmente usados para suportar coroas unitárias na região posterior da mandíbula.
<i>Tolentino et al.</i> 2014	Comparar as taxas de sucesso e sobrevivência de implantes de diâmetro estreito feitos de TiZr e de Ti na zona posterior da mandíbula.	RCT	42 pacientes / 42 implantes Controlo: Implantes Ti Ø 3.3. mm Teste: Implantes Ti-Zr Ø 3.3. mm	1 ano	95,2% de taxa de sobrevivência em ambos os grupos (1 perda de cada grupo)	Não avaliou MBL. CPD, BOP e mobilidade - sem diferenças estatísticas significativas entre os grupos.	No exame de 6 semanas, um implante de cada grupo teve de ser retirado devido a sinais de falha na osteointegração (mobilidade do implante e radiolucência ao redor dos implantes observada através de radiografias periapicais).	Um ano após a carga, os implantes Ti e TiZr de diâmetro estreito tiveram as taxas de sobrevivência e sucesso semelhantes entre os dois grupos, assim como a taxa de sucesso das próteses.
<i>Altinci et al.</i> 2016	Determinar a estabilidade e a perda óssea	Estudo clínico	14 pacientes / 38 implantes	1 ano	100% de taxa de sobrevivência	MBL - Sem diferença	Os protocolos cirúrgicos foram realizados sem	A estabilidade e as alterações na MBL dos implantes TiZr

	marginal (MBL) de implantes TiZr de diâmetro estreito carregados imediatamente na região posterior.		Teste: 18 implantes TiZr carregados imediatamente Controlo: 20 implantes carregados convencionalmente		em ambos os grupos	estatística significativa (Teste 20.18 ± 0.27 mm Controlo 20.24 ± 0.27 mm) Estabilidade - não houve diferenças estatísticas significativas entre os grupos.	complicações biológicas.	que suportam pontes posteriores de 3 unidades foram clinicamente aceitáveis no primeiro ano de carga.
<i>Coskunes et al, 2021</i>	Avaliar os resultados de próteses completas fixas imediatas suportadas por implantes Ti-Zr de diâmetro estreito (3,3 mm), em combinação com implantes de diâmetro padrão até 2 anos de acompanhamento.	Estudo clínico	28 pacientes / 179 implantes Teste: 67 Implantes TiZr Ø 3.3 mm (38%) Controlo: Implantes TiZr Ø 4.1 mm (97 implantes, 54%) ou Ø 4.8 mm (15 implantes, 8%)	2 anos	Taxa de Sobrevivência Média 98,95% (99,4% Implantes TiZr Ø 4.1 mm ou Ø 4.8 mm 98,5% Implantes TiZr Ø 3.3 mm) 100% de taxa de sobrevivência protética.	MBL média em 2 anos: 0,73 mm (mandíbula 0,90mm maxila 0,43 mm) A angulação do implante e o protocolo de carga não influenciaram o MBL (Não houve diferenças estatísticas significativas). A localização do implante (mandíbula), o	Complicações biológicas: - 1 implante 3,3 mm Ø foi perdido na mandíbula nos primeiros 3 meses. - 3 implantes (2 na mandíbula e 1 na maxila) apresentaram peri-implantite (> 4 mm bolsa peri-implantar, MBL > 2 mm e sangramento à sondagem), sendo resolvido através do tratamento cirúrgico.	A combinação de implantes de diâmetro estreito com implantes de diâmetro padrão na reabilitação fixa imediata de arcada completa tem um bom prognóstico para se tornar um novo padrão de tratamento para maxilares gravemente atróficos.

						número de implantes (números menores) e o diâmetro (estreito) foram associados a maior perda óssea.	Complicações mecânicas ou técnicas não foram relatadas.	
<i>Reis et al.</i> 2019	Comparar protocolos de carga imediata e convencional para <i>overdentures</i> mandibulares com implantes de diâmetro estreito com duas peças.	RCT	24 pacientes / 48 implantes Teste: Implantes TiZr com carga imediata Controlo: Implantes TiZr com carga convencional	1 ano	100% de taxa de sobrevivência e sucesso em todos os examinados (1 paciente do grupo controlo não pode ser acompanhado)	MBL - Sem diferença estatística significativa entre os grupos. (Teste $0,32 \pm 0.80$ mm Controlo 0.34 ± 0.69 mm)	Nenhuma falha ou complicação foi registada.	Ambos os protocolos de carga para <i>overdentures</i> mandibulares suportadas por implantes de diâmetro estreito foram bem-sucedidos no acompanhamento de 1 ano.
<i>Rutkowski et al.</i> 2022	Investigar a taxa de sobrevivência, sucesso e satisfação do paciente com implantes Zr colocados imediatamente em comparação com implantes	Estudo clínico retrospectivo	51 pacientes/ 150 implantes Teste: 113 Implantes Zr com carga imediata (75,3%) Controlo: 37 Implantes Zr com	1 ano	92% de taxa de sobrevivência 88% de taxa de sucesso	MBL Sem diferença estatística significativa entre os grupos. Teste $0,58 \pm 0.77$ mm Controlo 0.73 ± 1.16 mm	12 implantes (8%) falharam em 11 pacientes (21,6%) ao final do período de acompanhamento. - 7 das falhas foram carregadas imediatamente (Grupo Teste)	Implantes de dióxido de zircónia colocados imediatamente e tardiamente, bem como carregados, mostraram excelentes resultados em relação ao sucesso e sobrevivência do

	colocados tardiamente.		carga convencional (24,7%)				- 5 dos implantes que falharam foram carregados tardiamente (Grupo Controlo).	implante neste estudo. Implantes de dióxido de zircónia podem garantir excelentes resultados estéticos e alta satisfação do paciente.
--	------------------------	--	----------------------------	--	--	--	---	---

Após a leitura completa dos artigos selecionados, foram registados os principais resultados:

- Siddiqi *et al.* (2015) apresentou as piores taxas de sobrevivência para implantes Ti e Zr, 58,35% e 58,80%, respetivamente. Apenas 11 (52,4%) dos 21 implantes palatinos sobreviveram ao período de seguimento de 1 ano.
- Bienz *et al.* (2021) apresentou o tempo de *follow-up* mais curto, de 3 meses, que resultou numa taxa de sucesso de 100% em ambos os grupos de implantes de Zr e Ti.
- Müller *et al.* (2023) apresentou o maior tempo de *follow-up*, com um total de 10 anos de acompanhamento. Este estudo registou uma taxa de sobrevivência entre os examinados de 95,8% para os implantes de Ti e 98,9% para os implantes de TiZr.
- Osman *et al.* (2014) foi o único estudo a indicar uma diferença significativa na MBL entre os implantes de Zr e Ti após 1 ano de função, com uma MBL de 0,42 - 0,40 mm e 0,18 - 0,47 mm registada para os implantes de Zr e Ti, respetivamente.

5. Discussão

Osteointegração dos implantes dentários

A osteointegração é um processo biológico que envolve a ancoragem de um implante no tecido ósseo, para que este se integre de forma estável, suportando e distribuindo uma carga funcional, permitindo a instalação de próteses e a reabilitação de espaços desdentados a partir da substituição de um elemento perdido (6,14).

A estabilidade primária consiste em manter o implante tão estável quanto possível, assim que é inserido no osso. Isto é importante para evitar que o implante se desloque e permite que as células ósseas formem tecido ósseo à volta do implante, assegurando uma osteointegração bem-sucedida. A estabilidade primária está relacionada com as características do implante, a técnica cirúrgica, a densidade óssea e o tipo de osso do paciente (14).

A estabilidade secundária é obtida após o período de osteointegração e é caracterizada como a fixação na interface osso-implante, obtida pelo processo de regeneração e remodelação óssea, que é dependente da estabilidade primária (14,15).

Na literatura foram encontrados alguns estudos que compararam os implantes em zircónia com os implantes em titânio e em titânio-zircónia.

Taxa de Sobrevivência

A taxa de sobrevivência dos implantes dentários refere-se à presença contínua do implante em função, de forma estável e assintomática, durante um período de acompanhamento específico (2,3,5,6,16). Para garantir a integridade dos resultados, foram excluídos da análise os implantes que não puderam ser acompanhados durante o período de seguimento proposto. Um implante foi considerado perdido quando falhou a osteointegração, independentemente do momento em que isso ocorreu (antes ou

depois de ser carregado). Além disso, os implantes também foram considerados perdidos devido a complicações biológicas (como peri-implantite, quando os tratamentos não cirúrgico e cirúrgico falharam), complicações mecânicas ou técnicas (como fratura do implante, quando a única solução foi a sua substituição).

Os resultados do estudo de Siddiqi et al. (2015) mostraram as piores taxas de sobrevivência para implantes em titânio (Ti) e zircónia (Zr). O estudo incluiu 24 participantes (12 = Ti e 12 = Zr), reabilitados com implantes de pilar esférico de peça única para suportar *overdentures*. Os participantes receberam quatro implantes maxilares (dois na região pré-molar, um na linha média alveolar e um de grande diâmetro no palato anterior); e três implantes mandibulares (um na linha média e dois posteriores bilaterais). Apenas 11 (52,4%) dos 21 implantes palatinos sobreviveram após um ano de acompanhamento. As taxas de falha com os implantes Zr foram superiores aos do Ti. O autor sugere que estes resultados podem ter sido influenciados pelo desenho protético utilizado (17).

Avaliando os estudos selecionados, que comparam grupos de Ti e grupos de Zr e TiZr, a média da taxa de sobrevivência foi de 96,54% para implantes de Ti e 94,66% para implantes de Zr ou TiZr.

Outros estudos, que avaliaram exclusivamente implantes em zircónia (sem grupo controlo de Ti), a média foi de 97,38%, com vários estudos a indicar uma taxa de sobrevivência de 100% (18–21). Destes estudos, o trabalho realizado por Cionca et al. (2021) obteve a taxa mais baixa de 83% foi apresentada (22).

Uma avaliação global de todos os estudos nesta revisão mostra uma taxa de sobrevivência global de 96,54% para implantes de Ti e 96,02% para implantes de Zr ou TiZr.

Relação entre a taxa de sobrevivência e o tempo de *follow up*

Ao avaliarmos os estudos desta revisão, podemos efetuar uma análise das taxas de sobrevivência dos implantes ao longo do tempo.

Quando nos referimos aos trabalhos de Benic et al. (2013) (3) e Ioannidis et al. (2015) (2), é importante notar que estamos a referir-nos ao mesmo trabalho mas publicado com tempos de seguimento diferentes (1 ano e 3 anos). O mesmo acontece com outros estudos. Quirynen et al. (2015) (23) e Muller et al. (2023 e 2015) (24,25) pertencem ao mesmo grupo de investigação (Roxolid Study Group) e as publicações citadas nesta revisão referem-se ao mesmo estudo, mas publicado com diferentes tempos de seguimento (36 meses, 50 meses e 10 anos). E também nos trabalhos publicados por Payer et al. (2015) (26) e Koller et al. (2020) (8), cujos resultados publicados referem-se ao mesmo estudo, mas com tempos de seguimento diferentes (24 e 80 meses).

O tempo de seguimento mais curto foi de **3 meses** no estudo de Bienz et al. (2021)(13), que resultou numa taxa de sucesso de 100% em ambos os grupos de implantes de Zr e Ti. Embora este período de tempo seja demasiado curto para avaliar com precisão a taxa de sobrevivência dos implantes, o mesmo é justificado pelo objetivo do estudo, que era comparar a morfologia dos tecidos moles em indivíduos saudáveis e naqueles com mucosite experimental, comparando implantes de Zr e Ti.

A maioria dos estudos realizou um acompanhamento de **1 ano**, totalizando 10 estudos. Nos estudos com um grupo de controlo de implantes de Ti, a taxa média de sobrevivência foi de 94,7%. O pior resultado, de 58,35%, registou-se no estudo de Siddiqi et al. (2015) (17), já mencionado anteriormente. O segundo pior resultado de 88,86%, registou-se no estudo de Osman et al. (2014) (27). Dos 10 estudos com um grupo de controlo de implantes de Ti no seguimento de 1 ano (3,6,7,15–17,21,27–29), 4 apresentaram uma taxa de sobrevivência de 100% (3,6,21,29).

Com um tempo de seguimento de **2 anos**, temos o estudo de Payer et al. (2015) (26) com um grupo controlo de implantes de Ti que resultou numa taxa de sobrevivência de 100% e uma taxa de sobrevivência de 93,3% para implantes de Zr. Em contrapartida, Becker et al. (2017) (30) registou uma taxa de sobrevivência de 95,8% para os implantes de Zr e Coskunes e Tak (2021) (31) registou uma taxa de sobrevivência de 98,95% para os implantes de TiZr. A taxa de sobrevivência média nos dois estudos para os implantes de Zr ou TiZr no seguimento de 2 anos foi de 95,1%.

No período de seguimento de **3 anos**, dois estudos com um grupo controlo de implantes de Ti, publicados por Ioannidis et al. (2015) (2) e Quirynen et al. (2015) (23), foi obtida uma taxa de sobrevivência de 98,65% para implantes de Ti e 99,35% para implantes de TiZr. Outros autores, Bormann et al. (2018) e Brüll et al. (2014), nos seus estudos sem um grupo controlo de Ti, a taxa de sobrevivência média para implantes de Zr foi de 97,0% (32) (33).

Com um tempo de seguimento de **5 anos**, dois estudos com um grupo de controlo de implantes de Ti, publicados por Hassouna et al. (2022) (9) e Müller et al. (2015) (25), foi obtida uma taxa de sobrevivência de 98,9% para implantes de Ti e uma taxa de sobrevivência de 99,45% para implantes de Zr e TiZr. Noutros três estudos sem grupo de controlo de Ti publicados por Balmer et al. (2020) (34), Gahlert et al (2022) (12) e Rodriguez et al. (2018) (10), a taxa de sobrevivência média para os implantes de Zr foi de 94,9%.

Para tempos de acompanhamento **entre 7 e 10 anos**, Koller et al. (2020) (8) com 7 anos e Müller et al. 2023 (24) com 10 anos, resultou numa taxa de sobrevivência de 94,56% para os implantes de Ti e 93,20% para os implantes de Zr.

A taxa média de sobrevivência dos implantes ao longo dos anos é apresentada na tabela seguinte (Tabela 5), indicando quantos estudos foram incluídos de acordo com o tempo de seguimento e a taxa de sobrevivência resultante desses estudos, separados por implantes de Ti, implantes de Zr e implantes de TiZr.

Tabela 5 – Taxa de sobrevivência média dos implantes ao longo dos anos

Tempo de Estudo e Número de Estudos Incluídos	Taxa de Sobrevivência		
	Implantes Ti	Implantes Zr	Implantes TiZr
3 meses Bienz et al. 2021	100%	100%	NA
1 ano Benic et al. 2013, Beus et al. 2023, Henao et al. 2021, Osman et al. 2014, Siddiqi et al. 2015, Tolentino et al. 2014, Tolentino et al. 2016, Altinci et al. 2016, Reis et al. 2019, Rutkowisk et al. 2022,	92,76%	83,91%	99,04%
2 anos Payer et al. 2015, Coskunes e Tak et al. 2021	100%	94,55%	98,95%
3 anos Ioannidis et al. 2015, Quirynen et al. 2015	98,65%	NA	99,47%
5 anos Hassouna et al. 2022, Müller et al. 2015	98,90%	100%	NA
7 a 10 anos Koller et al. 2020, Müller et al. 2023	94,56%	93,32%	NA
19 estudos incluídos	97,47%	94,35%	99,15%

Observando a tabela, os implantes de TiZr apresentaram uma taxa de sobrevivência mais elevada em comparação com os implantes de Zr e Ti. A taxa de sobrevivência dos implantes TiZr e dos implantes Zr foi de 99,15% e 94,35%, respetivamente. Estes dados indicam que os implantes de TiZr parecem ter melhores resultados clínicos do que os implantes de Zr.

Parâmetros clínicos avaliados

A Perda Óssea Marginal (MBL) é feita a partir da distância da plataforma do implante até ao primeiro contacto do osso com o implante e a diferença entre as medições em diferentes momentos fornece a taxa de MBL (35). É importante notar que a precisão destas medições pode ser influenciada por vários fatores, tais como a perícia do observador, a qualidade e o ângulo das radiografias (36).

A manutenção da osteointegração ao nível cervical é crucial, uma vez que qualquer quantidade perdida pode afetar a estabilidade do implante e causar danos estéticos. Os implantes que apresentam uma perda óssea marginal superior a 0,5 mm no prazo de 6 meses após a carga correm um grande risco de fracasso radiográfico (37).

A MBL também pode ser utilizada para prever a perda óssea futura. Taxas iniciais de MBL de mais de 0,44 mm/ano são uma indicação de perda óssea peri-implantar progressiva e um alto risco de desenvolver peri-implantite (36,38). No entanto, a utilização da MBL como parâmetro clínico pode ter limitações, uma vez que alguns fatores relacionados com o paciente, como o tabagismo ou uma história de doença periodontal prévia, podem influenciar a perda óssea marginal. Além disso, o tipo de implante, a técnica cirúrgica utilizada e a reabilitação protética, também podem afetar a perda óssea marginal (37).

Osman et al. (2014) (27) foi o único estudo a indicar uma diferença significativa na MBL entre os implantes de Zr e Ti após 1 ano de função, com uma MBL de 0,42 - 0,40 mm e 0,18 - 0,47 mm registada para os implantes de Zr e Ti, respetivamente. Os autores sugeriram que a diferença na rugosidade da superfície entre os dois materiais pode estar relacionada com a alteração na MBL, uma vez que os implantes de Zr tinham uma rugosidade superficial mínima (Ra 0,5-0,8 μm) e os implantes de titânio tinham uma superfície moderadamente rugosa (Ra 1-2 μm). Observou-se também que a localização do implante afetou diretamente a taxa de sucesso, com os implantes instalados na

maxila a terem resultados inferiores aos implantes colocados na mandíbula, tanto com implantes de Ti (57,1%) como com implantes de Zr (57,5%).

No estudo de acompanhamento de 2 anos efetuado por Coskunes e Tak (2021) (31), foi demonstrado que a angulação do implante e o protocolo de carga não influenciaram a MBL. No entanto, a localização do implante (mandíbula), o número de implantes (menor número) e o diâmetro (estreito) foram associados a uma maior perda óssea. Neste estudo, a MBL média foi de $0,51 \pm 0,51$ mm a 1 ano e $0,73 \pm 0,66$ mm a 2 anos. Em termos de localização dos implantes, na maxila a MBL foi de $0,41 \pm 0,38$ mm a 1 ano e $0,43 \pm 0,32$ mm a 2 anos. Enquanto na mandíbula foi de $0,63 \pm 0,60$ mm a 1 ano e $0,90 \pm 0,74$ mm a 2 anos. Relativamente ao número de implantes, a MBL média na reabilitação com 4 implantes foi de 0,63 mm, enquanto na reabilitação com 6 implantes foi de 0,35 mm. Relativamente ao diâmetro dos implantes, a MBL média aos 2 anos para implantes de diâmetro estreito (i.e. 3,33 mm) foi de 1,02 mm, enquanto os implantes de 4,1 mm tiveram uma MBL de 0,44 mm, mostrando uma diferença estatisticamente significativa no segundo ano.

O trabalho de Bormann et al. (2018) (32) obteve uma MBL média de $0,97 \pm 0,88$ mm. Apesar de não ter mostrado diferenças estatísticas significativa na MBL durante os 3 anos de acompanhamento, indicou que a perda óssea foi mais acentuada nos primeiros seis meses ($0,88 \pm 0,86$ mm) e manteve-se estável entre 1 e 3 anos de acompanhamento.

O estudo de Beus et al. (2023) (28) não apontou diferenças estatísticas significativas na MBL entre os implantes de titânio e os implantes de zircónia, mas foi o estudo com a menor perda, tendo o grupo Ti uma MBL de $0,01 \pm 0,45$ mm e o grupo Zr de $0,09 \pm 0,34$ mm.

Em estudos com maior tempo de acompanhamento, podemos analisar melhor a MBL. No estudo de Muller et al. (2023) (24), aos 10 anos não se registaram diferenças notáveis ao nível da crista óssea comparando os grupos TiZr e Ti. A MBL nos implantes de TiZr foi de $0,78 \pm 0,75$ mm a 1 ano, $0,60 \pm 0,69$ mm a 5 anos e $1,49$ mm ($\pm 1,37$ mm) a 10 anos. Nos implantes de Ti, a MBL foi de $0,60 \pm 0,71$ mm a 1 ano, no Grupo Ti - $0,61 \pm$

0,83 mm a 5 anos e 1,56 ($\pm 1,34$ mm) a 10 anos, indicando uma perda óssea semelhante em ambos os grupos de tratamento. Os resultados destes estudos indicaram que a maior parte da perda óssea ocorreu logo após a colocação do implante, enquanto o nível ósseo permaneceu quase inalterado entre 3 e 5 anos após a cirurgia e acelerou ligeiramente entre 5 e 10 anos.

Para além da perda óssea marginal, outros parâmetros clínicos importantes podem ser utilizados para avaliar os implantes e os tecidos peri-implantares. Para além disso, estes indicadores podem muitas vezes ser correlacionados entre si, permitindo a identificação de pacientes com maior risco de doença periodontal e peri-implantar (5).

O índice de placa (PI - *Plaque index*) é um indicador muito utilizado não só na área da implantologia, que tem como objetivo avaliar e quantificar a placa bacteriana presente na superfície dos dentes, implantes e próteses. É um parâmetro clínico importante, pois ajuda a compreender a eficácia da higiene oral do paciente e a identificar as áreas onde a higiene é deficiente e que requerem maior atenção.

O índice de sangramento ou simplesmente sangramento à sondagem é um parâmetro importante para avaliar a saúde peri-implantar e, no âmbito da implantologia, pode ser efetuado de duas formas: avaliando se existe sangramento quando se sondam as bolsas à volta dos implantes ou avaliando a presença de sangramento em toda a boca, incluindo dentes e implantes. A presença de sangramento é uma forte indicação de inflamação nos tecidos peri-implantares.

A profundidade de sondagem é a medida em milímetros desde a margem gengival até ao fundo da bolsa periodontal. Os valores normais para implantes variam geralmente entre 2 mm e 4 mm, sendo que profundidades maiores indicam inflamação, infeção ou perda óssea à volta do implante. A monitorização regular da profundidade de sondagem é essencial, uma vez que um aumento deste indicador é um sinal precoce de peri-implantite (5).

O diagnóstico precoce da peri-implantite permite intervenções adequadas para evitar a progressão da doença e a perda do implante. Além disso, o controlo destes

parâmetros é fundamental para detetar alterações precoces e alcançar o sucesso a longo prazo dos implantes dentários (5).

No trabalho de Ioannidis et al. (2015) (2), o Índice de sangramento oral total à sondagem apresentou diferenças estatísticas entre os grupos, com 12% no grupo Ti e 4% no grupo Ti-Zr. O Índice de placa bacteriana em toda a boca foi de 22% no grupo Ti e 15% no grupo Ti-Zr, ou seja, também foi menor no grupo Ti-Zr do que no grupo Ti.

O trabalho de Bienz et al. (2021) (13) avaliou o comportamento de tecidos peri-implantares tanto implantes Zr quanto implantes Ti, em condições saudáveis e de mucosite experimental. Apesar de diversos indicadores não terem apresentado diferenças estatísticas significativas entre os grupos em condições saudáveis, outros parâmetros como o registo de controle de placa, apontou diferenças estatísticas entre os grupos em condições de mucosite experimental, com os implantes de Zr a apresentarem pontuações mais baixas e melhores resultados do que os implantes de Ti (Grupo Zr, média de 4.17 e Grupo Ti 14.17). Pontuações mais baixas de sangramento também foram detetadas em implantes Zr em condições experimentais de mucosite, mas sem diferenças estatísticas significativas.

Estes resultados estão de acordo com os encontrados na literatura, que indicam que a zircónia parece ter um menor potencial para a formação de placa e conseqüentemente menos inflamação no tecido peri-implantar (10, 12).

Complicações dos implantes

As complicações técnicas incluíram todos os eventos que resultaram na descimentação ou desaperto da coroa ou da prótese, bem como a do pilar (ou *abutment*). Os casos de fratura de prótese foram muitas vezes indicados pelos próprios autores como complicações técnicas. As complicações foram consideradas mecânicas quando afetaram a integridade do implante ou do pilar.

Para definir as complicações biológicas, a maioria dos estudos baseou-se nos trabalhos de Renvert et al. (2018) (39) e Berglundh et al. (2018) (38), que definiram uma complicação biológica como a presença de mucosite peri-implantar ou peri-implantite no implante alvo (ou seja, presença de sangramento e/ou supuração à sondagem suave, profundidades de sondagem ≥ 6 mm e níveis ósseos ≥ 3 mm apicais à porção mais coronal da parte intra-óssea do implante).

Quatro estudos relataram a perda de implantes após a reabilitação e a função como uma complicação biológica. Payer et al. (2015) (26) relataram a perda de um implante Zr que substituíra um segundo molar inferior 8 meses após a restauração. Osman et al. (2014) (27) apontaram que 14 implantes falharam na osteointegração desde a colocação do implante até a instalação da prótese e outros 14 implantes falharam desde o momento da instalação da prótese até 1 ano de acompanhamento. Cionca et al. (2021) (22) relataram seis implantes perdidos durante os 6 anos de acompanhamento, um durante o período de osteointegração e os outros cinco no primeiro ano de função. Becker et al. (2017) (30) registaram 2 implantes perdidos após um período de 8 meses de função. Rutkowski et al. (2022) (15) indicaram que 12 implantes (8%) falharam em 11 pacientes (21,6%) no final do período de acompanhamento, com 7 das falhas a serem carregadas imediatamente e 5 carregadas tardiamente.

Rutkowski et al. (2022) (15) fizeram algumas sugestões quanto aos prováveis motivos das falhas dos implantes, como o desenho do implante em peça única que foi utilizado na maioria dos implantes do estudo, que acaba não permitindo que cargas sejam evitadas e resultando em micromovimentos. Outra sugestão foi a localização do implante, pois é mais difícil conseguir uma boa estabilidade primária quando se localizam molares na zona posterior da maxila do que pré-molares. Com isso em mente, a sugestão de Cionca et al. (2021) (22), que apontaram no seu estudo que as falhas de implantes foram atribuídas principalmente ao desaperto da coroa, parece justificar parcialmente a razão para essas falhas.

Outra complicação biológica importante é a mucosite peri-implantar e a peri-implantite, que podem ser avaliadas e diagnosticadas precocemente através de parâmetros clínicos relatados anteriormente neste estudo, como a avaliação do MBL, o índice de placa, o índice de sangramento gengival e a profundidade de sondagem.

Ioannidis et al. (2015) (2) relataram apenas um caso de peri-implantite num implante de TiZr (1/17 = 5,9%), mas 10 implantes de Ti (10/15 = 66,6%) e 8 implantes de TiZr (8/17 = 47,1%) foram diagnosticados com mucosite peri-implantar. Henao et al. (2021) (7) diagnosticaram um implante de Zr com peri-implantite aos 9 meses de seguimento. Müller et al. (2023) (24) verificaram que 11 pacientes (35,6%) tiveram complicações biológicas, tais como infeções peri-implantares, recessão gengival ou perda óssea. Brunello et al. (2022) (40) diagnosticaram 10 implantes com mucosite peri-implantar nos primeiros 2 anos, todos eles tratados com sucesso posteriormente. Coskunses e Tak (2021) (31) registaram que 3 implantes (2 na mandíbula e 1 na maxila) tinham peri-implantite (bolsa peri-implantar > 4 mm, MBL > 2 mm e sangramento à sondagem), que foi resolvida por tratamento cirúrgico.

Zembic et al. (2016) (41) relataram que 1 implante num paciente fumador falhou a osteointegração após quase 1 ano em função.

O tratamento da peri-implantite inclui o desbridamento mecânico, a instrução de higiene oral, a utilização de antimicrobianos e terapias ressectivas e regenerativas, e o diagnóstico precoce permite intervenções adequadas no momento certo para evitar a progressão da doença e a perda do implante (5).

A complicação técnica mais frequentemente relatada foi a fratura do pilar ou da coroa. Ioannidis et al. (2015) (2) relataram que aos 3 anos de acompanhamento, houve fratura da cerâmica de revestimento em ambos os implantes TiZr (2/17 implantes = 11,8%) e implantes Ti (1/15 = 6,7%). Müller et al. (2023) (24) salientaram que durante os 10 anos de acompanhamento, 10 pacientes (32,2%) tiveram fraturas e outras complicações com a prótese. Becker et al. (2017) (30) relataram apenas 1 caso (2,1%), que consistiu na fratura do pilar de fibra de vidro de uma coroa cimentada.

Brunello et al. (2022) (40) indicaram complicações técnicas em dois pacientes (6,9%), que consistiram em descolamento do pilar e fratura da coroa. Este autor também indicou 6 casos de fratura do pilar de fibra de vidro como complicações mecânicas em seis pacientes (20,7%). Cionca et al. (2021) (22) indicaram a fratura de dois pilares e em ambos os casos, o pilar fraturado foi removido, um novo foi inserido e uma nova coroa foi instalada com sucesso. Jung et al. (2015) (36) relataram a fratura do componente do pilar num implante após a tentativa de remover a coroa devido a uma falha de cimentação. O trabalho de El-Sheikh e Shihabuddin (2014) (19) ainda descreveu como uma complicação protética, o descolamento da coroa num paciente após 9 meses de carga.

Quanto à fratura do próprio implante, foi registada em apenas um estudo. Osman et al. (2014) (27) relataram a fratura de três implantes de Zr, dois na maxila e um na mandíbula. Os implantes fraturaram no final do período de acompanhamento de 1 ano, resultando numa taxa de fracasso de fratura de 4,1%. No caso das fraturas dos implantes maxilares, a fratura em ambos os participantes ocorreu após a falha e perda de um implante da crista palatina média e anterior. Em ambos os casos, a sobredentadura maxilar era suportada por dois implantes na região dos pré-molares bilateralmente, tendo sido sugerido pelos autores que a geometria retilínea dos dois implantes remanescentes poderá ter resultado numa maior flexão, o que culminou na fratura destes implantes posteriormente.

No caso da fratura do implante mandibular, foi sugerido que a destreza limitada do paciente resultou na incapacidade de manipular as próteses ao aplicar forças de flexão indevidas nos implantes. As recomendações dos autores foram, por isso, a utilização de um número mínimo de quatro implantes quando se utilizam implantes de zircónia como suporte de sobredentadura, combinados com implantes de maior diâmetro. Para além disso, sublinharam também a importância de avaliar a destreza dos pacientes em relação ao tratamento proposto.

6. Conclusões

Esta revisão sistemática integrativa forneceu uma perspetiva sobre a utilização e eficácia dos implantes de zircónia e de ligas de titânio e zircónia em medicina dentária, indicando uma evolução significativa destes materiais nos últimos anos.

Os avanços tecnológicos e as investigações recentes demonstram o seu potencial como um material promissor na implantologia dentária, estando estes implantes já disponíveis comercialmente em marcas amplamente reconhecidas e fiáveis.

A taxa de sobrevivência foi avaliada em todos os estudos e os implantes de titânio tiveram uma taxa média de sobrevivência ao longo dos anos de 97,47%. Os implantes de liga de titânio e zircónia parecem ter melhores resultados clínicos do que os implantes de zircónia pura, tendo nesta revisão uma taxa média de sobrevivência ao longo dos anos de 99,15% e 94,35% , respetivamente.

Quanto aos outros parâmetros clínicos avaliados, infelizmente nem todos os estudos incluíram a perda óssea marginal (MBL), o índice de placa, a profundidade de sondagem e o sangramento à sondagem. Mas de forma geral, nenhum parâmetro apresentou diferenças estatísticas significativas quando comparados os implantes de titânio com os de zircónia, indicando uma aparente osteointegração efetiva e também uma boa relação com os tecidos peri-implantares.

No entanto, apesar de termos estudos com resultados clínicos satisfatórios, ainda são escassos os seguimentos a 10 anos ou mais tempo e também estudos com comparações diretas com implantes de titânio com os de zircónia.

Diante do exposto, é de suma importância ressaltar que os implantes de zircónia e liga de titânio e zircónia, não tem como objetivo substituir o titânio que é atualmente o *Gold Standart* utilizado, mas sim oferecer uma alternativa viável em diversas situações

clínicas. Seja pela busca da estética em condições de biótipo gengival fino e maior exigência quanto à “estética rosa”, pela prevenção de reações adversas ao titânio ou mesmo pela preferência do paciente, os implantes de zircônia e liga de titânio e zircônia surgem como uma opção valiosa e fiável na prática dentária atual.

7.Referências Bibliográficas

1- Jung R, Zembic A, Pjetursson B, E., Zwahlen M, Thoma D. Systematic review of the survival rate and the incidence of biological, technical, and aesthetic complications of single crowns on implants reported in longitudinal studies with a mean follow-up of 5 years. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23(6):2–21.

2- Ioannidis A, Gallucci GO, Jung RE, Borzangy S, Hämmerle CH, Benic GI. Titanium-zirconium narrow-diameter versus titanium regular-diameter implants for anterior and premolar single crowns: 3-year results of a randomized controlled clinical study. *J Clin Periodontol.* 2015;42(11):1060-70.

3- Benic GI, Gallucci GO, Mokti M, Hämmerle CH, Weber HP, Jung RE. Titanium-zirconium narrow-diameter versus titanium regular-diameter implants for anterior and premolar single crowns: 1-year results of a randomized controlled clinical study. *J Clin Periodontol.* 2013;40(11):1052-61.

4- Barter S, Stone P, Bragger U. A pilot study to evaluate the success and survival rate of titanium–zirconium implants in partially edentulous patients: results after 24 months of follow-up. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23(1):873–881.

5- Borgonovo A, Ferrario S, Maiorana C, Vavassori V, Censi R, Re D. A Clinical and Radiographic Evaluation of Zirconia Dental Implants: 10-Year Follow-Up. *Int J Dent.* 2021; 2021:7534607.

6- Tolentino L, Sukekava F, Garcez-Filho J, Tormena M, Lima LA, Araújo MG. One-year follow-up of titanium/zirconium alloy X commercially pure titanium narrow-diameter implants placed in the molar region of the mandible: a randomized controlled trial. *Clin Oral Implants Res.* 2016;27(4):393-398.

7- Henao PA, Queija LC, 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.* 2021;32(8):951-961.

8- 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.* 2020;31(4):388-396.

9- Hassouna M, Al-Zordk W, Aboshilib M, Ghazy M. Clinical and radiographic prospective study of customized one-piece titanium and one-piece fusion-sputtered zirconia implants: five-year mean follow-up. *BMC Oral Health.* 2022;22(1):531.

10 – Rodriguez A, Monzavi M, Yokoyama C, Nowzari H. Zirconia dental implants: A clinical and radiographic evaluation. *J Esthet Restor Dent.* 2018;30(6):538-544.

11 - Clever K, Schlegel KA, Kniha H, Conrads G, Rink L, Modabber A, Hölzle F, Kniha K. Experimental peri-implant mucositis around titanium and zirconia implants in comparison to a natural tooth: part 2-clinical and microbiological parameters. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2019;48(4):560-565.

12- Gahlert M, Kniha H, Laval S, Gellrich NC, Bormann KH. Prospective Clinical Multicenter Study Evaluating the 5-Year Performance of Zirconia Implants in Single-Tooth Gaps. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2022;37(4):804-811.

13- Bienz SP, Hilbe M, Hüsler J, Thoma DS, Hämmerle CHF, Jung RE. Clinical and histological comparison of the soft tissue morphology between zirconia and titanium dental implants under healthy and experimental mucositis conditions-A randomized controlled clinical trial. *J Clin Periodontol.* 2021;48(5):721-733.

14- Mendes VC, Davies, JE. A new perspective in the biology of osseointegration. *Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.* 2016, vol.70, n.2, pp. 166-171.

15- Rutkowski R, Smeets R, Neuhöffer L, Stolzer C, Strick K, Gosau M, Sehner S, Volz KV, Henningsen A. Success and patient satisfaction of immediately loaded zirconia

implants with fixed restorations one year after loading. *BMC Oral Health*. 2022;22(1):198.

16- Tolentino L, Sukekava F, Seabra M, Lima L, Garcez-Filho J, Araujo M. Success and survival rates of narrow diameter implants made of titanium–zirconium alloy in the posterior region of the jaws – results from a 1-year follow-up. *Clin Oral Implants Res*. 2014;25(2):137-141.

17- Siddiqi A, Kieser JA, De Silva RK, Thomson WM, Duncan WJ. Soft and Hard Tissue Response to Zirconia versus Titanium One-Piece Implants Placed in Alveolar and Palatal Sites: A Randomized Control Trial. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2015;17(3):483-96.

18- Curado TF, Silva JR, Nascimento LN, Leles JL, McKenna G, Schimmel M, Leles CR. Implant survival/success and peri-implant outcomes of titanium-zirconium mini implants for mandibular overdentures: Results from a 1-year randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res*. 2023;34(8):769-782.

19-El-Sheikh AM, Shihabuddin OF. Clinical and radiographic evaluation of narrow-diameter titanium-zirconium implants in unilateral atrophic mandibular distal extensions: a 1-year pilot study. *J Contemp Dent Pract*. 2014;15(4):417-422.

20- Kiechle S, Liebermann A, Mast G, et al. Evaluation of one-piece zirconia dental implants: An 8-year follow-up study. *Clin Oral Invest*. 2023; 27:3415–342.

21- Reis R, Nicolau P, Calha N, Messias A, Guerra F. Immediate versus early loading protocols of titanium-zirconium narrow-diameter implants for mandibular overdentures in edentulous patients: 1-year results from a randomized controlled trial. *Clin Oral Implants Res*. 2019;30(10):953-961.

22- Cionca N, Hashim D, Mombelli A. Two-piece zirconia implants supporting all-ceramic crowns: Six-year results of a prospective cohort study. *Clin Oral Implants Res*. 2021;32(6):695-701.

23- Quirynen M, Al-Nawas B, Meijer HJA, Razavi A, Reichert TE, Schimmel M, et al. Small-diameter titanium Grade IV and titanium-zirconium implants in edentulous mandibles: Three-year results from a double-blind, randomized controlled trial. *Clin Oral Implants Res.* 2015;26(7):831-840.

24- Müller F, Al-Nawas B, Storelli S, Quirynen M, Hicklin S, Castro-Laza JI. Small-diameter titanium grade IV and titanium-zirconium implants in edentulous mandibles: Ten-year results from a double-blind, randomised controlled split-mouth core-trial. *Clin Oral Implants Res.* 2023;35(1):77-88

25- Müller F, Al-Nawas B, Storelli S, Quirynen M, Hicklin S, Castro-Laza J. Small-diameter titanium grade IV and titanium-zirconium implants in edentulous mandibles: five-year results from a double-blind, randomized controlled trial. *BMC Oral Health.* 2015;15(1):123.

26- 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.* 2015;26(4):371-376.

27- Osman RB, Swain MV, Atieh M, Ma S, Duncan W. Ceramic implants (Y-TZP): are they a viable alternative to titanium implants for the support of overdentures? A randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res.* 2014;25(12):1366-77.

28- Beus JHW, Cune MS, Slot JWA, Jensen-Louwerse C, la Bastide-van Gemert S, Meijer HJA, Raghoobar GM, Schepke U. A randomized clinical trial on zirconia versus titanium implants in maxillary single tooth replacement. *Clin Oral Implants Res,* 2023, 1–10.

29- Altinci P, Can G, Gunes O, Ozturk C, Eren H. Stability and marginal bone level changes of SLActive titanium-zirconium implants placed with flapless surgery: a prospective pilot study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2016; 18(6):1193-1199.

30- Becker J, John G, Becker K, Mainusch S, Diedrichs G, Schwarz F. Clinical performance of two-piece zirconia implants in the posterior mandible and maxilla: a prospective cohort study over 2 years. *Clin Oral Implants Res.* 2017 Jan;28(1):29-35

31- Coskunes F, Tak Ö. Clinical performance of narrow-diameter titanium-zirconium implants in immediately loaded fixed full-arch prostheses: A 2-year clinical study. *Int J Implant Dent.* 2021;7(1).

32- Bormann K, Gellrich N, Kniha H, Schild S, Weingart D, Gahlert M. A prospective clinical study to evaluate the performance of zirconium dioxide dental implants in single-tooth edentulous area: 3-year follow-up. *BMC Oral Health.* 2018;18(1):181

33- Brüll F, van Winkelhoff AJ, Cune MS. Zirconia dental implants: a clinical, radiographic, and microbiologic evaluation up to 3 years. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2014 Jul-Aug;29(4):914-20.

34- Balmer M, Spies BC, Kohal RJ, Hämmerle C, Vach K, Jung R. Zirconia implants restored with single crowns or fixed dental prostheses: 5-year results of a prospective cohort investigation. *Clin Oral Implants Res.* 2020;31(5):452-462.

35- Patil PG, Seow LL. Crestal bone-level changes and patient satisfaction with mandibular overdentures retained by one or two implants with immediate loading protocols: A randomized controlled clinical study. *J Prosthet Dent.* 2020;123(5):710-716.

36- Jung RE, Grohmann P, Sailer I, Steinhart YN, Fehér A, Hämmerle C, Strub JR, Kohal R. Evaluation of a one-piece ceramic implant used for single-tooth replacement and three-unit fixed partial dentures: A prospective cohort clinical trial. *Clin Oral Implants Res.* 2016;27(7):751-761.

37- Liu W, Cai H, Zhang J, Wang J, Sui L. Effects of immediate and delayed loading protocols on marginal bone loss around implants in unsplinted mandibular implant-retained overdentures: a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health.* 2021;21(1):122.

38- Berglundh T, Armitage G, Araujo MG, Avila-Ortiz G, Blanco J, Camargo PM. Peri-implant diseases and conditions: Consensus report of workgroup 4 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Clin Periodontol.* 2018; 45:286-291.

39- Renvert S, Persson GR, Pirih FQ, Camargo PM. Peri-implant health, peri-implant mucositis, and peri-implantitis: Case definitions and diagnostic considerations. *J Periodontol.* 2018; 89:1:304-312.

40- Brunello G, Rauch N, Becker K, Hakimi A, Schwarz F, Becker J. Two-piece zirconia implants in the posterior mandible and maxilla: A cohort study with a follow-up period of 9 years. *Clin Oral Implants Res.* 2022;33(12):1233-1244.

41- Zembic A, Tahmaseb A, Jung RE, Wismeijer D. One-year results of maxillary overdentures supported by 2 titanium-zirconium implants - implant survival rates and radiographic outcomes. *Clin Oral Implants Res.* 2017;28(7):60-67.

42- Buser, D., Weber, H.P. & Lang, N.P. (1990) Tissue integration of non-submerged implants. 1-year results of a prospective study with 100 ITI hollow-cylinder and hollow-screw implants. *Clin Oral Implants Res.* 1990 Dec;1(1):33-40.

43- Karoussis IK, Salvi GE, Heitz-Mayfield LJ, Brägger U, Hämmerle CH, Lang NP. Long-term implant prognosis in patients with and without a history of chronic periodontitis: a 10-year prospective cohort study of the ITI Dental Implant System. *Clin Oral Implants Res.* 2003 Jun;14(3):329-39.

44- Naert, I, Quirynen, M, van Steenberghe, D, Darius, P. A six-year prosthodontic study of 509 consecutively inserted implants for the treatment of partial edentulism. *J Prosthet Dent.* 1992; 67: 236–245.

45- Snauwaert, K., Duyck, J., van Steenberghe, D., Quirynen, M. & Naert, I. Time dependent failure rate and marginal bone loss of implant supported prostheses: a 15-year follow-up study. *Clin Oral Investig.* 2000 Mar;4(1):13-20.

46- Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1986;1(1):11-25.

47- Misch CE, Perel ML, Wang HL, Sammartino G, Galindo-Moreno P, Trisi P, Steigmann M, Rebaudi A, Palti A, Pikos MA. Implant success, survival, and failure: the international congress of oral implantologists (ICOI) Pisa consensus conference. *Implant Dent*. 2008;17(1):5–15

48- Covani U, Chiappe G, Bosco M, Orlando B, Quaranta A, Barone A. A 10-year evaluation of implants placed in fresh extraction sockets: a prospective cohort study. *J Periodontol*. 2012;83(10):1226–34.

8.- Anexos

