



CESPU

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Repercussões da reabilitação com prótese fixa em zircónia sobre os dentes antagonistas

Clique ou toque aqui para introduzir texto.

Sophie TEDESCHI

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

Gandra, 22 de setembro de 2021



CESPU

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Sophie TEDESCHI

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

Repercussões da reabilitação com prótese fixa em zirconia sobre os dentes antagonistas.

Clique ou toque aqui para introduzir texto.

Trabalho realizado sob a Orientação de Tiago Campos Xavier de Araújo

Declaração de Integridade

Eu, Sophie TEDESCHI, acima identificada, 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.

Dedicatória

A minha mãe Nadine.

 **EVENTOS
CIENTÍFICOS
IUICS**

**JORNADAS
CIENTÍFICAS
AEIUCS**

**XXIX
JORNADAS CIENTÍFICAS
DE CIÊNCIAS DENTÁRIAS**


DIPLOMA


O Presidente das XXIX Jornadas Científicas de Ciências Dentárias certifica que:


Cela M, Tedeschii S, Vinhas A S

apresentaram um trabalho científico sob a forma de poster intitulado, “COVID-19 e Manifestações Oraís: Link potencial com a doença periodontal” no âmbito das XXIX Jornadas subordinadas ao tema “Abordagens multidisciplinares da Medicina Dentária”, que decorreram nos dias 14 e 15 de maio de 2021.


PROF. DOUTOR JOAQUIM MOREIRA
PRESIDENTE DAS XXIX JORNADAS CIENTÍFICAS DE CIÊNCIAS DENTÁRIAS

 **CESPU**
INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

 **AEIUCS**
NÚCLEO DE ATIVIDADES
CIENTÍFICAS E DE INOVAÇÃO
DO INSTITUTO DE SAÚDE

 **NMD AEIUCS**
NÚCLEO NUCLEONAR DE ATIVIDADES
CIENTÍFICAS E DE INOVAÇÃO

Agradecimentos

À minha mãe Nadine por toda a paciência, amor e apoio que me motivou para completar mais um objetivo da minha vida e o resto da minha família que vive na Tunísia, na Itália e nos Emirados Árabes Unidos que, apesar da distância, se preocupa sempre por mim.

Aos meus colegas de curso por fazerem parte desta viagem de aprendizagem especialmente o meu binómio Margarita.

As minhas amigas por sempre acreditarem em mim : Véronique, Elisa, Valérie, Angeline e Hélène.

Aos meus amigos para o apoio: David, Christophe e Marc.

Aos pacientes para o apoio e a benevolência.: Fátima, Albertina, Fernando.

Ao meu orientador Tiago Araújo pela orientação ao longo do ano.

A todos o meu sincero. Muito obrigada!

RESUMO

Esta dissertação tem como objetivo a realização de uma revisão sistemática integrativa sobre as repercussões da reabilitação com prótese fixa em zircónia sobre os dentes antagonistas. Foi feita uma pesquisa na base de dados eletrônica PubMed usando a combinação dos seguintes termos científicos: antagonista, zircónia, desgaste, zircónio monolítico, interações oclusais. A pesquisa identificou 548 artigos científicos, dos quais 32 foram considerados relevantes para este estudo.

A principal repercussão sobre o dente antagonista é o desgaste do esmalte avaliado com uma análise quantitativa (medições de perda vertical e de perda de volume para o dente com reabilitação em zircónia e para o dente antagonista) e uma análise qualitativa com as impressões, scanner 3D e microscopia electrónica.

Outros critérios foram também avaliados, tais como o impacto sobre os antagonistas em relação a um tratamento de superfície específico de uma coroa em zircónia, idade do paciente, sexo, actividade muscular nocturna excepto bruxismo e comparações com outros materiais dentários.

Esta dissertação tenta uma análise sobre as especificidades dos estudos *in-vivo* e *in-vitro* sobre o tema e abordar novas perspectivas, tais como a utilização do scanner intra-oral e novos processos de fabrico de peças dentárias de zircónia, como o « robocasting ».

Em conclusão, a perda de esmalte ainda seja difícil de avaliar, há uma necessidade de protocolos standard para comparações mais precisas e ligações entre os estudos *in-vivo* e os estudos *in-vitro*.

PALAVRAS-CHAVE

Antagonista, Zircónia, Desgaste, Zircónio monolítico, Interações oclusais.

ABSTRACT

This dissertation aims to perform an integrative systematic review on the repercussions of rehabilitation with fixed prosthesis in zirconia on antagonist teeth. A search was made in the PubMed electronic database using the combination of the following scientific terms keywords: antagonist, zirconia, wear, monolithic zirconia and occlusal interactions. The search identified 548 scientific articles, of which 32 were considered relevant to this study.

The main repercussion on the antagonist tooth is the enamel wear evaluated with a quantitative analysis (measurements of vertical loss and volume loss for the tooth with zirconia rehabilitation and for the antagonist tooth) and a qualitative analysis with impressions, 3D scanner and SEM.

Other criteria were also evaluated, such as the impact on the antagonists regarding a specific surface treatment of a zirconia crown, age, gender, nocturnal muscle activity except bruxism and comparisons with other dental materials.

This dissertation attempts an analysis on the specificities of *in-vivo* and *in-vitro* studies on the subject and address new perspectives, such as the use of intra-oral scanner and new manufacturing processes of zirconia dental pieces, like "robocasting".

To conclude, an enamel wear is still difficult to assess, there is a need for standard protocols for more precise comparisons and links between *in-vivo* and *in-vitro*.

KEYWORDS

Antagonist, Zirconia, Wear, Monolithic zirconia, Occlusal interactions.

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE TABELAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE ABBREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	4
4. RESULTADOS.....	7
5. DISCUSSÃO.....	16
5.1.Ponte de vista atual sobre o tema.....	16
5.2.Desgaste do esmalte em situação fisiológica sem reabilitação oral.....	17
5.3.Repercussões da próteses fixas em zircónia sobre os antagonistas.....	17
5.3.1.Estudos in-vitro.....	18
5.3.1.1.Materiais e métodos utilizados.....	18
5.3.1.2. Análise quantitativa do desgaste do antagonista.....	19
5.3.1.3. Análise qualitativa do desgaste do antagonista.....	20
5.3.1.4. Processos inovadores de fabrico da zircónia.....	21
5.3.2. Estudos in-vivo.....	22
5.3.2.1. Materiais e métodos utilizados.....	22
5.3.2.2. Análise quantitativa do desgaste do antagonista.....	24
5.3.2.3. Análise qualitativa do desgaste do antagonista.....	25
5.3.2.4. Comparação com outros materiais dentários.....	26
5.3.2.5. Comparação com antagonista natural e outro tipo de antagonista.....	26
5.3.2.6.Outros fatores relevantes sobre os dentes antagonistas.....	27
5.3.3. Ligação entre in-vivo e in-vitro.....	27
6. CONCLUSÕES.....	28
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de fluxo da estratégia de pesquisa usada neste estudo.....6

INDICE DE TABELAS

Tabela 1 tabela resumo dos artigos.....8

ÍNDICE DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

- C: grau Celsius
- CAD/CAM: Computer-Aided Design / Computer Aided Manufacturing
- CDA: California Dental Association
- DL: dissilicato de lítio
- EC: estudo clínico
- ECR: estudo clínico randomizado
- E/E : esmalte / esmalte
- FDPs : próteses parciais fixas em cerâmica pura
- GZ : glazed zirconia ou zircónio glazeado
- GZC: glazed zirconia using a glaze ceramic
- GZS: glazed zirconia using a glaze spray
- IDI : impressão digital intra-oral
- Leu : Leucite
- LS2: dissilicato de lítio
- M: molar
- MA: control group
- MAZ: manually polished monolithic zirconia
- MC: metalo-cerâmica
- MEZ: mechanically polished monolithic zirconia
- Micro-CT: computed microtomography
- μm : micrómetro
- Mm: milímetro
- mm^3 : milímetro cúbico
- MPa: megapascal
- N: Newton
- NE: esmalte natural (para o antagonista)
- NE-PM: grupo control premolar
- NE-M: grupo control molar
- Nm: nanómetro



PM: premolar

PV: metal-ceramic crowns

Pv: perda vertical do esmalte

Pvol : perda de volume do esmalte

PZ : zircónio polido

Ra : rugosidade de superfície

RC: resina composta

RCT: randomized controlled clinical trial

s: segundo

SEM: scanning electron microscope

VE: Vita Enamic®

VP: cerâmica de zircónio estratificado com porcelana

VZ: veneered zirconia

Y-TZP : zircónio policristalino tetragonal estabilizado por óxido de ítrio.

Zr ML : zircónio monolítico

ZrO₂ ; dióxido de zircónio

ZV : veneered zirconia

1. INTRODUÇÃO

Investigada pelo químico Klaproth do mineral zircon ($ZrSiO_4$) em 1789, a zircónia (ZrO_2) foi introduzida na medicina dentária nos anos 90.^(1,3) Os primeiros usos começaram para a confecção de pinos protéticos desde 1989, braquetes ortodônticos desde 1994, pilares de implantes desde 1995, próteses parciais fixas em cerâmica pura desde 1998 e como implante dentário em 2004.⁽¹⁾

Material biocompatível, bioinerte que elimina o risco de alergia a metais, a zircónia é também muito resistente (resistência à flexão de 900-1200 MPa) ao contrário da cerâmica de vidro (leucite, disilicato de lítio, alumina) com uma resistência à fractura *in-vitro* de 9 a 10 MPa/ m^2 , uma boa estabilidade dimensional, resistência à corrosão, um módulo de Young de 210 GPa, uma boa tenacidade (7-15 MPa) e boas propriedades químicas.^(1,2,3,4) O fabrico automatizado com o sistema CAD/CAM permite eficiência e rapidez.^(2,3) O preparo recomendado é : linhas de acabamento de chanfro e ombros arredondados com pelo menos 1,5mm de redução incisal e oclusal e 1mm de redução axial com um ângulo vertical da preparação entre 3 e 5°.⁽¹⁾

A zircónia tem três fases cristalográficas explicando as suas propriedades físico-químicas: monoclinica « m » à temperatura ambiente até 1170°C, tetragonal « t » se entre 1170° e 2370°C e cúbica « c » se superior a 2370°C e estável até um ponto de fusão de 2690°C. Uma transição de « t » para « m » ou manter uma fase « t » à temperatura ambiente com a adição de dopantes como o ítria Y_2O_3 , óxido de cálcio CaO, óxido de magnésio MgO, no início, permitem aumentar força e tenacidade para obter uma zircónia estabilizada.^(2,3,5) Para além dos dopantes, o sinterização e a sua temperatura têm uma influência no produto final.⁽²⁾ Se for utilizado pouco óxido estabilizador, será obtida uma zircónia parcialmente estabilizada chamada PSZ (Partially Stabilized Zirconia), mistura de fase "c" estabilizada e fase "t".⁽³⁾

Existem actualmente três gerações de zircónia distinguidas pelo tamanho dos grãos e características. A zircónia mais frequentemente utilizada no sector dentário é a Y-TPZ (Yttria Tetragonal Zirconia Polycrystal) a níveis entre 2 e 5%.⁽²⁾

A primeira e a segunda gerações feitas de 3Y-TZP com 0,25% de alumina são menos propensas à placa bacteriana, mas escamam facilmente e são muito opacas.⁽²⁾ Este aspecto causa um problema estético e uma restrição do sector anterior.^(2,3) Os fabricantes criaram assim a terceira geração composta por 4Y-TZP e 5Y-TZP, melhorando a translucidez com o aumento da fase « c ».⁽²⁾ O 5Y-TZP tem uma força média de flexão mais pequena (524MPa)^(4,5) e apresenta uma taxa de falha inferior a 2% sobre 5 anos no sector anterior.⁽²⁾ As próteses parciais fixas em zircónia no sector posterior têm uma boa taxa de sobrevivência 92% a 5anos.⁽⁷⁾

Outras pistas são evocadas como adição de 0,2% de La_2O_3 em 3Y-TZP para melhorar a translucidez e a resistência ao envelhecimento. No entanto, as propriedades mecânicas continuam a ser reduzidas devido à humidade e com a transformação «t» para «m»⁽²⁾. Há também uma zircónia nanoestruturada que reduz o tamanho do grão a menos de 100nm para evitar a porosidade e a degradação.⁽²⁾ A alteração dos parâmetros de sinterização altera as propriedades microestruturais, mecânicas e ópticas da zircônia. Isto terá, portanto, um impacto no desempenho clínico das próteses de zircônia.⁽⁶⁾

A zircónia está disponível em forma monolítica ou em camadas.⁽²⁾

Em camadas (vidro feldspático, porcelana), o risco é a fractura na junção entre os dois materiais. Os fabricantes preferem a zircónia monolítica, o tipo em que nos centraremos nesta dissertação.

Apesar das propriedades excepcionais, a realidade clínica da zircónia levanta perguntas sobre a sua força e durabilidade estética. O possível impacto deste tipo de material sobre os dentes antagonistas é um aspecto a avaliar nesta dissertação.

2. OBJETIVOS

O objetivo desta revisão sistemática integrativa é de saber se há repercussões da reabilitação com prótese fixa em zircónia sobre os dentes antagonistas e, em caso afirmativo, quais são e quais são os fatores que os favorecem ou diminuem.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Esta dissertação constitui-se de uma revisão sistemática integrativa na qual foi realizada uma pesquisa bibliográfica na base de dados PubMed (via National Library of Medicine), usando 5 palavras-chave com 4 diferentes combinações: ("Antagonist" AND "Zirconia"), ("Monolithic zirconia" AND "Antagonist") , ("Zirconia" AND "Wear") e ("Zirconia" AND "Occlusal interactions").

Para a combinação ("Antagonist" AND "Zirconia"), houve 110 artigos científicos.

Para a combinação ("Monolithic zirconia" AND "Antagonist"), houve 35 artigos científicos.

Para a combinação ("Zirconia" AND "Wear"), houve 402 artigos científicos.

Para a combinação ("Zirconia" AND "Occlusal interactions"), houve 1 artigo científico.

Os critérios de inclusão envolvem artigos publicados nos últimos 10 anos nos idiomas inglês e português, que retratam a temática desta dissertação com os seguintes critérios:

- Dentes antagonistas naturais (ou sempre comparadas com antagonistas naturais)
- Discos de esteatite para os dentes antagonistas nos estudos *in-vitro*
- Dentes sem patologia periodontal e oclusal
- Reabilitação com prótese fixa em zircónia sobre os dentes naturais
- Dentição permanente humana
- Zircónia monolítica (ou bicamada em comparação com o monolítico)
- Estudos *in-vivo* e *in-vitro*
- Estudo clínico

Os critérios de exclusão envolvem artigos de estudos clínicos que abordam estes critérios :

- Pacientes com síndrome de articulação temporomandibular
- Pacientes com bruxismo
- Pacientes com periodontite e outras doenças periodontais
- Crianças com dentição mista
- Dentes de animais
- Reabilitação com prótese fixa em implante
- Reabilitação com prótese fixa que avaliam só uma prótese fixa em zircónia e derivados
- Artigos anteriores a 2011 (excepto relevantes)
- Artigos com idioma diferente do que o inglês e português
- Artigos duplicados, da revisão e "case report" para a parte « discussão ».

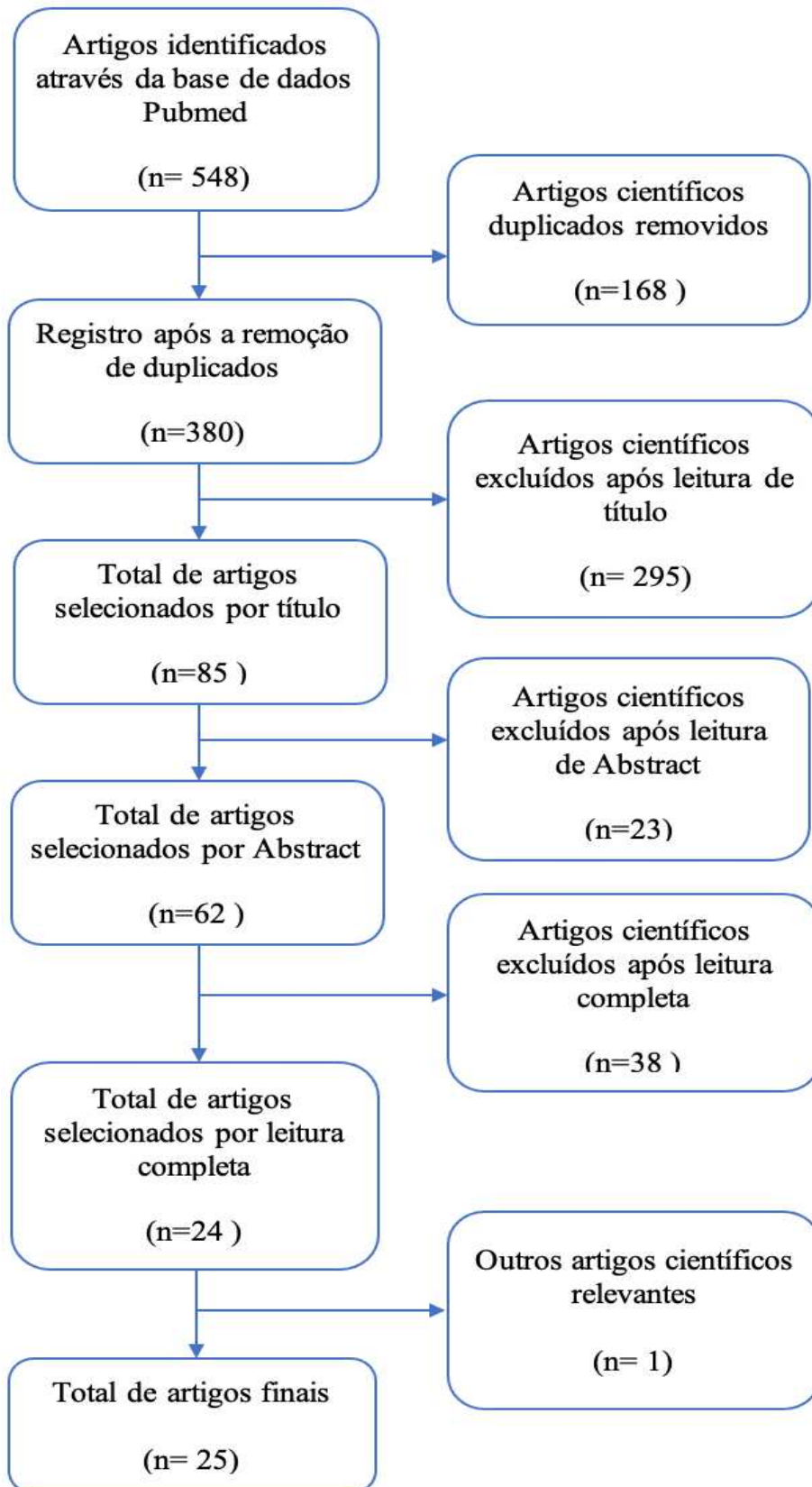


Figura 1. Fluxograma dos artigos empregues neste estudo.

4. RESULTADOS

No total de 548 artigos, foram recolhidos só artigos publicados entre 2011 e 2021 à exceção de um, que após terem sido lidos e analisados individualmente, respeitando os critérios de inclusão e exclusão, somente 32 artigos foram selecionados com relevância para a temática para a realização deste trabalho.

Os 168 artigos duplicados foram removidos e após leitura de cada um, 295 foram excluídos pela análise do título e 23 pela análise do Abstract. Dos 62 artigos restantes, 38 foram excluídos pelos critérios de exclusão após uma leitura completa.

Neste estudo, foram incluídos 24 artigos científicos sendo que cada um foi analisado seguindo os critérios de inclusão. Além disso, um artigo de 1989 foi escolhido porque houve uma particularidade histórica relevante para esta dissertação.

Esta dissertação avalia os critérios sobre o tema, através dos estudos *in-vitro* e *in-vivo*, sobre as especificidades de cada um e tenta comparar e encontrar as especificidades de cada um deles.

Autor / Ano	Tipo de estudo Objetivo	População / intervenção / duração	Tipo de reabilitação e resultados	Antagonistas : dentes e resultados	Conclusão
(P. Lambrechts et al. 1989) ⁸	EC <i>In-vivo</i> Medir em 3D o desgaste oclusal.	21 pacientes 18-23 anos 4 anos	-	Esmalte natural Desgaste anual : Premolares 15 µm Molares 29 µm	Desgaste ligeiramente mais elevado nos primeiros anos. Depois de 2 anos : estabilização.
(J.F.Esquivel- Upshaw et al. 2020) ⁹	RCT <i>In-vivo</i> Medir em 3D o desgaste do esmalte de dentes antagonistas.	25 pacientes 20M e 5H 1ano Digitalização intra-oral com um 3D matching software Scanner depois do selamento. precisão : ±5µm	30 Coroas -16 PZ polida 6meses 40µm 1ano 55 µm Polimento 15mn com Diamond Polishing Paste® -14 MC 6meses 40 µm 1ano 45 µm	Molares Naturais Desgaste vertical máximo : PZ 6meses 34 µm 1ano 48 µm MC 6meses 43 µm 1 ano 53 µm	Concordância quantitativa de 99,8% entre o scanner intraoral e o micro-CT. A PZ não causa um desgaste acelerado do esmalte oposto.
(K.Mundhe et al. 2015) ¹⁰	RCT <i>In-vivo</i> Sector posterior Avaliar o desgaste dos antagonistas e comparar com altros.	10 pacientes (18-35anos) 1ano impressão polivinil siloxano e scanner 3D precisão : ±9µm	1 Coroa polida LAVA® 3M® + 1 Coroa MC glazed Maxilar ou Mandibular	Naturais Antagonistas Zr <u>Premolar</u> 42,10 ±4,30 µm <u>Molar</u> 127,00± 5.03 µm Antagonistas MC <u>Premolar</u> 69,20± 4.10 µm <u>Molar</u> 179,70± 8,09 µm	O desgaste dos antagonistas depende do tipo de reabilitação oposto : MC>Zr>control naturais Control Premolar 17.30 ±1.88 µm Molar 35.10 ±2.60 µm
(T.Stober et al. 2016) ¹¹	Ensaio clínico controlado prospectivo <i>In-vivo</i> Sector Posterior Avaliar a perda vertical dos antagonistas e das coroas em Zr. Comparar com os controlaterais naturais.	20 pacientes 10H e 10M Final 12 pacientes (21-73anos) 2anos impressão polivinil siloxano e scanner 3D precisão : ±10µm	35 Coroas Zenostar® Wieland Dental (Glazed e polished durante o ajuste oclusal). PV : 14µm	Naturais Molares Pv :: 46µm Homens -64µm aos 2anos Mulheres -30µm aos 2 anos	Dentes controlaterais naturais PV : 19-26µm Idade afectou as diferenças do desgaste. Degaste superior para os pacientes com uma actividade muscular nocturna elevada.

Autor / Ano	Tipo de estudo Objetivo	População / intervenção / duração	Tipo de reabilitação e resultados	Antagonistas : dentes e resultados	Conclusão
(JF.Esquivel- Upshaw et al 2018) ¹²	RCT <i>In-vivo</i> Sector posterior Hipótese : não há diferenças sobre o desgaste dos antagonistas entre várias reabilitações opostas.	30pacientes 5H 25M 1ano impressão polivinil siloxano e scanner 3D precisão : $\pm 20\mu\text{m}$	16 Coroas polidas LAVA® 3M 6meses : $38,4\mu\text{m}$ 1ano : $46,1\mu\text{m}$ 14 Coroas MC polidas 6meses : $30,9\mu\text{m}$ 1ano : $49,5\mu\text{m}$	Naturais Premolares Molares Antagonistas Zr 6meses : $51,9\mu\text{m}$ 1ano : $70,3\mu\text{m}$ Antagonistas MC 6meses : $64,4\mu\text{m}$ 1ano : $63\mu\text{m}$	Resultados desgaste comparáveis. Não existe diferenças significativas.
(A.Kitaoka et al. 2018) ¹³	EC <i>In-vivo</i> Avaliar o desempenho clínico das coroas Zr ML Y-TZP Sector posterior	18 pacientes (1H 17M) (34-69anos) 2anos impressão self- wetting hybrid polisiloxano e CAD/CAM system	26 Coroas Aadva Zirconia disc EI® GC, polidas Critérios CDA Excelente ++ Aceitável 1 : color	29 dentes Premolares Molares 13 naturais 3 naturais com RC 9 com MC 4 com Porcelana Boa condição periodontal geral 1 crack (1ano) : inlay em RC	Coroa biocompatível. Bom estatuto periodontal.
(U.Lohbaeur et al. 2017) ¹⁴	Estudo prospectivo <i>In-vivo</i> Avaliar o desgaste oclusal dos antagonistas Sector posterior.	10 pacientes 45,2anos (7H 3M) 2anos Qualitativo : Impressões de silicone, réplicas em epoxy, análise SEM Quantitativo : Profilometria óptica	14 Coroas LAVA Plus® 3M, polidas	Premolares Molares <u>Naturais</u> Pvol : $0,361\pm 0,485\text{mm}^3$ Pv : $0,204\pm 0,067\text{mm}$ <u>Cerâmica</u> Pvol : $0,333\pm 0,267\text{mm}^3$ Pv : $0,145\pm 0,061\text{mm}$	Taxas de desgaste antagonista aceitáveis após 2 anos. Não há diferença significativa entre o tipo de antagonistas.
(O.Hartkamp et al. 2017) ¹⁵	Estudo prospectivo <i>In-vivo</i> Sector posterior. Medir o desgaste dos antagonistas.	9 pacientes (5H 4M) 2anos Impressões digitais intra-oral, software Geomagic Qualify	13 Coroas LAVA Plus® 3M, polidas	13 dentes Premolares Molares Pv : $87\pm 41\mu\text{m}$ (1ano) $115\pm 71\mu\text{m}$ (2anos)	A técnica de impressão digital intraoral (IDI) é fiável. Taxas de desgaste determinadas comparáveis aos estudos existentes.

Autor / Ano	Tipo de estudo Objetivo	População / intervenção / duração	Tipo de reabilitação e resultados	Antagonistas : dentes e resultados	Conclusão
(Z.Tang et al. 2021) ¹⁶	EC <i>In-vivo</i> Sector posterior Quantificação do desgaste da coroa em Zr ML sobre o esmalte antagonista.	43 pacientes 1ano Impressões em silicone Replica epoxy SEM	43 Coroas Zr ML Desgaste 6meses <20µm 1ano : <30µm PVol 6meses : <0,25mm ³ 1ano <0,35mm ³	Desgaste 6meses : 50µm 1ano <90µm Pvol 6meses : 0,5mm ³ 1ano <0,65mm ³	Desgaste da coroa inicia no pontos de contacto precoces proeminentes dos antagonistas devido a abrasão e fadiga.
(U.Selvaraj et al. 2020) ¹⁷	ECR <i>In-vivo</i> Sector posterior Avaliar o desgaste entre os coroas GZ e PZ e os antagonistas naturais.	14 pacientes 18-45 anos 1ano impressão polivinil siloxano e scanner 3D precisão : ±20µm	LAVA® 3M ESPE PZ : 13±3µm GZ : 27±9µm	Molares NE-PZ-PM 44±18µm NE-PZ-M 63±22µm NE-GZ-PM 69±21µm NE-GZ-M 113±33µm	Control E/E NE-PM : 13±1µm NE-M : 34±3µm Desgaste importante para os antagonistas das coroas em GZ.
(RE. Matta et al. 2020) ¹⁸	EC <i>In-vivo</i> Sector posterior Desgaste da cerâmica ao longo prazo.	15 pacientes 10anos Impressão em silicona light Scanner 3D ATOS II®	15 pontes de 3 ou 4 elementos (estruturas de zircónio com revestimento de cerâmica feldspática) Lava® Zr Y-TZP Grano 0,5µm	Naturais Referência proporção : 17,4% 3anos : 15,5% 5anos : 13,5% 10anos : 11,5%	Desgaste superior da cerâmica aumenta na segunda parte do estudo e Molares (117µm) superior a Premolares (79µm) para 10anos. Pvol (mm ³) 3anos : -3,25 10anos : -8,11
(G.S. Nazirkar et al. 2020) ¹⁹	EC <i>In-vivo</i> Desgaste antagonistas entre Zr polida e DL polido	30 pacientes (20-45anos) 1ano Impressões em polivinil-siloxano Scanner 3D precisão : ±14µm	15 coroas em Zr TZP polido Sagemax® 15 coroas em DL polido IPS e.max Ivoclar Vivadent®	Naturais Zr 40,06µm DL 42µm Control 35,09µm	Não houve diferenças significativas entre a Zr e o DL sobre o desgaste do antagonista.

Autor / Ano	Tipo de estudo Objetivo	População / intervenção / duração	Tipo de reabilitação e resultados	Antagonistas : dentes e resultados	Conclusão
(L.Kontos et al. 2013) ²⁰	EC <i>In-vitro</i> Papel dos tratamentos de superfície sobre o desgaste dos antagonistas.	5000 ciclos 5N Profilómetro água todos 50ciclos 3s 45°C Simulador de mastigação pin-on-disk Abrex®	50 placas (10x10x1mm) LAVA Multi® 3M ESPE® Grupos A : fired B : fired+sandblasted C : Ground D : Ground+polished E : Ground+Glazed	Bolas de esteatite (6mm) E : Pv = 85µm± 33µm D : Pv =66± 23µm	O E foi o mas abrasivo sem significado. Zircónia polida : menor desgaste para os antagonistas
(NM. Alfrisany et al. 2019) ²¹	EC <i>In-vitro</i> Efeito dos ajustamentos oclusais na rugosidade superficial do Y-TZP e o desgaste do esmalte artificial oposto.	500 000 ciclos 80N Profilómetro Saliva artificial Simulador de mastigação	25 Placas Y-TZP 2x2mm ² LAVA® 3M CPZ « control polished » GRZ « ground » RPZ « repolished » GZ « glazed » PVZ « Veneer »	Bolas de esteatite (6mm) Pvol (mm ³) : CPZ=0,09 GRZ=0,07 RPZ=0,06 GZ e PVZ=0,02	Zircónio polida : mais prejudicial ao esmalte artificial do que as restaurações de esmalte revestido a porcelana. O polimento com um sistema de polimento intraoral não reduziu a rugosidade da zircónia.
(F.Zang et al. 2019) ²²	EC <i>In-vitro</i> Avaliar o desgaste dos antagonistas.	Simulador de mastigação 2kg vertical 1,2 × 10 ⁶ ciclos (=5 anos de mastigação) durante 7 dias Água < 90°C Profilómetro	16 Rectangular- shaped 10x20x3mm ³ 3Y-TZP 4Y-TZP 5Y-TZP LS2 18x40x3mm ³	Bolas de esteatite (6mm) Desgaste médio : área : 4mm ² Pvol : <0,6mm ³ Superfícies planas e lisas	Desgaste dos antagonistas semelhante para 3 diferentes zircónias e inferior para o LS2.
(R.Zandparsa et al. 2016) ²³	EC <i>In-vitro</i> Comparar o desgaste de sistemas avançados de cerâmica contra antagonistas do esmalte humano.	125000 ciclos (=1ano) 13,5N 20 tr / min Profilómetro Saliva artificial Simulador de mastigação Two-body wear tester scanner 3D precisão : ±20µm	Discos 11mm (diâmetro) 3mm (espessura) LAVA Plus Zirconia ® LS2 IPS e.max Press Pvol : 39,75 µm ³ IPS e.max CAD Pvol : 40,58 µm ³ Noritake Super Porcelain EX-3® Pvol : 45,08 µm ³ Esmalte (control)	Cúspides mesiopalatinas dos terceiros molares superiores incorporados em blocos de resina acrílica 25mm ³ Pvol : 48,66µm ³ Perda de altura : 27,5µm (mais baixa) Controlat naturais Pvol : 37,08µm ³	Não há diferenças estatísticas entre Pvol antagonistas e perda de altura do antagonistas. Todos os sistemas cerâmicos exibiam uma elevada durabilidade e eram resistentes.

Autor / Ano	Tipo de estudo Objetivo	População / intervenção / duração	Tipo de reabilitação e resultados	Antagonistas : dentes e resultados	Conclusão
(J. Nakashima et al. 2016) ²⁴	EC <i>In-vitro</i> Medir a PV e a Pvol do antagonista.	100 000 ciclos 75N 1,2Hz 23h água Two-body wear tester	Aadva Zr® 0,00023mm ³ E.max Press (DL) 0,10mm ³ GN-Ceram® (leucite) 0,11mm ³ Porcelain AAA® 0,05mm ³ Control : E/E 0,08mm ³	E / Zircónia PV: 104,6µm Pvol : 0,07mm ³ Pvol : E/DL : 0,33mm ³ E/Leu : 0,42mm ³ E/Por : 0,62mm ³ E/E : 0,40mm ³	A zircónia estabilizada pelo ítrio : maior resistência ao desgaste, menor abrasão dos antagonistas do esmalte.
(J. Sripetchdanond et al. 2014) ²⁵	EC <i>In-vitro</i> Medir o desgaste do antagonista.	4800ciclos 25N 20tr/mn 240mn água destilada Profilómetro Pin-on-disc	24 specimens Diâmetro 3mm Lava All Zirconia® IPS e.max Press® Premise®	24 molares extráidos Profundidade do desgaste : Esmalte (delaminação)/Zircónia (arranhaduras) =1,83± 0,75µm Esmalte/Esmalte =8,81± 5,16µm Esmalte (abrasão) /DL (fractura) =7,32± 2,06µm Esmalte/RC =1,37± 0,81µm	Desgaste do esmalte causado pela zircónia monolítica significativamente inferior. Rugosidade superficial do esmalte não apresenta uma diferença significativa entre estes materiais
(S. Janyavula et al. 2013) ²⁶	EC <i>In-vitro</i> Medir o desgaste do antagonista.	400 000ciclos 20ciclos/mn 10N 33% glicerina e 66% água destilada Profilómetro impressão polivinil siloxano e scanner 3D precisão : ±20µm	Bloco de cerâmica 7x11x6mm Zr ML Ivoclar Vivadent® Rugosidade inicial GZ 0,76± 0,12µm PZ 0,17± 0,07µm PGZ 0,69± 0,1µm Control VP 1,6± 0,16µm E 2,6± 1,1µm	Cúspide mesio-palatina dos molares extraídos padronizados. Desgaste 1,18± 0,20µm 0,21± 0,05µm 0,88± 0,12µm 2,15± 0,50µm 0,49± 0,20µm	PZ : sem desgaste e resistente GZ : desgaste maior
(F. Santos et al. 2018) ²⁷	EC <i>In-vitro</i> Comparação dos materiais protéticos.	360 000ciclos 49N 1Hz Saliva artificial PH=7 Simulador de mastigação Scanner 3D	Zr 5Y-TZP Ivoclar Vivadent® Vita Enamic® VE hybrid ceramic Leucite Ivoclar Vivadent® ZV G.C. Corporation®	30 Cúspides molares <u>Esmalte</u> /Zircónia 0,08±0,01mm ³ <u>Esmalte</u> / VE 0,09±0,01mm ³ <u>Esmalte</u> / Leucite 0,19±0,01mm ³ <u>Esmalte</u> / ZV 0,21±0,02mm ³	Zr (sem problema) / Esmalte (desgaste por polimento) ZV (microfractura) / Esmalte (abrasão)

Autor / Ano	Tipo de estudo Objetivo	População / intervenção / duração	Tipo de reabilitação e resultados	Antagonistas : dentes e resultados	Conclusão
(Stawarczyk et al. 2013) ²⁸	EC <i>In-vitro</i> Comparação entre tipos de zircónia.	1 200 000 ciclos 49N 1,7Hz Água (5°C/50°C) Simulador de mastigação Profilómetro Two-body wear	VZ 66,8± 47,5µm GZC 49,5±10,3µm GZS 91,3± 38,6µm MAZ 0,8± 0,8µm MEZ 0,8± 0,8µm MA 13,2± 8,3µm	73,5± 32,8µm 118± 30,9µm 62,2± 16,6µm 27,3± 15,2µm 28± 11,1µm 55,3± 38,5µm Esmalte	Delaminação Lascagem Lascagem - Abrasão - MAZ : menor desgaste nos antagonistas do esmalte, bem como no próprio material, mas desenvolveu maiores taxas de fissuras do esmalte.
(AC. Branco et al. 2020) ²⁹	EC <i>In-vitro</i> Medir o desgaste. Ver o efeito do glazeamento do zircónio sobre os antagonistas.	360 000 ciclos 50N 1Hz Saliva artificial Simulador de mastigação AM : additive manufacturing : robocasting SM : subtractive manufacturing	zircónia nanoestruturada Zirkonzahn® AM unglazed AM glazed SM unglazed SM glazed	Cúspide molar Desgaste mm ³ /Nm 2±1,5(x10 ⁻⁵) 5±1,5(x10 ⁻⁵) 6,4±1,5(x10 ⁻⁵) 8,3±1,2(x10 ⁻⁵)	Microfractura para o glazed Zr. Abrasão para as duas. AM : menor desgaste.
(M. Jin Kim et al. 2012) ³⁰	EC <i>In-vitro</i> Medir o desgaste dos antagonistas.	300 000 ciclos 49N Água (5°C/55°C) Simulador de mastigação Two-body wear MEB Polimento grão 600 e 1200	3 Zr ML Y-TZP : Prettau® 20x10x5mm 0,04mm ³ Lava® 0,042mm ³ Rainbow® 0,04mm ³ DL : IPS e.max Press® 0,08mm ³ Porcelana feldspática : Vita-Omega 900® 0,013mm ³	Cúspide premolar 0,04 ±0,02mm ³ 0,04 ±0,02mm ³ 0,04 ±0,02mm ³ 0,06±0,03mm ³ 0,11±0,03mm ³	Consciência do efeito de desgaste das restaurações dentárias Zr : menor desgaste
(AC. Branco et al. 2021) ³¹	EC <i>In-vitro</i> Medir o desgaste. Comparação das peças em zirconio.	360 000 ciclos 49N RC : robocasting UC : Uniaxial Compressing Saliva artificial Scanner 3D	3Y-TZP RC : 8 placas 15x15x4mm UC : placas de compressão unidireccional Diâmetro: 10mm	Cúspide molar : abrasão, delaminação, fadiga. RC 0,13mm / ano UC : 0,15mm / ano	RC : rugosidade e porosidade elevadas. Antagonista : abrasão, delaminação, fadiga e desgaste semelhante.

Autor / Ano	Tipo de estudo Objetivo	População / intervenção / duração	Tipo de reabilitação e resultados	Antagonistas : dentes e resultados	Conclusão
(R. Amer et al. 2014) ³²	EC <i>In-vitro</i> Desgaste dos antagonistas opostos a varias cerâmicas.	50 000 ciclos (=1ano), atrição 20N até 70N Perfilômetro Three-body wear	24 placas (15x12x2mm) de cada um. 12mm de diâmetro para P. Z : Y-TZP E : DL IPS e-max® Ivoclar® P : Porcelana feldspática VitaVMK-Master® Acabamento de superfície : R : rugosidade S : lisa G : vidro	Cúspide do molar extraído (Percurso linear de 8mm). ZS 1,26± 0,55mm ² ZG 5,58± 0,66mm ² EG 3,29±1,29mm ² PG 4,2±1,27mm ²	ZS : menor desgaste do antagonista. Polido menor desgaste do que glazeado. P : maior desgaste.

Tabela 1: tabela resumo dos artigos

Dos 32 artigos escolhidos, foram usados artigos científicos de estudo clínico, revisão, revisão sistemática, estudo prospetivo e ensaio clínico controlado randomizado. Exceto para dois, as datas de publicação são entre 2011 e 2021.

Os primeiros sete artigos, revisões sistémicas a grande maioria, fornecem informações gerais sobre zircónia para uso dentário. Não estão, portanto, presentes na parte dos "resultados", nem no "fluxograma", mas só para introduzir.

Para a parte "resultados" e "discussão", foram incluídos 25 artigos científicos: estudo clínico, estudo prospetivo e ensaio clínico controlado randomizado.

Da pesquisa realizada, foram incluídos numa tabela, dados como autores, ano de publicação, tipo de estudo, objetivo principal, métodos, principais resultados sobre as próteses fixas e os dentes antagonistas, resumo e conclusão.

Apenas o sector posterior foi analisado porque os estudos do sector era um dos fatores de exclusão.

A coroa foi a prótese fixa mais representada nos estudos científicos.

Exceto um artigo com uma perspetiva histórica, os artigos foram divididos em dois grupos: *in-vitro* (primeiros estudos) e *in-vivo* (estudos mais recentes).

Todos os resultados concordam com uma principal repercussão sobre o dente antagonista: o desgaste do esmalte.

Dependendo do tipo de estudo, da sua duração, do método e do material utilizado, os resultados conduzem a várias conclusões que serão analisadas na secção de "discussão".

5. DISCUSSÃO

5.1 Ponto de vista atual sobre o tema

A necessidade de próteses fixas duradouras e biocompatíveis é o objetivo principal dos fabricantes, dos médicos dentistas e dos protésicos dentários.

Por isso, a zircônia, para uso dentário, especialmente o tipo monolítico 3Y-TZP, é um material em rápido crescimento e é, cada vez, mais popular entre os profissionais devido às suas vantagens como biocompatibilidade e propriedades mecânicas elevadas.

De acordo com os vários estudos clínicos *in-vitro* e *in-vivo* sobre o tema, a principal repercussão da reabilitação com prótese fixa em zircônia sobre os dentes antagonistas é o desgaste do esmalte devido à atrição: desgaste friccional entre os dentes.

5.2 Desgaste do esmalte em situação fisiológica sem reabilitação oral

A perda do esmalte, fisiológica ou patológica, é inevitável e difícil de avaliar. ⁽⁸⁾

O desgaste dos dentes é uma condição multifactorial, levando à perda de tecidos duros dentários e começando por esmalte. ^(8,14)

Ainda que há estudos sobre a perda do esmalte, estes são inconclusivos já que não conduzem a dados quantificáveis. Por isso, em 1984, Lambrechts e al. ⁽⁸⁾ publicaram um estudo sobre a medição quantitativa *in vivo* do desgaste do esmalte humano utilizando uma técnica 3D durante um período de 4 anos com pacientes saudáveis de idade média 20 anos. Este desgaste é devido ao contacto dente-a-dente: atrição. Eles deduziram um período de adaptação após um tratamento restaurador, seguido de um período de desgaste regular. A taxa média anual de desgaste nas áreas de contacto oclusal esmalte/esmalte era de 29 µm para molares e 15 µm para pré-molares e o desgaste é ligeiramente mais elevado nos primeiros dois anos e depois, há uma estabilização. Apesar das limitações deste estudo, tais como as diferenças entre maxila e mandíbula, os autores afirmaram que uma restauração ideal deve ter uma resistência ao desgaste semelhante ao esmalte para permitir a menor quantidade de impacto, como a manutenção de uma dimensão vertical estável e harmoniosa. ⁽⁸⁾

5.3 Repercussões da próteses fixas em zircónia sobre os antagonistas.

Muitos autores estudaram a principal repercussão: o desgaste do esmalte dos antagonistas opõem-se a prótese fixa em zircónia, no início e na maioria dos estudos *in-vitro* ⁽²⁰⁻³²⁾ e mais recentemente *in-vivo*. ⁽⁹⁻¹⁹⁾

5.3.1 Estudos *in-vitro*

5.3.1.1 Materiais e métodos utilizados

A cerâmica mais testada é o zircónio monolítico tipo Y-TZP. ⁽²⁰⁻³²⁾

Na maioria destes estudos, o zircónio monolítico foi comparado com outros tipos de materiais dentários: a porcelana feldspática ^(21,23,24,26,30,32), o dissilicato de lítio ^(22,23,24,25,30,32) e vários tipos de zircónia: o zircónio monolítico ^(22,29) ou « zirconia veneered » ^(27,28).

Em seis destes estudos, houve uma comparação entre o acabamento de superfície. ^(20,21,26,28,29,32)

Em quatro destes estudos, houve uma comparação das cerâmicas com um grupo control esmalte/esmalte. ⁽²³⁻²⁶⁾

De acordo com os estudos, os antagonistas podem ser os discos de esmalte humano, ^(24,28,30) cúspide de um molar natural extraído incorporado em blocos de resina acrílica ^(23,25,26,27, 29,31,32), cúspide de um pré-molar maxilar ou mandibular ⁽³⁰⁾, bolas de esteatite qualificadas como esmalte artificial com um diâmetro de 6mm cujas propriedades de dureza são quase semelhantes às do esmalte natural. ^(20,21,22)

Muitos estudos utilizam uma simulação de desgaste de dois corpos, ^(20,21,22,23,25,26,28,30) contactando dois materiais com um número especificado de ciclos, forças de contacto diferentes entre o zircónio e o antagonista e um meio húmido que pode ser água, ^(20,22,24,25,28,30) água e glicerina ⁽²⁶⁾ ou saliva artificial. ^(21,23,27,29,31)

A alteração da temperatura da água leva a um envelhecimento da cerâmica (5°/55°C ^(28,30), 5°/50°C ⁽²⁸⁾) e outros estudos não variam a temperatura (45°C ⁽²⁰⁾, abaixo de 90°C ⁽²²⁾).

Existem vários modelos de simulação de desgaste dependendo do tipo de modelo (simulador de mastigação ^(20,21), da força precisa aplicada (5N ⁽²⁰⁾, 10N ⁽²⁶⁾, 13,5N ⁽²³⁾, 20N ⁽³²⁾, 25N ⁽²⁴⁾, 49N ^(27,28,30,31), 50N ⁽²⁹⁾, 75N ⁽²⁴⁾, 80N ⁽²¹⁾, e do número de ciclos (4800 ⁽²⁵⁾, 5000 ⁽²⁰⁾, 50 000 ⁽³²⁾, 100 000 ⁽²⁴⁾, 125 000 ⁽²³⁾, 300 000 ⁽³⁰⁾, 360 000 ^(27,29,31), 400 000 ⁽²⁶⁾, 500 000 ⁽²¹⁾, $1,2 \times 10^6$ ciclos ^(22,28)).

No estudo de Zandparsa et al. ⁽²³⁾, 125 000 ciclos é o equivalente a um ano de mastigação *in-vivo*.

No entanto, a fim de reproduzir o ambiente oral o mais realista possível, Amer et al. ⁽³²⁾ utilizaram uma simulação de três corpos equivalente a um ano de atrição com 50 000 ciclos e com um percurso linear de 8mm para o antagonista (cúspide de molar extraído) sujeito a uma força de atrito de 20 até 70N.

5.3.1.2 Análise quantitativa do desgaste do antagonista

A análise quantitativa do desgaste pode ser feita com uma medição da perda vertical ^(20,23,24,25,26,31,32) e da perda de volume ^(21,22,23,24,30). A quantidade de desgaste foi determinada topograficamente utilizando um profilómetro 3D medindo a perda de altura do antagonista e a profundidade de desgaste da zircónia. ^(20,21,22,23,24,25,26,28)

Zang et al. ⁽²²⁾ encontraram um desgaste médio similar para as três diferentes cerâmicas de zircónia (3Y-TZP, 4Y-TZP e 5Y-TZP) em área e volume no antagonista ($\sim 4\text{mm}^2$ e $<0,6\text{mm}^3$) e com superfícies planas e lisas.

Para um ano de mastigação, Zandparsa et al. ⁽²³⁾ compararam a perda de volume do antagonista com vários tipos de cerâmicas e os contralaterais naturais ($37,08\mu\text{m}^3$) e deduziram sobre os antagonistas que o dissilicato de lítio tem o menor impacto ($39,75\text{mm}^3$) e o zircónio monolítico uma perda de altura mais baixa ($27,5\mu\text{m}$) em comparação com outros (contralaterais naturais : $29,08\mu\text{m}$). Por isso, não houve uma diferença estatística para os resultados mais todas as cerâmicas tiveram uma boa resistência e durabilidade.

Os resultados do estudo de Nakashima et al.⁽²⁴⁾ de 23 horas são diferentes e mostram que o zircónio monolítico é um material muito resistente e causa o menor desgaste na perda de volume sobre o antagonista ($0,07\text{mm}^3$) em comparação com o grupo control antagonista esmalte/esmalte ($0,40\text{mm}^3$), o dissilicato de lítio ($0,33\text{mm}^3$) e a porcelana ($0,62\text{mm}^3$). O estudo de Sripetchdanond et al.⁽²⁵⁾ confirma estes mesmos resultados com um número de ciclos reduzido (antagonista do zircónio : $1,83 \pm 0,75\mu\text{m}$ e grupo control : esmalte/esmalte : $8,81 \pm 5,16\mu\text{m}$).

Em comparação da zircónia com outros tipos de materiais sobre os antagonistas: o « Zirconia Veneered », microfraturado, causa um desgaste maior do dente antagonista ($0,21 \pm 0,02\text{mm}^3$) em comparação com o antagonista do zircónio 5Y-TZP ($0,08 \pm 0,01\text{mm}^3$) submetido a um desgaste por polimento no estudo de Santos et al.⁽²⁷⁾. A porcelana feldspática causa o maior desgaste para os antagonistas^(24,26,30, 32) ou menor⁽²¹⁾. O dissilicato de lítio causa um desgaste intermédio⁽³⁰⁾ ou maior^(22,24).

5.3.1.3 Análise qualitativa do desgaste do antagonista

A análise qualitativa do desgaste é feita por estudo da rugosidade da superfície dos antagonistas e das diferentes cerâmicas determinada com um profilómetro de contacto e analisada por microscópio eletrónico.^(21,22,24,25,26,27,28,32)

Vários autores estudaram o papel dos tratamentos de superfície sobre o desgaste dos antagonistas.^(20,21,26,28)

Amer et al.⁽³²⁾ determinaram que o zircónio polido causa menor desgaste do antagonista ($1,26 \pm 0,55\text{mm}^2$) do que o zircónio glazeado ($5,58 \pm 0,66\text{mm}^2$) e recomendam o polimento da cerâmica para ter o mínimo impacto sobre o dente antagonista. As mesmas conclusões são encontradas no estudo de Kontos et al.⁽²⁰⁾ com apenas 5000 ciclos de mastigação e no estudo de Janyavula et al.⁽²⁶⁾ com 400000 ciclos de mastigação e determina que o polimento sobre o zircónio glazeado favorece um desgaste intermediário sobre o antagonista ($0,88 \pm 0,12\mu\text{m}$) em comparação com o antagonista do zircónio polido ($0,21 \pm 0,05\mu\text{m}$), do zircónio glazeado ($1,18 \pm 0,20\mu\text{m}$) e do grupo control esmalte/esmalte ($0,49 \pm 0,20\mu\text{m}$).

Em contraste, Alfrisany et al.⁽²¹⁾ avaliaram o efeito dos ajustamentos oclusais na rugosidade superficial do zircónio monolítico e concluem que um sistema de polimento intraoral na rugosidade não reduziu a rugosidade e a forma mais prejudicial para o antagonista é o zircónio polido. Stawarczyk et al.⁽²⁸⁾ confirmam estes resultados anteriores com a presença de maiores taxas de fissuras no esmalte antagonista com o zircónio polido manualmente. Branco et al.⁽²⁹⁾ evocam a presença de microfratura no zircónio glazeado como no estudo de Santos et al.⁽²⁷⁾ para o « zirconia veneered » e Spripetchdanond et al.⁽²⁴⁾, uma rugosidade superficial do esmalte antagonista sem diferença significativa entre vários tipos de material dentário.

5.3.1.4 Processos inovadores de fabrico da zircónia

Branco et al.⁽²⁹⁾ lidam com as novas tecnologias « additive manufacturing » e « subtractive manufacturing » e mostram que no menor desgaste do esmalte antagonista com uma zircónia nanoestruturada foi para a técnica « additive manufacturing ou robocasting ». Noutro estudo, Branco et al.⁽³¹⁾ demonstraram um desgaste anual do esmalte antagonista por abrasão, delaminação e fadiga de 0,13mm para a técnica de fabrico da zircónia « robocasting » e 0,15mm para o « uniaxial compressing ». Estes duas técnicas permitem o fabrico das peças de zircónio mais adequadas. As peças de zircónio produzidas por robocasting (RC) e compressão unidireccional (UC) foram comparadas em termos de estrutura cristalina, densidade, porosidade, dureza e tenacidade. As amostras RC apresentam uma maior rugosidade superficial e menor dureza e resistência à fractura do que as amostras UC, devido à sua maior porosidade. As cúspides antagonistas testadas contra as amostras RC e UC sofreram um desgaste semelhante com um desgaste ligeiramente abrasivo, uma delaminação e procedimento de fadiga.⁽³¹⁾

«Robocasting » é uma técnica promissora para a produção das peças dentárias fiáveis feitas de zircónia nomeadamente no que diz respeito ao comportamento tribológico geral.^(29,30)

Kim et al.⁽³⁰⁾ dizem que cada profissional tem que ter consciência do efeito de desgaste das restaurações dentárias e que as condições utilizadas no estudo *in-vitro* podem ser diferentes das condições clínicas intrabucais.

5.3.2 Estudos *in-vivo*

5.3.2.1 Materiais e métodos utilizados

A duração dos estudos é variável: anual ^(9,10,12,16,17,19), 2anos ^(11,13,14,15) e 10anos. ⁽¹⁸⁾

Nos estudos *in-vivo* desta dissertação, as repercussões dos antagonistas são avaliadas no sector posterior. ⁽⁹⁻¹⁹⁾

O número dos pacientes voluntários é variável (9 ⁽¹⁵⁾, 10 ^(10,14), 14 ⁽¹⁷⁾, 18 ⁽¹³⁾, 20 ⁽¹¹⁾, 25 ⁽⁹⁾, 30 ⁽¹²⁾, 43 ⁽¹⁶⁾ bem como o grupo etário (18-35anos ⁽¹⁰⁾, 18-45anos ⁽¹⁷⁾, 20-45anos ⁽¹⁹⁾, 21-73anos ⁽¹¹⁾, 34-69anos ⁽¹³⁾, 45,2anos ⁽¹⁴⁾ e o sexo (maioria das mulheres ^(9,12,13), maioria dos homens ^(14,15), igualdade ⁽¹¹⁾).

A reabilitação oral fixa é uma coroa em zircónio monolítico ^(9,10,11,12,13,14,15,16,17,19), em comparação com uma coroa metalo-cerâmica ^(9,10) ou com uma coroa em disilicato de lítio ⁽¹⁹⁾ ou com outros tipos de superfície: zircónio polido ou glazeado. ⁽¹⁷⁾

Em contraste, Matta et al. ⁽¹⁸⁾ estudaram durante 10 anos o desgaste de 15 pontes de 3 ou 4 elementos com estruturas de zircónio com revestimento de cerâmica feldspática e concluíram que o desgaste do ponte aumenta na segunda parte do estudo em paralelo com a diminuição progressiva da proporção de antagonista natural (inicial : 17,4%, aos 3anos : 15,5%, (-1,9%) aos 5anos : 13,5% (-3,9%), aos 10anos : 11,5% (-5,9%)).

No estudo de Mundhe et al. ⁽¹⁰⁾, o preparo do dente natural para uma coroa de zirconia é feito com uma redução axial de 1,5mm, uma redução oclusal de 2mm e uma margem de ombro.

No estudo de Kitaoka et al. ⁽¹³⁾, o preparo é feito com uma redução oclusal de 1,5 até 2mm, uma redução axial de 0,8 até 1mm e uma margem de chanfro circunferencial localizada subgingivalmente.

No estudo de Stober et al. ⁽¹¹⁾, os dentes de pilar foram preparados com um chanfro pronunciado na margem de preparação e um ângulo de convergência de aproximadamente 4° (ângulo de conicidade de 8°) e a remoção do tecido dentário foi aproximadamente 5 até 7 mm circular e 10 até 12 mm oclusal.

Para avaliar o desgaste do antagonista, o scanner intra-oral 3D é usado nos vários estudos ^(9,10,11,12,19) e com precisões de medição variadas que vão desde 5µm ⁽⁹⁾, 9µm ⁽¹⁰⁾, 10µm ⁽¹¹⁾, 14µm ⁽¹⁹⁾ até 20µm ^(12,17) anexado ao software CAD/CAM ^(13,18) e após as impressões com polivinil siloxano ^(10,11,12,13,17,19) ou silicone tipo Light® ⁽¹⁸⁾.

Lohbauer et al. ⁽¹⁴⁾ e Tang et al. ⁽¹⁶⁾ usam impressões em silicone e depois replicas em epoxy para uma análise qualitativa com o SEM e uma análise quantitativa com o perfilômetro. ⁽¹⁴⁾

Hartkamp et al. ⁽¹⁵⁾ deduziram que a técnica IDI é fiável para medir o desgaste do antagonista.

O antagonista pode ser um molar ^(9,10,11,12,13,14,17) e um premolar ^(10,12,13,14,17), natural ^(9,10,11,12,13) ou natural em comparação com outros tipos de antagonistas ^(13,14,18).

Nos vários estudos, há um grupo control esmalte/esmalte para fazer uma comparação entre os resultados dos outros materiais dentários. ^(9,10,11,12,17,19)

5.3.2.2 Análise quantitativa do desgaste do antagonista

Os autores encontraram como principal repercussão um desgaste do esmalte medida quantitativamente pela perda vertical ^(9,10,11,12,14,15,16,18,19) e/ou de volume do dente antagonista.
^(14,16)

Esquivel-Ushaw et al. ⁽⁹⁾ calcularam uma perda vertical máxima do antagonista molar de 34 μm aos 6 meses e de 48 μm a um ano em comparação com uma coroa em zircónio monolítico de 40 μm aos 6 meses e de 55 μm a um ano.

Stober et al. ⁽¹¹⁾ avaliaram um resultado quase similar mas para um estudo de 2 anos (46 μm) e deduzem que a coroa em zircónio é uma boa reabilitação com menor desgaste (14 μm).

Há resultados intermediários no estudo de Hartkamp et al. ⁽¹⁵⁾ : $87\pm 41\mu\text{m}$ (1ano) e $115\pm 71\mu\text{m}$ (2anos).

Em comparação, com um grupo menor de pacientes, Mundhe et al. ⁽¹⁰⁾ encontraram resultados muito superiores ($42.10 \pm 4,30 \mu\text{m}$ para um premolar e $127,00 \pm 5.03 \mu\text{m}$ para um molar).

Os resultados do desgaste são superiores ^(9,10) ao desgaste anual sem reabilitação oral do estudo de Lambrechts et al. ⁽⁸⁾.

Apesar disto, Lohbaeur et al. ⁽¹⁴⁾ concluem que os resultados de desgaste do antagonista são aceitáveis aos 2anos e as restaurações em zirconia monolítica não parecem ter sido afectadas pelo desgaste nos primeiros 2 anos. Os autores concluíram que as taxas de desgaste medidas, quer nas cerâmicas quer nos antagonistas, são comparáveis com outras descobertas clínicas semelhantes.

Sobre a particularidade do tratamento de superfície, o desgaste ao um ano do antagonista (premolar: $44\pm 18\mu\text{m}$, molar : $63\pm 22\mu\text{m}$) era menos importante para uma coroa em zircónio polido ($13\pm 3\mu\text{m}$) do que um antagonista (premolar : $69\pm 21\mu\text{m}$, molar : $113\pm 33\mu\text{m}$) oposto a uma coroa em zircónio glazeado ($27\pm 9\mu\text{m}$) no estudo de Selvaraj et al.⁽¹⁷⁾

Sobre a perda de volume, Lohbaeur et al.⁽¹⁴⁾ tiveram uma perda de volume de antagonistas naturais aos 2anos de $0,361\text{mm}^3$ enquanto que para o Tang et al.⁽¹⁶⁾, houve uma perda de volume superior aos 6 meses ($0,5\text{mm}^3$).

No estudo anual de Mundhe et al.⁽¹⁰⁾, o molar é o dente antagonista mais afetado pelo desgaste dentário em comparação com o premolar tanto na maxila como na mandíbula. (premolar $42.10\pm 4.30\ \mu\text{m}$ e molar $127\pm 5.03\ \mu\text{m}$). Há a mesma conclusão no estudo de Lambrechts et al.⁽⁸⁾ sem reabilitação oral.

Tang et al.⁽¹⁶⁾ concluíram que, devido a abrasão e fadiga, o desgaste da coroa em zircónio monolítico, menor do que o antagonista, inicia no pontos de contacto precoces e proeminentes dos antagonistas. A coroa em zirconio monolítico tem pouco desgaste (perda vertical aos 6 meses : $17.3\pm 5,23\ \mu\text{m}$) mas pode causar um desgaste significativo dos dentes antagonistas (perda vertical aos 6 meses : $50.03\pm 17.02\ \mu\text{m}$) em comparação com os dentes naturais controlaterais (perda vertical aos 6 meses : $21,55\pm 7,12\ \mu\text{m}$) e os seus dentes naturais antagonistas (perda vertical aos 6 meses : $20.13\pm 6,91\ \mu\text{m}$).⁽¹⁶⁾

5.3.2.3 Análise qualitativa do desgaste do antagonista

Esquivel-Ushaw et al.⁽⁹⁾ descobriram que uma coroa em zircónio monolítico polido. (com 15 minutos do polimento) não causa um desgaste acelerado do antagonista.

Hartkamp et al.⁽¹⁵⁾ concluem que com coroas em zircónio monolítico polido, as taxas de desgaste são comparáveis aos estudos existentes (perda vertical ao um ano : $87\pm 41\ \mu\text{m}$ e aos 2 anos : $115\pm 71\ \mu\text{m}$) e a técnica de impressão digital chamada « IDI » para avaliar este desgaste é um procedimento fiável.

Houve só um crack no dente antagonista com inlay em resina composta a um ano no estudo de Kitaoka et al.⁽¹³⁾ Eles declararam que *"uma prótese fixa em zircônio monolítico é uma opção protética clinicamente aceitável"*.⁽¹³⁾

5.3.2.4 Comparação com outros materiais dentários

Esquivel-Ushaw et al.^(9,12) não encontraram uma diferença significativa entre os dois aos 6 meses e um ano enquanto Mundhe et al.⁽¹⁰⁾ concluíram que uma coroa em zircônio monolítico causa menos desgaste que este último depende do tipo de reabilitação oposto.

Nazirkar et al.⁽¹⁹⁾ não encontraram uma diferença significativa entre uma coroa em zircônio monolítico polido (40,06 µm a um ano) e uma coroa em dissilicato de lítio (42 µm a um ano) sobre o desgaste do antagonista.

Sobre o desgaste do antagonista e o grupo control esmalte/esmalte, não houve uma diferença significativa entre ambos.⁽⁹⁾ O desgaste do grupo control nos estudos de Mundhe et al.⁽¹⁰⁾ e de Selvaraj et al.⁽¹⁷⁾ é muito menor e coerente com os valores do estudo de Lambrechts et al.⁽⁸⁾ do que o desgaste do antagonista em relação com a coroa em zircônio monolítico.

5.3.2.5 Comparação com antagonista natural e outro tipo de antagonista

Não há uma diferença significativa entre o tipo de antagonistas (cerâmica, natural) sobre o desgaste no estudo de Lohbaeur et al.⁽¹⁴⁾

5.3.2.6 Outros fatores relevantes sobre os dentes antagonistas

Stober et al.⁽¹¹⁾ determinaram que a idade afetou as diferenças do desgaste do antagonista (Perda vertical do antagonista : Homens -64 μm e Mulheres -30 μm aos 2anos) e pode ser um fator de confusão.

Stober et al.⁽¹¹⁾ encontraram um desgaste superior do antagonista para os pacientes com uma atividade muscular nocturna elevada (31-100 episódios em 5 horas, excluindo o bruxismo).

Kitaoka et al.⁽¹³⁾ provaram que uma coroa em zircónio monolítico tem uma boa biocompatibilidade e não apresenta uma repercussão sobre a nível periodontal do antagonista.

A atrição foi presente nos 7 dentes antagonistas sobre 29 e houve só 2 cracks menores para 2 antagonistas e 1 maior para um antagonista restaurado com inlay ao um ano. Para este estudo, as coroas de zircónia foram classificadas de acordo com o sistema CDA ou «Califórnia Dental Association» para avaliar a integridade marginal, superfície, cor e forma anatómica.⁽¹³⁾

5.3.3 Ligação entre *in-vivo* e *in-vitro*

Esquivel-Upshaw et al.⁽⁹⁾ encontraram uma concordância quantitativa de 99,8% entre as medições do scanner intra-oral e as medições do micro-CT feitas *in-vitro* com o dente 26 chamado Dentoform® em oposição a uma bola de esteatite, com força de 49N, ciclos variados de 25000, 50000, 100000, 12000, uma velocidade de 60mm/s e um movimento horizontal de 0,7mm.

6. CONCLUSÕES

Os resultados dos estudos *in-vitro* e *in-vivo* mostram que a principal repercussão da reabilitação com prótese fixa em zircónia sobre os dentes antagonistas é o desgaste de esmalte com perda vertical e perda de volume.

Esta repercussão é aumentada nos homens, pessoas com uma actividade nocturna elevada excluindo o bruxismo, nos molares e com uma prótese fixa em zircónio glazeado. Por outro lado, esta repercussão é reduzida nos premolares, nas mulheres, com uma prótese fixa em zircónio polido.

Em comparação com outros materiais dentários, o menor impacto sobre o antagonista é com uma prótese fixa em zircónia mas alguns resultados são contraditórios.

O desgaste dentário, processo lento e complexo iniciado pelo esmalte, envolve diferentes fatores e pode levar à perda de altura de oclusão, má estética, aumento da sensibilidade dentária e mastigatória reduzida. O desgaste do esmalte é influenciado pela espessura e dureza do esmalte. O contacto oclusal do antagonista é uma razão essencial para o desgaste e a remoção gradual do material dentário. Estes critérios estão ausentes para estes estudos.

Os estudos *in-vitro* não podem simular completamente o desgaste real do esmalte clínico e há uma falta de normalização dos estudos para comparar os resultados.

O principal problema nestes estudos é que não existe um protocolo «standard» para avaliar os mesmos critérios e facilitar as comparações de resultados.

Outros estudos científicos são necessários: durações mais longas, amostras mais diversificadas, outros tipos de próteses fixas em zircónia, outras repercussões sobre os antagonistas, impactos no sector anterior (e não apenas implantes) e avaliar a força de mordida por dente.

Um follow-up regular do paciente com protocolos standard seria ótimo combinando testes de mordidas, scanner de dentes antagonistas e próteses fixas, inicialmente trimestralmente, depois de 6 em 6 meses e finalmente anualmente de acordo com os resultados dos estudos desta dissertação.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Özkurt Z, Kazazoğlu E. Clinical success of zirconia in dental applications. *J Prosthodont.* 2010;19(1):64–8. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1532-849X.2009.00513.x>
2. Gautam C, Joyner J, Gautam A, Rao J, Vajtai R. Zirconia based dental ceramics: structure, mechanical properties, biocompatibility and applications. *Dalt Trans.* 2016;45(48):19194–215. Available from: <https://doi.org/10.1039/c6dt03484e>
3. Zhang Y, Lawn BR. Novel Zirconia Materials in Dentistry. *J Dent Res.* 2018;97(2):140–7. Available from: <https://doi.org/10.1177/0022034517737483>
4. Zhang F, Reveron H, Spies BC, Van Meerbeek B, Chevalier J. Trade-off between fracture resistance and translucency of zirconia and lithium-disilicate glass ceramics for monolithic restorations. *Acta Biomater* [Internet]. 2019; 91:24–34. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2019.04.043>
5. Fonseca YR, Elias CN, Monteiro SN, dos Santos HES, dos Santos C. Modeling of the influence of chemical composition, sintering temperature, density, and thickness in the light transmittance of four zirconia dental prostheses. *Materials (Basel).* 2019;12(16):1–14. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2019.04.043>
6. Ahmed WM, Troczynski T, McCullagh AP, Wyatt CCL, Carvalho RM. The influence of altering sintering protocols on the optical and mechanical properties of zirconia: A review. *J Esthet Restor Dent.* 2019;31(5):423–30. Available from: <https://doi.org/10.1111/jerd.12492>

7. Schmitt J, Goellner M, Lohbauer U, Wichmann M, Reich S. Zirconia posterior fixed partial dentures: 5-year clinical results of a prospective clinical trial. *Int J Prosthodont*. 2012 Nov-Dec;25(6):585-9. PMID: 23101038.
8. Lambrechts P, Braem M, Vuylsteke-Wauters M, Vanherle G. Quantitative in vivo Wear of Human Enamel. *J Dent Res*. 1989;68(12):1752-4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1177/00220345890680120601>
9. F. Esquivel-Upshaw J, Hsu SM, Bohórquez AC, Abdulhameed N, Scheiffele GW, Kim M, et al. Novel methodology for measuring intraoral wear in enamel and dental restorative materials. *Clin Exp Dent Res*. 2020;6(6):677-85. Available from: <http://dx.doi.org/10.1002/cre2.322>
10. Mundhe K, Jain V, Pruthi G, Shah N. Clinical study to evaluate the wear of natural enamel antagonist to zirconia and metal ceramic crowns. *J Prosthet Dent [Internet]*. 2015;114(3):358-63. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.03.001>
11. Stober T, Bermejo JL, Schwindling FS, Schmitter M. Clinical assessment of enamel wear caused by monolithic zirconia crowns. *J Oral Rehabil*. 2016;43(8):621-9. Available from: <https://doi.org/10.1111/joor.12409>
12. Esquivel-Upshaw JF, Kim MJ, Hsu SM, Abdulhameed N, Jenkins R, Neal D, et al. Randomized clinical study of wear of enamel antagonists against polished monolithic zirconia crowns. *J Dent*. 2018; 68:19-27. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2017.10.005>
13. Kitaoka A, Akatsuka R, Kato H, Yoda N, Sasaki K. Clinical Evaluation of Monolithic Zirconia Crowns: A Short-Term Pilot Report. *Int J Prosthodont*. 2018;31(2):124-6. Available from: <http://dx.doi.org/10.11607/ijp.5444>
14. Lohbauer U, Reich S. Antagonist wear of monolithic zirconia crowns after 2 years. *Clin Oral Investig [Internet]*. 2017;21(4):1165-72. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s00784-016-1872-6>

15. Hartkamp O, Lohbauer U, Reich S. Antagonist wear by polished zirconia crowns A 24 month pilot study using the intraoral digital impression technique. *Int J Comput Dent.* 2017;20(3):263–74.
16. Tang Z, Zhao X, Wang H. Quantitative analysis on the wear of monolithic zirconia crowns on antagonist teeth. *BMC Oral Health* [Internet]. 2021;21(1):94. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12903-021-01452-z>
17. Selvaraj U, Koli DK, Jain V, Nanda A. Evaluation of the wear of glazed and polished zirconia crowns and the opposing natural teeth: A clinical pilot study. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2020;1–6. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.04.007>
18. Matta RE, Motel C, Kirchner E, Stelzer SP, Adler W, Wichmann M, et al. Wear of feldspathic-ceramic-veneered zirconia posterior FPDs after 10 years. *BMC Oral Health* [Internet]. 2020;20(1):1–10. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12903-020-01336-8>
19. Patil S, Nazirkar G, Shelke P, Mahagaonkar P. Comparative evaluation of natural enamel wear against polished yttrium tetragonal zirconia and polished lithium disilicate – An in vivo study. *The Journal of Indian Prosthodontic Society* [Internet]. 2020;20(1):83. Available from: https://doi.org/10.4103/jips.jips_218_19
20. Kontos L, Schille C, Schweizer E, Geis-Gerstorfer J. Influence of surface treatment on the wear of solid zirconia. *Acta Odontol Scand.* 2013;71(3–4):482–7. Available from: <http://doi.org/10.1016/j.dental.2019.10.009>
21. Alfrisany NM, Shokati B, Tam LE, De Souza GM. Simulated occlusal adjustments and their effects on zirconia and antagonist artificial enamel. *J Adv Prosthodont.* 2019;11(3):162–8. Available from: <http://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.09.005>

22. Zhang F, Spies BC, Vleugels J, Reveron H, Wesemann C, Müller WD, et al. High-translucent yttria-stabilized zirconia ceramics are wear-resistant and antagonist-friendly. *Dent Mater* [Internet].2019;35(12):1776–90.
Available from: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2019.10.009>

23. Zandparsa R, El Huni RM, Hirayama H, Johnson MI. Effect of different dental ceramic systems on the wear of human enamel: An in vitro study. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2016;115(2):230–7.
Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.09.005>

24. Nakashima J, Taira Y, Sawase T. In vitro wear of four ceramic materials and human enamel on enamel antagonist. *European Journal of Oral Sciences* [Internet].2016;124(3):295-300.
Available from: <https://doi.org/10.1111/eos.12272>

25. Sripetchdanond J, Leevailoj C. Wear of human enamel opposing monolithic zirconia, glass ceramic, and composite resin: An in vitro study. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2014;112(5):1141–50.
Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.prosdent.2014.05.006>

26. Janyavula S, Lawson N, Cakir D, Beck P, Ramp LC, Burgess JO. The wear of polished and glazed zirconia against enamel. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2013;109(1):22–9. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-3913\(13\)60005-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-3913(13)60005-0)

27. Santos F, Branco A, Polido M, Serro AP, Figueiredo-Pina CG. Comparative study of the wear of the pair human teeth/Vita Enamic® vs commonly used dental ceramics through chewing simulation. *J Mech Behav Biomed Mater* [Internet]. 2018; 88:251–60. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2018.08.029>

28. Stawarczyk B, Özcan M, Schmutz F, Trottmann A, Roos M, Hämmerle CHF. Two-body wear of monolithic, veneered and glazed zirconia and their corresponding enamel antagonists. *Acta Odontol Scand.*2013;71(1):102-12.
Available from: <http://doi.org/10.1016/j.jdent.2012.08.004>
29. Branco AC, Silva R, Santos T, Jorge H, Rodrigues AR, Fernandes R, et al. Suitability of 3D printed pieces of nanocrystalline zirconia for dental applications. *Dent Mater.* 2020;36(3):442–55. Available from: <http://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2020.103900>
30. Kim MJ, Oh SH, Kim JH, Ju SW, Seo DG, Jun SH, et al. Wear evaluation of the human enamel opposing different Y-TZP dental ceramics and other porcelains. *J Dent [Internet].* 2012;40(11):979–88. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2012.08.004>
31. Branco AC, Silva R, Jorge H, Santos T, Lorenz K, Polido M, et al. Tribological performance of the pair human teeth vs 3D printed zirconia: An in vitro chewing simulation study. *J Mech Behav Biomed Mater [Internet].* 2020;110(May):103900.
Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2020.103900>
32. Amer R, Kürklü D, Kateeb E, Seghi RR. Three-body wear potential of dental yttrium-stabilized zirconia ceramic after grinding, polishing, and glazing treatments. *J Prosthet Dent [Internet].* 2014 ;112(5) :1151-5.
Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.prosdent.2013.12.021>