



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**DESGASTE DENTÁRIO PROVOCADO POR DIFERENTES
MATERIAIS CERÂMICOS EM DENTES ANTAGONISTAS**

Trabalho submetido por
Sheila Tavares Bueno
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

outubro de 2022



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**DESGASTE DENTÁRIO PROVOCADO POR DIFERENTES
MATERIAIS CERÂMICOS EM DENTES ANTAGONISTAS**

Trabalho submetido por
Sheila Tavares Bueno
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof. Doutora Ana Vieira

outubro de 2022

*Dedico a toda a minha família e amigos
que direta ou indiretamente participaram desse processo.*

Em especial aos meus dois filhos:

Davi e Miguel,

*que estiveram todos os dias ao meu lado, lutando e torcendo por mim, que tudo isso
sirva de exemplo de vida, para que nunca desistam de lutar por aquilo que acreditam.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e toda a minha família.

Em especial aos homens da minha vida:

Ao meu pai por me ajudar e apoiar em todas as minhas decisões.

Ao meu esposo Denis, companheiro de quase 30 anos, que embarcou ao meu lado nessa nova jornada de cruzar o oceano, e apesar de todas as dificuldades que enfrentamos de começar uma nova vida em outro país, esteve sempre otimista e paciente.

Não faria isso com mais ninguém que não fosse você!

Aos meus filhos, Davi e Miguel, tudo é pra vocês e por vocês.

À Prof. Doutora Ana Vieira, minha orientadora querida, que sempre se faz presente de maneira polida e acolhedora, sempre calma e educada, muito obrigada pela vossa dedicação durante todo o processo. És um grande exemplo e uma referência para mim pessoalmente e profissionalmente como pessoa e professora.

E por último e não menos importante, a minha nova casa, a Universidade Egas Moniz que me tornou uma profissional melhor, sem dúvida alguma foi uma experiência enriquecedora, me fez crescer e amadurecer profissionalmente e pessoalmente.

RESUMO

O desgaste das estruturas dentárias antagonistas de diversos sistemas de restauração cerâmicas, tem vindo a suscitar uma grande preocupação na comunidade científica. Na Medicina Dentária, esta questão é classificada como sendo de alta complexidade e a negligência na sua prevenção traz consequências que podem colocar em causa a integridade do sistema estomatognático dos pacientes. Por este motivo, é necessário o aprofundamento da investigação científica nesta área. Atualmente, o clínico tem à sua disposição materiais como por exemplo: cerâmicas vítreas, resinas compostas nanoparticuladas, e zircónia, mais desenvolvidos em relação às suas características biomecânicas que resultam em materiais cada vez mais semelhantes em comportamento aos tecidos naturais dos dentes.

Ainda assim, existe uma diferença de comportamento e diferenças nos parâmetros de testes de desgaste, resultando em grandes dificuldades na obtenção de dados *in vivo*, que com a predominância de dados relativos a testes *in vitro*, são um desafio na procura de respostas que possam oferecer ao Médico Dentista maior segurança para um bom planeamento em reabilitação oral.

O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão narrativa, com recurso à literatura mais atual, sobre o desgaste dentário (atrição) provocado por diferentes materiais cerâmicos em dentes antagonistas.

Esta revisão narrativa foi realizada recorrendo aos motores de busca *PubMed*, *B-on*, *Scielo*, *Google Scholar* e *Cochrane*.

Palavras-chave: Materiais cerâmicos, dentes antagonistas, desgaste do esmalte, atrição.

ABSTRACT

The wear of antagonist dental structures of various ceramic restoration systems has been a major concern in the scientific community. In Dentistry, this issue is classified as being of high complexity and negligence, since the lack of prevention can affect the integrity of the stomatognathic system of patients. For this reason, deepening of scientific research in this area is highly needed. Currently, the clinician has at his disposal several ceramic rehabilitation materials such as: vitreous ceramics, nanoparticle composite resins, and zirconia. Some of these materials are more developed in relation to their biomechanical characteristics, which results in materials increasingly similar in behavior to natural teeth.

Still, there is a difference in behavior and differences in the parameters of wear tests that result in great difficulties in obtaining in vivo data. The predominance of data related to in vitro tests is a challenge in the search for answers that can offer the Dentist greater safety for good planning in oral rehabilitation.

The objective of this work was to perform a narrative review, using the most current literature, on tooth wear (attrition) caused by different ceramic materials in antagonist teeth.

This narrative review was carried out using the search engines PubMed, B-on, Scielo, Google Scholar and Cochrane.

Keywords: Ceramic materials, antagonist teeth, enamel wear, attrition

INDICE GERAL

I. INTRODUÇÃO.....	1314
II. DESENVOLVIMENTO.....	1516
1. Desgaste	1516
1.1. Materiais cerâmicos.....	1718
1.1.1. Cerâmicas Vítreas	2122
1.1.1.1. Feldspática	2122
1.1.1.2. Infiltradas por vidro	2223
1.1.1.3. Sintéticas.....	23
1.1.1.4. Teste laboratorial de resistência ao desgaste	2425
1.1.2. Policristalina:	2829
1.1.2.1. Alumina	2829
1.1.2.2. Zircônia.....	2930
1.1.2.3. Zircônia reforçada com alumina.....	3132
1.1.2.4. Alumina reforçada com zirconia	31
1.1.2.5. Teste laboratorial de resistência ao desgaste	3232
1.1.3. Híbridas.....	3334
1.1.3.1. Resina Nanocerâmica	33
1.1.3.2. Cerâmica vítrea infiltrada por uma matriz resinosa.....	352

1.1.3.3. Cerâmica sílica - zirconia infiltrada por uma matriz resinosa.....	35
1.1.3.4 Testes laboratoriais de resistências ao desgaste.....	35
1.2. Polimento	42
III. CONCLUSÃO	47
IV. BIBLIOGRAFIA	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Redução do espaço pulpar (EP) pela deposição de dentina reacional (DR), induzida pela atrição em dente humano, alterando a sua anatomia interna (H.E, magnificação original=40X) E=esmalte ,D=dentina (Adaptado de Implantodontia dental press, 2013).....	16
Figura 2 - Classificação dos sistemas cerâmicos (Adaptado de Gracis, 2015).	21
Figura 3 - Gráfico de barras mostrando os valores médios de peso para grupos de materiais experimentais antes e depois da simulação de desgaste. (Adaptado de Mohamed & Goma, 2021).	25
Figura 4 - Gráfico de barras mostrando os valores médios de Rugosidade para grupos de materiais experimentais antes e depois da simulação de desgaste. (adaptado de Mohamed & Goma, 2021)	26
Figura 5 - Desgaste médio máximo das coroas sob implantes e esmalte antagonista , e esmalte oponente a esmaldo dos dentes adjacentes mesiais a coroa sob implante e esmalte antagonista	28
Figura 6 -Imagens de SEM de varredura de superfícies com desgaste (ampliação × 2500.).....	36
Figura 7 – Imagens de SEM de varredura de superfícies desgastadas (ampliação × 2500.): C, Vita Enamic./ D, Paradigma 3M.	36
Figura 8 – Imagens de SEM de superfícies desgastadas (ampliação × 2500.).....	36
Figura 9 – Imagens de SEM (ampliação original × 2000) de superfícies de esmalte contra Lava Ultimate (Ludovichetti et al., 2018)	39
Figura 10 – Imagens de SEM (ampliação original × 2000) de superfícies de esmalte contra Vita Enamic (Ludovichetti et al., 2018)	40
Figura 11 – Imagens de SEM (ampliação original × 2000) de superfícies de esmalte contra Vita Suprinity.(Ludovichetti et al., 2018)	40
Figura 12 - Imagens SEM (ampliação original × 2000) de superfícies de esmalte contra IPS e.max CAD(Ludovichetti et al., 2018)	41

Figura 13 - Figura 13- Imagens SEM (ampliação original \times 2000) de superfícies de esmalte contra Lava Plus(Ludovichetti et al.,2018)..... 41

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Perda de substância vertical após 200.000 ciclos de materiais de teste (μm)	37
Tabela 2 – Características dos materiais testados (Adaptado de Ludovichetti et al., 2018).	38
Tabela 3 – Desgaste médio do antagonista (μm) +- SD e resultados estatísticos 2018).	38
Tabela 4 - Exemplos, indicações e propriedades das cerâmicas (Adaptado de Gracis et al., 2015).	45

LISTA DE ABREVIATURAS

3D - tridimensionais

ATM – Articulação Temporomandibular

BMP-2 - Proteína morfogênica-2

BMPs - Proteínas morfogenéticas ósseas

CAD CAM - Computer aided- design/ Computered aided manufacturing

CAS/HA - Sulfato de cálcio com hidroxiapatite

CO₂ - Dióxido de carbono

DP - Desvio padrão

DVO – Dimensão Vertical de Oclusão

GPa – Giga Pascal

HA - Hidroxiapatite

HT - alta temperatura

MBGs - Biovidros mesoporosos

MPa – Mega Pascal

RNCs - resina nanocerâmica

RCBs- blocos compostos de resina

MZ - materiais monolíticos de zircônio

ZLS - Cerâmica vítrea de silicato de lítio reforçada com zircônia

SEM - Scanning Electron Microscopy (Microscopia Electrónica de Varrimento)

μm - micrómetro

I. INTRODUÇÃO

O desgaste dentário é a perda acumulada da superfície dentária mineralizada devido a processos físicos e/ou químicos, que não é considerado resultado da cárie dentária, reabsorção ou trauma. Os processos envolvidos no desgaste podem definir-se da seguinte forma:

- a) erosão dentária: é a perda química de substância dentária mineralizada, causada pela exposição a ácidos não derivados de bactérias orais;
- b) atrição dentária: é a perda física da substância dentária mineralizada causada pelo contacto de dente-a-dente;
- c) abrasão dentária: é a perda física da substância dentária mineralizada causada por outros objetos que não os dentes (Schlueter et al., 2020).

O Desgaste dentário pode resultar do teor abrasivo de certos alimentos e/ou de hábitos nocivos, tais como escovagem agressiva e o aperto dentário/bruxismo. Para além destes fatores etiológicos, o desgaste pode também variar devido ao contacto entre superfícies com diferentes tipos de restaurações dentárias, tais como resina composta, metais, cerâmica e combinação de metais e cerâmica, que são usados para o fabrico de restaurações diretas e indiretas (Habib et al., 2019).

A taxa anual de desgaste do esmalte saudável sob o efeito da mastigação varia entre 20 µm e 40 µm (Mundhe et al., 2015). Dada a complexidade do sistema mastigatório, a força de mordida é considerada um dos fatores que contribui para o desgaste e sobrevivência das estruturas dentárias naturais e protéticas, e tem sido um ponto de interesse em vários estudos (Deval et al., 2021). Compreender os mecanismos de desgaste que ocorrem nas superfícies dentárias naturais/artificiais é essencial para desenvolver novas abordagens que minimizem a perda de material e assim garantam a vida clínica, estética e a integração adequada das estruturas na cavidade oral (Branco et al., 2020a). O problema do desgaste dentário está a tornar-se cada vez mais relevante, uma vez que a esperança de vida está a aumentar e uma dentição saudável e funcional é fundamental para a qualidade de vida dos pacientes (Branco et al., 2020b).

A procura de restaurações da cor do dente, com alta resistência, integridade marginal reforçada e estética na região posterior da boca, levou a uma procura de melhoria das propriedades das cerâmicas, que se foca essencialmente nas propriedades físicas e mecânicas dos materiais (Zandparsa et al., 2016).

No que diz respeito à utilização dos materiais restauradores, a cerâmica e a resina composta (RC) são os materiais restauradores que mimetizam a cor dentária mais utilizados; no entanto, o efeito abrasivo destes materiais contra o esmalte ainda é uma preocupação clínica. Vários estudos demonstraram que, em geral, o material cerâmico causa um maior desgaste do esmalte em comparação com qualquer outro material restaurativo ou esmalte. O desgaste do esmalte causado pela cerâmica ou por resina composta é também uma condição multifatorial porque o desgaste de um material é influenciado por vários fatores, nomeadamente a geometria de contacto, rugosidade superficial, características microestruturais, tamanho do grão, tenacidade da fratura, velocidade, carga, temperatura, duração, ambiente e lubrificação (Habib, 2019).

A seguinte revisão narrativa tem como objetivo o estudo desgaste dentário, principalmente a atrição provocada por diferentes materiais cerâmicos em dentes antagonistas.

Para a realização desta revisão narrativa foi feita uma pesquisa recorrendo aos motores de busca PubMed, B-on, Scielo, Google Scholar, e Cochrane. Foram analisados artigos em português, inglês e espanhol, disponíveis em texto completo, com intervalo de tempo compreendido entre 1999 e 2022.

II. DESENVOLVIMENTO

1. Desgaste

O desgaste dentário é um fenômeno complexo e multifatorial que envolve a interação biológica, mecânica e química. É causado por movimentos mastigatórios complexos, pois à medida que a mandíbula se move em direções diferentes, os padrões de desgaste variam dependendo da patologia articular, oclusão, tônus muscular, lubrificantes, hábitos alimentares e o tipo de material restaurador utilizado (Mundhe et al., 2015).

As propriedades de desgaste dos materiais dentários restauradores são diferentes dos dentes naturais e podem mudar a taxa de desgaste dos dentes naturais oponentes. Idealmente, a resistência ao desgaste do material restaurador e o esmalte do dente oponente deve ser similar. O desgaste pode afetar a saúde do sistema estomatognático, quando resulta em perda de dimensão vertical, problemas estéticos, aumento da sensibilidade dentária e redução da função mastigatória (Mundhe et al., 2015).

O desgaste dentário é definido como a perda de tecido duro (esmalte ou dentina) na ausência de cárie ou trauma. A sua classificação dependerá do fator etiológico envolvido. Quando causado pela cerâmica restaurativa, pode afetar de forma indesejável a conservação da dimensão vertical da oclusão e sensibilidade térmica do dente antagonista (Mehzabeen et al., 2022). Portanto é muito importante diagnosticar numa fase precoce os níveis de desgaste dentário, para evitar tratamentos complexos e dispendiosos (Wetselaar et al., 2020).

É considerado desgaste dentário severo quando já existe uma perda substancial de estrutura dentária, com exposição de dentina e perda significativa ($\geq 1/3$) da coroa clínica. Falamos em desgaste patológico do dente, quando o desgaste dentário é atípico para a idade do paciente, causando dor ou desconforto, problemas funcionais ou deterioração da aparência estética, que, se progredir, pode dar origem a complicações indesejáveis de complexidade crescente. O desgaste patológico do dente é difícil de quantificar e definir, e o termo tem sido usado para descrever níveis inaceitáveis de desgaste progressivo. Geralmente é interpretado como um grau de desgaste dentário contínuo que é tão grave que pode resultar em sensibilidade, comprometer a atividade dentária ou dar origem a problemas funcionais (Loomans, 2017).

O desgaste na cavidade oral pode ser classificado como desgaste de dois corpos ou desgaste de três corpos. O desgaste de dois corpos é o desgaste apenas na presença de saliva, enquanto o desgaste de três corpos é o desgaste na presença de outros mediadores além da saliva, como alimentos e pastas (Jung et al., 2010).

O desgaste por atrito, também chamado de abrasão de dois corpos, é o desgaste fisiológico do tecido dentário resultante do contato direto do dente com o dente e é observado principalmente nas superfícies oclusais, pontas de cúspides e bordos incisais (Zheng et al., 2022).

O desgaste acentuado pela atrição promove a exposição de extensas áreas de dentina, a porção central das facetas de desgaste tornam-se mais amplas e profundas e nota-se clinicamente que o espaço pulpar foi atingido, apresentando uma dentina reacional depositada pela câmara pulpar no canal radicular (figura 1). Portanto a anatomia interna pulpar é geralmente alterada em dentes que sofrem atrição, a polpa reduz o seu volume e quase sempre apresenta envelhecimento acelerado, marcado pela fibrose pulpar, até mesmo em pessoas jovens (Consolaro et al., 2013).

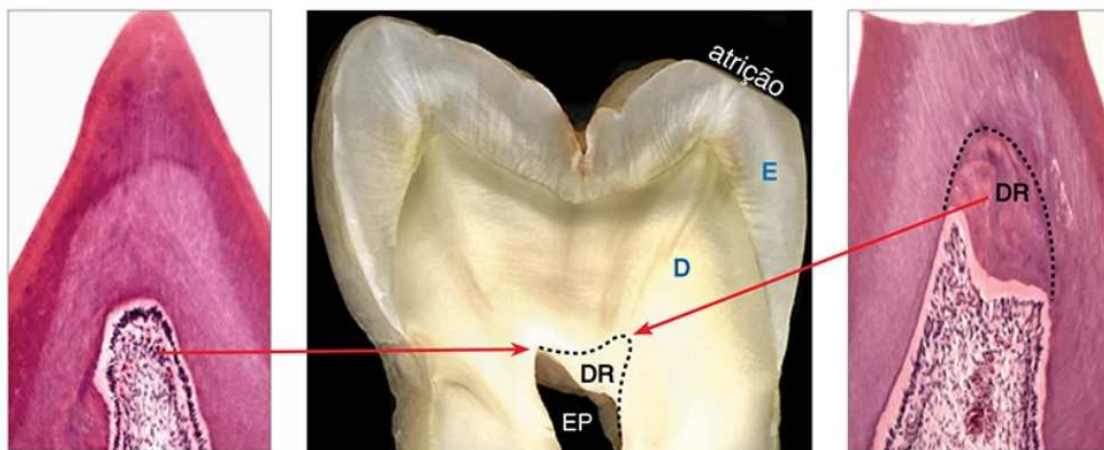


Figura 2 - Redução do espaço pulpar (EP) pela deposição de dentina reacional (DR), induzida pela atrição em dente humano, alterando a sua anatomia interna (H.E, magnificação original=40X) E=esmalte, D=dentina (Adaptado de Implantodontia Dental Press, 2013)

Já a abrasão é uma causa patológica de desgaste e ocorre principalmente nos locais sem contato, como a superfície vestibular e lingual (palatal) na forma de interação de três corpos (processo de desgaste de três corpos), e é causada pela interação de qualquer substância exógena, como bolo alimentar e escovas de dentes com o dente, em vez de contato direto dente-a-dente. Em geral, é difícil distinguir entre os tipos de desgaste

dentário devido às complexidades do ambiente oral, o processo de mastigação e contacto com os dentes. Por exemplo, uma marca de ranhura no dente pode ser atribuído ao contacto direto dente-a-dente e considerado como desgaste por atrito, enquanto que na verdade pode ter sido causado por partículas abrasivas, portanto será uma manifestação de abrasão (Zheng et al., 2022).

A resistência ao desgaste oclusal é um aspeto importante do sucesso clínico da reabilitação protética. Idealmente, o desgaste do material restaurador deve ser semelhante ao dos dentes naturais (Ghazal et al., 2008). Assim, os materiais usados para a fabricação de próteses dentárias determinam em grande parte a resistência ao desgaste dos dentes antagonistas. A resistência ao desgaste provocada diferentes tipos de cerâmica será abordada nos capítulos seguintes.

1.1. Materiais cerâmicos

As cerâmicas dentárias são materiais usados para restauros dentários indiretos, tais como: coroas, inlays, onlays e facetas. Este material tem excelentes propriedades, tais como biocompatibilidade, estabilidade química, baixa condutividade térmica, alta resistência compressiva, translucência, fluorescência e coeficiente de expansão térmica semelhante à da estrutura dentária. No entanto, a cerâmica é um material frágil, devido à presença de microfissuras na sua superfície, tornando-a suscetível a fraturas durante a cimentação e sob as forças oclusais (Guarda et al., 2013).

O aumento da procura de restaurações dentárias estéticas resultou no desenvolvimento de restaurações totalmente cerâmicas (Hooshmand et al., 2012). As restaurações multicamadas começaram a ser feitas com sistemas sem metal, usando diferentes materiais cerâmicos com infraestrutura e revestimento estético (Almansour & Hammad, 2006). Entre as cerâmicas dentárias, a cerâmica feldspática é amplamente usada devido ao seu alto teor de translucência, que proporciona uma mimetização fiel de esmalte natural. No entanto, devido à sua baixa resistência mecânica, é indicada como recobrimento em restaurações multicamadas e restaurações cerâmicas parciais. Para tentar contornar esse problema, surgiram as cerâmicas reforçadas por meio da adição de leucite, dissilicato de lítio, silicato de lítio reforçado com zircónia, alumina e zircónia (Gomes et al., 2008).

Tendo em conta estes fatores, é necessário que o profissional conheça as indicações e características da cerâmica dentária, a fim de determinar em cada caso específico a qualidade adequada da cerâmica. Ao compreender as classificações e composição dos mais recentes sistemas cerâmicos, os profissionais podem determinar o material e a técnica ideal para cada tratamento (Junior et al., 2018).

Dentro do universo dos materiais restauradores mais utilizados, tanto as cerâmicas como as resinas compostas provocam atrição do esmalte antagonista, o que representa uma grande preocupação clínica. Podemos classificar a natureza deste fenómeno como uma condição multifatorial, na qual fatores tais como a geometria de contacto, a rugosidade superficial, características microestruturais, tamanho do grão, tenacidade da fratura, velocidade, carga, temperatura, duração, ambiente e lubrificação contribuem para a taxa de desgaste (Habib, 2019).

Em situações consideradas ideais, as forças oclusais devem permanecer a um nível compatível com o desgaste fisiológico normal ao longo do período de vida do indivíduo até o envelhecimento. As variações na composição da cerâmica, na microestrutura e nas temperaturas de fusão não estão correlacionadas com o desgaste do esmalte. No entanto, verificou-se uma diferença significativa na quantidade de desgaste do esmalte oponente frente a diferentes tipos de restauração (McNeill, 1997; Zandparsa et al., 2016).

A fim de superar tal limitação, a medicina dentária evoluiu com o desenvolvimento de materiais cerâmicos mais robustos (Stober et al., 2016) como é o caso das cerâmicas monolíticas fabricadas a partir de um único material, de forma a evitar o chipping (Junior et al., 2018).

A cerâmica monolítica tem apresentado também a possibilidade de recuperar os dentes posteriores com restaurações estéticas extremamente resistentes (Newsome, 2014.) aliadas a excelentes resultados estéticos, preservando tanto quanto possível as estruturas biológicas envolvidas. Ao selecionar um material restaurador apropriado, o clínico deve ter em consideração o seu comportamento de desgaste na cavidade oral. Um material restaurador ideal mantém as características do esmalte natural tanto quanto possível em termos de resistência ao desgaste adequado como à redução da abrasividade (D’Arcangelo et al., 2016; Etman et al., 2008; Stober et al., 2014).

Lambrechts e outros relataram que o desgaste vertical do esmalte em condições fisiológicas é de 20 a 40 μm por ano (Lambrechts et al., 1989).

As propriedades das cerâmicas são importantes, pois a deterioração da sua superfície pode levar a uma maior abrasividade do material cerâmico e ao aumento do desgaste do esmalte oponente, podendo também levar a uma maior rugosidade superficial, aumento da retenção de biofilme e conseqüentemente ao desenvolvimento de doença periodontal e carie secundária (Ergun & Yucel, 2014).

O padrão de desgaste é uma característica que deve ser levada em consideração pois este pode variar dependendo tanto do sistema cerâmico utilizado como das características da superfície. Numa tentativa de minimizar o desgaste do esmalte dentário antagonista, novos materiais cerâmicos de baixa e média fusão têm sido desenvolvidos. Os fabricantes geralmente afirmam que estas cerâmicas são mais biocompatíveis devido à sua menor dureza, concentrações de fase cristalina mais baixas e tamanhos de cristal mais pequeno. Portanto o tipo de material escolhido, assim como o polimento da peça, interferem no desgaste do elemento antagonista podendo acelerar o processo de desgaste (Da Silva et al., 2018; Nagpal et al., 2016).

Um dos processos mais importantes e bem-sucedidos para o aprimoramento das restaurações indiretas foi a introdução da tecnologia de fabrico assistido por computador (CAD/CAM) na área dos materiais dentários na década de 1980, tendo na última década, a sua importância e popularidade aumentado rapidamente. As restaurações dentárias obtidas através do processo CAD/CAM cumprem os requisitos dos processos de fabrico padronizados que garantem um aprimoramento da qualidade das restaurações. À medida que a procura por restaurações não metálicas aumentou, vários polímeros CAD/CAM foram introduzidos como alternativas à cerâmica com características de processamento mais rápidas e de baixo custo. Como resultado dessa inovação tecnológica tivemos um incremento das propriedades físicas tanto óticas como mecânicas de acordo com as novas exigências estéticas (Choi et al., 2017).

Associada ao desenvolvimento tecnológico das restaurações assistidas por computador estamos a testemunhar também a popularização deste tipo de tecnologia na rotina diária do clínico, que pode beneficiar tanto o clínico como o paciente devido às características do processo tais como por exemplo a modelagem 3D, consultas mais rápidas e menos

frequentes e a possibilidade de ajustes devido às excelentes propriedades mecânicas sujeitas a menos variações devido à padronização dos processos industriais quando comparadas às restaurações laboratoriais que são processadas na dependência do operador (Ahmed et al., 2019 ; Ceci et al., 2016; Peumans et al., 2016).

Em relação à qualidade, numa comparação direta entre as restaurações realizadas com e sem auxílio de CAD-CAM, a longevidade clínica destas restaurações parece ter sido aumentada ao longo dos anos, tendo hoje na maioria dos casos um melhor desempenho (Ceci et al., 2016).

Atualmente, os blocos CAD-CAM utilizados para a fabricação de restaurações estéticas indiretas são principalmente cerâmica ou compósitos reforçados por cerâmica (Xia et al., 2015). As cerâmicas são há muito o material de eleição devido a estética excepcional, biocompatibilidade e alta resistência. No entanto, as restaurações cerâmicas convencionais são laboriosas na sua fabricação e reparação, além de serem as principais responsáveis pelo desgaste excessivo dos dentes oponentes (Şişmanoğlu et al., 2020).

Estes materiais permitem a oferta de coroas com espessuras mínimas, 0,5 mm ou ainda menos, devido ao seu elevado grau de dureza (1387 HV). Estudos in vitro mostraram que as coroas confeccionadas em materiais monolíticos de zircónio (MZ) causam menos desgaste do dente antagonista do que as restaurações cerâmicas convencionais (Solá-Ruíz et al., 2020). No entanto, vale a pena mencionar que as comparações entre os estudos podem não ser fiáveis porque os materiais em questão tinham superfícies com diferentes acabamentos e os métodos para analisar o desgaste eram diferentes. Adicionalmente, o desgaste intraoral é um fenómeno complexo que não pode ser simulado facilmente in vitro, pois a localização da restauração e o grau de hábitos de parafunção podem variar entre os pacientes (Murillo-Gómez et al., 2017; Solá-Ruíz et al., 2020).

Considerando as novas tecnologias e materiais cerâmicos disponíveis atualmente, as cerâmicas podem ser classificadas em três famílias, tal como indicado na figura 2 (Gracis et al., 2016) :

- cerâmicas vítreas – materiais cerâmicos inorgânicos não metálicos, que contêm fase vítrea;

- cerâmicas policristalinas – materiais cerâmicos inorgânicos não metálicos, que não apresentam uma fase vítrea;
- Cerâmicas híbridas – matriz polimérica que contém, predominantemente, componentes inorgânicos refratários, incluindo cerâmicas, vidros e vidros-cerâmicos.

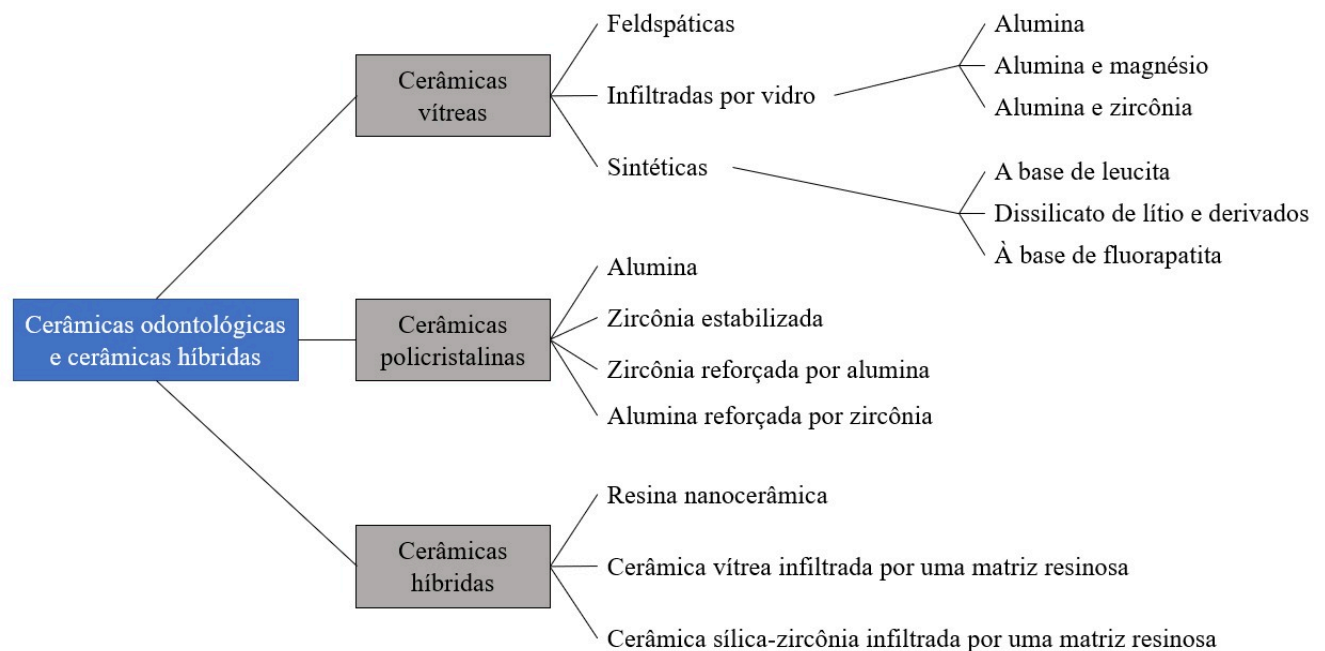


Figura 3 - Classificação dos sistemas cerâmicos (Adaptado de Gracis et al., 2015).

1.1.1. Cerâmicas Vítreas

Materiais cerâmicos inorgânicos não metálicos que contêm uma fase de vidro (Gracis et al., 2016).

1.1.1.1. Feldspática

São as cerâmicas dentárias tradicionais, fabricadas à base de feldspato, e que contêm também quartzo e caulim na sua composição. São compostas principalmente de vidro e apresentam alto nível estético. Os fabricantes rotineiramente adicionam pequenas quantidades de partículas de enchimento para controlar os efeitos óticos que imitam o

esmalte e a dentina naturais. A redução do teor de partículas de enchimento leva a um aumento na translucidez e estética, mas pode prejudicar as propriedades mecânicas. No entanto, a sua baixa resistência à flexão torna-a um material menos ideal quando a estética é necessária, mas a espessura da restauração é reduzida (D’Arcangelo et al., 2016).

A sua matriz é composta principalmente por quartzo ou sílica (55–65%) que é responsável pela translucidez da restauração. A estes materiais são adicionados 20-25% de alumina como componente de reforço. O caulim - silicato de alumínio hidratado - deve ser utilizado em quantidade limitada (4%), pois possui propriedades opacificantes, ao contrário dos dentes humanos que são translúcidos. As características físicas dos materiais restauradores devem ser levadas em conta pelos profissionais ao planear os tratamentos para que contemplem as necessidades dos pacientes, e sejam simultaneamente fiáveis e resultem em sucesso clínico de longo prazo (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018).

O comportamento de desgaste clínico de algumas cerâmicas feldspáticas à base de vidro tem sido investigado na literatura, com descobertas que indicam maior profundidade de desgaste ao longo do tempo. As profundidades de desgaste da cerâmica feldspática à base de vidro variaram entre -60 µm e mais de 300 µm em superfícies oclusais após dois anos de colocação em boca, dependendo do material investigado (Kaizer et al., 2019). Como exemplos deste tipo de cerâmicas temos: IPS Empress Esthetic, IPS Empress CAD, IPS Classic, Ivoclar Vivadent; Vitadur, Vita VMK 68, Vitablocs, Vident (Gracis et al., 2016).

1.1.1.2. Infiltradas por vidro

As cerâmicas infiltradas por vidro pertencem a um grupo de compósitos que foi penetrado por cerâmicas vítreas. As propriedades óticas e a resistência final da cerâmica dependem da composição química do núcleo poroso. Um exemplo é a VITA In-Ceram MT SPINELL, que consiste em alumina e magnésia ($MgAl_2O_4$), e apresentou a menor resistência mecânica (400 MPa) e elevada translucidez, sendo assim indicada para coroas unitárias na região anterior. Já o teor de alumina na VITA In-Ceram MT ALUMINA atingiu 80%, obtendo uma ótima translucidez e resistência (500 MPa) do material, portanto indicado para coroas unitárias na região anterior e posterior e também para

confeção de pontes de 3 elementos na região anterior. Devido ao núcleo de alumina reforçado com zircônia, a VITA In-CeramMT ZIRCONIA apresentou maior resistência à flexão (600 MPa) quando comparada com outras cerâmicas infiltradas por vidro, e foi indicada para coroas unitárias na região posterior e pontes de 3 elementos, independentemente da localização. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada na resistência à flexão e tenacidade à fratura entre a In-Ceram ALUMINA e In-CeramMTZIRCONIA. O uso dessa classe de materiais foi abandonado devido à complexidade e sensibilidade do processo de fabricação, bem como à crescente popularidade da cerâmica de dissilicato de lítio e da zircônia (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018).

1.1.1.3. Sintéticas

As cerâmicas vítreas sintéticas, têm uma maior presença de fase cristalina, o que reduz a possibilidade de formação de fissuras, diminuindo a disseminação das mesmas se estas já tiverem ocorrido. A presença dos cristais melhora as propriedades mecânicas da cerâmica. A fase vítrea tem as propriedades usuais do vidro, como translucidez, fragilidade e padrão de fratura não direcional. A fase cristalina melhora a dispersão da luz e a opacidade, adaptando assim a cor da fase vítrea transparente aos tecidos duros dentários (esmalte e dentina), e fornece ao material cerâmico resistência, estabilidade durante a queima e resistência às tensões que ocorrem na boca (Ho & Matinlinna, 2011; Bajraktarova-Valjakova et al., 2018).

As cerâmicas vítreas reforçadas pela adição de leucita, de aproximadamente 55% em peso desses cristais têm uma resistência flexural até três vezes superior à resistência das cerâmicas feldspáticas, ou seja, com melhores qualidades mecânicas. São exemplos de cerâmicas sintéticas: o IPS Empress II (Ivoclar – Vivadent), IPS d.Sign (Ivoclar – Vivadent), Vita VM7, VM9, VM13 (Vident), Noritake EX3, Cerabien, Cerabien ZR, Noritake (GARCIA et al., 2011).

As cerâmicas vítreas reforçadas pelo acréscimo de cristais de dissilicato de lítio ($\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$) possuem cerca de 60 a 65% desses cristais na sua fase cristalina. Este sistema apresenta resistência flexural de 300 a 400 MPa, podendo ser até sete vezes mais resistente quando

comparado às porcelanas feldspáticas convencionais, porém, sua translucidez é inferior (ZOGHEIB et al., 2014).

São inúmeras as vantagens de se utilizar cerâmicas reforçadas por dissilicato de lítio, de realçar: ausência de infraestrutura metálica ou opaca, boa translucidez, resistência e estética adequada (KALAVACHARLA et al., 2015).

São exemplos desse tipo de cerâmica: 3G HS, Cerâmica Pentron; IPS e.max CAD, IPS e.max Press, Ivoclar Vivadent; Obsidian, Vita; Celtra Duo, Dentsply (Gracis et al., 2016)

As cerâmicas vítreas reforçadas com fluorapatite, foram desenvolvidas para serem prensadas em estruturas de subestruturas cerâmicas vítreas. Por exemplo, a cerâmica vítrea de fluorapatita IPS e.max ZirPress é usada para a técnica de prensagem com uma estrutura cerâmica de zircônio. Os cristais de fluorapatita conseguem mascarar completamente a estrutura cerâmica de zircônio menos translúcida. Da mesma forma, a cerâmica de vidro de revestimento de nanofluorapatita, IPS e.max ceram, tem sido usada como material de revestimento para uma variedade de materiais de subestrutura de IPS e.max, como cerâmica de vidro ou cerâmica de zircônio (Albashaireh et al., 2010).

Como as restaurações com cerâmicas vítreas são monolíticas, estão em contato com o antagonista do esmalte. Portanto, a resistência ao desgaste e a abrasividade desses materiais são importantes. A qualidade do acabamento e polimento ou glazeamento da superfície oclusal das cerâmicas vítreas juntamente com suas propriedades mecânicas podem afetar a rugosidade superficial e o desgaste tanto dos próprios materiais restauradores quanto dos dentes antagonistas (Mohamed & Gomaa, 2021).

1.1.1.4. Teste laboratorial de resistência ao desgaste

Um estudo in vitro realizado por Mohamed & Gomaa, 2021, cujo objetivo foi avaliar a resistência ao desgaste e a rugosidade da superfície da cerâmica vítrea de silicato de lítio reforçada com zircônio (ZLS) comparada à cerâmica vítrea de dissilicato de lítio, após mastigação simulada, foram preparadas e divididas 30 amostras de acordo com o material em três grupos (n = 10): Grupo 1(cerâmica vítrea de silicato de lítio): E.max[®] CAD, Grupo 2 (cerâmica vítrea de silicato de lítio reforçada com Zircônio): Celtra[®] Duo ZLS, Grupo 3(cerâmica vítrea de silicato de lítio reforçado com zircônio): Celtra[®] Press ZLS. As amostras seccionadas de blocos E.max[®] CAD (Ivoclar, Vivadent, Schaan,

Liechtenstein) foram polidas e cristalizadas. Foi utilizado um simulador de mastigação controlado programável integrado com dispositivo termocíclico que simula o teste de desgaste de 2 corpos, onde cada amostra cerâmica estava em contato direto com o antagonista do esmalte na presença de humidade. A perda de material por desgaste foi avaliada medindo-se o peso da amostra antes e depois dos testes.

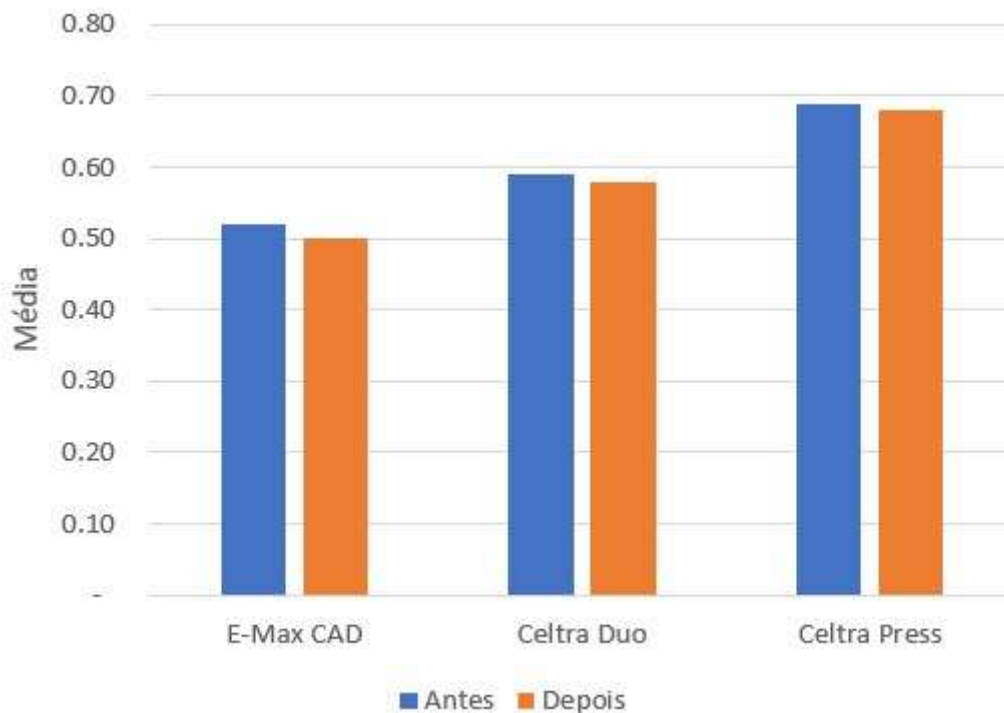


Figura 4 - Gráfico de barras mostrando os valores médios de peso para grupos de materiais experimentais antes e depois da simulação de desgaste. (Adaptado de Mohamed & Gomaa, 2021).

Segundo a figura 3, o IPS E-max CAD revelou a maior quantidade de perda de peso, seguido pelo Celtra Duo, enquanto o Celtra Press demonstrou a menor quantidade de perda de peso.

A figura 4 mostra que no teste de rugosidade a maior alteração de rugosidade foi registada para o grupo Celtra Press, seguido pelo grupo Celtra Duo, enquanto a menor alteração de rugosidade foi registada para o grupo E.max CAD.

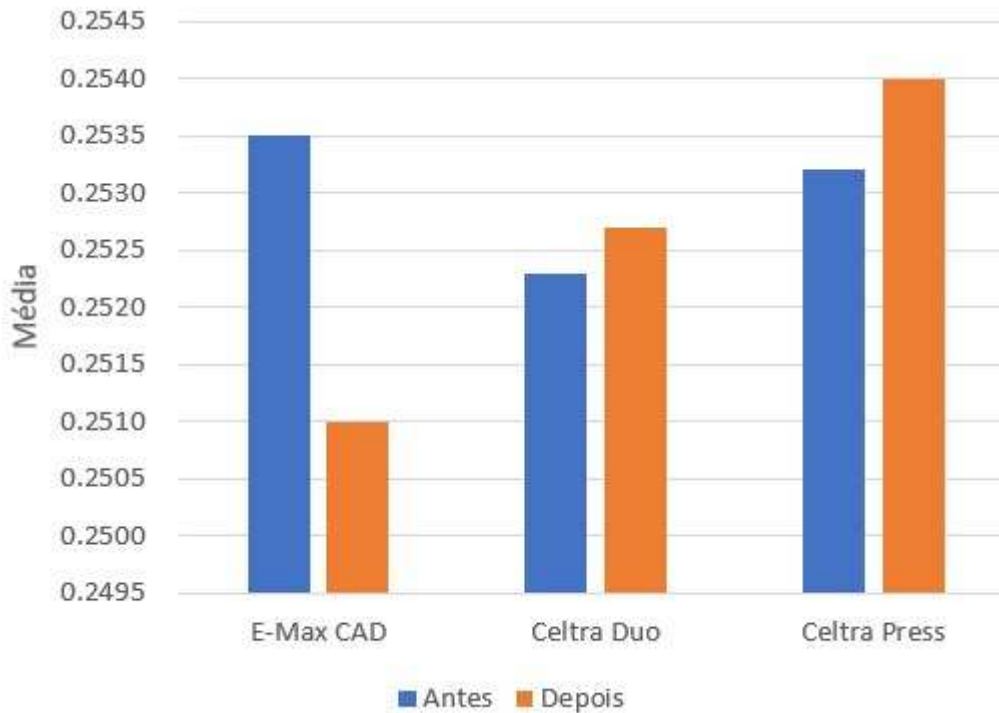


Figura 5 - Gráfico de barras mostrando os valores médios de Rugosidade para grupos de materiais experimentais antes e depois da simulação de desgaste. (Adaptado de Mohamed & Gomaa, 2021)

Com base nos resultados deste estudo *in vitro*, conclui-se que: - A cerâmica ZLS Celtra apresentou um desgaste menor com antagonista do esmalte em comparação com a cerâmica E-max CAD. A cerâmica E-max CAD mostrou uma mudança de rugosidade menor em comparação com a cerâmica ZLS Celtra. O acabamento superficial das cerâmicas vítreas pode ser correlacionado com seu desgaste e rugosidade. - O método de construção do material restaurador ZLS não teve efeito significativo tanto no desgaste quanto na rugosidade da superfície. (Mohamed & Gomaa, 2021)

No que diz respeito a cerâmicas de dissilicato de lítio sobre implantes oponentes ao esmalte dentário, Stück et al., 2022 fez um estudo, cujo objetivo foi avaliar se existe uma diferença significativa entre a proporção do desgaste do implante com coroa de dissilicato de lítio e o dente oponente em esmalte, e o dente adjacente mesial em esmalte com oponente em esmalte. Além disso, o movimento dos dentes adjacentes foi determinado. Os pacientes que apresentaram indicação de implantes unitários posteriores (do primeiro pré-molar ao segundo molar) receberam aleatoriamente coroas de dissilicato de lítio cimentadas e/ou aparafusadas. Os critérios de exclusão foram periodontite não

tratada, tabagismo pesado (>20 cigarros por dia), má higiene oral, distúrbios mentais, uso de drogas ou distúrbios craniomandibulares com dor nos músculos masticatórios e articulação temporomandibular identificada durante o exame clínico ou anamnese. Um scanner intraoral (Cerec Omnicam versão 4.2 ou superior, Dentsply Sirona, Bensheim, Alemanha) foi usado para realizar varreduras de arco completo na linha de base, 12 e 24 meses. 41 doentes (24 mulheres, 17 homens) com uma idade média de 47 anos±14 anos receberam aleatoriamente 28 coroas cimentadas e 28 aparafusadas em dissilicato de lítio.

Foram analisadas após 12 e 24 meses as superfícies oclusais de 41 doentes após a inserção da cerâmica do implante (linha de base). A partir da coorte inicial do estudo, onze pares de dentes com coroa do implante oponente ao esmalte e dente adjacentes de esmaltes com oponente em esmalte puderam ser analisados em nove doentes após 12 meses. O desgaste dentário médio e o desvio padrão (DP) foram calculados por unidade. A relação de desgaste de dentes antagonistas de esmalte oponente ao esmalte e a relação de desgaste de coroas de implantes adjacentes de dissilicato de lítio e suas superfícies antagonistas de esmalte foram avaliadas. Os movimentos dentários foram descritos por translações e rotações usando um procedimento de medição separado. A figura 5 mostra que após 12 meses a taxa de desgaste entre os pares antagonistas do esmalte foi de $0,95\pm 0,27 \mu\text{m}$ e a razão entre dissilicato de lítio oponente ao esmalte foi de $0,73\pm 0,49 \mu\text{m}$. Após 24 meses, a proporção de pares de antagonistas do esmalte foi de $1,04\pm 0,28 \mu\text{m}$ e a proporção de dissilicato de lítio oponente ao esmalte foi de $0,73\pm 0,51 \mu\text{m}$. As proporções não diferiram significativamente. A conclusão do estudo foi que a morfologia oclusal e a perda de material por desgaste mostraram que as taxas de desgaste de dois anos entre esmalte oponente a esmalte e esmalte oponente as dissilicato de lítio não diferiram significativamente (Stück et al., 2022).

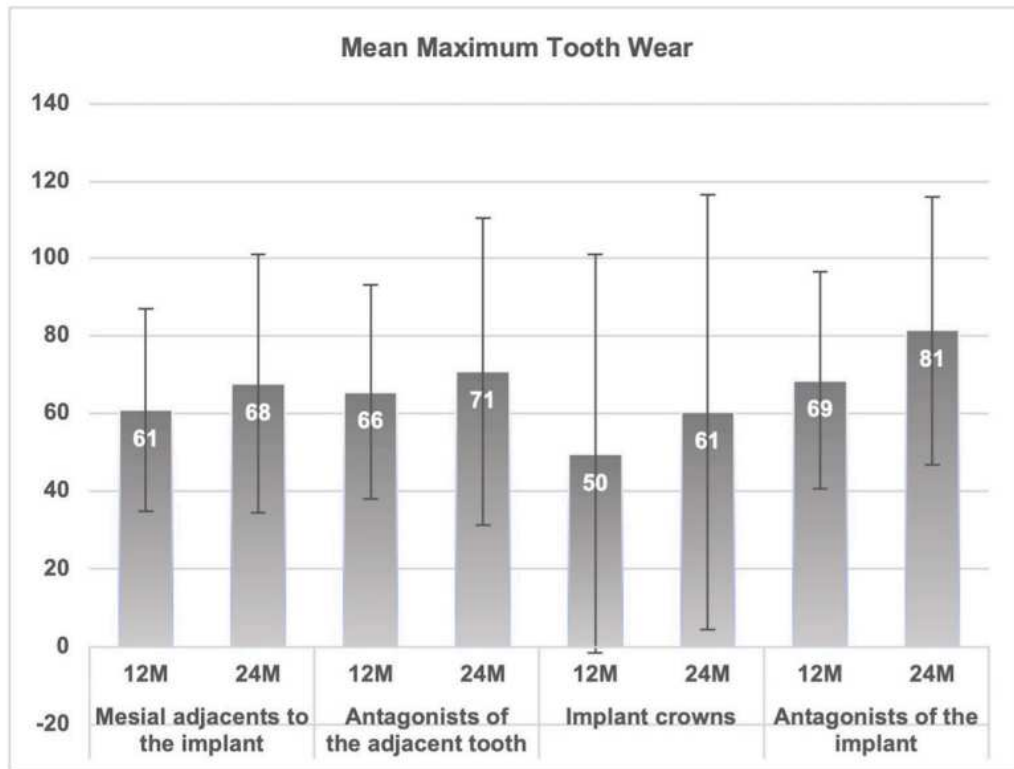


Figura 56 - Desgaste médio máximo das coroas sob implantes e esmalte antagonista, e esmalte oponente a esmalte dos dentes adjacentes mesiais à coroa sob implante e esmalte antagonista (Adaptado de Stück et al., 2022)

1.1.2. Policristalina

A principal característica das cerâmicas policristalinas é terem uma estrutura cristalina de grão fino proporcionando resistência e tenacidade à fratura, mas tendendo a ter translucidez limitada. Além disso, a ausência de uma fase vítrea torna as cerâmicas policristalinas difíceis de atacar com ácido fluorídrico, exigindo longos tempos de ataque ou temperaturas mais elevadas (Gracis et al., 2016).

1.1.2.1. Alumina

A alumina apresenta a maior resistência à hidrólise em comparação com outros materiais cerâmicos, baixa condutividade térmica e alta resistência à flexão (> 500 MPa). Com um módulo de elasticidade de 380 GPa, a alumina é propensa a fraturas. O aumento do uso de materiais com propriedades mecânicas melhoradas, como o zircônio estabilizado, levou a uma diminuição do uso de alumina (Bajraktarova-valjakova et al., 2018). São

exemplos de Alumina: Procera®AllCeram da Nobel Biocare (a primeira cerâmica policristalina totalmente densa) e In-Ceram®AL, um produto da VITA Zahnfabrik (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018 ; Gracis et al., 2016).

1.1.2.2. Zircônio

Na prática dentária recente, há cada vez mais pacientes e profissionais em busca de próteses dentárias isentas de metal que sejam biocompatíveis e forneçam uma boa estética, bem como boas propriedades mecânicas. O zircônio (dióxido de zircônio) tem sido muito utilizado em próteses fixas devido às suas propriedades físicas superiores, e à sua biocompatibilidade (Alqutaibi, 2020; Ting et al., 2017).

O desgaste no esmalte antagonista é mais pronunciado com restaurações metalocerâmicas quando comparadas com coroas cerâmicas puras fresadas por CAD/CAM, no entanto a zircônia monolítica polida mostrou maior desgaste do antagonista em comparação com os dentes naturais (Alqutaibi, 2020).

As propriedades de desgaste das restaurações e dos dentes antagonistas são um fator importante na manutenção de relações oclusais estáveis. A diferença entre o desgaste dos materiais restauradores e os dentes naturais podem levar a problemas estéticos, periodontais e de função oclusal. Características da superfície das cerâmicas, tal como a rugosidade (Dederichs et al., 2021), afetam o processo de desgaste e devem ser tidas em conta aquando do planeamento da reabilitação (Zhang et al., 2020).

Desta forma, os ajustes oclusais intraorais que geralmente são necessários para obter um contato oclusal adequado, resultam num aumento da rugosidade da superfície após a remoção da camada de glaze, o que afeta o comportamento de desgaste das restaurações cerâmicas se não forem bem polidas. Um procedimento de acabamento adequado na superfície cerâmica contribuirá para minimizar o desgaste da restauração cerâmica e do seu antagonista natural. Além disso, as coroas monolíticas de zircônio com superfícies polidas provocam menos desgaste nos antagonistas quando comparadas com o zircônio glazeado (Edelhoff & Ahlers, 2018).

Também as coroas metalocerâmicas glazeadas causam um maior desgaste do esmalte antagonista do que as coroas de zircônio monolítico polidas (D’Arcangelo et al., 2016; Mundhe et al., 2015; Tang et al., 2021).

Quando a parafunção está presente, as restaurações são expostas a grandes forças, especialmente quando a dimensão vertical é aumentada e todas as forças oclusais são apoiadas pelo material restaurador. Os materiais devem, portanto, ser capazes de resistir a estas forças oclusais quando aderidos ao dente (Hamburger et al., 2014). As coroas de zircônio monolítico não têm cerâmica de revestimento e parecem ter menos complicações de lascas e fraturas (Fabbri et al., 2018). A espessura da restauração é determinada pela quantidade de preparação dentária necessária para remover a patologia, reabilitar a oclusão e a DVO, promover a saúde periodontal, obter contornos naturais e satisfazer os requisitos físicos do material restaurativo (Malament et al., 2021). Por outro lado, as propriedades estéticas monocromáticas e opacas das restaurações monolíticas de zircônio tornam este material esteticamente inferior em comparação com as restaurações estratificadas (Junior et al., 2018). Por esta razão, a utilização na zona estética pode ser limitada (von Maltzahn et al., 2018). O zircônio monolítico pode, no entanto, ser uma escolha de tratamento aceitável para os pacientes com elevadas forças de mastigação, mas que possuam ainda pequenas complicações clínicas. Um estudo clínico prospectivo de 1 ano de seguimento das coroas monolíticas de zircônio apoiadas por dentes, fresadas com tecnologia CAD/CAM, revelou uma taxa de sucesso global de 98,5% (Moreira et al., 2019). Esta abordagem de reabilitação mostra também uma baixa taxa de insucesso geral, 0,17% a um ano (Malament et al., 2021).

Apesar das excelentes propriedades físicas do zircônio, o chipping de verniz foi identificado como uma das principais causas de insucesso (Boitelle, 2019; Nam & Tokutomi, 2015), porque quando este parâmetro é avaliado, a sobrevivência das reabilitações diminui para 76,4% (Esquivel-Upshaw et al., 2018). Para ultrapassar este problema, desenvolveram-se cerâmicas monolíticas, que são peças feitas com um único tipo de cerâmica, dessa forma a camada de revestimento é eliminada, o que reduz o tempo de fabrico e aumenta consideravelmente a resistência ao chipping e à fratura, suportando forças oclusais mais elevadas. Assim, não há problemas relacionados com a união entre as camadas, levando a uma maior espessura e resistência à cerâmica (Hamburger et al., 2014), permitindo também preparações dentárias mais conservadoras (Edelhoff & Ahlers,

2018; Mazaro et al., 2016). Ao eliminar a estratificação cerâmica, estas restaurações parecem apresentar uma maior resistência à fadiga, proporcionando estética e resistência (Boitelle, 2019).

1.1.2.3. Zircônio reforçado com alumina

O zircônio endurecido com alumina é menos sensível ao envelhecimento, sendo útil para a produção de restaurações monolíticas para serem colocadas no ambiente hidrotérmico da cavidade oral (Stober et al., 2014).

Esse tipo de cerâmica foi considerado como uma modificação do sistema InCeram Alumina®. A InCeram Zircônia® teve adição de cerca de 69% de óxido de alumina (Al_2O_3) e 31% de óxido de zircônio (ZrO_2). É considerada a mais resistente dentre esses três tipos (InCeram Alumina, InCeram Spinell, InCeram Zirconia) com resistência flexural entre 600 e 700 MPa. Apesar de resistentes, não podem ser usados em áreas estéticas (Silva Neto et al., 2020).

1.1.2.4. Alumina reforçada com zircônio

São materiais cerâmicos compostos por cerâmica à base de alumina (30-35%) infiltrada por vidro reforçado por óxido de zircônio parcialmente estabilizado (30-35%), o que proporciona maior resistência à flexão (420-700 MPa), mas com opacidade semelhante à das ligas metálicas. Este facto contraindica este material para próteses fixas na região anterior, e a sua indicação está limitada às coroas unitárias e próteses parciais posteriormente fixas de até três elementos (Amaral et al., 2014).

Devido ao núcleo de alumina reforçado com zircônio, VITA In-CeramMT ZIRCÔNIA apresenta maior resistência à flexão (600 MPa) em comparação com outras cerâmicas infiltradas de vidro, sendo indicada para coroas unitárias na região posterior e pontes de 3 elementos, independentemente da localização (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018).

1.1.2.5. Teste laboratorial de resistência ao desgaste

Deval (2021) publicou os resultados de um estudo in vivo para avaliar e comparar o desgaste do esmalte natural em oposição a coroas metalocerâmicas e o zircônio monolítico. O estudo envolveu um total de 30 indivíduos na faixa etária de 18 a 40 anos (idade média: 29 anos), necessitando de duas coroas no arco maxilar ou mandibular na região posterior (primeiro molar), selecionados após a inclusão/exclusão critério. Todos os procedimentos foram realizados por um único operador para descartar qualquer viés interoperador. Os critérios de inclusão foram: boa higiene bucal e condição periodontal; os dentes selecionados para receber coroas devem ser restauráveis e a relação coroa/raiz de pelo menos 1:1; dentes naturais opostos saudáveis; disponibilidade para acompanhamento; e um conjunto completo de dentes (excluindo terceiros molares). Os critérios de exclusão foram: defeitos de desenvolvimento de esmalte e dentina; pacientes clinicamente comprometidos (distúrbios de cálcio ou metabólicos, osteoporose, etc.); hábitos parafuncionais (bruxismo, apertamento) e/ou distúrbio da ATM; e dentes opostos com cárie ou atrição. Em cada sujeito, os dentes/restaurações foram divididos em dois grupos principais: Grupo 1: Grupo controle: esmalte natural oposto a dente natural; Grupo 2: Grupo experimental; No grupo experimental foram ainda categorizados em dois subgrupos: Grupo 2a: Coroas metalocerâmicas com cerâmica feldspática em oposição a esmalte natural ; Grupo 2b: Zircônio monolítico polido em oposição a esmalte natural . Foi concluído, dentro das limitações do estudo que o desgaste do esmalte natural oposto a coroas de zircônio foi significativamente menor do que o desgaste do esmalte natural oposto coroas metalo- cerâmicas na região de molar (posterior) após 1 ano. Um desgaste clinicamente e estatisticamente significativo foi observado em esmalte natural quando oposto a dentes naturais, ou a coroas de metalo- cerâmica e zircônio nas regiões de pré-molar e molar após um ano. O desgaste do esmalte natural em oposição a coroas metalo- cerâmicas e de zircônio foi significativamente maior do que o desgaste do esmalte natural em oposição a esmalte natural (Deval et al., 2021).

1.1.3. Híbridas

As cerâmicas híbridas apresentam-se como mais uma alternativa viável para o uso clínico pois não necessitam de preparos invasivos, possuem excelente adesão às estruturas dentárias além de um nível estético muito bom. São constituídas por uma matriz orgânica altamente preenchida com partículas cerâmicas e são compostas predominantemente (> 50% em peso) por compostos inorgânicos (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018).

1.1.3.1. Resina Nanocerâmica

São materiais resina-cerâmicos, que consistem em combinações de polímeros e cerâmicas para o uso em restaurações diretas e indiretas. Esses materiais são facilmente fresáveis, tendo sido desenvolvidos para um fluxo de trabalho digital (CAD-CAM), para produzir restaurações dentárias estéticas e minimamente invasivas. De acordo com o tipo de carga podem ser classificados em resina nanocerâmica (RNCs) ou resinas compostas de carga dispersa e materiais de rede cerâmica infiltrada por polímero (PICN). As RNCs possuem cargas cerâmicas de tamanho nanométrico que podem ser de sílica ou zircônio, dispersas de modo aleatório numa matriz de polímero. São polimerizados industrialmente por um processo de alta temperatura (HT). Uma exceção é o 3M™ Paradigm™ MZ100 Block for CEREC®, o primeiro bloco de resina fresável no mercado, que é fabricado por uma etapa de fotopolimerização seguida de termopolimerização (Awada & Nathanson, 2015; Mainjot et al., 2016).

O Lava Ultimate® (3M ESPE, USA) é uma das mais populares, e foi comercializado como Resina Nano Cerâmica'(RNC) pois contém partículas nanocerâmicas ligadas em uma matriz polimérica altamente reticulada. Trata-se de uma resina nanocerâmica que contém 80% de partículas de nanossílica e nanozircônio incorporadas numa matriz de resina (20%). A tecnologia empregada resultou em um material com maior resistência à flexão (200 MPa), fratura e resistência ao desgaste do que materiais compósitos, e com melhores características de polimento e propriedades óticas significativamente melhoradas (devido à presença de nanopartículas). A resina polimérica como matriz contribui para algumas propriedades que os compósitos possuem: o material não é quebradiço e é resistente à fratura, com características de absorção de choque. Apesar do alto teor cerâmico, este

material não é recomendado para a confecção de coroas, mas apenas para inlays, onlays e facetas. Entretanto, muitos outros materiais de excelente qualidade estão disponíveis. Sendo assim, as resinas compostas de hoje cobrem uma grande e complexa variedade de materiais com uma gama crescente de propriedades, oferecendo aos médicos dentistas muitas opções para restaurar os dentes anteriores ou posteriores (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018; Ilie & Hickel, 2011; Zaim et al., 2021).

Dentre os materiais com rede cerâmica infiltrada por polímero, o VITA® ENAMIC®3M® é um produto PICN (cerâmica infiltrada por polímero) foi a primeira resina-cerâmica feita para uso CAD-CAM. Ele consiste em uma dupla rede de cerâmica e polímero a fase cerâmica representa 86% do seu peso, e suas propriedades mecânicas têm sido relatadas como próximas às do esmalte e dentina de dentes humanos (Dirxen et al., 2013; Nguyen et al., 2014; Nguyen et al., 2012; Mainjot et al., 2016; Xu et al., 2017).

As propriedades mecânicas como dureza e módulo de elasticidade são muito importantes para o desempenho dos materiais dentários e o nível de desgaste do dente oponente deve ser um dos fatores decisivos na seleção dos materiais restauradores CAD-CAM. A compatibilidade das propriedades mecânicas do material restaurador escolhido deve ser tanto quanto possível próxima ao do esmalte dentário. Entretanto, nem sempre todas as propriedades são compatíveis, ao tomar como exemplo o VITA® ENAMIC®3M, nota-se que embora sua dureza seja semelhante ao esmalte do dente, seu módulo de elasticidade é na verdade muito menor do que o do esmalte dentário (Laborie et al., 2022; Xu et al., 2017).

Em relação aos níveis de desgaste impostos aos dentes antagonistas, as resinas compostas nanoparticuladas e as cerâmicas infiltradas com polímeros são os materiais que se mostram menos agressivos, enquanto as cerâmicas vítreas são normalmente responsáveis pelas altas taxas de desgaste no esmalte e nos materiais antagonistas. O grau de dureza é um aspecto que deve sempre ser considerado ao selecionar materiais monolíticos CAD-CAM, no entanto deve ter-se em conta que a rugosidade e o coeficiente de atrito de alguns materiais podem mudar durante o processo de desgaste (Ludovichetti et al., 2018).

1.1.3.2. Cerâmica vítrea infiltrada por uma matriz resinosa

Este tipo de cerâmica é composto por uma dupla rede: uma rede cerâmica feldspática (86% em peso / 75% em volume) e uma rede polimérica (14% em peso / 25% em volume). Como exemplo temos a VITA® ENAMIC®3M (Gracis et al., 2016).

1.1.3.3. Cerâmica sílica - zircônio infiltrado por uma matriz resinosa

Esse material é adaptado com diferentes matrizes orgânicas, bem como variação na percentagem de peso da cerâmica (por exemplo, Shofu Block HC, (Shofu TM). O seu conteúdo inorgânico é superior a 60% por peso. Como exemplo temos o compósito composto por 85% de partículas cerâmicas ultrafinas de zircônio-sílica (esférica de 0,6 µm) embutida numa matriz polimérica de bisfenol, glicidil metacrilato (bisGMA), TEGDMA e um sistema iniciador ternário patenteado (MZ100 Block, Paradigm MZ-100 Blocos, 3M ESPE). É provável que uma série de novos materiais a serem introduzidos para restaurações estéticas dentárias se enquadrem na categoria de cerâmicas de matriz de resina (Gracis et al., 2016).

1.1.3.4 Testes laboratoriais de resistências ao desgaste

Um estudo in vitro feito por Zhi e colaboradores (2016), cujo objetivo era avaliar a resistência ao desgaste de 5 materiais CAD/CAM (n=10), avaliou o desgaste de 4 resinas nanohíbridas (3M Lava Ultimate, material experimental de cerâmico nanohíbrida da Kerr, VITA® ENAMIC®3M Paradigm MZ100) e 1 cerâmica (Vita Mark II) em contacto com as cúspides de esmalte humano natural. As superfícies desgastadas foram observadas com SEM para determinar os padrões de desgaste. As superfícies desgastadas da figura 6A, 3M Lava Ultimate. 6B, material experimental de Kerr apresentaram uma textura lisa, enquanto as superfícies desgastadas da figura 7C -3M Paradigm MZ100 e figura 7D- VITA® ENAMIC®3M se apresentaram bastante ásperas . O material cerâmico Vita Mark II -Figura 8E também apresentou uma superfície lisa, embora houvesse alguma porosidade na superfície desgastada .

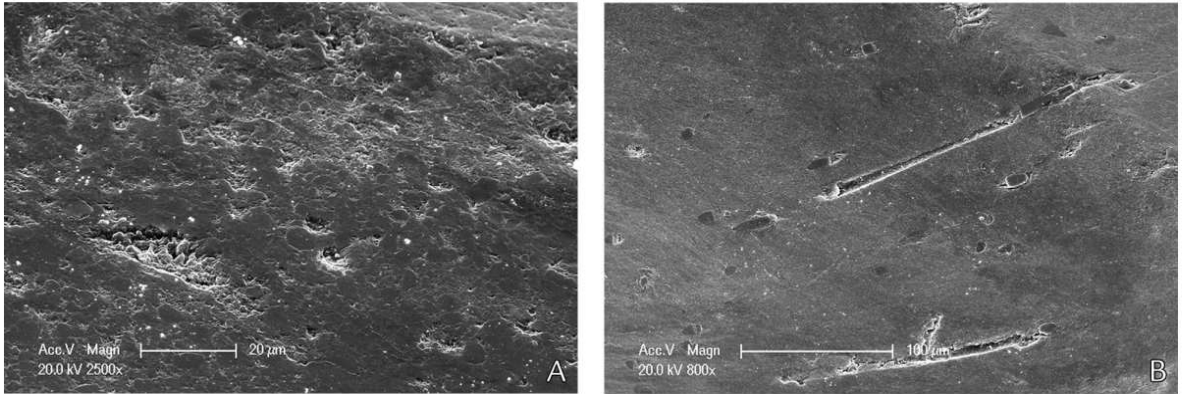


Figura 6 7 - Imagens SEM de superfícies com desgaste (ampliação $\times 2500$) As superfícies desgastadas das resinas nanocerâmicas A, 3M Lava Ultimate. B, material experimental de Kerr. (Reproduzido de Zhi et al., 2016)

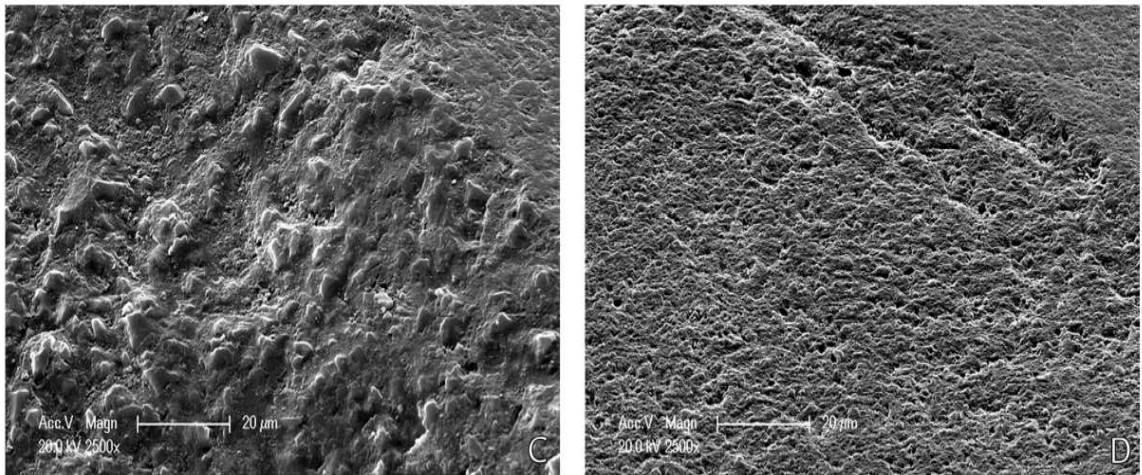


Figura 78 – Imagens SEM de superfícies desgastadas (ampliação $\times 2500$): C, Vita Enamic. / D, Paradigma 3M. (Reproduzido de Zhi et al., 2016)

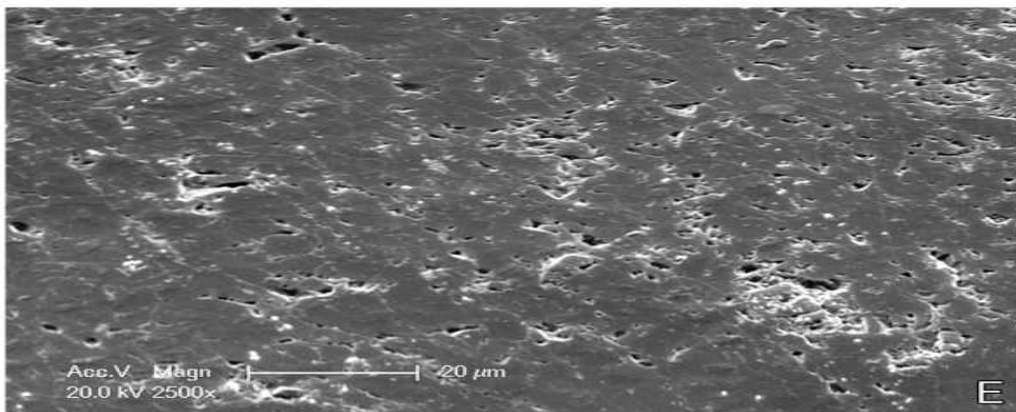


Figura8 9 - Imagens SEM de superfícies desgastadas (ampliação $\times 2500$) E-Vita Mark II (Reproduzido de Zhi et al., 2016)

O teste concluiu que a resistência ao desgaste dos blocos de resina composta em contato com cúspides de esmalte foi significativamente mais baixo do que o de um bloco cerâmico. A menor resistência ao desgaste dos materiais de resina composta CAD/CAM pode reduzir a longevidade da restauração em pacientes com alta atividade oclusal, mas o dano ao esmalte oposto pode ser menor em comparação com a cerâmica. Os valores médios de desgaste obtidos após o carregamento de todos os materiais testados estão resumidos na tabela 1.

Tabela 1 - Perda de substância vertical após 200.000 ciclos de materiais de teste (μm)

Material	Valor de desgaste (Média \pm SD)
3M Lava Ultimate	61,90 \pm 35,070*
Material Experimental Kerr	87,20 \pm 35,036*
Vita Enamic	61,90 \pm 39,549*
Paradigma 3M	65,10 \pm 32,130*
Vita Mark II	12,10 \pm 8,530

*Os valores apresentaram diferenças significativas ($P > .05$)

Diferenças significativas nos valores de desgaste foram encontradas entre os materiais testados. O material cerâmico Vita Mark II mostrou a menor valor de desgaste, enquanto o material experimental da Kerr apresentou o maior valor de desgaste. Nenhuma diferença significativa foi detetada entre os 4 materiais de resina composta testados. Na figura 6(AB) observamos as superfícies desgastadas das resinas nanocerâmicas (material experimental Kerr e Lava Ultimate) apresentaram-se lisas enquanto que como mostra a figura 7 (CD) as superfícies desgastadas do 3M Paradigm MZ100 e do VITA[®] ENAMIC[®]3M se mostraram bastante ásperas em comparação com as dos outros materiais. Já na figura 8E observamos que o material cerâmico Vita Mark II também apresentou uma superfície lisa, embora houvesse alguma porosidade na superfície desgastada (Zhi et al., 2016).

Ludovichetti et al., 2018 realizou um estudo in vitro com o objetivo de avaliar a resistência ao desgaste e abrasividade dos materiais CAD-CAM com um teste de desgaste entre 2 corpos. Os materiais testados foram listados na tabela 2:

Tabela 2 – Características dos materiais testados (Adaptado de Ludovichetti et al., 2018).

Material	Classificação	Composição	Fabricante
Lava ultimate	Resina nanocerâmica	80% nanocerâmica e 20% matriz de resina	3M ESPE
Vita Enamic	Rede cerâmicas com infiltração de polímero	86% cerâmica feldspática e 14% polímero	Vita Zahnfabrik
Vita Suprinity	Reforçado com zircônia	57%-80% SiO ₂ , 11%-19% Li ₂ O, 0%-13% K ₂ O, 0%-11% P ₂ O ₄ , 0%-8% ZrO ₂ , 0%-8% Zno	Vita Zahnfabrik
IPS e-max CAD	Cerâmica de silicato de lítio	0%-5% Al ₂ O ₃ , 0%-5% MgO	Ivoclar Vivente AG
Lava Plus	Zircônia policristalina tetragonal parcialmente estabilizada com 3mol % de ítrica	99% ZrO ₂	3M ESPE

Estes materiais agiram como materiais abrasivos para avaliar o desgaste sobre o esmalte bovino, no papel de antagonista. Cada roda antagonista correu contra cada roda abrasiva por 200.000 ciclos, com uma carga de 15 N e velocidade de rotação de 1 Hz, em água destilada. A taxa de desgaste foi determinada com um profilômetro de superfície para determinar a perda de material em μm . Os resultados podem observar-se na tabela 3.

Tabela 3 – Desgaste médio do antagonista (μm) +- SD e resultados estatísticos (Adaptado de Ludovichetti et al., 2018)

SD, desvio padrão. Letras maiúsculas diferentes indicam diferenças significativas nas colunas ($P < .05$). Diferentes letras minúsculas indicam diferenças significativas nas linhas ($P < .05$).

Abrader	Antagonista					
	Esmalte	Lava Ultimate	Vita Enamic	Vita Suprinity	IPS e.maxCAD	Lava Plus
Lava Ultimate	1,8+-1,0 Ba	1,2+-1,1Bab	0,2+-1,0Bbc	0,7+-0,4cabine	-0,1+-0,5CC	-0,2+-0,3Bc
Vita Enamic	0,9+-1,9Bab	2,2+ -2,4Ba	0,5+-0,6Bab	06+-1,2Cabine	0,5+-1,4Cabine	-0,1+0,5Bb
Vita Suprinity	3.8+-4,0Aa	1,8+-1,6Ba	4,3+-5,3Aa	2,4+-3,8Ba	2,9+-3,5Ba	0,1+-0,6ABa

IPS e.maxCAD	6,0+-7,3Aa	4,0+-2,6Aa	4,0+-4,6Aa	3,2+-3,9Ba	2,3+-2,8BA	0,4+-0,6Aa
Lava Plus	5,4+-1,9Ac	4,2+-2,6Ac	6,5+-3,4Abc	14,5+-5,5Aa	13,8+-5,6Aab	0,0+-0,3Bd

Os resultados mostraram que o Lava Plus e IPS e.max CAD exibiram maior potencial de desgaste do que o Lava Ultimate. Estes 2 materiais, juntamente com Vita Suprinity, proporcionaram o maior desgaste do esmalte e VITA® ENAMIC®. Vita Suprinity e IPS e.max CAD tinha maior desgaste do que Lava Plus, e o inverso também era verdade. VITA® ENAMIC® c e Lava Ultimate estavam entre os materiais que causaram o menor desgaste do esmalte e todos os outros materiais avaliados. Imagens de SEM das figuras 9,10,11,12 e 13 revelaram que, exceto para a Lava Ultimate, todos os outros materiais danificaram o esmalte, em que Vita Suprinity e IPS e .max, CAD foram mais agressivos para o deslizar contra os materiais. Lava Plus mostrou a maior dureza, seguida por Vita Suprinity e IPS e.max CAD, VITA® ENAMIC® e Lava Ultimate. O coeficiente de atrito variou de 0,42 a 0,53 (Ludovichetti et al., 2018)

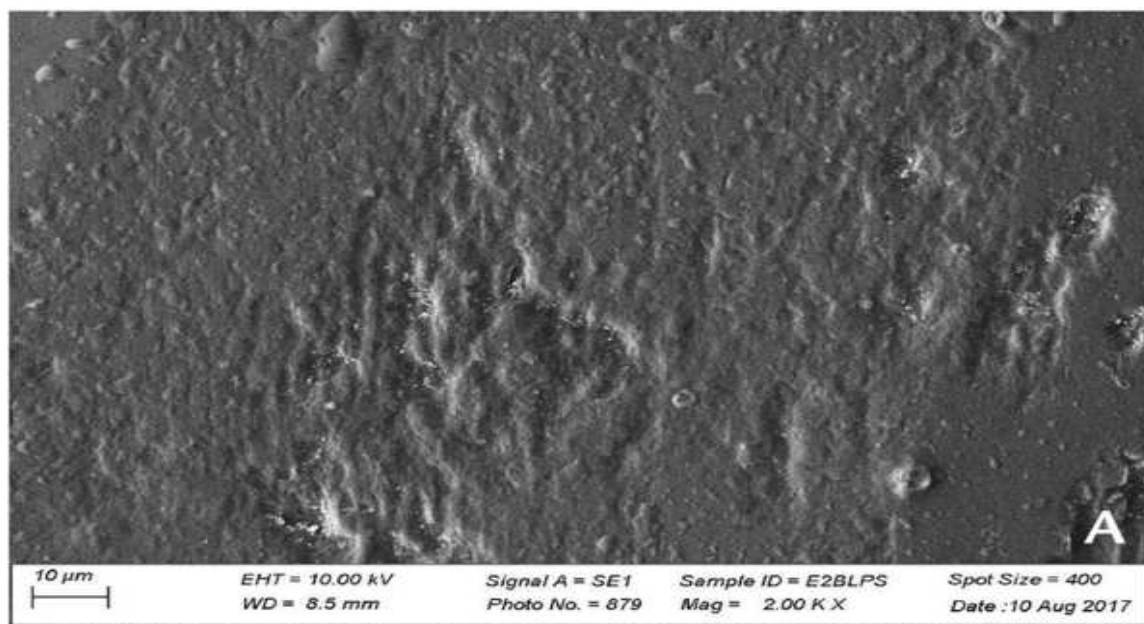


Figura 9 10 - Imagens SEM(ampliação original × 2000) de superfícies de esmalte contra Lava Ultimate (Reproduzido de Ludovichetti et al., 2018)

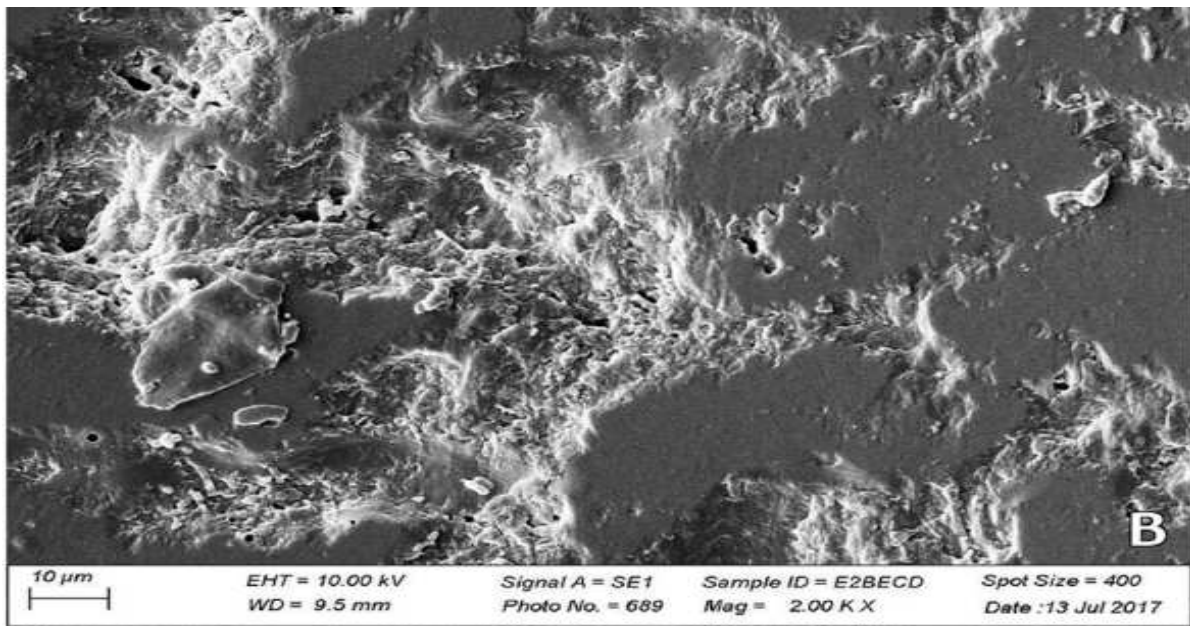


Figura 10 11 - Imagens SEM (ampliação original $\times 2000$) de superfícies de esmalte contra Vita Enamic (Reproduzido de Ludovichetti et al., 2018)

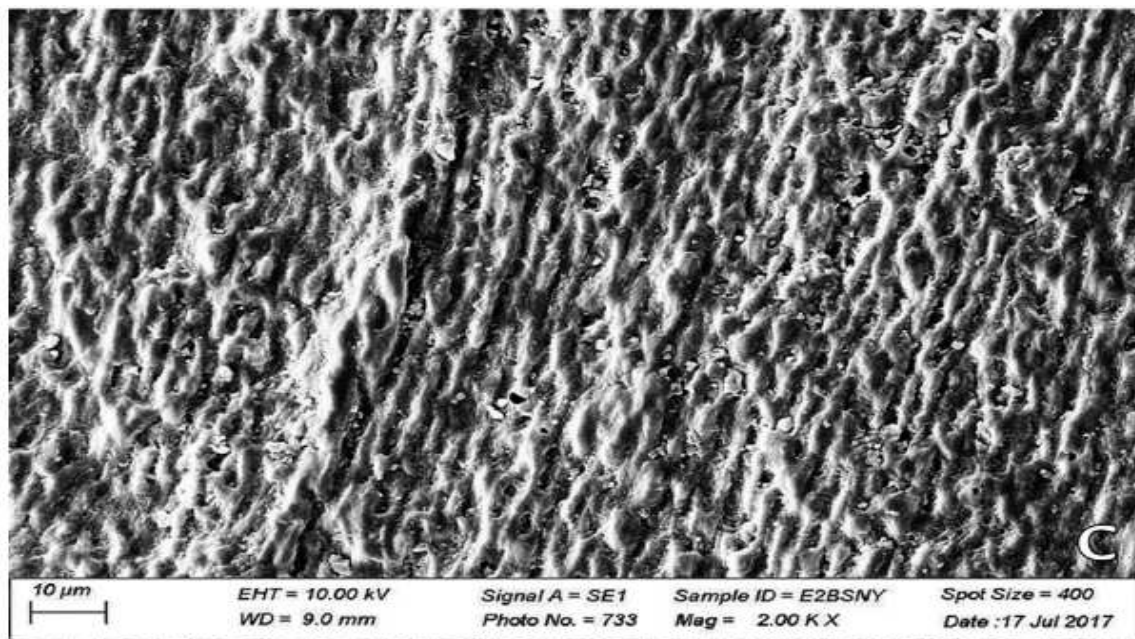


Figura 11 12 - Imagens SEM (ampliação original $\times 2000$) de superfícies de esmalte contra Vita Suprinity.(Reproduzido de Ludovichetti et al., 2018)

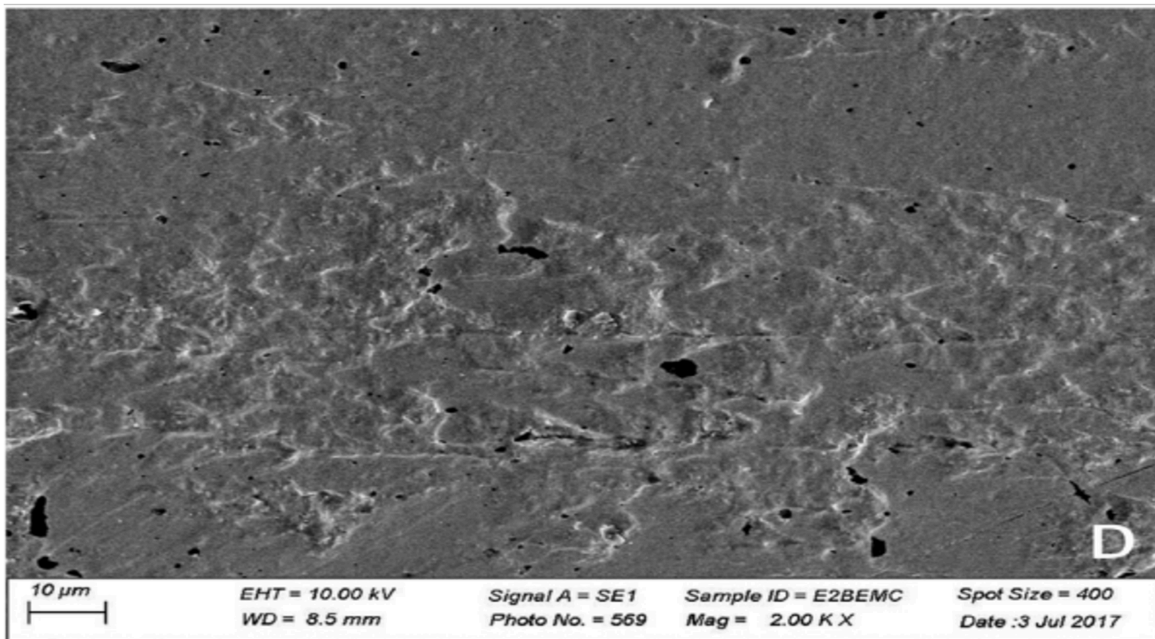


Figura 12 13 - Imagens SEM (ampliação original $\times 2000$) de superfícies de esmalte contra IPS e.max CAD. (Reproduzido de Ludovichetti et al., 2018)

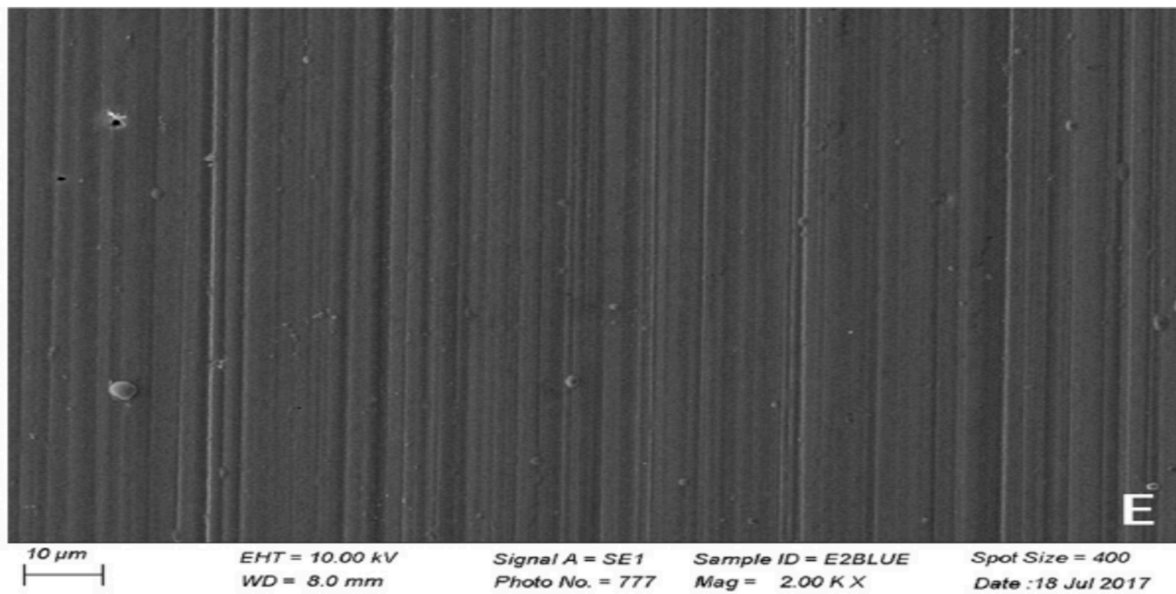


Figura 14 13- Imagens SEM (ampliação original $\times 2000$) de superfícies de esmalte contra Lava Plus. (Reproduzido de Ludovichetti et al., 2018)

Os autores concluíram que: 1. A resina composta nanoparticulada e a cerâmica infiltrada com polímero foram os materiais menos agressivos ao esmalte antagonista do que qualquer outro material. 2. Dissilicato de lítio, silicato de lítio reforçado com zircônio e zircônio causaram altas taxas de desgaste no esmalte e nos materiais, com a diferença de

que o zircônio não danificou a superfície dos materiais, exceto o esmalte. 3. A dureza deve ser considerada na seleção dos materiais, principalmente em pacientes com bruxismo (Ludovichetti et al., 2018).

1.2. Polimento

As propriedades de desgaste das restaurações e dos dentes antagonistas são um fator importante na manutenção de relações oclusais estáveis. A diferença entre o desgaste dos materiais restauradores e os dentes naturais podem levar a problemas estéticos, periodontais e de função oclusal. Características da superfície das cerâmicas, tal como a rugosidade (Dederichs et al., 2021), afetam o processo de desgaste e devem ser tidas em conta ao fazer o planeamento da reabilitação oral (Zhang et al., 2020).

A rugosidade da superfície é considerada uma questão importante para a propriedade de desgaste do próprio material cerâmico e com a superfície oposta. Assim, o material restaurador cerâmico que resulta em menor rugosidade é o material reabilitador de eleição (Abdel-Aziz et al., 2021).

O polimento de materiais cerâmicos diminui a rugosidade da superfície e, portanto, causa menor desgaste do esmalte oposto (Elmaria et al., 2006). Um estudo mostrou que a zircônia polida causa menos desgaste do esmalte oposto do que o próprio esmalte (Olivera et al., 2006).

Por isso, são urgentemente necessários sistemas e protocolos de polimento para determinar qual método e materiais oferecem a melhor superfície em zircônio. O envelhecimento também reduz significativamente a resistência do zircônio com a formação de fase monolítica. Assim, a rugosidade da superfície final do zircônio é importante, pois afeta o desgaste antagonista. O polimento de alto brilho tem sido preferido em relação ao envidraçamento (glazing) de zircônio porque produz menos rugosidade superficial e menos desgaste antagonista (Basílio et al., 2016; Janyavula et al., 2013; Preis et al., 2012; Stawarczyk et al., 2013).

O Co-Cr usado nas faces oclusais em restaurações metalocerâmicas, pode ser considerado uma boa escolha devido que o seu comportamento de baixo desgaste em oposição ao seu

correspondente antagonista de esmalte, e uma vez que apresenta baixo custo em comparação com outros materiais. No que diz respeito ao polimento, o seu alto brilho é preferível a zircônio monolítico porque produz menos rugosidade superficial e desgaste antagonista semelhante (Fontolliet et al., 2020). Uma vez que o comportamento de desgaste dos materiais de reconstrução do cromo-cobalto ou zircônio pode ser diferente em relação aos dentes naturais e influenciar a oclusão ou mesmo resultar em disfunções mandibulares, o clínico deve estar sempre promovendo um ajuste oclusal correto e a partir do momento da cimentação, controlar o desgaste e o padrão de oclusão e fazer ajustes durante as sessões regulares de controle. Os estudos *in vivo* a longo prazo devem, portanto, concentrar-se na investigação do comportamento severo do desgaste dos materiais mais recentes, especialmente o zircônio monolítico e os dentes antagônicos em esmalte ou reabilitações com outros materiais dentários.

O procedimento de polimento não adiciona nenhuma camada à superfície da restauração monolítica de zircônio. Portanto, o polimento do zircônio pode ser uma alternativa eficaz e economizadora de tempo para o acabamento final das peças protéticas (Tang et al., 2021).

O desgaste dentário e a abrasividade dependem fortemente do tratamento das superfícies de restauração. As superfícies lisas geram menos atrito e, portanto, menos desgaste do que superfícies ásperas. Estudos *in vitro* mostraram que o vidro de superfícies cerâmicas pode aumentar o desgaste dos dentes (Janyavula et al., 2013; Lawson et al., 2014; Zarone et al., 2019).

Assim, os autores recomendam evitar o glaze de restaurações monolíticas na região posterior (Zarone et al., 2019). Uma explicação para o aumento do desgaste do dente pode ser a degradação da camada de glaze, em seguida, a exposição da superfície áspera subjacente (Metzler et al., 1999; Etman, 2009). A mesma situação ocorre quando a superfície é insuficientemente polida após ajustes oclusais. Se for necessário fazer desgastes para ajustes oclusais, estas áreas devem ser bem polidas novamente (Zarone et al., 2019). Com o pré-tratamento adequado da superfície das restaurações cerâmicas, as propriedades de desgaste da própria coroa e do antagonista podem ser reduzidas (Stück et al., 2022).

Segundo Passos et al (2014) em muitos os estudos, as taxas de desgaste do esmalte eram mais baixas contra zircônio polido. Os espécimes de zircônio polido mostraram um comportamento de desgaste favorável em oposição aos dentes naturais. O desgaste do esmalte oponente a restaurações de cobertura completa de zircônio ainda não foi confirmado. É importante avaliar o comportamento do desgaste do esmalte em oposição a zircônio usando contornos de superfície clinicamente relevantes, bem como estabilidade a longo prazo e abrasividade do zircônio polida. O estudo concordou que polir a superfície do zircônio favorece taxas de desgaste do esmalte mais baixas (Tabela 4) (Passos et al., 2014).

Tabela 2 - Exemplos, indicações e propriedades das cerâmicas (Adaptado de Gracis et al., 2015).

Principais materiais	Sistemas	Indicações clínicas
Cerâmicas vítreas Feldspática (SiO ₂ -Al ₂ O ₃ -Na ₂ O-k ₂ O)	VITABLOCS MARK II (VITA Zahnfabrik. Bad Sackingen Germany). VITA TriLuxe Bloc (VITA Zahnfabrik)	Coroas anteriores Facetas <i>Inlay, Onlay.</i>
Leucita (SiO ₂ -Al ₂ O ₃ -K ₂ O)	IPS Empress (Ivoclar Vivadent) IPS ProCAD (Ivoclar Vivadent)	Coroas anteriores, facetas, <i>Inlay, Onlay</i>
Dissilicato de Lítio (SiO ₂ -Li ₂ O)	IPS Empress 2 (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechlenstein) IPS e.max Press (Ivoclar vivadent)	Coroas anteriores, coroas posteriores até pré-molar, PPF anterior, prótese adesiva anterior, facetas e lentes de contacto, <i>inlay, onlay</i>
Alumina (Al ₂ O ₃)	In-Ceram alumina (VITA Zahnfabrik). In-Ceram Spinell (VITA Zahnfabrik) In-Ceram (VITA Zirconia (Zahnfabrik)	Coroas anteriores, PPF anterior, Prótese adesiva *exceto in-ceram Spinelli
Zircónia (Zircónia estabilizada por ítrio)	Lava Plus (3M E3PE)	Coroa anterior e posterior. PPF anterior e posterior, prótese adesiva, <i>Abutment</i> do implante.
Híbrida	RNCs: Lava Ultimate® PICN: VITA® ENAMIC®(3M)	Restaurações diretas e indiretas

III. CONCLUSÃO

Com base na informação recolhida nesta revisão narrativa, podemos afirmar que:

O desgaste da estrutura dentária é um processo natural e inevitável quando há contacto de dentes naturais contra dentes naturais ou dentes naturais contra dentes restaurados, e dureza, rugosidade e coeficiente de atrito são os fatores predominantes neste processo.

Para reduzir o desgaste dos dentes naturais tanto quanto possível, é desejável que o comportamento de desgaste dos materiais restauradores e o seu grau de dureza e o polimento sejam tanto quanto possível, semelhantes aos do esmalte natural.

O tipo de antagonista e a estrutura do material são fatores importantes no comportamento de atrito e desgaste. Os materiais CAD-CAM contendo resina exibem maior profundidade de desgaste, mas podem causar menos danos ao antagonista.

A resina nanocerâmica e a cerâmica infiltrada por polímero foram os materiais menos agressivos no desgaste contra esmalte e qualquer outro material.

Os materiais vítreos são mais suscetíveis ao desgaste e mais abrasivos para o antagonista quando comparados ao zircónio. As cerâmicas de zircónio apresentaram um menor desgaste ao antagonista em comparação com as restantes cerâmicas. Uma tendência a maior desgaste cerâmico e ao antagonista foi observada após os tratamentos de retificação.

Os dentes e as restaurações são continuamente submetidos a uma degradação física e química no ambiente oral hostil. Embora o desgaste seja geralmente lentamente progressivo, a extensão e a taxa podem ser exacerbadas por muitos fatores do paciente.

Nenhum material atual é capaz de satisfazer todos os requisitos de um material restaurador ideal, e os requisitos estéticos e considerações económicas dos pacientes muitas vezes entram em conflito com outros requisitos biológicos e funcionais importantes.

O desgaste dentário é um problema crescente, e é atualmente uma preocupação das pessoas em manter os seus dentes naturais para a vida.

No entanto, a reabilitação oral é por vezes necessária em casos de desgaste severo ocorrido ao longo de muitos anos. A seleção de materiais adequados para minimizar o desgaste dos dentes e da restauração é uma consideração importante durante o planeamento do tratamento.

São necessários mais estudos que investiguem materiais que apresentem um melhor compromisso entre a estética e os aspetos biomecânicos para que o clínico possa oferecer aos pacientes uma reabilitação de elementos dentários o mais próximo possível dos padrões naturais.

IV. BIBLIOGRAFIA

- Abdel-Aziz, M., Fouad, M., & Fouad EDJ Vol, M. (2021). Wear resistance and surface roughness of two types of monolithic glass ceramics: An in vitro study. *Egyptian Dental Journal*, 67(2), 1537–1547. <https://doi.org/10.21608/EDJ.2021.59549.1466>
- Ahmed, W. M., Troczynski, T., McCullagh, A. P., Wyatt, C. C. L., & Carvalho, R. M. (2019). The influence of altering sintering protocols on the optical and mechanical properties of zirconia: A review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 31(5), 423–430. <https://doi.org/10.1111/jerd.12492>
- Almansour, M. I., & Hammad, I. A. (2006). A method to minimize adjustment and enhance passivity of cast post-and-core restorations. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 95(1), 80–81. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2005.10.015>
- Alqutaibi, A. Y. (2020). Limited Evidence Supports Polished Monolithic Zirconia as Less Likely to Cause Antagonist Enamel Wear Compared to Other Prosthetic Materials. *Journal of Evidence Based Dental Practice*, 20(1), 101413. <https://doi.org/10.1016/J.JEBDP.2020.101413>
- Awada, A., & Nathanson, D. (2015). Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials Presented at the American Association of Dental Research/Canadian Association of Dental Research Annual Meeting, Charlotte, NC, March 2014. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 114(4), 587–593. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.04.016>
- Bajraktarova-Valjakova, E., Korunoska-Stevkovska, V., Kapusevska, B., Gigovski, N., Bajraktarova-Misevska, C., & Grozdanov, A. (2018a). A. Contemporary Dental Ceramic Materials, A Review: Chemical Composition, Physical and Mechanical Properties, Indications for Use. Open Access Maced. *Journal of Medical Sciences*, 6(9), 1742–1755. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2018.378>
- Bajraktarova-Valjakova, E., Korunoska-Stevkovska, V., Kapusevska, B., Gigovski, N., Bajraktarova-Misevska, C., & Grozdanov, A. (2018b). Contemporary dental ceramic materials, a review: Chemical composition, physical and mechanical properties, indications for use. *Open Access Macedonian Journal of Medical*

Sciences, 6(9), 1742–1755. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2018.378>

Boitelle, P. (2019). Contemporary management of minimal invasive aesthetic treatment of dentition affected by erosion: Case report. *BMC Oral Health*, 19(1), 1–8.

<https://doi.org/10.1186/s12903-019-0807-4>

Branco, A. C., Colaço, R., Figueiredo-Pina, C. G., & Serro, A. P. (2020). A State-of-the-Art Review on the Wear of the Occlusal Surfaces of Natural Teeth and Prosthetic Crowns. *Materials* 2020, Vol. 13, Page 3525, 13(16), 3525.

<https://doi.org/10.3390/MA13163525>

Ceci, M., Pigozzo, M., Scribante, A., Beltrami, R., Colombo, M., Chiesa, M., & Poggio, C. (2016). Effect of glycine pretreatment on the shear bond strength of a CAD/CAM resin nano ceramic material to dentin. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 8(2), e146–e152.

<https://doi.org/10.4317/jced.52630>

Choi, J. W., Song, E. J., Shin, J. H., Jeong, T. S., & Huh, J. B. (2017). In vitro investigation of wear of CAD/CAM polymeric materials against primary teeth.

Materials, 10(12). <https://doi.org/10.3390/MA10121410>

D’Arcangelo, C., Vanini, L., Rondoni, G. D., & De Angelis, F. (2016). Wear properties of dental ceramics and porcelains compared with human enamel. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 115(3), 350–355.

<https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.09.010>

Da Silva, F. F. G., Magalhães, J. W. M., Grangeiro, M. T. V., & Figueiredo, V. (2018). Materiais Cerâmicos: Uma Revisão Sistemática Sobre Desgaste E Longevidade.

Journal of Dentistry & Public Health, 9(1), 85–94. <https://doi.org/10.17267/2596-3368dentistry.v9i1.1779>

Dederichs, M., Fahmy, M. D., An, H., Guentsch, A., Viebranz, S., & Kuepper, H. (2021). Comparison of Wear Resistance of Prefabricated Composite Veneers Versus Ceramic and Enamel. *Journal of Prosthodontics*, 30(8), 711–719.

<https://doi.org/10.1111/jopr.13303>

Deval, P., Tembhurne, J., Gangurde, A., Chauhan, M., Jaiswal, N., & Tiwari, D. (2021).

- A Clinical Comparative Evaluation of the Wear of Enamel Antagonists Against Monolithic Zirconia and Metal-Ceramic Crowns. *The International Journal of Prosthodontics*, 34(6), 744–751. <https://doi.org/10.11607/ijp.6598>
- Dirxen, C., Blunck, U., & Preissner, S. (2013). Clinical Performance of a New Biomimetic Double Network Material. *The Open Dentistry Journal*, 7(1), 118–122. <https://doi.org/10.2174/1874210620130904003>
- Elmaria, A., Goldstein, G., Vijayaraghavan, T., Legeros, R. Z., & Hittelman, E. L. (2006). An evaluation of wear when enamel is opposed by various ceramic materials and gold. *The journal of prosthetic dentistry*, 96(5), 345-353.
- Ergun, G., & Yucel, A. S. (2014). Full-Mouth Rehabilitation of a Patient with Severe Deep Bite: A Clinical Report. *Journal of Prosthodontics*, 23(5), 406–411. <https://doi.org/10.1111/jopr.12113>
- Esquivel-Upshaw, J. F., Kim, M. J., Hsu, S. M., Abdulhameed, N., Jenkins, R., Neal, D., Ren, F., & Clark, A. E. (2018). Randomized clinical study of wear of enamel antagonists against polished monolithic zirconia crowns. *Journal of Dentistry*, 68(May), 19–27. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2017.10.005>
- Etman, M. K. (2009). Confocal examination of subsurface cracking in ceramic materials. *Journal of Prosthodontics*, 18(7), 550–559. <https://doi.org/10.1111/j.1532-849X.2009.00447.x>
- Etman, M. K., Woolford, M., & Dunne, S. (2008). Quantitative measurement of tooth and ceramic wear: in vivo study. *The International Journal of Prosthodontics*, 21(3), 245–252. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18548965>
- Fabbri, G., Sorrentino, R., Cannistraro, G., Mintrone, F., Bacherini, L., Turrini, R., Bombardelli, T., Nieri, M., & Fradeani, M. (2018). Increasing the Vertical Dimension of Occlusion: A Multicenter Retrospective Clinical Comparative Study on 100 Patients with Fixed Tooth-Supported, Mixed, and Implant-Supported Full-Arch Rehabilitations. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 38(3), 323–335. <https://doi.org/10.11607/prd.3295>

- Fontolliet, A., Al-Haj Husain, N., & Özcan, M. (2020). Wear analysis and topographical properties of monolithic zirconia and CoCr against human enamel after polishing and glazing procedures: Topographical and wear behaviour of zirconia and CorCr against enamel. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 105(February). <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2020.103712>
- Ghazal, M., Albashaireh, Z. S., & Kern, M. (2008). Wear resistance of nanofilled composite resin and feldspathic ceramic artificial teeth. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 100(6), 441–448. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(08\)60262-0](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(08)60262-0)
- Gomes, E. A., Assunção, W. G., Rocha, E. P., & Santos, P. H. (2008). Cerâmicas odontológicas: o estado atual. *Cerâmica*, 54(331), 319–325. <https://doi.org/10.1590/s0366-69132008000300008>
- Gracis, S., Thompson, V., Ferencz, J., Silva, N., & Bonfante, E. (2016). A New Classification System for All-Ceramic and Ceramic-like Restorative Materials. *The International Journal of Prosthodontics*, 28(3), 227–235. <https://doi.org/10.11607/ijp.4244>
- Guarda, G. B., Correr, A. B., Gonçalves, L. S., Costa, A. R., Borges, G. A., Sinhorette, M. A. C., & Correr-Sobrinho, L. (2013). Effects of surface treatments, thermocycling, and cyclic loading on the bond strength of a resin cement bonded to a lithium disilicate glass ceramic. *Operative Dentistry*, 38(2), 208–217. <https://doi.org/10.2341/11-076-L>
- Habib, S. R., Alotaibi, A., Al Hazza, N., Allam, Y., & AlGhazi, M. (2019). Two-body wear behavior of human enamel versus monolithic zirconia, lithium disilicate, ceramometal and composite resin. *Journal of Advanced Prosthodontics*, 11(1), 23–31. <https://doi.org/10.4047/jap.2019.11.1.23>
- Habib, S. R., Ansari, A. S., Alqahtani, M., Alshiddi, I. F., Alqahtani, A. S., & Hassan, S. H. (2019). Analysis of enamel and material wear by digital microscope: An in-vitro study Ceramics. *Brazilian Oral Research*, 33, 1–11. <https://doi.org/10.1590/1807-3107BOR-2019.VOL33.0121>
- Hamburger, J. T., Opdam, N. J. M., Bronkhorst, E. M., & Huysmans, M. C. D. N. J. M.

- (2014). Indirect restorations for severe tooth wear: Fracture risk and layer thickness. *Journal of Dentistry*, 42(4), 413–418. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2013.10.003>
- Ho, G. W., & Matinlinna, J. P. (2011). Insights on Ceramics as Dental Materials. Part I: Ceramic Material Types in Dentistry. *Silicon*, 3(3), 109–115. <https://doi.org/10.1007/s12633-011-9078-7>
- Hooshmand, T., Rostami, G., Behroozibakhsh, M., Fatemi, M., Keshvad, A., & Van Noort, R. (2012). Interfacial fracture toughness of different resin cements bonded to a lithium disilicate glass ceramic. *Journal of Dentistry*, 40(2), 139–145. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2011.12.005>
- Ilie, N., & Hickel, R. (2011). Resin composite restorative materials. *Australian Dental Journal*, 56(1), 59–66. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2010.01296.x>
- Janyavula, S., Lawson, N., Cakir, D., Beck, P., Ramp, L. C., & Burgess, J. O. (2013). The wear of polished and glazed zirconia against enamel. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 109(1), 22–29. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(13\)60005-0](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(13)60005-0)
- Jung, Y. S., Lee, J. W., Choi, Y. J., Ahn, J. S., Shin, S. W., & Huh, J. B. (2010). A study on the in-vitro wear of the natural tooth structure by opposing zirconia or dental porcelain. *The Journal of Advanced Prosthodontics*, 2(3), 111–115. <https://doi.org/10.4047/JAP.2010.2.3.111>
- Junior, W. D. S., Busato, P. D. M. R., Mendonça, M. J., Camilotti, V., & Delben, J. A. (2018). Restaurações cerâmicas multicamadas e monolíticas: uma revisão de literatura. *Revista Da Faculdade de Odontologia - UPF*, 23(3), 353–360. <https://doi.org/10.5335/rfo.v23i3.8484>
- Kaizer, M. R., Moraes, R. R., Cava, S. S., & Zhang, Y. (2019). The progressive wear and abrasiveness of novel graded glass/zirconia materials relative to their dental ceramic counterparts. *Dental Materials*, 35(5), 763–771. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2019.02.022>
- Kalavacharla, V. K., Lawson, N. C., Ramp, L. C., & Burgess, J. O. (2015). Influence of etching protocol and silane treatment with a universal adhesive on lithium disilicate

- bond strength. *Operative Dentistry*, 40(4), 372–378. <https://doi.org/10.2341/14-116-L>
- Laborie, M., Naveau, A., & Menard, A. (2022). CAD-CAM resin-ceramic material wear: A systematic review. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 0(0). <https://doi.org/10.1016/J.PROSDENT.2022.01.027>
- Lambrechts, P., Braem, M., Vuylsteke-Wauters, M., & Vanherle, G. (1989). Quantitative in vivo Wear of Human Enamel. *Journal of Dental Research*, 68(12), 1752–1754.
- Lawson, N. C., Janyavula, S., Syklawer, S., McLaren, E. A., & Burgess, J. O. (2014). Wear of enamel opposing zirconia and lithium disilicate after adjustment, polishing and glazing. *Journal of Dentistry*, 42(12), 1586–1591. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2014.09.008>
- Loomans, B., Opdam, N., Attin, T., Bartlett, D., Edelhoff, D., Frankenberger, R., Benic, G., Ramseyer, S., Wetselaar, P., Sterenberg, B., Hickel, R., Pallesen, U., Mehta, S., Banerji, S., Lussi, A., & Wilson, N. (2017). Severe Tooth Wear: European Consensus Statement [SEP] on Management Guidelines. *The journal of adhesive dentistry*, 19(2), 111–119. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a38102>
- Ludovichetti, F. S., Trindade, F. Z., Werner, A., Kleverlaan, C. J., & Fonseca, R. G. (2018). Wear resistance and abrasiveness of CAD-CAM monolithic materials. *The Journal of prosthetic dentistry*, 120(2), 318.e1–318.e8. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.05.011>
- Mainjot, A. K., Dupont, N. M., Oudkerk, J. C., Dewael, T. Y., & Sadoun, M. J. (2016). From Artisanal to CAD-CAM Blocks: State of the Art of Indirect Composites. *Journal of Dental Research*, 95(5), 487–495. <https://doi.org/10.1177/0022034516634286>
- Malament, K. A., Margvelashvili-Malament, M., Natto, Z. S., Thompson, V., Rekow, D., & Att, W. (2021). Comparison of 16.9-year survival of pressed acid etched e.max lithium disilicate glass-ceramic complete and partial coverage restorations in posterior teeth: Performance and outcomes as a function of tooth position, age, sex, and thickness of ceramic material. *The Journal of prosthetic dentistry*, 126(4), 533–

545. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.08.013>

McNeill, C. (1997). *Ciencia e prática da oclusão*. Quintessence.

Mohamed, M., Gomaa, M. (2021). Wear resistance and surface roughness of two types of monolithic glass ceramics: An in vitro study. *Egyptian Dental Journal*, 67(2), 1537-1547. doi: 10.21608/edj.2021.59549.1466

Moreira, A., Freitas, F., Marques, D., & Caramês, J. (2019). Aesthetic Rehabilitation of a Patient with Bruxism Using Ceramic Veneers and Overlays Combined with Four-Point Monolithic Zirconia Crowns for Occlusal Stabilization: A 4-Year Follow-Up. *Case reports in dentistry*, 2019, 1640563. <https://doi.org/10.1155/2019/1640563>

Mundhe, K., Jain, V., Pruthi, G., & Shah, N. (2015). Clinical study to evaluate the wear of natural enamel antagonist to zirconia and metal ceramic crowns. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 114(3), 358–363. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.03.001>

Murillo-Gómez, F., Rueggeberg, F. A., & De Goes, M. F. (2017). Short- and Long-Term Bond Strength Between Resin Cement and Glass-Ceramic Using a Silane-Containing Universal Adhesive. *Operative dentistry*, 42(5), 514–525. <https://doi.org/10.2341/16-211-L>

Nam, J., & Tokutomi, H. (2015). Using zirconia-based prosthesis in a complete-mouth reconstruction treatment for worn dentition with the altered vertical dimension of occlusion. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 113(2), 81–85. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2014.08.001>

Newsome, P. (2014). Use of ceramic materials in restoration of posterior teeth. *Primary Dental Journal*, 3(2), 42–46.

Nguyen, J. F., Ruse, D., Phan, A. C., & Sadoun, M. J. (2014). High-temperature-pressure polymerized resin-infiltrated ceramic networks. *Journal of Dental Research*, 93(1), 62–67. <https://doi.org/10.1177/0022034513511972>

Nguyen, Jean Francois, Migonney, V., Ruse, N. D., & Sadoun, M. (2012). Resin composite blocks via high-pressure high-temperature polymerization. *Dental Materials*, 28(5),

529–534. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2011.12.003>

Olivera, A. B., Matson, E., & Marques, M. M. (2006). The effect of glazed and polished ceramics on human enamel wear. *International Journal of Prosthodontics*, 19(6).

Passos, S. P., Torrealba, Y., Major, P., Linke, B., Flores-Mir, C., & Nychka, J. A. (2014). In vitro wear behavior of zirconia opposing enamel: a systematic review. *Journal of prosthodontics : official journal of the American College of Prosthodontists*, 23(8), 593–601. <https://doi.org/10.1111/jopr.12167>

Peumans, M., Valjakova, E. B., De Munck, J., Mishevskaja, C. B., & Van Meerbeek, B. (2016). Bonding effectiveness of luting composites to different CAD/CAM materials. *Journal of Adhesive Dentistry*, 18(4), 289–302. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a36155>

Raposo, L. H. A., Davi, L. R., Simamoto-Junior, P. C., Neves, F. D., Soares, P. V., & Novais, V. R. (2014). Restaurações totalmente cerâmicas: características, aplicações clínicas e longevidade. *Associação Brasileira de Odontologia*.

Schlueter, N., Amaechi, B. T., Bartlett, D., Buzalaf, M. A. R., Carvalho, T. S., Ganss, C., Hara, A. T., Huysmans, M. C. D. N. J. M., Lussi, A., Moazzez, R., Vieira, A. R., West, N. X., Wiegand, A., Young, A., & Lippert, F. (2020). Terminology of Erosive Tooth Wear: Consensus Report of a Workshop Organized by the ORCA and the Cariology Research Group of the IADR. *Caries Research*, 54(1), 2–6. <https://doi.org/10.1159/000503308>

Silva Neto J. M. de A. e, Furtado K. R. dos S., Baumberger M. C. de A., Duarte I. K. F., Trujillo A. M., Alves E. V. R., Medeiros M. L. B. B., Cavalcanti T. C., Vanderlei A. D., Figueiredo B. de C., & Amaral Ângela L. C. (2020). Cerâmicas odontológicas: Uma revisão de literatura. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, (40), e2416. <https://doi.org/10.25248/reas.e2416.2020>

Singh, A., Nagpal, A., Pawah, S., Pathak, C., Issar, G., & Sharma, P. (2016). Qualitative assessment of wear resistance and surface hardness of different commercially available dental porcelain: An in vitro study. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 17(9), 755–761. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-1925>

- Solá-Ruíz, M. F., Baima-Moscardó, A., Selva-Otaolaurruchi, E., Montiel-Company, J. M., Agustín-Panadero, R., Fons-Badal, C., & Fernández-Estevan, L. (2020). Wear in Antagonist Teeth Produced by Monolithic Zirconia Crowns: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of clinical medicine*, 9(4), 997. <https://doi.org/10.3390/jcm9040997>
- Stawarczyk, B., Özcan, M., Trottmann, A., Schmutz, F., Roos, M., & Hämmerle, C. (2013). Two-body wear rate of CAD/CAM resin blocks and their enamel antagonists. *The Journal of prosthetic dentistry*, 109(5), 325–332. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(13\)60309-1](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(13)60309-1)
- Stober, T., Bermejo, J. L., Schwindling, F. S., & Schmitter, M. (2016). Clinical assessment of enamel wear caused by monolithic zirconia crowns. *Journal of Oral Rehabilitation*, 43(8), 621–629. <https://doi.org/10.1111/joor.12409>
- Stück, A. V., Raith, S., & Reich, S. (2022). Twenty-four months in vivo wear of enamel antagonists to lithium disilicate implant crowns - a pilot study. *Journal of dentistry*, 124, 104215. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2022.104215>
- Tang, Z., Zhao, X., & Wang, H. (2021). Quantitative analysis on the wear of monolithic zirconia crowns on antagonist teeth. *BMC oral health*, 21(1), 94. <https://doi.org/10.1186/s12903-021-01452-z>
- Ting, J., Shuhui, H., Hongqiang, Y., & Lu, J. (2017). CAD/CAM Ceramic Overlays to Restore Reduced Vertical Dimension of Occlusion Resulting from Worn Dentitions: A Case History Report. *The International Journal of Prosthodontics*, 30(3), 238–241. <https://doi.org/10.11607/ijp.5146>
- Wetselaar, P., Wetselaar-Glas, M., Katzer, L. D., & Ahlers, M. O. (2020). Diagnosing tooth wear, a new taxonomy based on the revised version of the Tooth Wear Evaluation System (TWES 2.0). *Journal of oral rehabilitation*, 47(6), 703–712. <https://doi.org/10.1111/joor.12972>
- von Maltzahn, N. F., El Meniawy, O. I., Breitenbuecher, N., Kohorst, P., Stiesch, M., & Eisenburger, M. (2018). Fracture Strength of Ceramic Posterior Occlusal Veneers for Functional Rehabilitation of an Abrasive Dentition. *The International journal of*

- prosthodontics, 31(5), 451–452. <https://doi.org/10.11607/ijp.5817>
- Xia, J., Zheng, J., Huang, D., Tian, Z. R., Chen, L., Zhou, Z., Ungar, P. S., & Qian, L. (2015). New model to explain tooth wear with implications for microwear formation and diet reconstruction. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112(34), 10669–10672. <https://doi.org/10.1073/pnas.1509491112>
- Xu, Z., Yu, P., Arola, D. D., Min, J., & Gao, S. (2017). A comparative study on the wear behavior of a polymer infiltrated ceramic network (PICN) material and tooth enamel. *Dental Materials*, 33(12), 1351–1361. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2017.08.190>
- Zaim, B., Serin Kalay, T., & Purcek, G. (2021). Friction and wear behavior of chairside CAD-CAM materials against different types of antagonists: An in vitro study. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2021.09.024>
- Zandparsa, R., El Huni, R. M., Hirayama, H., & Johnson, M. I. (2016). Effect of different dental ceramic systems on the wear of human enamel: An in vitro study. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 115(2), 230–237. <https://doi.org/10.1016/J.PROSDENT.2015.09.005>
- Zarone, F., Di Mauro, M. I., Ausiello, P., Ruggiero, G., & Sorrentino, R. (2019). Current status on lithium disilicate and zirconia: A narrative review. *BMC Oral Health*, 19(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s12903-019-0838-x>
- Zhi et al., 2016 Zhi, L., Bortolotto, T., & Krejci, I. (2016). Comparative in vitro wear resistance of CAD/CAM composite resin and ceramic materials. *The Journal of prosthetic dentistry*, 115(2), 199–202. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.07.011>
- Zhang, H., Lv, P., Du, W., & Jiang, T. (2020). Comparison of Fracture Load and Surface Wear of Microhybrid Composite and Ceramic Occlusal Veneers. *Journal of Prosthodontics*, 29(5), 387–393. <https://doi.org/10.1111/jopr.13156>
- Zheng, Y., Bashandeh, K., Shakil, A., Jha, S., & Polycarpou, A. A. (2022). Review of

dental tribology: Current status and challenges. *Tribology International*, 166.
<https://doi.org/10.1016/j.triboint.2021.107354>

ANEXOS:

Correio Mensagem Original

De : Renata Garcia Fonseca <renata.fonseca@unesp.br>
Data: 28/09/2022 13:19 (GMT+00:00)
Para: Sheila bueno <sheila.bueno.pt@gmail.com>
Assunto: Re: Autorização para o uso de imagens

Olá Sheila, bom dia! Como vai?
Imagino que você vá informar a fonte destas imagens.
Nesta condição, autorizo a utilização das imagens.
Boa defesa!!!
Um abraço.
Renata

Em ter., 27 de set. de 2022 às 12:35, Sheila bueno <sheila.bueno.pt@gmail.com> escreveu:

Boa tarde Senhores e Senhoras,

Sou a Dra Sheila Bueno, e gostaria de pedir a autorização para o uso de imagens desse artigo abaixo, pois vou usar em minha tese de mestrado.

Atenciosamente

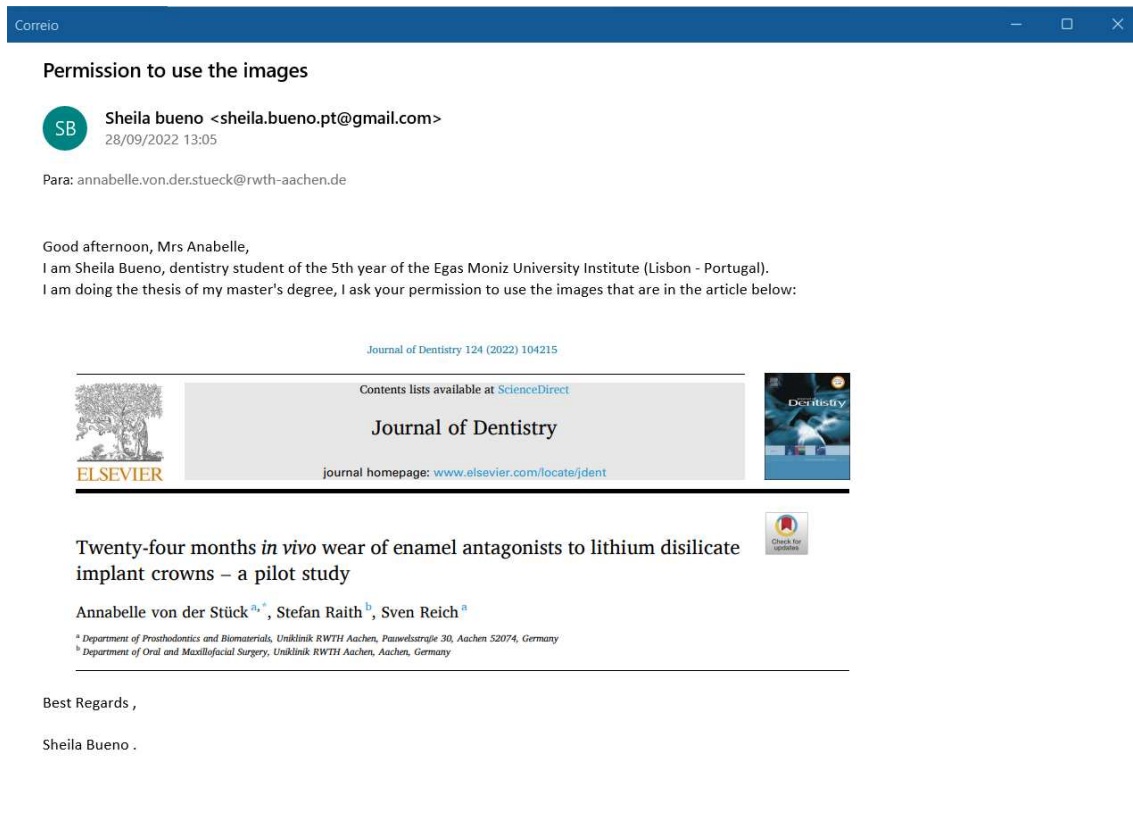
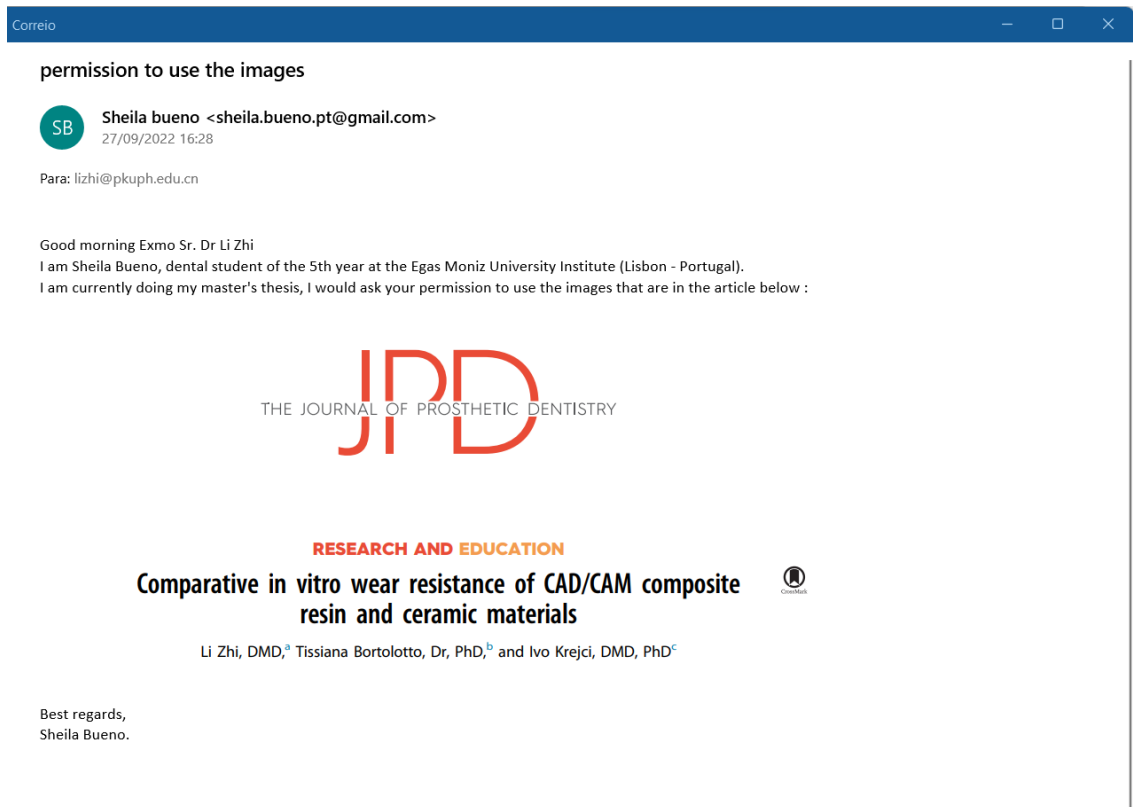
Sheila Bueno



RESEARCH AND EDUCATION

Wear resistance and abrasiveness of CAD-CAM





Your request PMID: 35810925 DOI: 10.1016/j.jdent.2022.104215



Reich, Sven <sreich@ukaachen.de>

29/09/2022 18:58



Para: sheila.bueno.pt@gmail.com Cc: von der Stück, Annabelle; Raith, Stefan

Dear Mrs Bueno

We are very honored by your request and from my personal point of view it is a matter of course that you can use the images e. g. to discuss the method measuring wear or to report the findings of our study.

The main issue is:

By publication of a manuscript the copy rights are transferred automatically to the journal (in our case to the Journal of Dentistry), so that there might be an interference with the journal's copy right if the images are published in an another official work like a master thesis.

1. Therefore, I would like to ask you to contact the editorial office of the Journal of Dentistry and ask them. You can attach this e-mail as a proof that we hereby confirm our consent to use the images under the prerequisite that the source is cited. (ref.: DOI: [10.1016/j.jdent.2022.104215](https://doi.org/10.1016/j.jdent.2022.104215))
2. On behalf of my co-authors I wish you all the best for your work.
3. It would be very kind if you could provide a digital copy of your work when it will be published – we are very interested in your findings.

With kindest regards
Sven Reich

The screenshot shows the DentalPress website interface. At the top, there is a navigation menu with categories: NOTÍCIAS, DENTALGO, THE LIFE PRESS, LIVROS, REVISTAS, CURSOS, and CONGRESSOS. Below the menu, there are two images of teeth, labeled A and B. Image A shows normal pulp spaces, while image B shows reduced pulp spaces. Below the images is a caption: "Figura 7 - Redução dos espaços pulpares (B) pela deposição de dentina reacional induzida pela atrição de dentes afetados pelo bruxismo, em comparação com espaços pulpares normais (A).".

Below the caption is a paragraph of text in Portuguese: "Algumas populações, distribuídas por todos os continentes, têm o hábito de mascar misturas à base de tabaco, noz-moscada, cal, sementes e outros vegetais, como por exemplo o 'betel', na Índia; isso aumenta a frequência e o grau de severidade da atrição. O uso do tabaco sem fumaça, consumido por milhões de adolescentes e jovens adultos, também aumenta a frequência e a gravidade da atrição dentária, muito embora haja carência de estudos precisos sobre essa relação."

Below the text are three images showing cross-sections of teeth with wear and dentin deposition. The images are labeled with 'D' for dentin, 'E' for enamel, and 'DR' for dentin rest. A red arrow points from the 'DR' label in the middle image to the 'DR' label in the right image.

On the right side of the screenshot, there is a WhatsApp chat window with a contact named Debora, a commercial consultant. The chat history shows a conversation about a comment and image usage permissions. The messages are:

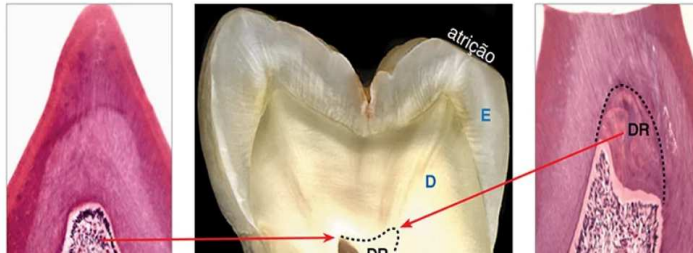
- Deborah: Deixe um comentário
- sheila bueno: posso sim 17:12
- sheila bueno: posso? 17:16
- sheila bueno: tem como vc me enviar isso por email? Meu orientador pediu todas as autorizações de uso de imagens 17:17
- sheila bueno: meu email é sheila.bueno.pt@gmail.com ou então shestil@hotmail.com

At the bottom of the chat window, there is a text input field with the placeholder "Digite sua mensagem".



Figura 7 - Redução dos espaços pulpareis (B) pela deposição de dentina reacional induzida pela atrição de dentes afetados pelo bruxismo, em comparação com espaços pulpareis normais (A).

Algumas populações, distribuídas por todos os continentes, têm o hábito de mascar misturas à base de tabaco, noz-moscada, cal, sementes e outros vegetais, como por exemplo o "betel", na Índia; isso aumenta a frequência e o grau de severidade da atrição. O uso do tabaco sem fumaça, consumido por milhões de adolescentes e jovens adultos, também aumenta a frequência e a gravidade da atrição dentária, muito embora haja carência de estudos precisos sobre essa relação.



Publicidade
Publicidade
Publicidade
Publicidade

