



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

REABILITAÇÃO ORAL COM CERÂMICA ALUMINOSA OU ZIRCÓNIA NOS PACIENTES COM DESGASTE DENTÁRIO DEVIDO AO BRUXISMO

Trabalho submetido por
Samuel Kerlogot
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

junho de 2023



EGAS MONIZ SCHOOL
of HEALTH & SCIENCE

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
EGAS MONIZ

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**REABILITAÇÃO ORAL COM CERÂMICA ALUMINOSA OU
ZIRCÓNIA NOS PACIENTES COM DESGASTE DENTÁRIO
DEVIDO AO BRUXISMO**

Trabalho submetido por
Samuel Kerlogot
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof. Doutor Sérgio Antunes Félix

junho de 2023

Agradecimentos

Agradeço ao Prof. Doutor Sérgio Antunes Félix a sua orientação, disponibilidade, paciência e compreensão ao longo de todo o processo de execução da dissertação, e durante o meu percurso académico, pré-clínico e clínico.

Agradeço aos meus pais todo o apoio e acompanhamento ao longo da minha vida, tendo sido essenciais nos últimos cinco anos para a concretização deste desafio.

Agradeço aos meus amigos e à minha família por estarem sempre por perto, para partilhar as alegrias e frustrações que a vida vai trazendo.

RESUMO

As lesões por desgaste dentário levam à perda irreversível do tecido dentário, sem que haja, na maioria dos casos, a presença de agentes bacterianos. Trata-se de lesões não cáries, que resultam de uma ação mecânica sobre o tecido dentário. Estas lesões podem ocorrer por abrasão, atrito, erosão ou abfração. Devido à sua etiologia multifatorial, o desgaste dentário pode manifestar-se de diferentes formas e, consequentemente, dificultar o correto diagnóstico e a atuação na etiologia da doença.

O Bruxismo é o ato de ranger ou apertar os dentes, sendo comum na população — 85% a 95% das pessoas relatam episódios de ranger os dentes pelo menos uma vez na sua vida. No entanto, quando se transforma numa parafunção, o Bruxismo representa um fator de risco importante para a estrutura dentária.

Reabilitar o doente com Bruxismo é um desafio que surge da parafunção, bem como do facto de a dentição estar gravemente desgastada. Há, na maioria dos casos, perda da dimensão vertical oclusal, complicações associadas de disfunção temporomandibular, aumento de hipersensibilidade dentária, pelo que a abordagem pelo clínico pode melhorar a deficiência mastigatória e ainda a estética.

A restauração dentária levanta questões sobre a gestão, o método e o tipo de restauração a ser realizada. Surgiram novas técnicas restaurativas, incluindo o desenvolvimento de métodos adesivos, que permitem preparações minimamente invasivas, privilegiando a conservação dos dentes.

A reabilitação oral pode ser realizada de diferentes formas. Nesta monografia, analisaremos o que os autores dizem sobre a utilização de restaurações indiretas, como as facetas e as coroas, e as restaurações diretas de resina composta. Num estudo clínico de pacientes com Bruxismo, registou-se uma taxa de sucesso considerável de 99,6% para restaurações com zircónia durante um período de 28 meses.

ABSTRACT

Dental wear lesions lead to irreversible loss of dental tissue without the presence, in most cases, of bacterial agents. These are non-carious lesions and result from mechanical actions on the dental tissue. These lesions can occur by abrasion, attrition, erosion, or abfraction. Due to their multifactorial etiology, dental wear can manifest in different ways and, as a result, a correct diagnosis and intervention in the disease's etiology can be challenging.

Bruxism is the act of grinding or clenching teeth, being common in the population, with 85% to 95% of people reporting episodes of teeth grinding at least once in their lifetime. Bruxism is an important risk factor for dental structure.

Rehabilitating patients with Bruxism it's a challenge that arises from the parafunction, as well as the fact that the dentition is severely worn. In most cases, there is a loss of occlusal vertical dimension, associated complications of temporomandibular disorders, increased tooth hypersensitivity. The clinician's approach can improve masticatory deficiency and aesthetics.

Dental restoration raises questions about management, method, and the type of restoration to be performed. New restorative techniques have emerged, including the development of adhesive methods, that allow minimally invasive preparations, prioritizing tooth conservation.

Oral rehabilitation can be performed in different ways. In this review, we will discuss what the authors say about the use of indirect restorations such as veneers and crowns, as well as an approach to direct composite resin restorations. In a clinical study of patients with Bruxism, a considerable success rate of 99.6% was reported for zirconia restorations over a 28-month period.

ÍNDICE GERAL

INTRODUÇÃO.....	13
DESENVOLVIMENTO.....	15
I - GENERALIDADE SOBRE BRUXISMO	15
1 - DEFINIÇÃO DO BRUXISMO.....	15
1.1. <i>Bruxismo diurno</i>	16
1.2. <i>Bruxismo noturno</i>	16
2 - FATORES ETIOLÓGICOS	18
2.1. <i>Fatores oclusais</i>	18
2.2. <i>Fatores de Conceitos Fisiopatológicos (Neurológico, Dopaminérgico, Genético)</i>	18
3 - MANIFESTAÇÕES CLÍNICAS ASSOCIADAS AO BRUXISMO.....	20
3.1. <i>Dentárias (desgaste, hipersensibilidade, fraturas, necrose da polpa)</i>	21
3.2. <i>Periodontal</i>	23
3.3. <i>Dimensão vertical</i>	23
3.4. <i>ATM: Articular</i>	24
3.5. <i>ATM: Muscular</i>	24
3.6. <i>Estética</i>	25
4 - TERAPIAS DIRECIONADAS AO BRUXISMO.....	25
4.1. <i>Oclusal</i>	25
4.2. <i>Farmacologia</i>	26
4.3. <i>Terapia cognitiva comportamental (TCC)</i>	26
II - REABILITAÇÕES DENTÁRIAS NOS DOENTES COM BRUXISMO:	
MATERIAIS RESTAURADORES	28
1 - SISTEMAS DE RESINAS	28
1.1 - <i>Definição</i>	28
1.2 - <i>Classificação das resinas compostas</i>	29
1.3 - <i>Quadro no Bruxismo</i>	33
2 - SISTEMAS DE CERÂMICAS	36
2.1 - <i>Definição</i>	36
2.2 - <i>Classificação das cerâmicas</i>	36

2.3 - <i>Quadro no Bruxismo</i>	38
3 - SISTEMAS DE IMPLANTE (OCLUSÃO)	39
III - REABILITAÇÃO PROTÉTICA COM CERÂMICA ALUMINOSA	42
1 - DEFINIÇÃO DA CERÂMICA ALUMINA.....	42
2 - PROPRIEDADE CERÂMICA ALUMINA	43
2.1. <i>Transformação térmica</i>	43
2.2. ESTABILIDADE.....	43
2.3. <i>Resistência</i>	44
2.4. <i>Biocompatibilidade</i>	45
2.5. <i>Translúcidez/Opacidade</i>	46
3 – USO DE CERÂMICA ALUMINA NO BRUXISMO	47
IV - REABILITAÇÃO PROTÉTICA COM ZIRCÓNIA	48
1 - DEFINIÇÃO ZIRCÓNIA.....	48
2 - PROPRIEDADES DA ZIRCÓNIA.....	49
2.1. <i>Transformação térmica</i>	49
2.2. <i>Estabilidade da zircónia tetragonal</i>	50
2.3. <i>Resistência da zircónia</i>	53
2.4. <i>Biocompatibilidade</i>	54
2.5. <i>Translúcidez/Opacidade</i>	55
3. LOW TEMPERATURE DEGRADATION (LTD).....	56
4. USO DE ZIRCÓNIA NO BRUXISMO	57
V - CONCLUSÃO	59
BIBLIOGRAFIA	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Abfração. Fonte: https://doi.org/10.4172/2161-1122.1000438	21
Figura 2: Atrição. Fonte: https://www.studiodentaire.com/conditions/fr/attrition	21
Figura 3: Abrasão. Fonte: https://ccmdental.com/que-es-la-abrasion-dental-causas-y-tratamiento/	22
Figura 4: Erosão. Fonte: https://www.clinicadentalmontane.com/blog/causas-erosion-dental/	22
Figura 5: Goteira oclusal. Fonte: https://centre-dentaire-saint-ouen.com/bruxisme-quest-cest/	25
Figura 6: A classificação das resinas compostas. (Zhou et al., 2019)	29
Figura 7: De acordo com Gracis et al. (2016): Diagrama de classificação cerâmicas....	37
Figura 8: Transformações alotrópicas dos cristais de ZrO_2 durante o aquecimento e resfriamento. Fonte: https://docplayer.fr/1883362-Support-de-cours-version-pdf-les-ceramiques-societe-francophone-de-biomateriaux-dentaires-j-dejou.html	49
Figura 9: Ilustração de zircónia de primeira e segunda geração (Stawarczyk et al., 2017).	51

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Diversas classificações do Bruxismo (Adaptado de Machado et al., 2020)...	17
Tabela 2: Resinas compostas: Vantagens e desvantagens (Duminil et Orthlieb, 2015), (Kwon e al., 2012), (Heintze et al., 2015), (Milosevic, 2018).....	35
Tabela 3: Biocompatibilidade das cerâmicas (adaptado de Gracis et al., 2016).....	36
Tabela 4: Cerâmicas: Vantagens e desvantagens (Duminil e Orthlieb., 2015).....	39
Tabela 5: Métodos laboratoriais de produção das estruturas de alumina (adaptado de Duarte, 2019).....	43
Tabela 6: Principais propriedades dos materiais cerâmicos odontológicos mais comuns de grau biomédico. (Galante et al., 2019).....	45
Tabela 7: Principais propriedades dos materiais cerâmicos odontológicos mais comuns de grau biomédico. (Galante et al., 2019).....	53

LISTA DE ABREVIATURAS

Al_2O_3 — Alumina

ATM — Articulação Temporomandibular

BS — Bruxismo Sono

CAD/CAM — Desenho assistido por computador/Fabrico assistido por computador

DTM — Dor Temporomandibular

DV — Dimensão Vertical

DVO — Dimensão Vertical Oclusal

FDA — *Food Drug Administration*

LTD — *Low Temperature Degradation*

PPF — Próteses Parciais Fixas

PTT — *Phase Transforming Hardening*

PSZ — Zircónia Parcialmente Estabilizada

TCC — Terapia Cognitivo Comportamental

TPZ — Tetragonal Zircónia Polycrystal

ZrO_2 — Zircónia

Introdução

Segundo Lobbezoo et al. (2013), o Bruxismo consiste na atividade repetitiva dos músculos da mandíbula, caracterizada pelo cerramento ou ranger dos dentes e/ou pela inclinação ou empuxo da mandíbula. O Bruxismo é uma das causas mais comuns do desgaste oclusal dos dentes, com perda da estrutura dentária causada pelo desgaste mecânico entre as superfícies dos dentes maxilares e mandibulares (Moreira et al., 2019). Com esta perda de tecido dentário, pode surgir sensibilidade aos estímulos térmicos, necrose de polpa e dor, principalmente, a de origem muscular (Lobbezoo et al., 2013).

A reabilitação de dentição com grande desgaste em doentes com Bruxismo é desafiante devido: à perda da estrutura dentária e dimensão vertical oclusal, a implicações temporomandibulares, a hipersensibilidade dentária e a deficiência mastigatória ou estética. A reabilitação protética de pacientes com Bruxismo deve ter em conta as necessidades de cada doente e do material disponível. Por essa razão, o tipo de material deve ser adequado para melhorar o prognóstico do tratamento, devendo ainda combinar as propriedades mecânicas com a estética (Moreira et al., 2019).

Nesta dissertação, focamo-nos em dois materiais cerâmicos utilizados em medicina dentária — a zircónia e a cerâmica aluminosa — e nas suas vantagens em doentes com Bruxismo. Ambos os materiais oferecem uma combinação de resistência, biocompatibilidade e estética, sendo particularmente indicados na reabilitação de doentes com distúrbios mastigatórios. O objetivo desta dissertação é, através dos trabalhos publicados, conhecer as vantagens e desvantagens do uso da cerâmica aluminosa e da zircónia na reabilitação oralem doentes com Bruxismo, à luz dos mais recentes avanços nesta área de investigação.

A pesquisa será feita a partir da consulta das seguintes bases de dados: Pubmed, Cochrane, *Google Scholar* e B-ON, bem como do acervo bibliográfico do Instituto Universitário Egas Moniz. Deste modo, recolheremos os artigos sobre o tema publicados

nos últimos dez anos, em língua inglesa, portuguesa e francesa. Após a leitura dos *abstracts*, escolher-se-ão os artigos selecionados e identificados com interesse científico. Serão consideradas na busca as seguintes palavras-chave: *bruxism, tooth wear, oral rehabilitation, vertical dimension, aluminium-ceramic, zirconia*.

Desenvolvimento

I - Generalidade sobre Bruxismo

1 - Definição do Bruxismo

Bruxismo vem da palavra grega "*brygmos*" que significa etimologicamente "ranger os dentes". O Bruxismo não é um fenómeno recente. Devido à sua complexidade, à sua abordagem multidisciplinar e aos numerosos trabalhos realizados, a definição de Bruxismo tem sofrido muitas evoluções ao longo dos anos (Lobbezoo et al., 2013).

Em 2013, Lobbezoo et al. foram consensuais em definir o Bruxismo como a atividade repetitiva dos músculos da mandíbula caracterizada pelo cerramento ou ranger dos dentes e/ou pela inclinação ou empuxo da mandíbula. O Bruxismo tem duas manifestações circadianas distintas: pode ocorrer durante o sono (designando-se Bruxismo noturno) ou durante o dia (designando-se Bruxismo diurno).

No entanto, em 2018, Lobbezoo e al. reuniram-se novamente para clarificar e distinguir as definições de Bruxismo diurno e de Bruxismo noturno. O Bruxismo deve ser considerado um fator de risco e não uma desordem em pessoas saudáveis.

Este fator de risco oral tem um impacto físico excessivo nos dentes, mas também sobre os tecidos orais, produzindo desgaste dentário, fissuras e fraturas, e ainda estar associado à presença de dores na mandíbula, dores de cabeça e distúrbios da articulação temporomandibular. No que diz respeito aos dentes, o Bruxismo pode provocar dores, um aumento da sensibilidade dentária e uma redução dos mesmos. Além disso, pode danificar tecidos orais como as gengivas, bochechas e língua, levando à dor, sangramento e ulceração (Lobbezoo et al., 2018).

É, portanto, um fenómeno complexo que representa um verdadeiro desafio para qualquer clínico, devido à sua origem multifatorial e às suas numerosas consequências funcionais e estéticas.

1.1. Bruxismo diurno

O Bruxismo diurno, também conhecido como Bruxismo desperto, caracteriza-se pela atividade muscular mastigatória durante o despertar, que ocorre por contacto repetitivo ou sustentado com os dentes e/ou aperto ou empurrão da mandíbula e não é um distúrbio do movimento em indivíduos saudáveis de outra forma (Lobbezoo et al., 2018).

1.2. Bruxismo noturno

O Bruxismo noturno, também conhecido como Bruxismo do sono, define-se como uma atividade muscular mastigatória durante o sono, que é caracterizada como rítmica (faseada) ou não rítmica (tónica) e não é um distúrbio do movimento ou um distúrbio do sono em indivíduos de outro modo saudáveis (Lobbezoo et al., 2018).

O Bruxismo pode ser classificado noutras categorias, a saber: diurno, noturno, cêntrico, excêntrico, crónico, agudo, primário e secundário (Machado et al., 2020).

Classificação	Características
Diurno	Apertar ou ranger os dentes e ter vários hábitos orais realizados de forma inconsciente pelo indivíduo, como morder a bochecha, a língua, objetos como a caneta, chupar o dedo, hábitos posturais errados, sendo observado em pessoas concentradas ou que executam atividades que requerem força.
Noturno	Episódios únicos (apertamento) e contrações rítmicas.
Cêntrico	Apertamento maxilo-mandibular, normalmente durante o sono, numa movimentação isométrica, sem que haja deslizamento e de forma contínua, por um determinado período.
Excêntrico	Atividade excêntrica determina o ato de ranger, onde existe o deslizamento e o apertamento dos dentes nas condições protusivas e lateroprotusivas e se o padrão de contração muscular é isotônico.
Crônico	Atribui-se uma adequação biológica e funcional do organismo.
Agudo	Aparece quando, por algum motivo, o processo se torna violento e ultrapassa a capacidade biológica de adaptação e defesa do sistema, provocando sinais e sintomas clínicos.
Primário	Idiopático e não está associado a uma causa médica evidente, psiquiátrica ou sistêmica.
Secundário	Relacionado com um transtorno clínico, sendo ele neurológico, psiquiátrico, transtornos de sono e fatores latrogénicos.

Tabela 1: Diversas classificações do Bruxismo (Adaptado de Machado et al., 2020).

2 - Fatores Etiológicos

2.1. Fatores oclusais

O conceito de oclusão dentária refere-se à forma como os dentes superiores da maxila e os dentes inferiores da mandíbula se tocam e funcionam em conjunto. Uma oclusão normal é uma oclusão estável, saudável e estética, em que os dentes se encontram corretamente alinhados nos arcos, em harmonia com todas as forças estáticas e dinâmicas que atuam sobre eles. A oclusão é uma parte importante da medicina dentária, porque ajuda a manter o equilíbrio global no corpo humano, assim como a atividade cerebral (Silva Ulloa et al., 2022).

Há muito tempo que o conceito de oclusão tem sido privilegiado na procura da etiologia do Bruxismo. No entanto, não é o único fator, nem é a consequência mais importante do Bruxismo (Duminil et Orthlieb., 2015).

Todos os tratamentos oclusais realizados nos doentes com Bruxismo devem ser considerados como tratamentos preventivos das consequências desta patologia, e não como tratamentos etiológicos desalinhados ou problemas dentários que também podem causar o cerramento dos dentes durante o sono. Aceita-se, assim, que as anomalias oclusais apenas desempenham um papel mínimo na génese do Bruxismo. No entanto, a oclusão desempenha, mais uma vez, um papel importante na realização de uma reabilitação oral (Duminil et Orthlieb., 2015).

2.2. Fatores de Conceitos Fisiopatológicos (Neurológico, Dopaminérgico, Genético)

Neurológico

As doenças neuropáticas podem ter diversas origens, quer sejam de estrutura neurológica ou de natureza química (medicamentos, drogas). Com efeito, o Bruxismo surge como sintoma de algumas neuropatias (epilepsia, doença de Parkinson, paralisia cerebral, doença de Huntington, espasmos hemifaciais, etc.), de hiperatividade tireoidiana, de crianças com retardo mental ou lesão cerebral e síndrome de Down. Os

traumatismos cerebrais também podem causar episódios de Bruxismo. A prevalência do Bruxismo atinge 38% de pessoas com retardo mental e 82% de pessoas com síndrome de Rett. Acredita-se que o Bruxismo, nestes pacientes, ocorra sobretudo durante a vigília (Monroy et al. 2012).

Além disso, certas substâncias, como o álcool, a cafeína, o tabaco, a cocaína, a heroína ou as anfetaminas, bem como alguns medicamentos, como os antipsicóticos, os antidopaminérgicos ou os antiarrítmicos, agravam os episódios de Bruxismo ou causam Bruxismo secundário (Carra et al. 2012) (Huynh et al. 2013).

Dopaminérgico

A dopamina é um neurotransmissor, que é utilizado para transmitir informação entre dois neurónios. A dopamina está envolvida no prazer, no desejo e no movimento (De Baat et al., 2020).

O papel do sistema dopaminérgico no controlo do comportamento estereotípico e nas perturbações motoras durante o sono está bem estabelecido; deste modo, parece ter uma importância considerável na génese do Bruxismo do sono. Foi sugerido pela primeira vez como resposta a episódios de Bruxismo na doença de Parkinson e em doentes esquizofrénicos com deficiência de dopamina como resultado do tratamento com L-dopa. Uma dose elevada de L-dopa leva a um aumento do Bruxismo, e uma dose baixa, a uma diminuição. Este fenómeno é consistente com alguns outros agonistas da dopamina que têm uma ação bidirecional. Pensa-se que a dopamina tem um papel modulador na atividade do Bruxismo, dependendo dos diferentes tipos de recetores e circuitos dopaminérgicos envolvidos (De Baat et al., 2020).

Segundo autores como Bracci e al., em 2022, sabe-se que os psicoestimulantes dopaminérgicos, como é o caso das anfetaminas, atuam nas manifestações de Bruxismo. Deste modo, crê-se que a farmacocinética poderá ter desempenhado um papel nas presentes conclusões. Os medicamentos dopaminérgicos podem atuar em diferentes tipos de recetores dopaminérgicos. Portanto, é possível que diferentes drogas possam agravar ou diminuir os efeitos associados ao Bruxismo, dependendo dos mecanismos específicos de funcionamento (Bracci et al., 2022).

Contudo, de acordo com De Baat e al. (2020), não existem dados baseados em estudos científicos que permitam retirar conclusões definitivas sobre quais as drogas e substâncias viciantes que induzem ou agravam o Bruxismo do sono e/ou o Bruxismo acordado.

Genética

Em relação aos fatores genéticos, não existem estudos suficientes que provem a existência de um padrão hereditário, sendo necessário efetuar estudos multigeracionais e identificações cromossômicas. No entanto, existem famílias com Bruxismo, o que pode sugerir um fator genético (Wieckiewicz et al., 2020).

De acordo com o estudo de Khoury e al. (2016), os dados polissonográficos mostram que 37% dos indivíduos com Bruxismo noturno tinham, pelo menos, um parente de primeiro grau com Bruxismo noturno relatado com um rácio de risco relativo de 4,625. Também o estudo de Rintakoski e al. (2012) refere que os fatores genéticos são responsáveis por uma proporção substancial da variação fenotípica do Bruxismo relacionado com o sono, sem diferença de género na sua arquitetura genética. Outro estudo piloto, realizado por Correia C. e al. (2015), afirma que o Bruxismo tem um impacto na dimensão do telómero. Os indivíduos que sofrem de Bruxismo têm um comprimento de telómero reduzido em comparação como os indivíduos sem Bruxismo e sem fatores de *stress* identificados.

3 - Manifestações clínicas associadas ao Bruxismo

Fadiga e/ou dor nos músculos mastigatórios e na articulação temporomandibular (ATM) e limitações funcionais, bem como complicações protéticas e desgaste mecânico dos dentes, são exemplos de resultados potencialmente negativos para a saúde devido ao Bruxismo (Bracci et al., 2022).

3.1. Dentárias (desgaste, hipersensibilidade, fraturas, necrose da polpa)

O desgaste dos dentes é um fenómeno fisiológico associado ao envelhecimento do indivíduo. Torna-se patológico quando é acelerado por fatores pouco comuns, como o Bruxismo (D'Incau et al. 2012).

Podemos distinguir quatro fenómenos de desgaste:

Abfração: desgaste no pescoço do dente provocado por um fator fora da boca.



Figura 1: Abfração. Fonte: <https://doi.org/10.4172/2161-1122.1000438>

Atrição: perda de substância pelo ranger dos dentes, na ausência de alimentos.



Figura 2: Atrição. Fonte: <https://www.studiodentaire.com/conditions/fr/attrition>

Abrasão: o mesmo desgaste que o atrito, mas os fatores que o provocam são externos, como o contacto repetido com objetos duros.



Figura 3: Abrasão. Fonte: <https://ccmdental.com/que-es-la-abrasion-dental-causas-y-tratamiento/>

Erosão: a desmineralização da estrutura dentária sob a influência de elementos ácidos ou químicos, como, por exemplo, refrigerantes.



Figura 4: Erosão. Fonte: <https://www.clinicadentalmontane.com/blog/causas-erosion-dental/>

O Bruxismo resulta em danos no tecido dentário, que podem ser mais ou menos importantes. Esta destruição dos tecidos pode repercutir-se no desenvolvimento de hipersensibilidades. O esmalte torna-se quebradiço e a dentina fica cada vez mais exposta se a parafunção não for cuidada, pondo em perigo a polpa dentária (Vavrina et Vavrina, 2020).

A hipersensibilidade caracteriza-se por dores agudas de curta duração em resposta a estímulos térmicos ou tácteis, como, por exemplo, quando se come gelados ou se toma café ou chá. Esta hipersensibilidade pode ter consequências na proteção dentino-pulpar, como retrações e/ou calcificações da polpa, fissuras/fraturas, reabsorções ou hipercementose. A ação de trincar e ranger os dentes é uma atividade que pode tornar-se dolorosa ao nível muscular, periodontal e também articular (Vavrina et Vavrina, 2020).

3.2. Periodontal

O periodonto é o tecido de suporte que envolve e mantém os dentes no lugar ao longo da vida; pode ser danificado, mas nem sempre.

No caso de uma boa higiene oral e de um periodonto saudável, a adaptação do tecido ocorre como resposta às cargas oclusais infligidas pelo Bruxismo.

No caso de um defeito periodontal, as forças excessivas exercidas pelo Bruxismo podem levar, em algumas situações, à inflamação e retração das gengivas, e exposição das raízes dos dentes, provocando sensibilidade dentária e risco de perda dos dentes (Nakayama et al., 2018).

3.3. Dimensão vertical

A reabilitação oclusal é a correlação de todos os tratamentos dentários indicados e necessários para um paciente específico, a fim de restaurar a sua oclusão para um funcionamento normal, melhorar a estética, preservar o dente e as suas estruturas de suporte. É assim que a Dimensão Vertical se torna importante. A Dimensão Vertical Oclusal (DVO) é a distância entre a mandíbula superior, representada pelo ponto subnasal, e a mandíbula inferior, representada pelo cravo quando a boca é fechada. A Dimensão Vertical Oclusal será estudada numa reconstrução protética, que corresponde ao DVO em oclusão intercuspídea máxima (Thirumurthy et al., 2012).

Em quase todos os casos com parafunção, a Dimensão Vertical é afetada; será mais ou menos afetada dependendo da gravidade. Uma diminuição da DV pode ocorrer por desgaste excessivo dos dentes, levando a problemas estéticos, musculares e funcionais (Tang et al., 2021).

O aumento da DVO deve ter em consideração a estrutura dos dentes residuais, o espaço disponível para restauração, as variáveis oclusais e a estética. No entanto, se a fisiologia pré-operatória do paciente não for avaliada com cuidado e a distância vertical for aumentada de forma arbitrária, a duração do tratamento poderá prolongar-se e estar

associada a muitas complicações. Portanto, a adaptabilidade das ATM e dos músculos deverá ser cuidadosamente avaliada e monitorizada. O espaço livre de funcionamento é uma referência importante para determinar se a DVO é apropriada ou não na prática clínica. Um espaço livre de 2 mm indica que a DVO pode ser aumentada com segurança. Além disso, os dados atuais mostram que o sistema estomatognático pode adaptar-se rapidamente a mudanças de distâncias verticais inferiores a 5 mm (Tang et al., 2021).

3.4. ATM: Articular

O Bruxismo mostra alguns sinais de disfunção musculo-articular, mas graças à grande capacidade de adaptação do aparelho mastigador, como a remodelação das superfícies articulares, a articulação temporomandibular (ATM) e os seus músculos são capazes de resistir a pressões elevadas. A ausência de dor em alguns pacientes com Bruxismo pode também dever-se ao treino dos seus músculos mastigatórios, ou a uma elevada resistência à fadiga ou à dor (Verhoeff et al.,2022).

A maioria dos pacientes com dor temporomandibular (DTM) relata um pico de dor orofacial à tarde, ou mesmo à noite, enquanto para os doentes com Bruxismo do sono este pico ocorre de manhã, principalmente com rigidez muscular ao acordar. DTM e o Bruxismo do sono são, portanto, duas condições diferentes (Verhoeff et al.,2022).

3.5. ATM: Muscular

No plano muscular, o cansaço e a dor nos músculos da mandíbula e do rosto são sentidos. Estes músculos, em particular os masséteres, tornam-se aumentados e doridos devido às contrações repetitivas e excessivas associadas à parafunção. A fadiga e a tensão muscular podem resultar em dores de cabeça, dores na mandíbula e problemas de sono (Verhoeff et al.,2022).

3.6. Estética

Esta parafunção pode levar a perturbações estéticas significativas, que são um resultado direto do grau de dano da estrutura dentária, podendo afetar a qualidade de vida do paciente. O dano estético é tanto maior quanto mais significativa for a destruição coronal dos dentes anteriores. As facetas de desgaste que surgem nas fases iniciais do Bruxismo não podem constituir um dano real. Nos dentes mandibulares, as facetas de desgaste só se tornam verdadeiramente visíveis quando a dentina aparece, formando ilhas mais ou menos amareladas ao nível das facetas de abrasão. A diminuição da altura coronal é mais prejudicial nos dentes anteriores maxilares. O aspeto "platô" das lesões com arestas limpas também confere ao sorriso uma aparência desagradável (Sternborg et al., 2018).

A função pode ser afetada e a estética alterada, resultando num impacto psicológico negativo e, nalguns casos, num isolamento social e numa má qualidade de vida (Sternborg et al., 2018).

4 - Terapias direcionadas ao Bruxismo

4.1. Oclusal

As órteses oclusais, como as goteiras, são usadas para proteger os dentes e as restaurações existentes. Nos pacientes com bruxismo ou hábitos parafuncionais graves, elas desempenham um papel fundamental após as restaurações protéticas. Estas placas são projetadas para estimular o condicionamento neuromuscular ou proporcionar alívio oclusal. Recomenda-se sempre o uso de placas oclusais rígidas com cobertura completa (Duminil e Orthlieb, 2015).



Figura 5: Goteira oclusal. Fonte: <https://centre-dentaire-saint-ouen.com/bruxisme-quest-cest/>

Contudo, é importante especificar que estas órteses oclusais não constituem um tratamento de cura nem do Bruxismo nem dos sinais e sintomas de disfunções temporomandibulares. Com efeito, trata-se apenas de um tratamento paliativo para danos dentários (Duminil et Orthlieb 2015).

4.2. Farmacologia

Não existem dados suficientes que permitam retirar conclusões definitivas sobre drogas que aliviam o Bruxismo do sono e/ou o Bruxismo acordado (De Baat et al., 2020).

Contudo, podemos observar o uso de algumas drogas durante episódios agudos, como benzodiazepinas, relaxantes musculares ou mesmo antidepressivos, mas sempre numa ótica de curto prazo e pontual (uso limitado a alguns dias para evitar dependência). Recentemente, produtos como o L-dopa (antiparkinsoniano), betabloqueadores (propranolol), ou gabapentina (antiepilético) em particular, mostraram resultados promissores na redução do Bruxismo. No entanto, a sua eficácia continua em investigação, pelo que a sua utilização ainda não é recomendada. Deve dar-se atenção aos efeitos secundários comuns ou efeitos adversos relatados pela U.S. Food and Drug Administration (FDA) (De Baat et al., 2020).

4.3. Terapia cognitiva comportamental (TCC)

Em 1939, Ramfjord foi o primeiro a considerar os efeitos psicossociais como possíveis fatores de risco para o desenvolvimento do Bruxismo, sendo os indivíduos que sofrem de depressão, ansiedade e *stress* os mais suscetíveis de desenvolver esta patologia (Ramfjord, 1961).

A TCC é uma abordagem atraente devido à sua eficácia, simplicidade e ausência de riscos, procurando resolver problemas relacionados com distúrbios emocionais e comportamentos disfuncionais. No caso da parafunção, esta abordagem implica explicar

ao paciente as características e causas desse hábito e, em seguida, ensiná-lo a controlar os seus hábitos (Duminil et Orthlieb 2015).

A cooperação, a motivação e o cumprimento são, pois, essenciais ao sucesso desta terapia, que demonstra ser eficaz na gestão da disfunção temporomandibular e dos efeitos do *stress*. A gestão da ansiedade apresenta resultados positivos na qualidade de sono. Na hora de deitar, é desejável regressar a um estado calmo, para evitar discussões que gerem *stress* ou irritação. Obviamente, estas terapias só são eficazes se o seguimento for regular e se a consciência do paciente for ótima. O paciente deve, assim, ser supervisionado e monitorizado durante esta reabilitação (Vlădutu et al., 2022).

O exercício físico é uma alternativa recomendada para a redução do *stress*, ao ter um impacto automático no Bruxismo, pela melhoria da coordenação nos sistemas motores e nas fases de sono.

II - Reabilitações dentárias nos doentes com Bruxismo: Materiais Restauradores

Durante a função mastigatória fisiológica, o ser humano desenvolve forças que atingem facilmente 200 N, dependendo de uma variedade de fatores. Nos pacientes com Bruxismo, estas forças podem ser até seis vezes maiores, com um aumento anormal da frequência e duração dos contactos interdentários, que contribuem significativamente para o desgaste dentário (Edmonds et Glowacka., 2020).

O Bruxismo é considerado a desordem funcional mais complexa e destrutiva, pelo que o objetivo do tratamento oral é proteger as estruturas dentárias residuais e otimizar a função oclusal. As modificações que se realizam têm de poupar as estruturas dentárias e respeitar uma excelente relação benefício/risco. O tratamento do desgaste superficial, desgaste rápido com perda de DVO difere do tratamento do desgaste lento e progressivo, em que a erosão alveolar compensa a perda de DVO (Duminil et Orthlieb 2015).

Para o paciente com Bruxismo, a escolha do biomaterial para restauração deve satisfazer critérios estéticos, biomecânicos, conservadores (minimamente invasivos) e biocompatíveis. Recomenda-se, por isso, o sistema de retenção do adesivo, sendo a cerâmica e as resinas compostas os materiais que melhor cumprem estes critérios (Duminil et Orthlieb 2015).

1 - Sistemas de resinas

1.1 - Definição

As resinas compostas são materiais à base de polímeros utilizados em odontologia para reparações estéticas. Pertencem ao grupo de restaurações dentárias que são fixadas por um mecanismo de polimerização de adição, que é desencadeado pela luz visível. Os monómeros são substâncias volumosas e viscosas que reagem para criar uma matriz orgânica forte e duradoura no serviço clínico (Nicholson et Czarnecka., 2016).

As propriedades não são ideais, mas são reforçadas, em grande parte, pela inclusão de pós inorgânicos finamente divididos, como copos de silicato de bário. Atualmente, as principais substâncias utilizadas são o Bisfenol-A-Glicidil Metacrilato (Bis-GMA) ou o Dimetacrilato de Uretano, embora outros monómeros sejam cada vez mais usados. Podem apresentar retração reduzida durante a polimerização, dependendo da sua composição química (Eliades et Brantley., 2016).

1.2 – Classificação das resinas compostas

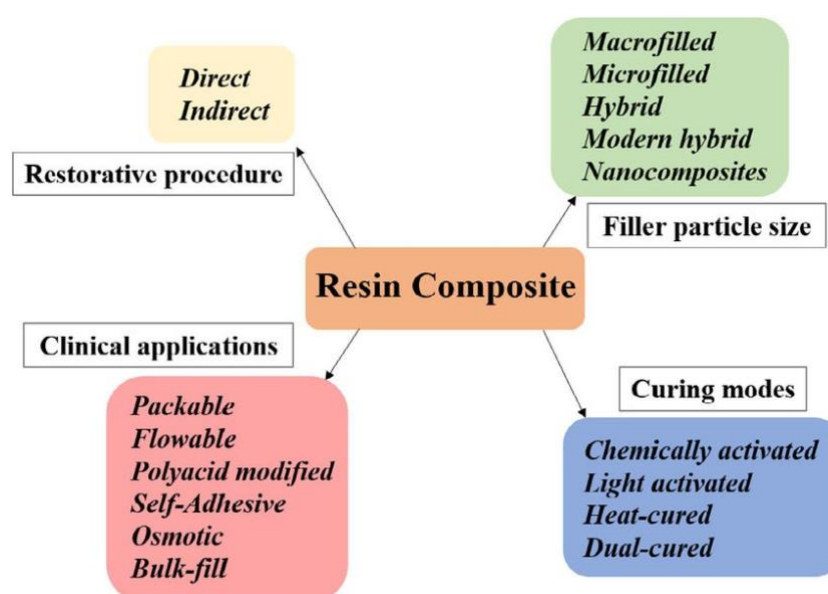


Figura 6: A classificação das resinas compostas. (Zhou et al., 2019)

Há muitos tipos de compósitos disponíveis para uso clínico, que levam à criação de vários sistemas de classificação. Os compósitos dentários podem dividir-se nas seguintes categorias, com base nas diferentes composições e características de desempenho:

- Tamanho das partículas de enchimento;
- Modos de polimerização;
- Procedimento restaurador;
- Aplicações clínicas

(Zhou et al., 2019).

- **Tamanho da partícula de enchimento**

O sistema de classificação mais comum para compósitos tem em conta a distribuição e o tamanho médio das partículas de enchimento. Com base nos sistemas de classificação de Lutz e Phillips, em 1983, os compósitos podem ser classificados como: compósitos *macrofilled* (10-50 μm), *microfilled* (40-50 nm), híbridos, híbridos modernos e nanocompósitos.

Os compósitos convencionais (10-50 μm) ou “*macrofilled*” são mecanicamente fortes, mas difíceis de polir e manter uma correspondência de cor favorável. Os compósitos “*microfilled*” são compostos de sílicas amorfas esféricas de cerca de 40-50 nm, esteticamente mais agradáveis, mas fraturam-se muito mais facilmente e, devido ao desgaste, perdem de forma significativa a forma anatômica. Os compósitos **híbridos** são considerados a nova geração de compósitos: incluem partículas de vidro de poucos micrómetros ou menos e pequenas quantidades de partículas de sílica coloidal (10-50 μm and 10-50 nm), com menor retração, melhor desempenho de polimento e de estética (Riva et Rahman, 2019).

Os compósitos **híbridos modernos** (0,5-1,0 μm and 10-50 nm) são indicados para restaurações estéticas de dentes anteriores, uma vez que oferecem uma variedade de diferentes tonalidades com opacidade e translucidez adequadas. Finalmente, surgem os **nanocompósitos** com fases inorgânicas de dimensões características na gama de 10-100 nm. Devido ao aumento do enchimento e à redução da quantidade de matriz de resina, os compósitos nano-enchidos reduzem, assim, a retração da polimerização, enquanto asseguram a estética e a resistência (Riva et Rahman, 2019).

- **Componentes no procedimento de restauração**

Os compósitos podem ser divididos em duas categorias: **diretos** e **indiretos**.

Os compósitos **diretos** são amplamente utilizados pelos dentistas para restaurar dentes anteriores danificados e a sua reabilitação ocorre num ambiente clínico, que pode ser difícil pela sensibilidade à técnica. Desde que os compósitos diretos foram introduzidos pela primeira vez como materiais de restauração dentária, têm demonstrado excelentes propriedades óticas e mecânicas.

Os compósitos **indiretos** são curados fora da boca, no consultório, sendo mais comum ocorrer em meio laboratorial. Os compósitos indiretos foram introduzidos por Touati e Mörmann para incrustações posteriores e *onlays* nos anos 80, oferecendo uma alternativa estética para grandes restaurações posteriores. Reduzem consideravelmente a retração da polimerização devido aos melhores e mais completos métodos de polimerização, pois são feitos fora da cavidade oral (Zhou et al., 2019).

- **Aplicações clínicas e requisitos funcionais**

Os compósitos **compactáveis** são resinas compostas dentárias comuns, amplamente utilizadas para restaurações posteriores como alternativa à amálgama. Introduzidas no final dos anos 90, são mais rígidas, menos pegajosas e mais fáceis de manusear pelos clínicos do que os compósitos convencionais. Estes materiais caracterizam-se por uma modelação mais fácil e um melhor desempenho operacional do que os compósitos convencionais. No entanto, alguns estudos demonstraram que as suas propriedades mecânicas ou físicas não são superiores às dos compósitos convencionais. Ainda são necessárias mais avaliações de desempenho clínico a longo prazo dos compósitos fluídos (Kiremitci et al., 2009).

Os compósitos **fluídos** têm despertado muita atenção desde que surgiram pela primeira vez na medicina dentária, em 1996. São compósitos convencionais com uma carga de enchimento reduzida de 50-70% (volume) para 37-53% (volume). Com uma viscosidade reduzida e uma maior fluidez, os compósitos fluídos podem penetrar pequenas fissuras ou cantos de uma cavidade com uma seringa de injeção, simplificando a operação de manuseamento e encurtando o tempo de operação.

Devido ao reduzido conteúdo de enchimento e à redução das propriedades físicas e resistência ao desgaste, não são recomendados para utilização em pacientes com Bruxismo. Recomenda-se que os compósitos fluídos sejam utilizados apenas para restaurações em áreas de baixo *stress* e não para restaurações posteriores em superfícies oclusais (Baroudi & Rodrigues, 2015).

Os **compómeros** fazem parte da família dos compósitos de resina modificada poliácido (compostos de alcenoato de poliácido e vidro). Pela facilidade de utilização e liberação de flúor, os compómeros têm sido rapidamente aceitos na medicina dentária. No entanto, também enfrentam vários problemas, como fragilidade, baixa resistência, longo tempo de cura e sensibilidade à água, o que limita as suas aplicações. A retração dos compómeros é ligeiramente inferior ou semelhante à dos compósitos fluídos, pelo que os compómeros são geralmente utilizados como *liner* ou base. Os compómeros demonstraram um desempenho clínico aceitável após 24 meses de avaliação clínica em restaurações de classe II de dentes primários em categorias de avaliação, como descoloração marginal, forma anatômica, cárie secundária, e assim por diante (Krämer et al., 2006).

Os compósitos **autoadesivos** combinam as vantagens da tecnologia adesiva e composta, ligando-se ao tecido dentário sem um adesivo separado. Estes materiais contêm monómeros autoadesivos e/ou autoadesivos capazes de morder superfícies de esmalte e dentina ou de se ligar quimicamente à apatite hidroxídica, como ácido 4-metacriloxietil trimelítico, monómeros de dimetacrilato de glicerol, monómero 10-MDP, e assim por diante. Os estudos clínicos em curso sobre estes produtos ainda são limitados. Os estudos laboratoriais revelam que ainda existem muitas controvérsias sobre a eficácia de ligação e das propriedades mecânicas, e alguns relatam que os compostos autoadesivos mostram uma interação limitada com a dentina ou o esmalte. (Peterson et al., 2018).

Foram apresentadas resinas de **infiltração** para o tratamento de lesões cariosas não cavitárias, como "lesões tipo cárie", "lesões brancas" ou "desmineralização do esmalte" (Borges et al., 2017). A infiltração da resina baseia-se na erosão do ácido clorídrico da superfície da lesão e posterior infiltração de uma resina de baixa viscosidade nos espaços inter cristalinos do esmalte hipocalcificado ou desmineralizado, o que altera

o índice de refração do esmalte poroso, de modo que este tipo de resina contenha menos enchimento, resultando numa menor resistência ao desgaste (Zhou et al., 2019).

Os compósitos de **enchimento** a granel permitem um enchimento gradual até 4 mm de espessura e asseguram uma polimerização suficiente a esta profundidade devido à translucidez, aumentando a profundidade de polimerização. Os compósitos de enchimento a granel oferecem melhor qualidade interfacial cervical e desempenho marginal semelhante em restaurações de enchimento a granel *versus* restaurações de compósitos incrementais de classe II. Como os compósitos a granel têm despertado mais atenção, a exploração dos seus benefícios clínicos parece ser significativa (Orłowski et al., 2015).

1.3 – Quadro no Bruxismo

Ao tratar um paciente com Bruxismo, a seleção do material de restauração deve atender a critérios estéticos, biomecânicos, conservadores (minimamente invasivos) e de compatibilidade com a cimentação. Por essas razões, recomenda-se o sistema de retenção adesiva, e tanto a cerâmica como as resinas compostas são os materiais que melhor satisfazem esses critérios (Duminil et Orthlieb., 2015).

A espessura do biomaterial é, por vezes, decisiva. No caso da resina composta, a espessura deve ser inferior a 2 mm. O desgaste devido à erosão puramente química permite a utilização de uma espessura cerâmica inferior às recomendações do fabricante (Milosevic, 2018).

Para a reconstrução dos dentes posteriores, é possível fazer um *inlay/onlay*, um *overlay* (uma peça protética que restaura toda a mesa oclusal), um *veneerlay* (uma peça protética que restaura a mesa oclusal e a face vestibular) e *table tops* (folheados oclusais raramente indicados para estes pacientes, porque são demasiado finos e mais indicados para restaurações de origem erosiva) (Duminil et Orthlieb., 2015).

Para reconstruir os dentes anteriores, aconselha-se a utilização de facetas vestibulares e/ou palatais. As facetas vestibulares apresentam a vantagem de restaurar o

desgaste na superfície vestibular e a borda incisal, permitindo uma restauração completa da guia anterior. As facetas palatais podem ser indicadas quando há desgaste nas superfícies linguais/palatinas dos dentes. Alguns especialistas recomendam um conceito ligeiramente mais invasivo, conhecido como folheado de 360°. No entanto, a indicação de facetas, com ou sem envolvimento palatino, considera-se arriscada nos pacientes com Bruxismo. Esta opção deve reservar-se apenas para pacientes que tenham demonstrado adesão ao protocolo de autocontrolo e que utilizem uma tala de proteção noturna (Kwon et al., 2012).

Cada caso deve ser avaliado individualmente, considerando-se a extensão do desgaste, a saúde bucal geral do paciente e a adesão ao tratamento recomendado. A abordagem mais adequada será determinada em conjunto com o dentista, ponderando-se os benefícios e riscos envolvidos.

RESINAS COMPOSTAS		
MÉTODOS DE COLAGEM	COMPÓSITOS DIRETOS	COMPÓSITOS INDIRETOS
VANTAGENS	— Meios simples e de baixo custo; — Tentativa de restauração de uma ligeira subguia; — 90% de sucesso após 30 meses em casos de elevação oclusal; — Pode ser utilizado como teste (avaliação segura da atividade de Bruxismo).	— Estética; — Melhores propriedades mecânicas (resinas compostas híbridas +++); — Melhor biocompatibilidade; — Tensões reduzidas durante a retração por polimerização (CAD/CAM +++).
VANTAGENS	— Dureza próxima do esmalte, minimiza o desgaste dos dentes antagônicos; — Pode ser reparada em caso de fratura; — Resistência à febre catarral comparável à da cerâmica.	
DESVANTAGENS	— Estética ao longo do tempo; — Dificuldade em controlar as morfologias nos planos funcional e estético.	— Requer passos laboratoriais; — Custos mais elevados (mesmo via CAD/CAM); — Controlo preciso de colagem (guia de colagem).
DESVANTAGENS	— Resistência limitada ao desgaste das resinas compostas utilizadas (renovação regular do material a ser considerado).	

Tabela 2: Resinas compostas: Vantagens e desvantagens (Duminil et Orthlieb., 2015), (Kwon et al., 2012), (Heintze et al., 2015), (Milosevic, 2018).

2 - Sistemas de cerâmicas

2.1 - Definição

A cerâmica dentária é um material usado na odontologia para o fabrico de coroas dentárias, pontes, *inlays* e *onlays*, e facetas dentárias. É utilizada para substituir a parte visível dos dentes, uma vez que possui uma aparência semelhante aos dentes naturais e é muito resistente ao desgaste e à descoloração. É também extremamente biocompatível, pelo que não causa reações alérgicas ou rejeição pelo organismo (Gracis et al., 2016).

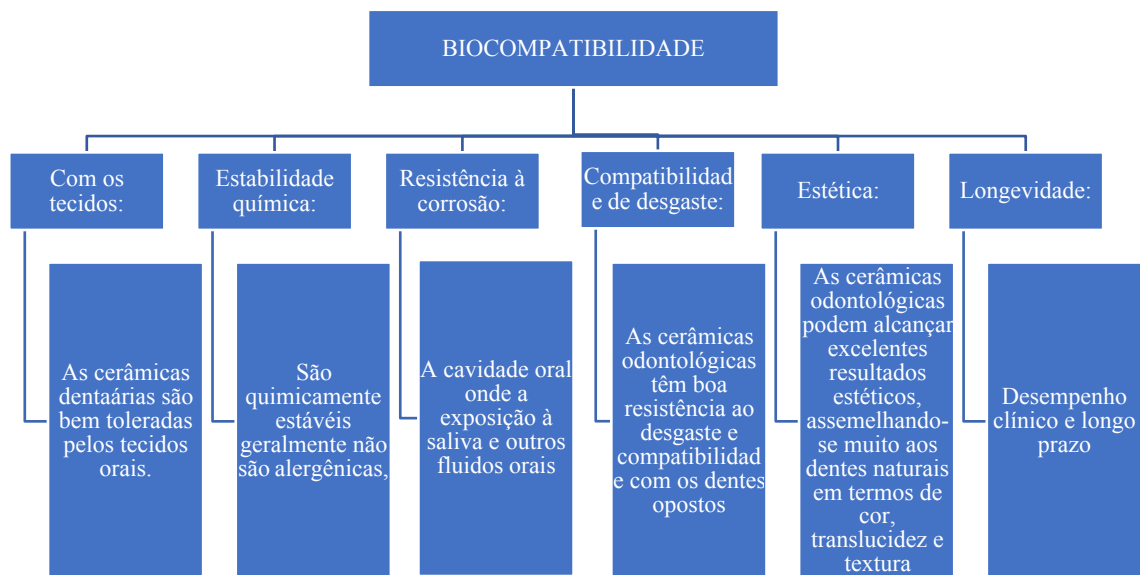


Tabela 3: Biocompatibilidade das cerâmicas (adaptado de Gracis et al., 2016).

2.2 - Classificação das cerâmicas

A última atualização da nova classificação da cerâmica dentária foi publicada, em 2016, por Gracis e outros autores. Este novo sistema de classificação organiza as cerâmicas em três famílias diferentes: cerâmica com matriz de vidro, cerâmica policristalina e cerâmica com matriz de resina. Os critérios utilizados para diferenciar os materiais cerâmicos baseiam-se na(s) fase(s) presente(s) na composição química (Gracis et al., 2016).

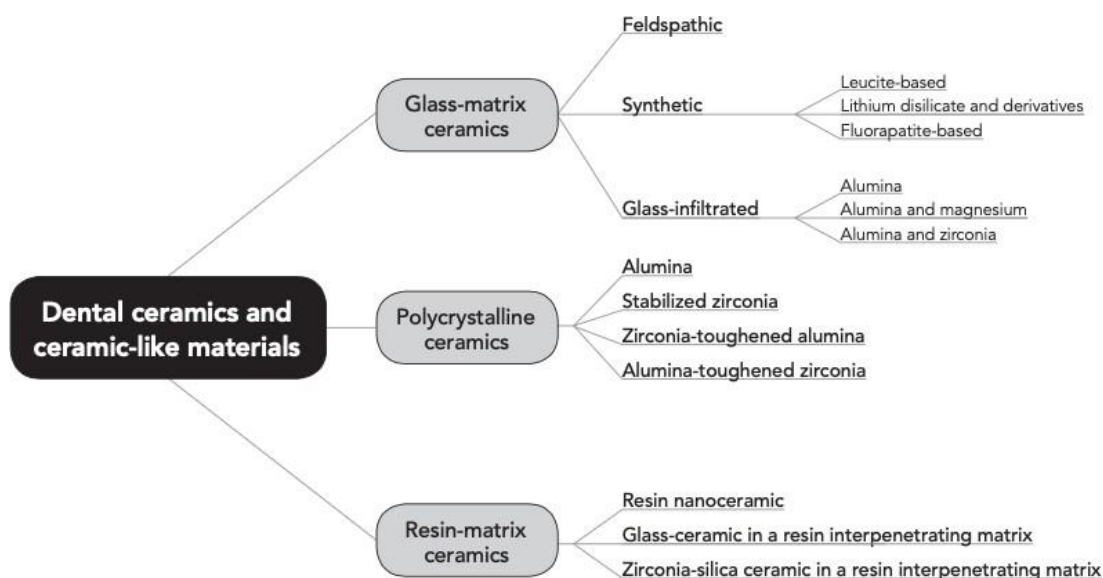


Figura 7: De acordo com Gracis et al (2016): Diagrama de classificação cerâmica.

Nesta classificação, propôs-se uma correlação direta entre a quantidade de vidro e as características estéticas e de resistência da restauração realizada em cerâmica. Esta correlação indica que as cerâmicas com predominância de vidro são muito estéticas, enquanto as cerâmicas policristalinas são muito menos estéticas, sendo utilizadas apenas como material de armadura. De certa forma, isto sugere uma relação entre a composição da cerâmica e as indicações (Gracis et al., 2016).

A estética é cada vez menos um problema, pois a zircónia, mais translúcida, e as vitrocerâmicas, como a alumina, são mais resistentes, e menos opacas. Permite-se, assim, o uso de zircónia translúcida e estética não apenas como infraestrutura para as reconstruções em faceta, como recomendado anteriormente, mas também para as reconstruções de contorno completo (Gracis et al., 2016).

2.3 - Quadro no Bruxismo

Os principais quatro fatores que influenciam a resistência à fratura de restaurações totalmente feitas em cerâmica são:

- O *design* da restauração;
- A preparação dos dentes;
- A cimentação;
- A espessura do material.

(Lan et al., 2022).

De acordo com o estudo de Lan e outros autores, em 2022, pretendeu-se determinar a espessura mínima necessária para uma coroa cerâmica híbrida monolítica utilizada na dentição posterior para o Bruxismo, e compreender melhor a suscetibilidade à propagação de fissuras em testes de carga estática, comparando os efeitos de diferentes substratos usados sob o novo material híbrido monolítico com diferentes espessuras. Concluiu-se que seria necessário um substrato rígido (zircônia) com pelo menos 2,0 mm de espessura para reabilitar, de forma mais fiável, o paciente com sintomas de Bruxismo. O estudo demonstrou ainda a capacidade de ela resistir ao efeito de uma força de mastigação em movimento de 800 N na dentição posterior (Lan et al., 2022).

A fiabilidade das restaurações em cerâmica na presença de Bruxismo é incerta. Apesar de existirem muitos estudos *in vitro*, eles não oferecem o mesmo valor de prognóstico ou de previsibilidade a longo prazo do tratamento que os estudos *in vivo*. Embora estudos clínicos longitudinais com mais de cinco anos forneçam, com certeza, dados científicos úteis, eles podem tornar-se obsoletos devido à rápida e constante evolução da tecnologia e dos materiais (Granell-Ruiz et al., 2014).

Cerâmica	
VANTAGENS +	— Estética estável ++; — Alta resistência mecânica (cerâmicas reforçadas ++); — Biocompatibilidade; — Possibilidade de utilizar a tecnologia CAD/CAM; => Eliminação da etapa de laboratório; => Restauração direta ou semidireta à beira da cadeira.
DESVANTAGENS -	— Molhabilidade; — Requer passos de laboratório; — Custo mais elevado (mesmo via CAD/CAM); — Controlo preciso de cimentação; — Impossibilidade de reparação em caso de fraturas.

Tabela 4: Cerâmicas: Vantagens e desvantagens (Duminil e Orthlieb., 2015).

3 - Sistemas de implante (oclusão)

Apesar da preferência pelos implantes dentários como método para substituir dentes perdidos, podem ocorrer complicações. Os implantes dentários permitem recuperar a normalidade funcional e estética após um tratamento bem-sucedido. O ranger ou apertar dos dentes durante a noite é um distúrbio motor comum designado por Bruxismo. As complicações protéticas podem variar de acordo com a gravidade do distúrbio (Mangano et al., 2014).

As complicações dos implantes podem ser divididas em duas partes: falhas precoces e falhas tardias.

As falhas precoces relacionam-se com a osteointegração. O implante não osteointegrado é perdido mesmo antes da primeira carga protética. As complicações biológicas também podem ser tardias: a perda óssea, superior a 0,2 mm por ano após o primeiro ano de atividade funcional, ocorre após a osseointegração e carga protética. Estas complicações tardias associam-se frequentemente à sobrecarga oclusal (Manfredini et al., 2014).

As falhas tardias relacionam-se com a sobrecarga oclusal. As complicações mecânicas correspondem a fraturas de implantes, perda ou fratura de parafusos de ligação, perda ou desgaste excessivo de componentes da superestrutura protética, ou desgaste excessivo ou fratura de cerâmica. O afrouxamento dos parafusos ocorre quando as forças oclusais excedem as forças estabilizadoras. As fraturas de implantes e parafusos são raras e ocorrem em alguns casos específicos (implantes de pequeno diâmetro, perda de osso para uma parte frágil do implante, etc.) (Manfredini et al., 2014).

Segundo alguns autores, algumas abordagens podem ajudar a reduzir os efeitos nocivos transmitidos aos implantes no que concerne aos aspetos cirúrgicos e protéticos da reabilitação (Manfredini et al., 2014).

A sobrecarga oclusal excessiva nos pacientes com Bruxismo é a principal causa de falhas, como fratura de implantes, afrouxamento de parafusos, fratura de parafusos e fratura de porcelana. Há necessidade de introduzir uma nova modalidade de tratamento nos pacientes com Bruxismo. Contudo, necessitam-se de estudos em grande escala para avaliar os resultados (Chitumalla et al., 2018).

No plano cirúrgico, é preferível, segundo Sarmiento e al., em 2012, sobrestimar o número de implantes, os seus diâmetros e comprimentos. A pressão exercida sobre os tecidos peri-implantares é reduzida e a resistência do implante, aumentada. A distribuição das cargas sobre os pilares afeta mais as superestruturas protéticas do que os próprios implantes; para otimizar a função oclusal, dirige-se as forças tão axialmente quanto possível e num único ponto.

No plano protético, é preferível, segundo Sarmiento e al. e Komiyama e al. (2012), solidificar as próteses, suportadas por implantes, para obter uma distribuição mais equilibrada das forças e menos *stressante* sobre o osso peri-implantar, o que também permite o equilíbrio oclusal, combinado com uma posterior desocclusão em movimentos excêntricos (reduz a componente oblíqua prejudicial das forças sobre os molares). E para respeitar os princípios protéticos como nos dentes naturais: anatomia, princípios oclusais, escolha de materiais, faces oclusais parcial ou totalmente metálicas. E, por fim, prever a possibilidade de desmontagem em caso de reparação.

A zircónia pode ser uma ótima opção de material a usar na reabilitação oral, tanto para implantes como para próteses sobre implantes. Os implantes de zircónia de uma única peça recomendam-se apenas em algumas situações clínicas, mas sempre com cautela, pois, até o momento, não existem dados suficientes sobre sua utilização clínica. O desempenho da zircónia utilizada como material protético para coroas simples suportadas por implantes foi considerado semelhante ao das coroas metalocerâmicas. No entanto, observou-se que ocorre uma maior percentagem de complicações com coroas de zircónia-cerâmica em comparação com coroas metalocerâmicas. No que diz respeito à zircónia na reabilitação de pacientes totalmente desdentados, as próteses monolíticas em zircónia suportadas por implantes podem ser uma opção no futuro, mas serão necessárias mais pesquisas (Cinquini et al., 2023).

III - Reabilitação protética com cerâmica aluminosa

1 - Definição da cerâmica alumina

O óxido de alumínio, também conhecido como alumina (Al_2O_3), é, provavelmente, o material mais estudado entre as cerâmicas para aplicações de cerâmica estrutural. A principal fonte de alumina é a bauxite, que se encontra em grandes quantidades por todo o globo, tornando este material relativamente barato. Normalmente, a alumina obtém-se através do processo Bayer (Lawson et Burgess, 2014).

A alumina (Al_2O_3) possui excelentes características, como boa resistência ao desgaste e à corrosão, alta dureza e baixo preço, tornando-a numa das cerâmicas estruturais mais estudadas. No entanto, as propriedades mecânicas, em particular a resistência à fratura, ainda estão longe de ser satisfatórias. Foram propostas estratégias para melhorar a fragilidade e alargar o campo de aplicação. Entre os métodos de reforço e endurecimento, a adição de aditivos como fase de reforço na matriz de Al_2O_3 revela-se numa abordagem útil. Até agora, muitos aditivos, incluindo partículas metálicas, partículas cerâmicas e fibras, têm sido utilizados para melhorar as propriedades mecânicas da Al_2O_3 . Não há dúvida de que a Al_2O_3 é um exemplo de sucesso, ao desempenhar um papel fundamental na melhoria da resistência à fratura (Al-Sanabani et al., 2014).

A introdução da alumina na odontologia teve como objetivo substituir as restaurações metalocerâmicas tradicionais, oferecendo uma melhor estética e uma maior resistência em comparação com outros materiais cerâmicos disponíveis na época em que foi inserida no mercado. Existem diferentes métodos laboratoriais para produzir estruturas de alumina, incluindo (Duarte, 2009):

Moldagem por injeção (<i>Slip-Casting</i>)	Sinterização	CAD-CAM
Solução de óxido de alumínio é depositada num modelo de gesso e depois aquecido num forno.	A alumina é aquecida abaixo do seu ponto de fusão, unindo-se a outras camadas e deixando zonas porosas, podendo ser infiltrada com vidro para preencher os espaços dessas porosidades.	Através de blocos de alumina pré-sinterizados, infiltrados ou não com vidro, apresentando estas infraestruturas melhores propriedades mecânicas do que outros métodos laboratoriais.

Tabela 5: Métodos laboratoriais de produção das estruturas de alumina (adaptado de Duarte, 2019)

2 - Propriedade cerâmica alumina

2.1. Transformação térmica

A alumina (Al_2O_3) pode ocorrer em muitas fases metaestáveis, que se transformam irreversivelmente em alfa-alumina quando aquecidas a 1050-1200 °C, dependendo das propriedades cristalinas dos precursores metaestáveis.

A estrutura cristalina da alfa-alumina (forma cristalina estável) é conhecida por apresentar uma disposição hexagonal compacta de íons de oxigênio. Na sua estrutura reticular, cada catião de alumínio (Al^{3+}) é cercado por aniões de oxigênio (O^{2-}), que formam dois triângulos regulares em ambos os lados, girados 180° e dispostos em planos paralelos. No plano termodinâmico, a alfa-alumina é o óxido de alumínio mais estável em comparação com as suas contrapartes transitórias e metaestáveis (Piconi et al., 2014).

2.2. Estabilidade

Depois de ser calcinada, a alumina pode apresentar sete fases cristalográficas distintas, mas para aplicações na construção de infraestruturas, a fase α ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$), mais

conhecida como coríndon, é a forma estrutural mais estável, utilizada, principalmente, devido à sua estrutura romboédrica. A estrutura da alumina é composta por planos compactos de iões de oxigénio empilhados numa sequência A-B-A-B, formando um arranjo hexagonal compacto de aniões. Os catiões ocupam os locais octaédricos deste arranjo e formam outro tipo de plano compacto, inserido entre as camadas de oxigénio. No entanto, para manter a neutralidade, apenas dois terços dos locais octaédricos são ocupados (Duarte, 2009).

Embora a estrutura $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ seja estável, outras fases metaestáveis ou de transição estão presentes à temperatura ambiente devido às baixas energias de superfície. As estruturas de transição mais comuns são $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ e $\theta\text{-Al}_2\text{O}_3$, que possuem uma estrutura tetragonal e monocíclica, respetivamente. São formas policristalinas com uma elevada área superficial específica e apresentam propriedades estruturais e aplicações muito diferentes da $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$. Estas formas obtêm-se a partir de hidróxidos de alumínio submetidos à calcinação e a temperaturas inferiores a 1000 °C. Um aquecimento adicional permite a formação da $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (Duarte, 2009).

2.3. Resistência

A cerâmica de alumina tem sido um material de relevo tecnológico ao longo da história da humanidade. A introdução da alumina nos implantes ortopédicos ocorreu pela primeira vez nos anos 70, contudo, as primeiras aplicações clínicas revelaram uma taxa de fratura na ordem dos 13%. O fracasso desta primeira geração de cerâmicas deveu-se ao facto de não poderem ser processadas até à sua densidade final. Uma segunda geração melhorada desta cerâmica, desenvolvida no final da década de 1980, alcançou uma densidade mais elevada e uma menor granulometria. A taxa de fratura associada à segunda geração de alumina caiu para menos de 5%. Atualmente, existe uma terceira geração de componentes cerâmicos caracterizados por uma elevada pureza, densidade total e microestrutura mais fina. Ao longo das últimas décadas, tem havido progressos notáveis nas propriedades mecânicas e nos métodos de fabrico de materiais cerâmicos (Al-Sanabani et al., 2014).

Alumina - based ceramics



- Modulus of elasticity: 380 GPa
- Flexural strength: 500 MPa
- Fracture toughness: 3.5 - 4 MPa.m^{1/2}
- Hardness: 22 GPa
- Tensile strength: 267 MPa

Tabela 6: Principais propriedades dos materiais cerâmicos odontológicos mais comuns de grau biomédico (Galante et al., 2019).

Os minerais que normalmente se usam para obter pós de alumina de pureza elevada (> 99,5% Al_2O_3) são a bauxite, um óxido de alumínio hidratado, e o coríndon nativo. Embora o processo Bayer ainda seja o mais comumente utilizado para converter a bauxite em alumina alfa, foram, no entanto, desenvolvidas alternativas, as quais dependem, à partida, do comportamento das matérias-primas e das suas fontes.

No plano termodinâmico, a alumina alfa é o óxido de alumínio mais estável. As fortes ligações químicas iónicas e covalentes entre Al^{3+} e O^{2-} são as responsáveis pelas características deste material, nomeadamente, pelo elevado ponto de fusão, pela baixa condutividade elétrica e térmica, pelo alto módulo elástico (rigidez) (500 MPa) e dureza, bem como pela excelente resistência ao ataque por parte de ácidos inorgânicos fortes, como o ácido ortofosfórico ou o ácido fluorídrico. A elevada dureza da alumina equivale a 20-30 GPa na escala de Mohs, o que torna a maquinagem difícil e dispendiosa. A alta rigidez (dez vezes o módulo da dentina) contribui para uma significativa desadequação elástica entre a estrutura dentária natural e o trabalho protético (Piconi et al., 2014).

2.4. Biocompatibilidade

Os testes de biocompatibilidade *in vitro* da alumina foram estudados, nos últimos anos, com várias linhas celulares (fibroblastos e osteoblastos) e células imunológicas com diversos ambientes celulares. Por outro lado, a alumina examinada podia estar em contacto direto ou indireto com as células cultivadas. Referiu-se que usando o método indireto não seria possível detetar uma reatividade biológica significativa à alumina. No entanto, os resultados do contacto direto das células com pós de alumina indicaram que a sua toxicidade era altamente dependente da sua concentração (Piconi et al., 2014).

Além disso, existem várias formações físicas, como pós, grânulos e estruturas densas ou porosas de barras ou grânulos, que podem afetar as respostas celulares e moleculares (Ramavath, Papitha, Ramesh, Babu, et Johnson, 2014).

2.5. Translúcidez/Opacidade

As restaurações cerâmicas estratificadas são influenciadas pela espessura do núcleo, pela espessura do revestimento e pela interação entre ambos. Se a maior parte da luz que atravessa a restauração cerâmica for transmitida de forma difusa e apenas uma parte for dispersa, o material parecerá translúcido. A quantidade de luz absorvida, refletida e transmitida depende da quantidade de cristais na matriz do núcleo, da sua natureza química e do tamanho das partículas em relação ao comprimento de onda da luz incidente. A translúcidez do núcleo é um elemento primário no controle da estética e um fator crítico na seleção dos materiais. No entanto, o aumento do conteúdo cristalino para obter maior resistência resulta, geralmente, numa maior opacidade (Şahin e al., 2010).

As variações de cor ocorrem com base no número de queimas e nas cores do esmalte de porcelana. As possíveis fontes de variações na queima incluem: espessura e cor do opaco; espessura, cor e translúcidez da pasta e camadas de esmalte; temperatura de queima; número de queimas e número de cores de porcelana (Şahin et al., 2010).

O estudo realizado por Şahin e a sua equipa indica mudanças de cor impercetíveis para o sistema cerâmico à base de alumina quando este é sujeito a um número repetido de queimas. Um estudo anterior mostrou que os sistemas de núcleo cerâmico, com o aumento do número de queimas, eram mais estáveis do que os sistemas cerâmicos de metal. Pode esperar-se que o sistema cerâmico à base de alumina apresente uma maior estabilidade de cor do que os sistemas cerâmicos de metal (Şahin et al., 2010).

3 – Uso de Cerâmica alumina no Bruxismo

A elevada dureza do óxido de alumínio (Al_2O_3), de aproximadamente 9 na escala de Mohs, confere-lhe uma resistência ao desgaste muito alta em comparação com outras cerâmicas. No entanto, pelo mesmo motivo, o elevado módulo de elasticidade (380 GPa) torna-a numa cerâmica vulnerável à fratura devido à sua rigidez. Atualmente, são apenas utilizadas para a estrutura interna, sendo posteriormente revestidas com cerâmicas de baixo teor de alumina. A introdução de materiais como a zircónia tornou-se numa alternativa comum para encontrar um compromisso (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018; Martínez Rus et al., 2007).

Em relação ao desenvolvimento das propriedades cromáticas das cerâmicas usadas na confecção de facetas, os dois representantes deste tipo de cerâmica utilizados na odontologia são: o sistema InCeram® AL (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemanha) e o sistema Procera® AllCeram (Nobel Biocare, Goteborg, Suécia) (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018; Schmitter et al., 2022).

As propriedades óticas e a resistência final da cerâmica dependem da composição química do núcleo poroso. O sistema Procera All-Ceram® é composto por um núcleo de alta pureza com 99,5% de óxido de alumínio (Al_2O_3), e revestido por uma cerâmica de alumina compatível. O sistema In-ceram® é uma vitrocerâmica que apresenta uma resistência à rutura e à flexão mais alta (487-700 MPa), mas também uma maior translucidez, sendo indicado para coroas unitárias na região anterior (Gopal, 2017; Gracis et al., 2016; Schmitter et al., 2022).

Ao ser confeccionada por CAD/CAM, o *scanner* digitaliza a superfície da preparação dentária e envia estes dados eletronicamente para uma unidade de fresagem, que produz uma peça aumentada em 20%, compensando a contração durante o processo de sinterização. Estes tipos de cerâmica são resistentes a ataques de ácidos como o ácido fluorídrico, tornando-se necessário realizar um pré-tratamento abrasivo da superfície interna antes de cimentar. Este sistema é indicado para coroas anteriores (Gopal, 2017; Schmitter et al., 2022).

IV - Reabilitação protética com Zircónia

1 - Definição zircónia

O zircónio é o elemento químico com número atómico 40 e símbolo Zr na tabela periódica de elementos de Mendeleiev. É um membro da família dos metais e vem do árabe "zargon", que significa cor dourada, que, por sua vez, vem das palavras persa "zar" (ouro) e "gun" (cor) (Zang et Relvado, 2019).

A zircónia, que corresponde ao dióxido de zircónio cristalino (ZrO_2) e pertence à família da cerâmica, inclui compostos policristalinos obtidos por sinterização, um mecanismo que permite a aglomeração de pó por aquecimento. As cerâmicas dentárias costumam ser compostas por estruturas inorgânicas não metálicas, que contêm, principalmente, compostos de oxigénio com um ou mais elementos metálicos ou semimetálicos. e não reabsorvíveis como a alumina e a zircónia (Stawarczyk et al., 2017).

Há muitos anos que a zircónia é usada na indústria, em particular, na aeronáutica e nos setores mecânico e químico, não sendo, também, um material novo no campo biomédico. Após um trabalho inicial nos anos 60, a partir de 1985, a zircónia começou a ser utilizada em ortopedia — cabeça femoral para próteses de anca, joelho e dedos —, classificando-se como uma biocerâmica inerte implantável. Posteriormente, foi aplicada na medicina dentária: coroas, implantes, braquetes (Stawarczyk et al., 2017).

Existem diferentes variedades de zircónia devido aos diferentes processos de prensagem (axial, isostática, mista). A temperatura de sinterização, assim como o tipo de estabilizadores utilizados (óxido de ítrio, óxido de magnésio, etc.) têm influência no produto final. Destes critérios dependem a granulometria, a variedade cristalográfica e a densidade: assim como, as propriedades físicas e químicas (Stawarczyk et al., 2017).

2 - Propriedades da zircónia

2.1. Transformação térmica

A estrutura cristalográfica da zircónia possui características muito específicas que explicam, em grande parte, as suas propriedades físicas e químicas. Dependendo da temperatura da zircónia, existem três fases cristalográficas diferentes:

- Zircónia monoclinica: estável até 1170 °C;
- Zircónia quadrática: estável entre 1170 °C e 2370 °C;
- Zircónia cúbica: estável desde 2370 °C até ao ponto de fusão de 2690 °C.

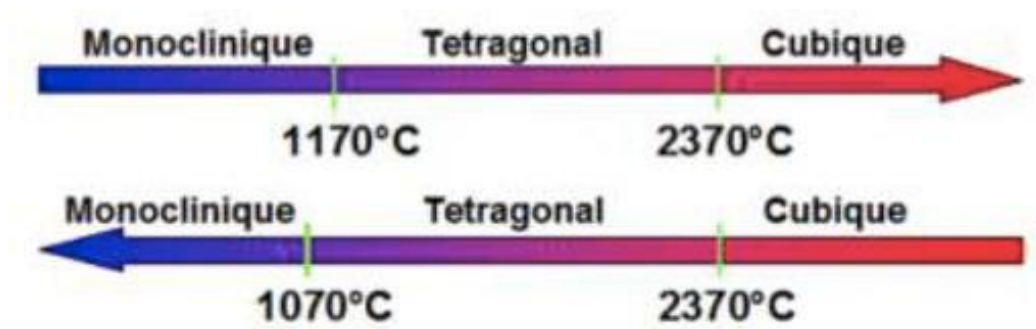


Figura 8: Transformações alotrópicas dos cristais de ZrO_2 durante o aquecimento e resfriamento. Fonte: <https://docplayer.fr/1883362-Support-de-cours-version-pdf-les-ceramiques-societe-francophone-de-biomateriaux-dentaires-j-dejou.html>

Diz-se que a zircónia pura é monoclinica à temperatura ambiente quando permanece estável até 1170 °C. Acima desta temperatura, transforma-se na fase tetragonal, que existe até ao ponto de fusão de 2370 °C, provocando uma perda de volume de cerca de 5%, passando para a fase cúbica. Durante o arrefecimento, a fase tetragonal converte-se de novo na fase monoclinica a uma temperatura inferior a 1070 °C, durante a qual adiciona-se uma expansão de volume de 3 a 5% (Stawarczyk et al., 2017).

A fase tetragonal reúne as melhores propriedades mecânicas, seguida da fase cúbica e, finalmente, da fase monoclinica. A passagem para esta última fase é acompanhada de uma redução da coesão das partículas cerâmicas e de uma diminuição da densidade. Estas transformações, durante o aquecimento e arrefecimento do material, provocam tensões significativas que levam à sua fratura (Stawarczyk et al., 2017).

2.2. Estabilidade da zircônia tetragonal

A adição de uma pequena quantidade de óxidos (MgO , CaO , Y_2O_3) estabiliza a fase cúbica, ao diminuir a temperatura até à temperatura ambiente. O resultado é uma zircônia estável.

É por isso que os fabricantes procuraram estabilizar a estrutura da cerâmica à base de ZrO_2 quer na fase tetragonal quer na fase cúbica. Esta estabilização obteve-se adicionando óxido de ítrio à composição cerâmica, resultando numa cerâmica de zircônia parcialmente estabilizada (Y-TZP). O óxido de ítrio estabiliza tanto na fase tetragonal como na fase cúbica. Nos últimos modelos da chamada zircônia 'cúbica', aumentou-se a concentração de ítrio para 5%, com a fase cúbica a ganhar relevo, e a melhorarem-se as propriedades óticas (Stawarczyk et al., 2017).

A zircônia da nova geração contém uma proporção crescente de óxido de ítrio, o que leva à formação não só da fase tetragonal metaestável. A fase tetragonal metaestável refere-se a um estado de estrutura cristalina que ocorre em alguns materiais quando são submetidos a condições específicas de temperatura e pressão, acontecendo o mesmo com as partes cúbicas da estrutura. Esta estrutura mista é conhecida como zircônia totalmente estabilizada e representa a terceira geração, na qual, ao contrário da zircônia parcialmente estabilizada das primeira e segunda gerações, nenhuma transformação das fases estruturantes ocorre sob tensões induzidas (Stawarczyk et al., 2017).

Três gerações de zircônia

A zircônia convencional (3Y-TZP) é composta por 3% de moles de óxido de ítrio (Y_2O_3). Apresenta uma pequena granulometria (0,3-0,5 μm), possui uma resistência à fratura de 9-10 MPa/m^2 e uma resistência à flexão de mais de 1 GPa. Esta zircônia de primeira geração tem a vantagem de ser muito forte (900-1200 MPa), mas, como desvantagem, apresenta escassas propriedades estéticas (Ahmed et al., 2019).

A zircônia de segunda geração, conhecida como zircônia parcialmente estabilizada (3Y-TZP), contém 3% de moles de Y_2O_3 , bem como uma diminuição do número e tamanho dos grãos de alumina Al_2O_3 e um aumento do conteúdo da fase cúbica

entre 20 e 30%. As alterações na composição e microestrutura do material permitem o fabrico de uma zircónia bastante translúcida, o que melhora a estética. O reposicionamento dos grãos de Al_2O_3 , cujo índice de refração é muito diferente do dos grãos de zircónia, permite, simultaneamente, uma melhor transmissão de luz, uma boa estabilidade a longo prazo e uma elevada resistência (900-1150 MPa) (Ahmed et al., 2019) (Stawarczyk et al., 2017).

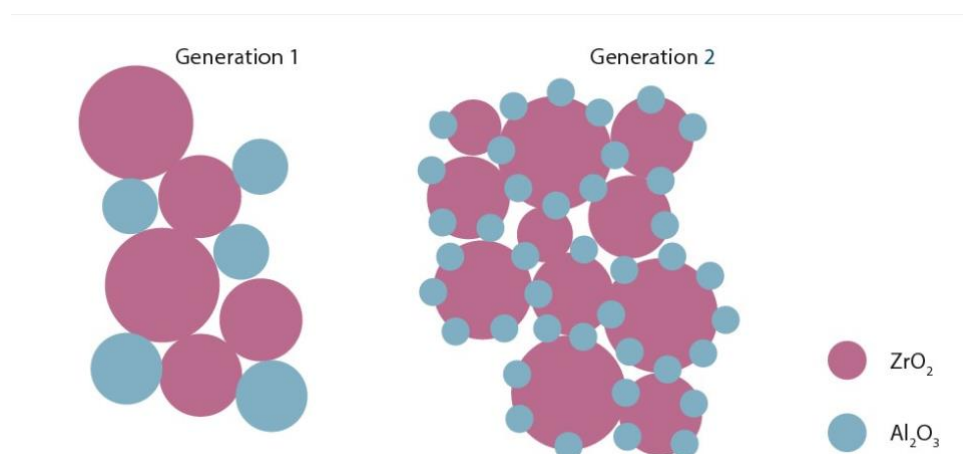


Figura 9: Ilustração de zircónia da primeira e segunda geração (Stawarczyk et al., 2017).

A zircónia de terceira geração (5Y-TZP) contém 5% de moles de Y_2O_3 e tem mais zircónia cúbica isotrópica ótica (50-80%), com uma granulometria maior. Esta zircónia é controversa em comparação com a primeira e segunda gerações, uma vez que não só é estável na fase tetragonal, como também contém uma proporção de fase cúbica até 53%. Os cristais cúbicos têm um volume maior do que os cristais tetragonais, deixando menos dispersão de luz nos limites dos grãos e das porosidades residuais, tornando o material mais translúcido. Diz-se que as estruturas cristalinas cúbicas são mais isotrópicas do que as estruturas tetragonais, o que tem uma influência significativa na translucidez e também na resistência do material (450-740 MPa) (Ahmed et al., 2019) (Stawarczyk et al., 2017).

De acordo com informações fornecidas pelos fabricantes de zircónia em pó, a zircónia de terceira geração não sofre envelhecimento hidrotérmico. O material mantém a sua microestrutura e resistência, mesmo com o aumento do tempo de desgaste.

Inversamente, a tenacidade do material é menor devido à estabilização cúbica/tetragonal. No entanto, ainda existe pouca literatura científica independente sobre este assunto.

Os grãos tetragonais são estáveis na natureza e podem transformar-se espontaneamente numa forma monolítica, induzindo *stress* e, no limite, levar à fratura. As propriedades mecânicas da zircônia parcialmente estabilizada (PSZ) são largamente influenciadas pelo tamanho do grão e pelo conteúdo de ítrio. A fim de melhorar as propriedades óticas da zircônia monolítica, os fabricantes produziram zircônia estabilizada por ítrio adicionando mais zircônia na forma cúbica e aumentando a quantidade de ítrio de 6% para 8%, sendo esta estabilização em grande parte dependente da temperatura de sinterização. Esta zircônia, denominada zircônia totalmente estabilizada (FSZ), possui propriedades físicas e mecânicas inferiores à zircônia PSZ, com uma resistência à flexão inferior a 600 MPa (Sulaiman et al., 2017).

Entre os materiais cerâmicos, a zircônia tetragonal policristalina estabilizada com 3% de ítrio (3Y-TZP) tornou-se uma referência nas reabilitações orais devido às excelentes propriedades mecânicas e por apresentar uma estética aceitável. Em termos de resistência à flexão, a 3Y-TZP é a única cerâmica de óxido que garante valores superiores a 1000 MPa, permitindo restaurações muito finas e múltiplas (Camposilvan et al., 2018). A típica zircônia 3Y-TZP consiste em 5,18% do seu peso em ítrio (3% mol ítrio) e 90% ou mais de zircônia na sua forma tetragonal. A 3M ESPE® apresentou, em 2014, uma zircônia translúcida experimental que continha 7,10% do seu peso em zircônia estabilizada em ítrio, resultando em 75% de zircônia tetragonal e 25% de zircônia na sua fase cúbica e com uma granulometria média de 150 nm. A Tosho Corporation© utilizou a mesma estratégia para produzir uma nova zircônia translúcida. Nesta empresa, usou-se uma maior concentração de ítrio para aumentar a fase cúbica. A fase tetragonal foi reduzida, tendo esta transformação diminuído a resistência à flexão e à fratura para metade ou dois terços da zircônia tetragonal parcialmente estabilizada. Em teoria, 8% mol de ítrio resulta na estabilização completa da fase cúbica e 4-5% mol de óxido de ítrio (4Y-TZP e 5Y-TZP) resulta na estabilização parcial da fase cúbica na ordem dos 50%. A zircônia contendo 8% mol de ítrio foi comercializada como zircônia ultratranslúcida. A zircônia contendo 5% de ítrio designa-se zircônia altamente translúcida. A nomeação de diferentes tipos de zircônia com diferentes níveis de translucidez e diferentes métodos de

fabrico permanece confusa e seria necessário um sistema de classificação mais preciso (Ghodsi & Jafarian, 2018).

2.3. Resistência da zircónia

Existem diversas variantes de cerâmica de zircónia estabilizadas com ítria, especialmente no que diz respeito à quantidade deste óxido. A zircónia mais convencional, e, de longe, a mais utilizada, é a zircónia tetragonal estabilizada com 3% mol de óxido de ítrio (3Y-TZP). Caracteriza-se por apresentar excelentes propriedades mecânicas, com elevada resistência (capacidade de prevenir a formação de fissuras) e tenacidade (capacidade de prevenir a propagação de danos quando se formam fissuras). No entanto, esta zircónia é opaca e normalmente utilizada em *copings* e estruturas para próteses fixas (Fei Zhang et al., 2020).

Zirconia- based ceramics
ZrO₂

- Modulus of elasticity: 100–250 GPa
- Flexural strength: 177–1000 MPa
- Fracture toughness: 1-8 MPa.m^{1/2}
- Hardness: 5–15 GPa
- Tensile strength: 115–711 MPa

Tabela 7: Principais propriedades dos materiais cerâmicos odontológicos mais comuns de grau biomédico. (Galante et al., 2019)

A resistência e dureza da zircónia estabilizada com 5% mol de ítrio pode ser reduzida a metade para valores próximos dos da vitrocerâmica e, por isso, é mais adequada para restaurações anteriores. Convém recordar que o aumento do teor de ítrio confere à zircónia maior translucidez e melhor estabilidade quando sujeita a baixas temperaturas e humidade (envelhecimento), mas piores propriedades mecânicas (Fei Zhang et al., 2020).

Takaki relatou, em 2016, que as propriedades mecânicas como a resistência à flexão e a resistência à fratura diminuem significativamente com o aumento do conteúdo

de ítrio de 2,5 para 5% mol. As propriedades mecânicas da zircônia translúcida podem ser um problema, uma vez que estas composições permitem a produção de zircônia extremamente translúcida (Harada et al., 2016).

Um recente estudo *in vitro* mostrou que a zircônia monolítica é mais forte do que o dissilicato monolítico de lítio, a zircônia estratificada ou a cerâmica metálica. A resistência à fratura da zircônia monolítica de 1,0 mm de espessura é equivalente à da cerâmica metálica. O termo "cerâmica metálica" também pode referir-se a outros tipos de materiais, como ligas de vidro metálico, que possuem uma estrutura amorfa em vez de uma matriz cerâmica. Estes materiais possuem propriedades interessantes, como resistência e elasticidade elevadas, sendo, também, amplamente utilizados em diversas aplicações (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018).

A espessura de margem recomendada nas ligas fundidas é de aproximadamente 0,5 mm. Assim, a zircônia de elevada translucidez, em comparação com a zircônia usada em capas e estruturas, pode ser considerada uma alternativa conservadora em segmentos posteriores sobre dentes pigmentados. Dado que apenas se recomenda uma espessura oclusal de 1,0 mm e uma espessura de margem de 0,5 mm, este tipo de restaurações monolíticas de zircônia pode ser uma solução estética e funcional (Harada et al., 2016).

2.4. Biocompatibilidade

A zircônia pertence à classe de cerâmicas inertes, pelo que é extremamente biocompatível. A inércia química dos materiais cerâmicos permite minimizar as reações do hospedeiro. A estabilidade da estrutura química da zircônia confere-lhe uma excelente biocompatibilidade. As cerâmicas são muito mais estáveis do que as resinas ou os metais, pois não sofrem degradação por corrosão (Kazi & Yamagiwa, 2020).

Dada a sua biocompatibilidade, a zircônia possui diversas qualidades (Zhang & Lawn, 2019):

- Alta resistência à corrosão;
- Inércia química;
- Ausência de artefactos em exames de tomografia e ressonância magnética;
- Ausência de toxicidade;

- Ausência de biometalismo;
- Excelente tolerância tecidual;
- Melhores propriedades antiplaca dental;
- Coeficiente de fragmentação muito baixo.

2.5. Translucidez/Opacidade

Anteriormente, segundo Stawarczyk e al., em 2017, observámos que aumentar a fase cúbica a partir do óxido de ítrio, para aumentar a translucidez, tem um efeito negativo sobre a resistência da zircónia, mas um efeito positivo sobre a translucidez.

A translucidez da zircónia de terceira geração foi comparada por Harata e al. (2016) com a do dissilicato de lítio. Com uma espessura de 0,5 mm, o dissilicato de lítio IPS e.max CAD LT (Ivoclar Vivadent®, Schaan, Liechtenstein) mostrou uma translucidez significativamente superior à da zircónia. Com uma espessura de 1 mm, chegaram também à mesma conclusão. No entanto, as restaurações monolíticas de dissilicato de lítio requerem uma maior espessura (aproximadamente 1,5 mm ou mais) para suportar as tensões na boca. Embora a zircónia seja menos translúcida, é capaz de suportar cargas mastigatórias com uma espessura menor, tornando-a comparável ao dissilicato de lítio com a sua espessura mínima de resistência. Assim, a zircónia de terceira geração pode ser utilizada na prática clínica em indicações de restaurações monolíticas com menor redução oclusal dos dentes (Bogna Stawarczyk e al., 2017).

Assim, a zircónia 5Y-TZP não é recomendada para restaurações múltiplas com mais de três elementos na área posterior. A zircónia altamente translúcida tem a vantagem de apresentar uma espessura mínima de 0,1-0,3 mm em folheados, o que a torna mais conservadora do que as restaurações em vitrocerâmica (Ghodsi & Jafarian, 2018).

Verificou-se que a zircónia não possui uma translucidez elevada, o que se deve a uma elevada birrefringência, que é um efeito da fase tetragonal da zircónia ($t\text{-ZrO}_2$). A fase tetragonal da zircónia e todos os cristais não-cúbicos são opticamente anisotrópicos, pelo que a transmissão da luz, incluindo a refração e a reflexão nos limites dos grãos, ocorre em diferentes direções (Fei Zhang et al., 2020).

A opacidade aumenta quando o tamanho do grão é maior do que o comprimento de onda da luz incidente e as diferentes orientações dos grãos resultam em birrefringência (propagação da luz nos limites dos grãos, dividindo um raio de luz incidente em dois raios refratados). O tipo e a quantidade dos estabilizadores também influenciam a translucidez. O aumento da quantidade de ítrio leva a um aumento do tamanho do grão com mais fase cúbica, que é isotrópica e, ao contrário das outras fases da zircônia, não produz birrefringência.

Neste momento, a produção de coroas utilizando zircônia monolítica tem-se tornado mais comum e apresenta algumas vantagens, como a redução da espessura do desgaste, a rapidez da confecção e a probabilidade de a delaminação ser mais reduzida. Atualmente, estão disponíveis novas gerações de estruturas de zircônia 3Y-TZP com quantidades mínimas de Al_2O_3 e tamanhos mínimos de grão, permitindo uma maior translucidez. Contudo, as melhorias nas propriedades óticas são insuficientes e a utilização de cerâmica de revestimento ainda é necessária. Como a granulometria da zircônia 4Y-TZP é maior, a translucidez é superior à da zircônia 3Y-TZP (Turgut, 2019).

3. Low Temperature Degradation (LTD)

Phase Transformation Hardening (PTT) caracteriza-se pela transição da fase tetragonal para a monolítica durante o arrefecimento da zircônia após a sinterização. Está intimamente relacionado com um fenómeno negativo designado por "LTD — *Low Temperature Degradation*" e é responsável pelo envelhecimento da zircônia.

O fenómeno multifatorial que leva ao envelhecimento da zircônia depende de diversas variáveis, como: o tamanho do cristal, a temperatura, os defeitos de superfície, as técnicas de fabrico, a percentagem e a distribuição de óxidos estabilizadores, as tensões mecânicas e a humidade; os dois últimos fatores enunciados são os que têm maior importância na aceleração do envelhecimento da zircônia.

Sabe-se que o envelhecimento da zircônia causa degradação das suas características, contribuindo para o aparecimento de microfissuras, a redução da resistência, o aumento do atrito e da rugosidade, o que contribui para a acumulação de

placas bacterianas, até à degradação severa da superfície que afeta as propriedades mecânicas e óticas (Zarone et al., 2019).

Relativamente à estabilidade a longo prazo, sabe-se que a 3Y- TZP é suscetível à "degradação hidrotérmica", um fenómeno de degradação superficial que pode ocorrer, dependendo da microestrutura, da composição e do *stress*, quando a superfície é exposta a um ambiente húmido e a temperaturas moderadas, incluindo as que se encontram no corpo humano. Este processo de envelhecimento consiste numa lenta transformação da fase tetragonal para a monolítica dos grãos da superfície em contacto com as moléculas de água. Esta transformação da superfície está associada à formação de elevações na superfície e, eventualmente, de microfissuras e remoção de grãos, o que induz uma deterioração progressiva das propriedades mecânicas (Camposilvan et al., 2018).

4. Uso de zircónia no Bruxismo

A zircónia monolítica fixa de próteses dentárias pode ser uma solução clínica fiável, especialmente em áreas molares sujeitas a elevadas forças oclusais. Contudo, ainda existem algumas preocupações que precisam de ser acauteladas clinicamente, como a estabilidade química a longo prazo ou o comportamento de desgaste clínico. São necessários mais estudos a médio e a longo prazo que permitam uma tomada de decisão baseada em provas (Stawarczyk et al., 2016).

Num estudo clínico de Pahncke e al., em 2021, o autor afirma que se pode recorrer ao uso da zircónia monolítica para confeções de próteses fixas e de multicomponentes em regiões posteriores das arcadas dentárias.

Num outro estudo clínico à estética, e ao desgaste e a fratura foram avaliados em 35 coroas monolíticas de zircónia colocadas em 30 pacientes. Após 24 meses, não foram encontradas fraturas e a estética era satisfatória, no entanto, encontrou-se um desgaste nos dentes antagonistas (Wang et al., 2013).

Atualmente, não existem estudos suficientes sobre os resultados clínicos das próteses monolíticas da zircónia utilizadas em doentes com elevado *stress* oclusal, como

é o caso dos doentes que sofrem de Bruxismo. No entanto, os fabricantes recomendam frequentemente restaurações monolíticas de zircónia para pacientes com esta condição (Mesbahi et al., 2021).

Os doentes com parafunções como o ranger os dentes são geralmente excluídos das populações estudadas (Hansen et al., 2018). Levartovsky e al. concluíram, dentro dos limites do seu estudo, que a taxa de sobrevivência e sucesso das restaurações monolíticas de zircónia (Prettau, Zirkonzahn) instaladas em 10 pacientes com Bruxismo, e durante um período médio de observação de 28,2 (+/-16,8) meses, foi excelente (Levartovsky et al., 2019).

Para coroas monolíticas de zircónia na zona estética, Hansen e al, em 2018, mostraram no seu estudo, que as restaurações apresentavam um baixo nível de complicações e uma boa aceitação por parte dos pacientes. Concluíram ainda que as coroas monolíticas de zircónia podem ser uma modalidade de tratamento válida para o desgaste dentário grave, os pacientes que apresentam Bruxismo, na zona estética quando o tratamento minimamente invasivo falhou (Hansen et al., 2018).

No seu estudo prospetivo, Koenig e al, em 2019, encontraram uma boa taxa de sobrevivência global das restaurações de zircónia de segunda geração, apesar do elevado número de doentes (61,7%) com sinais clínicos de Bruxismo. As PPF mostraram excelentes resultados a curto prazo; contudo, as restaurações com um único dente requerem mais investigação, uma vez que o tamanho da amostra para coroas em dentes naturais (n=13) era pequeno. Os autores também forneceram dados significativos a curto prazo sobre 48 coroas monolíticas de implantes de zircónia.

Por outro lado, a taxa de sucesso do tratamento após dois anos (81,8%) não foi tão elevada como se esperava. Pensa-se que o problema possa ser o apoio da restauração ou do dente antagonista, considerando-se como uma hipótese que a rigidez da zircónia e a falta de resistência não favorecerem o amortecimento do *stress* oclusal (Koenig et al., 2019).

V - Conclusão

O Bruxismo é um fator de risco complexa, difícil de tratar, o que torna a reabilitação global dos pacientes com Bruxismo um desafio. Os dentistas devem encarar o Bruxismo como um fator de risco dentro de uma abordagem global e multidisciplinar, atendendo às exigências estéticas e funcionais de cada paciente.

Atualmente, as estruturas de zircónia parecem apresentar uma melhor indicação para a reabilitação das regiões posteriores devido à sua maior capacidade de carga. Em relação à taxa de sobrevivência, os valores são muito semelhantes, o que as torna numa opção para a reabilitação oral com coroas únicas. Como estes tipos de materiais cerâmicos ainda se encontram em desenvolvimento, é expectável uma otimização das suas características, reduzindo, assim, a taxa de falhas e as complicações inerentes ao seu uso na reabilitação bucodental. Estudos recentes também mostram a possibilidade de se combinar os dois materiais para se alcançar uma fórmula mais eficaz. É, por isso, essencial continuar a investigar mais sobre o Bruxismo, em termos da sua fisiopatologia, do diagnóstico, dos tratamentos e dos materiais mais adequados à reabilitação oral de cada paciente.

Em suma: compete ao profissional avaliar qual a técnica e o material mais adequados para cada caso clínico. Nesta monografia, referimo-nos especificamente à escolha de alumina ou zircónia na reabilitação oral de pacientes com Bruxismo.

Bibliografia

- Ahmed, W. M., Troczynski, T., McCullagh, A. P., Wyatt, C. C., & 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>
- Al-Sanabani, F. A., Madfa, A. A., & Al-Qudaimi, N. H. (2014). Alumina ceramic for dental applications: A review article. *ResearchGate*. https://www.researchgate.net/publication/261426535_Alumina_ceramic_for_dental_applications_A_review_article
- Baroudi, K., & Rodrigues, J. M. (2015). Flowable Resin Composites: A Systematic Review and Clinical Considerations. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. <https://doi.org/10.7860/jcdr/2015/12294.6129>
- Bajraktarova-Valjakova, E., Korunoska-Stevkovska, V., Kapusevska, B., Gigovski, N., Bajraktarova-Misevska, C., & Grozdanov, A. (2018). 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>
- Borges, A., Caneppele, T. M., Masterson, D., & Maia, L. J. Q. (2017). Is resin infiltration an effective esthetic treatment for enamel development defects and white spot lesions? A systematic review. *Journal of Dentistry*, 56, 11-18. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2016.10.010>
- Bracci, A., Lobbezoo, F., Häggman-Henrikson, B., Colonna, A., Nykänen, L., Pollis, M., Ahlberg, J., & Manfredini, D. (2022). Current Knowledge and Future Perspectives on Awake Bruxism Assessment: Expert Consensus Recommendations. *Journal of Clinical Medicine*, 11(17), 5083. <https://doi.org/10.3390/jcm11175083>
- Camposilvan, E., Leone, R., Gremillard, L., Sorrentino, R., Zarone, F., Ferrari, M., & Chevalier, J. (2018). Aging resistance, mechanical properties and translucency of different yttria-stabilized zirconia ceramics for monolithic dental crown applications. *Dental Materials*, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.03.006>
- Chitumalla, R., Kumari, K. H., Mohapatra, A., Parihar, A. S., Anand, K. J. S., & Katragadda, P. (2018, 1 septembre). Assessment of survival rate of dental implants in patients with bruxism: A 5-year retrospective study. *Contemporary Clinical Dentistry*, 9(6), 278. https://doi.org/10.4103/ccd.ccd_258_18
- Christensen, R., & Ploeger, B. J. (2010). A Clinical Comparison of Zirconia, Metal and Alumina Fixed-Prosthesis Frameworks Veneered With Layered or Pressed Ceramic. *The Journal of the American Dental Association*, 141(11), 1317-1329. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2010.0076>
- Cinquini, C., Alfonsi, F., Marchio, V., Gallo, F., Zingari, F., Bolzoni, A., Romeggio, S., & Barone, A. (2023). The Use of Zirconia for Implant-Supported Fixed Complete

Dental Prostheses: A Narrative Review. Dentistry journal, 11(6), 144.
<https://doi.org/10.3390/dj11060144>

Correia, C., Cavaleiro, I., Barahona, I., Félix, S., Maia, & Silva, A. (2015): Comparative study of relationship between bruxism and decrease telomeres length.

De Baat, C., Verhoeff, M., Ahlberg, J., Manfredini, D., Winocur, E., Zweers, P., Rozema, F., Vissink, A., & Lobbezoo, F. (2020). Medications and addictive substances potentially inducing or attenuating sleep bruxism and/or awake bruxism. Journal of Oral Rehabilitation, 48(3), 343-354. <https://doi.org/10.1111/joor.13061>

Duarte, D. (2009). Síntese e processamento de compósitos à base de alumina e zircônia com infiltração de fase vítrea para aplicações odontológicas.
<https://doi.org/10.11606/d.85.2009.tde-21102009-154110>

Duminil, G., & Orthlieb, J. (2015). Le bruxisme tout simplement

Edmonds, H. M., & Glowacka, H. (2020, 14 mai). The ontogeny of maximum bite force in humans. Journal of Anatomy. <https://doi.org/10.1111/joa.13218>

Galante, R., Figueiredo-Pina, C., & Serro, A. P. (2019). Additive manufacturing of ceramics for dental applications: A review. Dental Materials, 35(6), 825-846.
<https://doi.org/10.1016/j.dental.2019.02.026>

Ghodsi, S., & Jafarian, Z. (2018). A review on Translucent Zirconia. The European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry, 26, 62–74.
<https://doi.org/10.1922/EJPRD>

Gracis, S., Thompson, V. P., Ferencz, J. L., Silva, N. R., & Bonfante, E. A. (2016). A New Classification System for All-Ceramic and Ceramic-like Restorative Materials. International Journal of Prosthodontics, 28(3), 227-235.
<https://doi.org/10.11607/ijp.4244>

Gopal, S. (2017). CAD-CAM and all ceramic restorations, current trends and emerging technologies: A review. <https://www.semanticscholar.org/paper/CAD-CAM-and-all-ceramic-restorations%2C-current-and-A-Gopal/993ef8b4e9186fc3078af5ab0dcb433c4a81f06c>

Hansen T. L. Schriwer C. Øilo M, Gjengedal H. Monolithic zirconia crowns in the aesthetic zone in heavy grinders with severe tooth wear – An observational case-series. J of Dent 72, Feb 2018

Harada, K., Raigrodski, A. J., Chung, K. H., Flinn, B. D., Dogan, S., & Mancl, L. A. (2016). A comparative evaluation of the translucency of zirconias and lithium disilicate for monolithic restorations. Journal of Prosthetic Dentistry, 116(2), 257–263.
<https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.11.019>

Heintze, S. D., Rousson, V., & Hickel, R. (2015). Clinical effectiveness of direct anterior restorations—A meta-analysis. Dental Materials, 31(5), 481-495.
<https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.01.015>

- Kazi, G. A. S., & Yamagiwa, R. (2020). Cytotoxicity and biocompatibility of high mol % yttria containing zirconia. *Restorative Dentistry and Endodontics*, 45(4).
<https://doi.org/10.5395/rde.2020.45.e52>
- Khoury, S., Carra, M. C., Huynh, N., Montplaisir, J., & Lavigne, G. J. (2016). Sleep Bruxism-Tooth Grinding Prevalence, Characteristics and Familial Aggregation: A Large Cross-Sectional Survey and Polysomnographic Validation. *Sleep*, 39(11), 2049-2056.
<https://doi.org/10.5665/sleep.6242>
- Kiremitci, A., Alpaslan, T., & Gurgan, S. (2009). Six-year Clinical Evaluation of Packable Composite Restorations. *Operative Dentistry*, 34(1), 11-17.
<https://doi.org/10.2341/08-48>
- Koenig, V., Wulfman, C., Bekaert, B., Dupont, N., Le Goff, S., Eldafrawy, M., Vanheusden, A., Mainjot, A. Clinical behavior of second-generation zirconia monolithic posterior restorations: Two-year results of a prospective study with Ex vivo analyses including patients with bruxism clinical signs. *J Dent*. 2019 Dec.
- Komiyama, O., Lobbezoo, F., De Laat, A., Iida, T., Kitagawa, T., Murakami, H., Kato, T., & Kawara, M. (2012). Clinical Management of Implant Prostheses in Patients with Bruxism. *International Journal of Biomaterials*, 2012, 1-6.
<https://doi.org/10.1155/2012/369063>
- Krämer, N., Garcia-Godoy, F., Reinelt, C., & Frankenberger, R. (2006). Clinical performance of posterior compomer restorations over 4 years. *PubMed*, 19(1), 61-66.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16555660>
- Kwon, T., Bagheri, R., Kim, Y. H., Kim, K., & Burrow, M. F. (2012). Cure mechanisms in materials for use in esthetic dentistry. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*, 3(1), 3-16. <https://doi.org/10.1111/j.2041-1626.2012.00114.x>
- Lan, T., Chang, H., Fok, A., & Chen, Y. (2022). Contact fracture test of monolithic hybrid ceramics on different substrates for bruxism. *Dental Materials*, 38(1), 44-56.
<https://doi.org/10.1016/j.dental.2021.10.010>
- Lawson, N. C., & Burgess, J. (2014). Dental ceramics: a current review. *Compendium of continuing education in dentistry*, 35(3), 161-166; quiz 168.
- Lobbezoo, F., Ahlberg, J., Glaros, A. G., Kato, T., Koyano, K., Lavigne, G. J., de Leeuw, R., Manfredini, D., Svensson, P., & Winocur, E. (2012). Bruxism defined and graded: an international consensus. *Journal of Oral Rehabilitation*, 40(1), 2-4.
<https://doi.org/10.1111/joor.12011>
- Lobbezoo, F., Ahlberg, J., Raphael, K. G., Wetselaar, P., Glaros, A. G., Kato, T., Santiago, V., Winocur, E., De Laat, A. T. J., De Leeuw, R., Koyano, K., Lavigne, G., Svensson, P., & Manfredini, D. (2018). International consensus on the assessment of bruxism: Report of a work in progress. *Journal of Oral Rehabilitation*, 45(11), 837-844.
<https://doi.org/10.1111/joor.12663>

- Manfredini, D., Poggio, C. E., & Lobbezoo, F. (2014, 1 juin). Is Bruxism a Risk Factor for Dental Implants? A Systematic Review of the Literature. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 16(3), 460-469. <https://doi.org/10.1111/cid.12015>
- Mangano, F. T., Macchi, A., Caprioglio, A., Sammons, R., Piattelli, A., & Mangano, C. (2014, août 1). Survival and Complication Rates of Fixed Restorations Supported by Locking-Taper Implants: A Prospective Study with 1 to 10 Years of Follow-Up. *Journal of Prosthodontics*, 23(6), 434-444. <https://doi.org/10.1111/jopr.12152>
- Mesbahi, E., Moussaoui, H., & Bennani, A. (2021). The Use of Monolithic Zirconia Restorations for Patients with Bruxism. In *International Journal of Medical Science and Dental Research*. <https://www.ijmsdr.org/published%20paper/1i1i19/the-use-of-monolithic-zirconia-restorations-for-patients-with-bruxism.pdf>
- 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*. <https://doi.org/10.1155/2019/1640563>
- Milosevic, A. (2018). Clinical guidance and an evidence-based approach for restoration of the worn dentition by direct composite resin. *British Dental Journal*, 224(5), 301-310. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2018.168>
- Mundt, T., Heinemann, F., Schankath, C., Schwahn, C., & Biffar, R. (2013). Retrospective and clinical evaluation of retrievable, tooth-implant supported zirconia-ceramic restorations. *Acta Odontologica Scandinavica*, 71(5), 1326-1334. <https://doi.org/10.3109/00016357.2013.764003>
- Nakayama, R., Nishiyama, A., & Shimada, M. (2018). Bruxism-Related Signs and Periodontal Disease: A Preliminary Study. *The Open Dentistry Journal*, 12(1), 400-405. <https://doi.org/10.2174/1874210601812010400>
- Orłowski, M., Tarczydło, B., & Chałas, R. (2015). Evaluation of Marginal Integrity of Four Bulk-Fill Dental Composite Materials: In Vitro Study. *The Scientific World Journal*, 2015, 1-8. <https://doi.org/10.1155/2015/701262>
- Pahncke, E., Hahnel, S., Schierz, O., Benno Schmidt, M., Schmutzler, A., Rauch, A. Two-Year Longevity of Posterior Zirconia Multi-Unit Fixed Dental Prostheses with Monolithic Occlusal Surface. *Appl. Sci.* 2021, 11(10), 4449.
- Peterson, J., Rizk, M., Hoch, M., & Wiegand, A. (2018). Bonding performance of self-adhesive flowable composites to enamel, dentin and a nano-hybrid composite. *Odontology*, 106(2), 171-180. <https://doi.org/10.1007/s10266-017-0324-3>
- Piconi, C., Condò, S. G., & Kosmač, T. (2014). Alumina- and Zirconia-based Ceramics for Load-bearing Applications. *Elsevier eBooks*, 219-253. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-394619-5.00011-0>
- Rintakoski, K., Hublin, C., Lobbezoo, F., Rose, R. J., & Kaprio, J. (2012). Genetic Factors Account for Half of the Phenotypic Variance in Liability to Sleep-Related

Bruxism in Young Adults: A Nationwide Finnish Twin Cohort Study. *Twin Research and Human Genetics*, 15(6), 714-719. <https://doi.org/10.1017/thg.2012.54>

Riva, Y. R., & Rahman, S. F. (2019). Dental composite resin: A review. *Nucleation and Atmospheric Aerosols*. <https://doi.org/10.1063/1.5139331>

Şahin, V., Uludag, B., Usumez, A., & Ozkir, S. E. (2010). The effect of repeated firings on the color of an alumina ceramic system with two different veneering porcelain shades. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 104(6), 372-378. [https://doi.org/10.1016/s0022-3913\(10\)60169-2](https://doi.org/10.1016/s0022-3913(10)60169-2)

Sarmiento, H., Dantas, R. V. F., Pereira-Cenci, T., & Faot, F. (2012b). Elements of Implant-Supported Rehabilitation Planning in Patients With Bruxism. *Journal of Craniofacial Surgery*, 23(6), 1905-1909. <https://doi.org/10.1097/scs.0b013e31826b8267>

Schmitter, M., Bömicke, W., Behnisch, R., Bermejo, J. L., Waldecker, M., Rammelsberg, P., & Ohlmann, B. (2022). Ceramic Crowns and Sleep Bruxism: First Results from a Randomized Trial. *Journal of Clinical Medicine*, 12(1), 273. <https://doi.org/10.3390/jcm12010273>

Silva Ulloa, S., Cordero Ordóñez, A. L., & Barzallo Sardi, V. E. (2022). Relationship between dental occlusion and brain activity: A narrative review. *The Saudi Dental Journal*, 34(7), 538-543. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2022.09.001>

Stawarczyk, B., Frevert, K., Ender, A., Roos, M., Sener B., Wimmer T. Comparison of four monolithic zirconia materials with conventional ones: Contrast ratio, grain size, four-point flexural strength and two-body wear. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 2016, 59(6):128-138

Stawarczyk, Bogna, Keul, C., Eichberger, M., Figge, D., Edelhoff, D., & Lümekemann, N. (2017). Three generations of zirconia: From veneered to monolithic. Part I. *Quintessence International* (Berlin, Germany: 1985), 48(5), 369–380. <https://doi.org/10.3290/j.qi.a38057>

Stawarczyk, B., Keul, C., Eichberger, M., Figge, D. C., Edelhoff, D., & Lümekemann, N. (2017). Three generations of zirconia: From veneered to monolithic. Part II. *Quintessence International*, 48(6), 441-450. <https://doi.org/10.3290/j.qi.a38157>

Sterenborg, B. A. M. M., Bronkhorst, E. M., Wetselaar, P., Lobbezoo, F., Loomans, B. A. C., & Huysmans, M. C. D. N. J. M. (2018). The influence of management of tooth wear on oral health-related quality of life. *Clinical Oral Investigations*, 22(7), 2567-2573. <https://doi.org/10.1007/s00784-018-2355-8>

Tang, Y., Cao, T., Zhang, L., Bao, G., & Kang, H. S. (2021). Restoration of the dentition in a patient with a history of bruxism and amelogenesis imperfecta: A clinical report. *Clinical Case Reports*, 9(2), 898-905. <https://doi.org/10.1002/ccr3.3667>

Thirumurthy, V. R., Bindhoo, Y. A., Jacob, S., Kurien, A., Limson, K. S., & Vidhiyasagar, P. (2012). Diagnosis and Management of Occlusal Wear: A Case Report. *The Journal of Indian Prosthodontic Society*. <https://doi.org/10.1007/s13191-012-0173-2>

Vavrina, J., & Vavrina, J. (2020). Bruxismus: Einteilung, Diagnostik und Behandlung. *Praxis*, 109(12), 973-978. <https://doi.org/10.1024/1661-8157/a003517>

Verhoeff, M. C., Koutris, M., Berendse, H. W., van Dijk, K. D., & Lobbezoo, F. (2022). Parkinson's disease, temporomandibular disorder pain and bruxism and its clinical consequences: a protocol of a single-centre observational outpatient study. *BMJ Open*, 12(4), e052329. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-052329>

Vlăduțu, D., Popescu, S. M., Mercuț, R., Ionescu, M., Scriciu, M., Glodeanu, A. D., Stănuși, A., Rîcă, A. M., & Mercuț, V. (2022). Associations between Bruxism, Stress, and Manifestations of Temporomandibular Disorder in Young Students. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(9), 5415. <https://doi.org/10.3390/ijerph19095415>

Wang YG, Xing YX, Sun YC, Zhao YJ, Lü PJ, Wang Y. Preliminary evaluation of clinical effect of computer aided design and computer aided manufacture zirconia crown. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi* 2013; 48: 355-358

Wieckiewicz, M., Bogunia-Kubik, K., Mazur, G., Danel, D., Smardz, J., Wojakowska, A., Poręba, R., Dratwa, M., Chaszczewska-Markowska, M., Winocur, E., Emodi-Perlman, A., & Martynowicz, H. (2020). Genetic basis of sleep bruxism and sleep apnea—response to a medical puzzle. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-64615-y>

Zhang, Fei, Van Meerbeek, B., & Vleugels, J. (2020). Importance of tetragonal phase in high-translucent partially stabilized zirconia for dental restorations. *Dental Materials*, 36(4), 491–500. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2020.01.017>

Zhang, Y., & Lawn, B. R. (2019). Evaluating dental zirconia. *Dental Materials*, 35(1), 15-23. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.08.291>

Zhou, X., Huang, X., Li, M., Peng, X., Wang, S., Zhou, X., & Cheng, L. (2019). Development and status of resin composite as dental restorative materials. *Journal of Applied Polymer Science*, 136(44), 48180. <https://doi.org/10.1002/app.48180>