

FACULDADE SETE LAGOAS – FACSETE

JÚLIA COTTA PEREIRA

**COMPARAÇÃO DA RESISTÊNCIA À FRATURA DA CERÂMICA DE COROAS
METALOCERÂMICAS E COROAS DE CERÂMICA A BASE DE DISSILICATO DE
LÍTIO: Uma revisão de literatura**

Sete Lagoas/MG
2021

JÚLIA COTTA PEREIRA

**COMPARAÇÃO DA RESISTÊNCIA À FRATURA DA CERÂMICA DE COROAS
METALOCERÂMICAS E COROAS DE CERÂMICA A BASE DE DISSILICATO DE
LÍTIO: Uma revisão de literatura**

Monografia apresentada como parte dos requisitos para conclusão do curso de graduação em “Curso” da Faculdade Sete Lagoas – FACSETE.

Orientador: Prof. Dr./Me. Luciano de Oliveira Martins Júnior.



Portaria MEC 278/2016 - D.O.U. 19/04/2016
Portaria MEC 946/2016 - D.O.U. 19/08/2016

Júlia Cotta Pereira

Comparação de resistência à fratura da cerâmica de coroas metalocerâmicas e coroas de cerâmica a base de dissilicato de lítio: Uma revisão de literatura.

A banca examinadora abaixo-assinada aprova o presente trabalho de conclusão de curso como parte dos requisitos para conclusão do curso de Graduação em Odontologia da Faculdade Sete Lagoas – FACSETE.

Aprovada em 08 de Julho de 2021.

Prof. Luciano de Oliveira Martins Júnior
Faculdade Sete Lagoas – FACSETE
Orientador

Prof. Vitor César Dumont
Faculdade Sete Lagoas – FACSETE

Sete Lagoas, 08 de Julho de 2021.

RESUMO

A cerâmica odontológica é conhecida por ser um material de estética semelhante ao dente natural, devido à sua propriedade óptica e durabilidade química. Dentre alguns tipos de cerâmicas odontológicas existem as cerâmicas feldspáticas de restaurações metalocerâmicas e as cerâmicas à base de dissilicato de lítio. Ambas estão sujeitas a fraturas mecânicas da porcelana, comprometendo a função e a estética. O objetivo deste estudo foi revisar a literatura a fim de delimitar os pontos que influenciam na resistência à fratura da cerâmica de coroas metalocerâmicas e de coroas de cerâmica à base de dissilicato de lítio e avaliar qual destes dois tipos de coroas são mais suscetíveis à fratura na cavidade oral. Para isso, foi realizada uma busca científica nas bases de dados: PubMed, Google Scholar, Lilacs, Scielo e BVS. Foram obtidos artigos publicados entre os anos de 1992 e 2020, sobre a cerâmica feldspática de coroas metalocerâmicas e coroas à base de dissilicato de lítio. Foram analisadas as propriedades mecânicas destes materiais, e principalmente sua resistência à fratura. O presente estudo constatou que apesar da evolução dos materiais cerâmicos, da alta resistência à fratura tanto do sistema *metalfree* quanto do sistema metalocerâmico, deve ser feita uma análise criteriosa levando em consideração também outros fatores, como a espessura e os componentes da cerâmica, o modo de cimentação, a região na qual será cimentada, o módulo de elasticidade e a rugosidade de superfície da cerâmica.

Palavras-chave: cerâmica, resistência à flexão, ligas metalo-cerâmicas, compostos de lítio.

ABSTRACT

Dental ceramics are known to be an aesthetic material similar to natural teeth, due to its optical properties and chemical durability. Among some types of dental ceramics, there are feldspathic ceramics for metal-ceramic restorations and ceramics based on lithium disilicate. Both are subject to mechanical fractures of the porcelain, compromising function and aesthetics. The aim of this study was to review the literature in order to delimit the points that influence the fracture resistance of ceramic ceramic crowns and lithium disilicate-based ceramic crowns and to evaluate which of these two types of crowns are more susceptible to fracture in the oral cavity. For this, a scientific search was performed in the databases: PubMed, Google Scholar, Lilacs, Scielo and BVS. Articles published between 1992 and 2020 were obtained on the feldspathic ceramic of metalceramic crowns and lithium disilicate based crowns. The mechanical properties of these materials, and especially their resistance to fracture, were analyzed. The present study found that despite the evolution of ceramic materials, the high resistance to fracture of both the metalfree system and the metal-ceramic system, a careful analysis must also be made taking into account other factors, such as the thickness and components of the ceramic, the mode of cementation, the region in which it will be cemented, the modulus of elasticity and the surface roughness of the ceramic.

Keywords: ceramic, flexural strength, metal-ceramic alloys, lithium compounds.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FEA	-	Análise de elementos finitos
NiCr	-	Níquel-cromo
FDPs	-	Próteses dentárias fixas suportadas por dentes
N	-	Newton
Mpa	-	Mega pascal
mm	-	Milímetros

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS.....	12
2.1. OBJETIVO GERAL	12
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3. METODOLOGIA	13
4. REVISÃO DE LITERATURA	14
6. DISCUSSÃO	25
REFERÊNCIAS.....	29

1. INTRODUÇÃO

A cerâmica odontológica é conhecida por ser um material semelhante ao dente natural, devido a sua propriedade óptica e durabilidade química. Estas e outras vantagens, como excelente estética e dureza, possibilitaram o rápido desenvolvimento deste material no contexto científico quanto às suas propriedades, com o intuito de tentar satisfazer o crescente aumento da demanda estética por parte da sociedade (GOMES *et al.*, 2008).

As restaurações metalocerâmicas são amplamente utilizadas em odontologia por apresentarem uma estrutura esteticamente comparável ao dente natural e boas propriedades mecânicas, portanto apresentam uma alta taxa de sobrevivência. Próteses fixas metalocerâmicas são constituídas por uma infraestrutura em metal recoberta com cerâmica, que é dividida em cerâmica opaca e cerâmica de corpo. A primeira é responsável por mascarar o metal da infra-estrutura e participar da união entre o metal e a cerâmica de corpo. A segunda é responsável por simular a anatomia dentária (ANUSAVICE *et al.*, 2013).

Há poucas desvantagens nas restaurações metalocerâmicas, se comparadas com as totalmente cerâmicas. Uma delas é o potencial de alergia ao metal e uma linha escura na margem vestibular devido à presença do metal, que pode estar associada a um biotipo periodontal fino (ANUSAVICE *et al.*, 2013).

As cerâmicas feldspáticas utilizadas para a confecção de restaurações metalocerâmicas possuem translucidez semelhante aos dentes, são resistentes à compressão, apresentam temperatura de queima inferior à temperatura de fundição do *coping* metálico, evitando distorção deste durante a queima ou cocção da porcelana. Além disso, não são passíveis de corrosão e são resistentes a ação dos fluidos orais. A cerâmica feldspática pode ser usada para recobrimento de metalocerâmicas em coroas e pontes, e no passado foi muito utilizada sem infra estrutura metálica em *inlays*, *onlays* e facetas laminadas anteriores (SILVA, 2019; GOMES *et al.*, 2008).

Foram desenvolvidos novos materiais com o objetivo de suprir as falhas estéticas das coroas metalocerâmicas, como por exemplo a cerâmica reforçada com dissilicato de lítio. Esta apresenta uma matriz vítrea, na qual os cristais ficam dispersos de forma entrelaçada, dificultando a propagação de trincas no seu interior. Este sistema possui um elevado padrão estético devido ao índice de refração de luz similar

ao esmalte dental, sem interferência significativa de translucidez, obtendo a capacidade de reprodutibilidade natural da estrutura dentária. Da mesma forma, o tamanho do cristal e sua disposição favorecem maior resistência mecânica e ao desgaste para a restauração. Elas podem ser utilizadas em coroas unitárias anteriores e posteriores, restaurações do tipo *inlay*, *onlay*, facetas e em próteses parciais fixas de 3 elementos até a região de 2° pré-molar (SOARES *et al.*, 2012; ANUSAVICE *et al.*, 2013).

A fratura é considerada o motivo mais comum para a substituição de próteses parciais fixas. Por isso, ao se considerar a viabilidade a longo prazo de um material dentário para a confecção de restaurações, é fundamental testar sua resistência à fratura. Todas as restaurações dentárias estão propensas a falhas durante a função, sendo ela estética, biológica, mecânica ou uma combinação destes fatores. As restaurações em cerâmica, incluindo restaurações metalocerâmicas estão sujeitas a fraturas mecânicas da porcelana, comprometendo a função e a estética.

A resistência à fratura é um requisito essencial para qualquer cerâmica odontológica, sendo assim, a propriedade que precisa ser considerada, relacionada com a mesma, é a tenacidade à fratura, que é a medição da resistência ao crescimento de trincas sob um estado de tensão de tração. Diante disso, acredita-se que a principal razão para a fratura das cerâmicas seja sua capacidade de suprimir o crescimento de trincas através da deformação. (AMESTI-GARAIZABAL *et al.*, 2019; ANUSAVICE *et al.*, 2013; ASLAM, 2017).

Portanto, o presente estudo tem como objetivo revisar a literatura a fim de delimitar os pontos que influenciam na resistência à fratura da cerâmica feldspática de coroas metalocerâmicas e de coroas de cerâmica à base de dissilicato de lítio e avaliar qual destes dois tipos de coroas são mais suscetíveis à fratura na cavidade oral.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Revisar a literatura a fim de delimitar os pontos que influenciam na resistência à fratura da cerâmica feldspática de cobertura de coroas metalocerâmicas e de coroas de cerâmica à base de dissilicato de lítio e avaliar qual destes dois tipos de coroas são mais suscetíveis à fratura na cavidade bucal

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aplicar uma pesquisa em bancos de dados, buscando as principais indicações, técnicas e a efetividade das duas opções de reabilitação;
- Reunir e organizar os aspectos encontrados na pesquisa e estruturar os dados encontrados;
- Selecionar os conceitos e elementos detectados e validar a viabilidade dos tratamentos;
- Aprimorar a seleção e a viabilidade de cada uma destas modalidades de tratamento.

3. METODOLOGIA

Para a elaboração desse estudo foram pesquisados artigos científicos e livros, nas plataformas eletrônicas: PubMed, Scielo, Lilacs, Google Scholar e Biblioteca Virtual em Saúde. Para um correto delineamento e busca dos artigos, foram inseridas as seguintes palavras-chave: “ceramics”, “flexural strength”, “metal ceramic alloys” e “lithium compounds”. A pesquisa foi limitada aos artigos publicados em português e inglês, e foi compreendida em um intervalo de publicação, entre os anos de 1992 a 2020. Os artigos incluídos nesta revisão seguiram os seguintes critérios:

- Aplicar uma pesquisa em bancos de dados buscando as principais indicações, técnicas e a efetividade das duas opções de reabilitação;
- Citar as vantagens e desvantagens dos coroas metalocerâmicas e das cerâmicas à base de dissilicato de lítio;
- Artigos publicados comparando a resistência à fratura entre estes dois sistemas;
- Artigos publicados em um intervalo de tempo entre 1992 a 2020.

4. REVISÃO DE LITERATURA

Em 1992, Miller *et al.* resolveram comparar a resistência à fratura de coroas metalocerâmicas e vários tipos de coroas de cerâmica pura, sendo assim foram confeccionadas 10 coroas metalocerâmicas para um incisivo central superior direito, 6 coroas a base de alumina convencionais com espessura de 1,2 a 1,3mm, 7 coroas Dicor com espessura de 1,3 a 1,4 mm, e 13 coroas de Dicor folheadas com porcelana de alumina de 1,2 a 1,3 mm. As coroas então foram carregadas no centro da borda incisal até que a fratura ficasse nítida. Os valores de fratura de coroas metalocerâmicas foram maiores do que as de cerâmica pura, não houve diferença significativa entre os valores de fratura entre os 3 tipos de cerâmica pura.

Özcan *et al.* (2003) analisaram através de uma revisão de literatura as razões pela qual ocorrem a fratura da cerâmica em restaurações metalocerâmicas. Com relação a fratura nesse tipo de restauração, a prevalência é de 5% em 10 anos de função. Restaurações metalocerâmicas em ambiente úmido, permitem que a fadiga estática cause propagação de fraturas ao longo de microfissuras na cerâmica feldspática, resultando em falha da restauração, e ao longo do tempo, essas fissuras podem causar a fratura catastrófica dessa restauração. Para minimizar a formação de microfissuras foi recomendada que durante a queima da cerâmica seja feita uma espessura uniforme da cerâmica, e evitar preparações em ângulo agudo. Já a fadiga mecânica da cerâmica, é influenciada por vários mecanismos relacionados às propriedades do material, incluindo a microestrutura, comprimento da trinca, e tenacidade à fratura. A porosidade da cerâmica ocorre durante a aplicação da mesma, devido a incorporação de ar, podendo prejudicar a estética e promover a fratura. Alguns fatores podem favorecer pouco espaço para a subestrutura metálica e a cerâmica, sendo eles: propriedades de adesivos de resina; cimentos; vazios na camada de cimento e espessura das restaurações de cerâmica; preparo dentário inadequado. Oclusão do paciente registrada errado; tipo de material; extensão da restauração; adaptação marginal inadequada; podem também afetar a resistência à fratura. Quando a oclusão não é registrada adequadamente, os contatos prematuros

atuam como zona de carga de tensão na cerâmica. Alta força de mordida, bebidas com pH baixo, foram descritas como causadores da quebra destas restaurações.

Potiket *et al.* (2004) compararam a resistência à fratura de dentes restaurados com diferentes sistemas de coroa total de cerâmica, para isso foram extraídos 46 incisivos centrais superiores, divididos em 4 grupos de 10 espécimes, sendo eles: Grupo MCC (controle), coroa metalocerâmica, Grupo AC4, coroa com *coping* de óxido de alumínio de 0,4 mm, Grupo AC6, coroa com *coping* de óxido de alumínio de 0,6 mm, Grupo ZC6, coroa com *coping* de cerâmica de zircônia de 0,6 mm. A resistência à fratura os espécimes foram testados por meio de uma máquina de ensaio universal, uma carga foi aplicada sobre uma superfície plana na borda incisal, e então todas as coroas foram carregadas até que ocorresse a fratura catastrófica da coroa e/ou dente, em seguida as fraturas foram avaliadas visualmente pelo examinador e classificadas como: classe I, fratura mínima ou fissura na coroa; classe II, menos da metade da coroa perdida; classe III, fratura da coroa através da linha média, metade da coroa deslocada ou perdida; classe IV, mais da metade da coroa perdida; classe V, fratura severa de dente e / ou coroa. A resistência média à fratura do grupo MCC (controle) foi de $405N \pm 130N$, e dos grupos AC4, AC6, ZC6 (experimentais) foram $447N \pm 123N$, $476N \pm 174N$, e $381N \pm 166N$ respectivamente. Não houve diferença significativa entre na resistência à fratura de dentes preparados para coroas de cerâmica pura com copings de óxido de alumínio de 0,4 e 0,6 mm ou copings de zircônia de 0,6 mm e dentes preparados para coroas de metalocerâmica. A análise visual dos espécimes mostrou que todos eles exibiram um modo de fratura classe V, todas as fraturas ocorreram através do dente natural, não das restaurações.

Em 2007, Motta *et al.* realizaram uma análise comparativa entre próteses parciais fixas (PPF) de três elementos metalocerâmica e de cerâmica pura, através da análise de elementos finitos (2D), que teve como objetivo comparar a distribuição de tensões destas PPF. Três modelos foram projetados para o estudo em questão: (1) PPF metalocerâmica; (2) PPF de cerâmica pura com a porcelana de estratificação na superfície oclusal e cervical do dente pilar; (3) PPF de cerâmica pura com porcelana de estratificação apenas na superfície oclusal. Uma carga de 100N foi aplicada em uma área de 0,5 mm nas cúspides de trabalho, seguindo as simulações: (1) nos dentes pilares e no pêntico; (2) apenas nos dentes pilares; e (3) apenas no pêntico. Dentro da limitação deste estudo, as seguintes conclusões foram tiradas: Há uma mudança significativa na distribuição e nos valores das tensões quando a

configuração da carga é alterada. A melhor condição de carregamento para os três modelos foi encontrada quando a carga foi aplicada apenas nos dentes pilares. O menor valor máximo de tensão principal foi encontrado no FPD metalocerâmico quando a carga foi aplicada apenas nos dentes pilares.

Em 2007, Sailer *et al.* realizaram uma revisão sistemática com a finalidade de avaliar e comparar as taxas de sobrevivência e as complicações entre as próteses dentárias fixas de cerâmica pura e as próteses dentárias fixas metalocerâmica, então foram realizadas buscas em base de dados, para identificar os estudos prospectivos e retrospectivos, sobre cerâmica pura e metalocerâmica com o tempo médio de acompanhamento de 3 anos. A sobrevivência de 5 anos de próteses parciais fixas de cerâmica pura foi de 88,6%, e de próteses fixas metalocerâmica foi de 94,4%. Sendo assim, a sobrevivência das próteses fixas metalocerâmicas foi maior do que a sobrevivência de próteses parciais fixas de cerâmica pura. As taxas de fratura tanto da estrutura como do material de revestimento foram mais altas para as próteses de cerâmica pura, em comparação com as próteses metalocerâmicas.

De acordo com Gomes *et al.* (2008) devido a grande demanda por estética, foram desenvolvidas as restaurações livres de metal, denominadas metal free. Os autores realizaram uma revisão de literatura com o intuito de ter maior conhecimento sobre os tipos de cerâmicas odontológicas, e conhecer suas indicações. A cerâmica feldspática é composta por feldspato de potássio e quartzo, em altas temperaturas o feldspato se decompõe e forma leucita. Tem como principais indicações coroas unitárias anterior e posterior e PPF. A metalocerâmica apresenta baixa resistência a flexão, elevada dureza e pode provocar abrasão dos dentes opostos. Sua indicação consiste em coroas unitárias, e PPF, a principal razão da falha deste sistema é a fratura do dente, em seguida a soltura da faceta cerâmica. Os sistemas cerâmicos prensados (IPS Empress II- dissilicato de lítio) simplificaram o problema de contração durante a queima da cerâmica, o que é comum para as feldspáticas, desta forma a variação dimensional que ocorre durante o resfriamento pode ser controlada. A técnica de pressão pelo calor proporciona o aumento da resistência da cerâmica, devido as múltiplas queimas da cerâmica de dissilicato de lítio. Este sistema possui resistência a flexão de 300 - 400 Mpa, por isso tem como indicação da sua utilização a confecção de coroas de cerâmica puras unitárias anterior e posterior, inlays, onlays, facetas e a confecção de PPF de 3 elementos para dente anterior até 2º pré-molar. Ao realizar um trabalho, o cirurgião dentista deve avaliar não somente o material a ser

utilizado, mas a região a ser reabilitada, e a forma de união entre dente e a restauração, para garantir longevidade e sucesso do tratamento.

Michalakis *et al.* (2009) fizeram uma comparação da resistência à fratura entre as restaurações metalocerâmicas com margens metálicas e metalocerâmicas com margens circunferenciais de porcelana (porcelana de ombro) após a exposição da simulação mastigatória. Para tanto foram fabricadas 24 restaurações metalocerâmicas, onde 12 tinham margem de metal e 12 tinham margem circunferencial de porcelana, estes foram combinados com análogos de dente (cromo-cobalto), e em seguida foram cimentados e submetidos ao carregamento cíclico, com a carga máxima de 200N até a fratura. Todos os espécimes foram analisados por um estereomicroscópio para determinar o modo de falha. Foi constatado que as restaurações com margens metálicas apresentaram falhas coesivas a partir do ponto de aplicação da carga, enquanto as de margens circunferenciais de porcelana, mostraram falhas adesivas e coesivas partindo do ponto de aplicação da carga e estendendo-se até o ponto mais alto das margens proximais. As restaurações com margens de metal são mais resistentes à fratura do que as restaurações com margens circunferenciais de porcelana.

Campos *et al.* (2011) realizaram um estudo sobre o padrão de fratura de coroas metalocerâmicas e coroas de cerâmica *metalfree*, sob cargas compressivas utilizando análise de elementos finitos (FEA), e análise de fractografia; o primeiro permite a investigação de distribuições de tensões, e o segundo pode revelar a origem de uma fissura e a sua direção de propagação. Foram feitas comparações entre seis grupos: coroas metalocerâmicas convencionais (CMC); coroas metalocerâmicas modificadas (MMC); cerâmica reforçada com dissilicato de lítio (EMP); cerâmica reforçada com leucita (CERG); cerâmica reforçada com leucita e fluorapatita (SIGN); e coroas de polímero (TARG). De 200 dentes bovinos selecionados para o estudo, 115 foram utilizados, os mesmos foram seccionados para obtenção de raízes de 15 mm de comprimento. Em seguida foram escolhidas 48 raízes com volume, formato e diâmetro do canal semelhantes. As restaurações obtiveram a forma final de pré-molar. Os tipos de fratura destes dentes foram avaliados por um examinador, com um aumento de 20x em estereomicroscópio, sendo elas: tipo I - fratura cervical/fissura; tipo II - fratura coesiva sem envolvimento de metal ou dente; tipo III - fratura coesiva envolvendo qualquer interface; tipo IV - fratura envolvendo o núcleo (raiz preservada); tipo V - Fratura envolvendo a raiz. O resultado encontrado foi que a carga de fratura dos

grupos metalocerâmicos foi maior do que as dos grupos sem metal, e não foi observado nenhum deslocamento de *copping* neste grupo. No entanto, houve fratura extensa com deslocamento de uma cúspide e envolvendo núcleo (tipo IV) em todos os espécimes dos grupos. As restaurações nos grupos metalocerâmica e cerâmica tiveram distribuições de tensões semelhantes (tração). A análise fractográfica indicou fratura no ponto de carga e a propagação da superfície oclusal em direção à cervical em grande parte das restaurações.

Em 2011, Gonzaga *et al.* decidiram realizar um estudo com a finalidade de avaliar o crescimento de rachaduras, e a confiabilidade de 5 tipos de cerâmicas odontológicas: uma porcelana vítrea (V), porcelana à base de leucita (D), cerâmica de vidro à base de leucita (E1), cerâmica de vidro dissilicato de lítio (E2) e um compósito de alumina com infiltrado de vidro (IC). Foram produzidos 80 discos de cada material, os corpos-de-prova foram submetidos ao ensaio de fadiga dinâmica e foram fraturados em flexão biaxial. Dez espécimes foram testados em 5 taxas de estresse. Foi utilizada a análise fractográfica para investigar a origem da fratura. O grupo E2 foi o que apresentou o menor coeficiente de susceptibilidade ao crescimento lento de trincas, em seguida o D e V. E1 e IC apresentaram os maiores valores de *n*, portanto, possuem menor suscetibilidade ao crescimento lento de trincas. As análises fractográficas indicaram que nos grupos D, E1, E2, e EC, a deflexão de trincas foi o principal mecanismo de tenacificação.

Esquivel-Upshaw *et al.* (2013) analisaram através de um ensaio clínico o desempenho de coroas metalocerâmicas (MC) e folheado de vitrocerâmica (folheado IPS d.SIG); coroa de dissilicato de lítio (LDC) (IPS e.max Press core e e.max Ceram Glaze) e coroa de dissilicato de lítio folheada (LDC/V) com vitrocerâmica (IPS Empress 2 core e IPS Eris). Este estudo obteve o total de 32 pacientes com 37 dentes que precisavam de coroas totais aos dentes antagonistas naturais, estes pacientes receberam aleatoriamente um dos três tipos de coroas. Previamente a cimentação, todas as superfícies foram polidas ou esmaltadas dependendo do tamanho da área envolvida no ajuste: áreas maiores (envolvendo mais de 2 cúspides) eram glazeadas (houve o acabamento final do glaze), e as áreas menores eram polidas. Após a cimentação das coroas, os pacientes voltaram anualmente durante 3 anos para avaliação das coroas, que foi realizada através de 11 critérios: 1) saúde do tecido; (2) cáriesecundária; (3) oclusão; (4) contato proximal; (5) integridade marginal; (6) ausência de sensibilidade à percussão, calor, frio e ar; (7) combinação de cores; (8)

textura da superfície; (9) ausência de desgaste dentário oposto; (10) contorno anatômico; e (11) presença ou ausência de fissuras / lascas ou fratura. Cada critério foi classificado em uma escala de 1 a 4, sendo: 4 como excelente, 3 como bom, 2 como inaceitável (e precisando de reparo ou substituição no futuro próximo) e 1 como condição inaceitável (mas precisando de substituição imediata). Após este estudo pode-se concluir que não houve diferença significativa entre cada um dos critérios para as coroas metalocerâmicas, cerâmica central esmaltada e cerâmica folheada no ano 1 ou no ano 2 com base nos critérios de avaliação, entretanto, MC obteve um melhor desempenho na categoria de textura de superfície, quando comparada as coroas de LDC/V e LDC.

Gehert *et al.* (2013) realizou um estudo prospectivo, com o intuito de avaliar o resultado clínico de coroas de dissilicato de lítio. 41 pacientes participaram do estudo (15 homens e 26 mulheres). Um total de 104 restaurações, 82 eram coroas anteriores, e 22 eram posteriores. Sessenta e duas restaurações foram cimentadas com cimento resinoso de acordo com as seguintes condições: altura do pilar de 4mm ou menos, ângulo de convergência superior a 10° . E 32 foram cimentadas com cimento de ionômero de vidro de acordo com as seguintes condições: ângulo de convergência inferior a 10° , altura do pilar mais de 4mm, e pacientes com alergia aos componentes do adesivo. As consultas de acompanhamento foram realizadas 6 meses após a cimentação, e em seguida anualmente, através de um clínico, que realizou os exames de convocação. Cada complicação ou falha das coroas foram examinadas por um investigador principal, e em seguida avaliados alguns parâmetros, sendo eles: índice de placa, índice gengival, índice de sangramento e profundidade dos dentes do pilar, contatos oclusais estáticos e dinâmicos, bem como desgaste dos dentes pilares e dos dentes opostos, o tipo de restauração, se renovada, da superfície oclusal oposta, complicações biológicas, como perda de vitalidade associada ao declínio da condição endodôntica, doença endodôntica e ocorrência de cárie, complicações técnicas, como perda de retenção, lascamento menor (o lascamento é menor ou igual a 2x2 mm e nenhum material do núcleo é visível), lascas principais (o lascamento é maior do que 2x2 mm ou o material do núcleo é visível), e fratura do material da estrutura. A necessidade de substituição de uma coroa foi classificada como falha, foram utilizados os seguintes critérios para isso: fratura do material da estrutura, lascas maiores que não foram reparadas por material composto, cárie do dente pilar, perda de dente devido a complicações biológicas (por exemplo, fratura do

dente pilar, infecção endodôntica). 4 pacientes (10 coroas) foram definidos como desistentes, as 94 restaurações restantes incluíram 74 coroas anteriores e 20 coroas posteriores, 64 deles foram cimentados com cimento resinoso e 30 com cimento de ionômero de vidro. O tempo médio de observação foi de 79,5 meses. Como resultado houveram 5 complicações técnicas, sendo elas: 3 coroas sofreram pequenos lascamentos do material de estratificação e 2 coroas foram fraturadas. Quatro complicações biológicas, 2 coroas anteriores tiveram que ser tratadas endodonticamente, 1 incisivo teve cárie na margem da coroa, devido ao grande dano teve que ser extraído, 1 dente que já havia sido tratado com pino e núcleo desenvolveu uma infecção endodôntica, após apicetomia e distúrbios recorrentes foi indicado a extração. As taxas de sobrevivência para coroas anteriores foi de 93,8% e posteriores foi 100%, após 8 anos. A localização da coroa não teve impacto significativo na taxa de sobrevivência. Não houve diferença no risco de complicações relacionadas a forma de cimentação.

Balbule *et al.* (2014) realizou um estudo *in vitro* comparando a resistência à fratura da cerâmica de restaurações metalocerâmicas utilizando diferentes designs para os *copings*. Foram utilizados 3 designs diferentes de *coping*, sendo eles: extensão de *coping* de metal na superfície labial até o ângulo da linha gengivoaxial (grupo A), extensão de *coping* de metal 1 mm antes do ângulo da linha gengivoaxial (grupo B) e *coping* de metal com colar de metal labial de 0,4 mm de largura (grupo C). 30 grupos de matrizes de resina foram preparados (15 do grupo A e 15 do grupo B). Em seguida os grupos A e B foram fundidos em liga de Ni-Cr, após a fundição, os *copings* foram analisados com um microscópio de luz, em seguida as irregularidades de fundição foram removidas com um instrumento rotativo e abrasão a ar com óxido de alumínio. Os *copings* obtiveram uma espessura de 0,4 mm. Para confecção da cerâmica, foram selecionados 30 *copings* de metal para o grupo A e o grupo B, e em seguida aplicada a porcelana de ombro. O padrão para o *coping* do grupo C foi preparado semelhante aos grupos A e B, exceto que foi mantido um colar facial de 0,4mm de largura. As 45 matrizes de metal dos grupos A, B e C foram embutidas em bloco de resina acrílica na posição vertical. As coroas foram cimentadas com cimento de ionômero de vidro sob 15Kg de carga estática e foram deixadas em repouso por 24h, Foi aplicada uma carga no ângulo da linha incisal lingual no longo eixo do espécime até que ocorresse a fratura catastrófica da porcelana. Ao exame visual dos espécimes dos 3 grupos foi observado modo de falha semelhantes, falhando por

fratura de cisalhamento de cerâmica do ponto de carga à margem da coroa. De acordo com os resultados deste estudo, a resistência à fratura das margens da porcelana do ombro foi maior do que a da porcelana fundida à margem do colar de metal.

Em 2014, Pieger *et al.* realizaram uma revisão sistemática sobre a taxa de sobrevivência a curto e médio prazo de coroas únicas e próteses parciais fixas de dissilicato de lítio, para isso eles realizaram uma busca no PubMed. Os autores definiram a fratura de qualquer parte da restauração como falha. Os dados extraídos foram usados para calcular a taxa de sobrevivência de intervalo (ISR), e a taxa de sobrevivência cumulativa (CSR). A taxa de sobrevivência cumulativa de 2 anos para coroas únicas foi de 100%, e de 5 anos foi de 97,8%. A taxa de sobrevivência cumulativa de 2 anos para próteses dentárias fixas foi de 83,3%, e em 5 anos foi de 78,1%. Num período de 10 anos, foi de 96,7% para coroas únicas e 70,9% para próteses dentárias fixas.

Sailer *et al.* (2015) realizaram uma revisão que avaliou a sobrevida de 5 anos de coroas dentárias metalocerâmicas e de cerâmica pura, de únicas e múltiplas unidades. Foram analisados 67 estudos publicados entre 1990 e 2013. As taxas de sobrevivência foram diferentes para os diversos tipos de cerâmicas. Neste estudo foram registrados para coroas únicas algumas complicações técnicas, sendo elas: fratura da estrutura da cerâmica, lascamento da cerâmica, descoloração marginal, perda de retenção e comportamento estético. De acordo com a conclusão deste estudo, as coroas feitas de cerâmica de vidro reforçada com leucita, dissilicato de lítio, ou cerâmica de óxido (a base de alumina) possuem desempenho semelhante nas regiões anterior e posterior. E as cerâmicas como a feldspática e a vitrocerâmica de sílica, são mecanicamente mais fracas por isso são recomendadas apenas em regiões anteriores, com baixa carga funcional. Coroas de zircônia não são recomendadas como uma opção de tratamento primário devido ao risco aumentado do lascamento da cerâmica de estratificação e perda da retenção.

Em 2016 Huettig *et al.* desenvolveram um estudo prospectivo que avaliou o desempenho das coroas de dissilicato de lítio, e os fatores que comprometem a sobrevivência e a qualidade das mesmas. Uma revisão sistemática avaliou 8 estudos clínicos sobre a sobrevivência do dissilicato de lítio até 10 anos. Para avaliar a sobrevivência clínica, 326 coroas foram avaliadas em um intervalo médio de 3 anos. Todas as coroas foram cimentadas com cimento resinoso autoadesivo ou cimento de ionômero de vidro modificado por resina. Apenas três destes estudos investigaram o

dissilicato de lítio prensado “emax press”, 2 desses 3 estudos incluíram coroas monolíticas. Os pacientes receberam restaurações a base de metal e uma alternativa sem metal de dissilicato de lítio prensadas. O tratamento seguiu um protocolo operacional padrão (POP) do serviço que abrangia as seguintes características: o preparo dentário é realizado de acordo com todos os padrões cerâmicos, chanfro circular de 0,8 mm e pelo menos 1 mm de redução oclusal. Os provisórios foram cimentados com cimento sem eugenol Temp Bond NE (Kerr Corp., Romulus, MI, EUA) ou então Dycal (DentsplyDeTrey, Konstanz, Alemanha), e as coroas definitivas foram cimentadas de preferência com o cimento resinoso "Multilink Automix" ou com "Variolink" (ambos Ivoclar-Vivadent), se nenhum dos protocolos fosse possível, as coroas seriam ser cimentadas com cimento resinoso RelyX Unicem (3M ESPE). As coroas foram fabricadas por técnicos dentais treinados no sistema e.max-Ceramic (Ivoclar Vivadent), com relação à estética, apenas os anteriores foram estratificados na face vestibular com a cerâmica feldspática 'e.max ceram' (Ivoclar-Vivadent). De 58 pacientes, 32 coroas não corresponderam ao padrão clínico de coroas de dente único para a preparação, bloqueio ou cimentação. Todas as restaurações, exceto 20, foram cimentadas com Multilink Automix (Ivoclar-Vivadent). As 20 coroas (em 2 pacientes) foram cimentadas com Variolink usando Syntac e adesivo (todos Ivoclar-Vivadent). Qualquer evento adverso compromete a taxa de complicações, e a data de uma falha observada compromete a taxa de sobrevivência, as mesmas foram determinadas em 24 e 48 meses. As taxas de complicações foram estimadas para as coroas em relação ao tratamento do canal radicular (sim/não) e a posição da coroa (anterior/posterior). Foi realizada a observação de 4 a 51 meses, o que revelou 4 lascas, 3 perdas de retenção, 3 fraturas, 3 cáries secundárias, 1 problema endodôntico e 1 fratura de dente. A taxa de sobrevivência e complicações foi estimada em 98,2% e 5,4% em 24 meses, e 96,8% e 7,1% em 48 meses.

De Kok *et al.* (2017) estudou a possibilidade da rugosidade interna de coroas à base de dissilicato de lítio influenciar na resistência à fratura e na confiabilidade estrutural deste tipo de restauração, comparando o efeito das estruturas da superfície interna do dissilicato de lítio fresado e prensado. Foram utilizados blocos de vitrocerâmica à base de dissilicato de lítio, e a partir destes, foram obtidos 100 discos com espessura padronizada. Os corpos-de-prova foram cristalizados em forno específico. Imagens obtidas de um microscópio eletrônico de varredura foram utilizadas para avaliar a semelhança das diferentes estruturas da superfície. Após a

sinterização, as amostras foram submetidas a um pré tratamento aleatoriamente, onde uma parte teve a superfície polida, e a outra parte teve a superfície rugosa. Os discos de dissilicato de lítio (polidos e rugosos) foram restaurados na face oclusal, e foram cimentados com um substrato de resina epóxi. Para avaliar o efeito de cada fator separadamente (rugosidade e ligação) e a associação deles, foram considerados quatro testes para discos de dissilicato de lítio polidos e rugosos: disco isolado sob carga estática (n = 10); ligação a um substrato de resina epóxi e testado sob uma carga estática (n = 10); ligação a um substrato de resina epóxi e testado sob fadiga (n = 20); e ligação simulada testada estaticamente (n = 10). Os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de carga estática até a falha, e o teste de fadiga até a falha total ou até a sobrevivência após etapa final de 1150N. Foi realizada uma análise de elementos finitos com dois tipos de modelos: um modelo em que a interface entre o disco de teste e a resina epóxi foi presumida perfeitamente ligada, e um modelo descolado em que a interface foi modelada como uma superfície de contato com um coeficiente de atrito de 0,45, assumindo um valor insuficiente da ligação entre estas superfícies. Como resultado obtido deste estudo em relação à confiabilidade estrutural, não houve diferença entre as condições que foram avaliadas. Com relação a rugosidade da superfície, as condições ásperas apresentaram 95% de risco de falha, enquanto as polidas apenas 35%. A análise de elementos finitos mostrou que a tensão é distribuída no topo do disco de cerâmica, por isso a tensão não se concentra em torno da interface de ligação.

Chen *et al.* (2019) realizaram um estudo *in vitro* sobre a resistência à fratura das diferentes espessuras da cerâmica à base de dissilicato de lítio. Foram desenvolvidas 30 coroas de dissilicato de lítio, que foram divididas em 3 grupos: Grupo TD: coroas de espessura tradicional cimentadas em pilares Paradigm MZ100 (3M, St. Paul, MN). Grupo MD: coroas de espessura mínima cimentadas em pilares MZ100. Grupo ME: coroas de espessura mínima cimentadas em pilares e.maxCAD. As coroas foram projetadas e fresadas com 0,7mm para restaurações de espessura mínima e 1,5mm para coroas tradicionais. Foram fresados 10 pilares de espessura tradicional e 20 de espessura mínima, em seguida as coroas foram cimentadas, e foi realizada a medição da carga de fratura destes grupos utilizando uma máquina de ensaios universal. As fraturas foram classificadas como falha catastrófica, linhas de fratura visíveis apenas com transiluminação e nenhuma linha de fratura visível. Em seguida foi realizada análise fractográfica das amostras do grupo ME e MD, a magnitude das

fraturas foram analisadas por meio do microscópio eletrônico de varredura. Neste estudo, foram consideradas falhas catastróficas as fraturas que foram claramente visíveis na superfície da restauração, sendo assim, como resultado deste estudo foi observado que no grupo TD e MD houveram falhas catastróficas. Foi realizada a inspeção de transiluminação adicional, o que constatou que o grupo TD teve 5 espécimes com fraturas muito pequenas e o ME teve 2 espécimes com linhas de fratura. No geral, o grupo MD teve a maioria dos espécimes com fraturas visíveis e o TD teve o maior número de falhas catastróficas.

Shahmoradi *et al.* (2020) realizaram uma análise da fratura em coroas monolíticas *metalfree* de diferentes tipos, suas diferentes propriedades mecânicas e o comportamento da fratura destas coroas *in vitro*. Para realizar essa análise foi utilizado o método de elementos finitos estendidos tridimensional (3D). Foram utilizados 5 tipos de materiais para realizar a comparação: dissilicato de lítio (LDS), cerâmica feldspática (FC), zircônia tetragonal estabilizada com ítria (Zr), resina composta de polímero de alto desempenho (HPP) híbrida, cerâmica filtrada por polimerina híbrida (PIC). Para este estudo foram utilizados 18 coroas de pré-molares, testadas em uma máquina de ensaios universal, até que ocorresse a fratura da coroa. Os modelos foram carregados com uma esfera de 5 mm, controlada por uma força descendente, aumentando de 0 a 10kN. Com relação a tensão principal máxima, o valor pico de carga foi 130N e exibiu uma classificação crescente para HPP (8,73 MPa), PIC (15 MPa), FC (16,95 MPa), LDS (17,75 MPa) e Zr (21,05 MPa), como o sulco sendo a área principal de concentração em todos os grupos. De acordo com a carga de iniciação de fissuras, os modelos foram feitos do mesmo material, mas com diferentes ângulos de cúspide, entalhes e espessuras. A carga de trinca na maioria dos modelos foi significativo quando o ângulo da cúspide aumentou de 50° a 60° em comparação com o de 60° a 70°. O ângulo da cúspide mais alto não aumentou a resistência à fratura da coroa. A respeito da área de superfície da rachadura, os modelos com menor espessura demonstraram um aumento na área de superfície de trinca, comparando com os modelos de espessura média e alta. Com relação ao tipo de material, observou-se que o FC iniciou a trinca na carga mais baixa, em seguida os PIC, HPP, LDS e Zr, respectivamente. O FC foi o mais frágil nas simulações. A localização da fissura não foi afetada pela alteração da espessura da coroa, desenho e propriedades do material.

6. DISCUSSÃO

A fratura da cerâmica é uma realidade considerada desagradável na Odontologia restauradora contemporânea, por isso muitos métodos foram utilizados para determinar as resistências relativas de coroas cerâmicas *metalfree* e metalocerâmicas. Com a evolução dos sistemas cerâmicos, é observado uma melhoria nas propriedades mecânicas destes materiais, possibilitando desde a confecção de restaurações unitárias até a confecção de próteses parciais fixas *metalfree*. Cada sistema apresenta particularidades quanto à confecção e composição da cerâmica (MILLER *et al.*, 1992; GOMES *et al.*, 2008).

Campos *et al.* (2011) afirmaram que as cargas de fratura das coroas metalocerâmicas foram maiores do que as das coroas *metalfree*. A resistência à fratura das coroas cerâmicas pode ser aumentada utilizando um reforço de leucita e dissilicato de lítio, aumentando a carga de fratura, quando comparado à cerâmica feldspática. Por isso, foi relatado que devido a alta resistência à fratura da cerâmica reforçada com leucita, esta tendia a acometer também o dente. Já nas coroas metalocerâmicas, houve baixa incidência de envolvimento do dente sem deslocamento da restauração. Quando a fratura ocorreu, indicou que o *coping* metálico gerou um efeito protetor para o dente, evitando a fratura do mesmo. Contudo, considerando que sob cargas verticais a tensão se concentra em torno do ponto de carga, os tipos de fratura das cerâmicas *metalfree* iniciaram no ponto de carga e se propagaram através da interface dente/restauração, em seguida envolveram o dente devido à forte adesão nas interfaces.

O efeito da rugosidade interna na resistência à fratura pode ser reduzido com o uso de cimentação adesiva em seu substrato. Ao usar ácido fluorídrico e um agente de união para criar retenção micro-mecânica e química a um agente resinoso composto, o dissilicato de lítio pode ser adequadamente ligado à dentina e ao esmalte. Nesse sentido, estudos laboratoriais mostraram que uma melhor adesão ao substrato resultou em maior resistência à fratura. Além disso, o uso de um cimento resinoso dual pode preencher potencialmente as irregularidades de uma superfície rugosa. Assim, é possível que esses fatores também influenciem o efeito da rugosidade interna na resistência à fratura. (DE KOK *et al.*, 2017).

O desempenho de coroas cerâmicas *metalfree* e metalocerâmicas foi classificado como excelente ou bom, mas posteriormente houve uma diferença significativa na textura de superfície e desgaste das coroas de cerâmica *metalfree*. As coroas metalocerâmicas tiveram desempenho melhor na textura de superfície, entretanto, estas exibiram maior perda de volume quantitativo, mas as superfícies permaneceram mais lisas do que as das cerâmicas *metalfree*, isso ocorre devido a possibilidade de que a composição e distribuição da matriz de vidro e os cristais residuais na vitrocerâmica resultam em uma dissolução mais uniforme, enquanto nas outras cerâmicas expuseram mais da fase cristalina, aumentando a rugosidade da superfície (ESQUIVEL-UPSHAW *et al.* 2013; PIEGER *et al.*, 2014).

O principal problema clínico encontrado tanto nas coroas metalocerâmicas, quanto nas coroas de cerâmica *metalfree* foi o lascamento da cerâmica de recobrimento. As coroas de cerâmica *metalfree* apresentavam melhor desempenho do que as coroas metalocerâmicas, mas as coroas metalocerâmicas apresentaram maior perda de vitalidade e fratura do dente pilar. Enquanto para as coroas de cerâmica *metalfree* essas complicações não foram relatadas. As coroas de cerâmica *metalfree* feitas de vidro cerâmico reforçado com dissilicato de lítio ou óxido de alumina podem ser recomendadas como uma opção de tratamento alternativo às metalocerâmicas nas regiões anterior e posterior, enquanto as cerâmicas feldspáticas são recomendadas apenas para região anterior, pelo fato de serem menos estáveis. Em contrapartida, no estudo de Miller *et al.* (1992), indicaram que os valores de fratura para as coroas metalocerâmicas foram maiores do que as de cerâmica *metalfree*, mas ainda há possibilidade de que estes mesmos tipos de coroas que são atacadas e cimentadas com cimento resinoso apresentem maiores valores de fratura não foi descartada (SAILER *et al.*, 2015).

As coroas de dissilicato de lítio, mesmo as de mínima espessura (<1 mm.) podem ter resistência à fratura altas o suficiente para suportar forças de mordida posterior. A falha pode ocorrer mais comumente devido às relações dos módulos de elasticidade entre o material restaurador e o substrato, do que a resistência e espessura intrínseca do material. Já para outros autores, a espessura da coroa foi um fator determinante para resistência à fratura, e teve uma relação direta com a carga de início da trinca. O padrão de alinhamento dos cristais alongados da cerâmica de dissilicato de lítio que são concentrados no ponto de injeção de prensagem, resulta em um padrão desfavorável que cria caminhos microestruturais fracos, o que pode

fazer com que a incidência de fraturas aumente após de um certo tempo na cavidade oral. A área de alta carga e de menos suporte dentário (cristas marginais), foram relatados como áreas propensas ao lascamento. (CHEN *et al.*, 2019; SHAHMORADI *et al.*, 2020; GEHRT *et al.*, 2013; GONZAGA *et al.*, 2011; HUETTIG *et al.*, 2016).

Em uma comparação de resistência à fratura entre coroas de cerâmica *metalfree* e metalocerâmica com diferentes designs de *coping*, a fratura ocorreu através dos dentes, não através das restaurações. Sendo assim foi comprovado que as coroas de cerâmica *metalfree* e metalocerâmica possuem a mesma resistência à fratura após cimentadas ao dente. Em contrapartida, Balbule *et al.* (2014) afirmaram que pequenos defeitos na subestrutura metálica ou a condensação inadequada da porcelana podem causar trincas iniciais, e evoluírem para fraturas catastróficas nas coroas metalocerâmicas (POTIKET *et al.*, 2004; BALBULE *et al.*, 2014).

De acordo com Motta *et al.* (2007), o material irá falhar quando atingir a resistência final do mesmo. No entanto, o critério de falha por fadiga deve ser usado, e o crescimento de trincas subcríticas deve ser considerado nas regiões que são submetidas à tensão máxima. Em alguns casos o crescimento de trincas ocorre tão lentamente que outros fatores poderão levar à falha ao invés da carga.

A falha das restaurações é um problema multifatorial. Sendo assim, falhas de sistemas metalocerâmicos não são surpreendentes quando considerada a grande diferença do módulo de elasticidade entre o metal e os materiais cerâmicos. Quando a cerâmica feldspática é resfriada, os cristais de leucita se contraem mais do que a matriz de vidro circundante, levando ao desenvolvimento de tensões compressivas em torno das partículas de leucita, bem como microfissuras dentro e ao redor dos cristais, à medida que a trinca se propaga pelo material, a concentração de tensões é mantida na ponta da trinca até que a trinca se mova completamente pelo material. Em contrapartida, Sailer *et al.* (2007) afirmaram que a cerâmica feldspática para recobrimento de coroas metalocerâmicas obtiveram taxas de fratura mais baixas do que as cerâmicas puras (ÖSCAN *et al.*, 2003).

7. CONCLUSÃO

Com base no levantamento bibliográfico realizado, concluiu-se que: apesar da evolução dos materiais cerâmicos, da alta resistência à fratura tanto do sistema *metalfree* quanto do sistema metalocerâmico, deve ser feita uma análise criteriosa levando em consideração também outros fatores, como a espessura e os componentes da cerâmica, o modo de cimentação, a região na qual será cimentada, o módulo de elasticidade e a rugosidade de superfície.

REFERÊNCIAS

AMESTI-GARAIZABAL, Amaia *et al.*

Fracture Resistance of Partial Indirect Restorations Made with CAD/CAM Technology. A Systematic Review and Meta-Analysis. **Journal of Clinical Medicine**, v. 8, n. 11, p. 1932, 2019.

ANUSAVICE, K. J. *et al.* **Phillips: Materiais Dentários**. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. 592 p. ISBN 97835268188.

ASLAM, Ayesha *et al.* Ceramic fracture in metal-ceramic restorations: the aetiology. **Dental Update**, v. 44, n. 5, p. 448-456, 2017.

BULBULE, Nilesh; MOTWANI, B. K. Comparative study of fracture resistance of porcelain in metal ceramic restorations by using different metal coping designs-an in vitro study. **Journal of clinical and diagnostic research: JCDR**, v. 8, n. 11, p. ZC123, 2014.

CAMPOS, Roberto Elias *et al.* In vitro study of fracture load and fracture pattern of ceramic crowns: a finite element and fractography analysis. **Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry**, v. 20, n. 6, p. 447-455, 2011.

CHEN, Sara Elizabeth *et al.* Fracture resistance of various thickness e. max cad lithium disilicate crowns cemented on different supporting substrates: an in vitro study. **Journal of Prosthodontics**, v. 28, n. 9, p. 997-1004, 2019.

DE KOK, Paul *et al.* The effect of internal roughness and bonding on the fracture resistance and structural reliability of lithium disilicate ceramic. **Dental Materials**, v. 33, n. 12, p. 1416-1425, 2017.

ESQUIVEL-UPSHAW, Josephine *et al.* Randomized, controlled clinical trial of bilayer ceramic and metal-ceramic crown performance. **Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry**, v. 22, n. 3, p. 166-173, 2013.

GOMES, E. A. *et al.* Cerâmicas odontológicas: o estado atual. **Cerâmica**, v. 54, n. 331, p. 319-325, 2008.

GEHRT, Maren et al. Clinical results of lithium-disilicate crowns after up to 9 years of service. **Clinical oral investigations**, v. 17, n. 1, p. 275-284, 2013.

GONZAGA, Carla Castiglia et al. Slow crack growth and reliability of dental ceramics. **Dental materials**, v. 27, n. 4, p. 394-406, 2011.

HUETTIG, Fabian; GEHRKE, Ulf Peter. Early complications and performance of 327 heat-pressed lithium disilicate crowns up to five years. **The journal of advanced prosthodontics**, v. 8, n. 3, p. 194, 2016.

MICHALAKIS, Konstantinos X. et al. Fracture resistance of metal ceramic restorations with two different margin designs after exposure to masticatory simulation. **The Journal of prosthetic dentistry**, v. 102, n. 3, p. 172-178, 2009.

MILLER, Amp et al. Comparison of the fracture strengths of ceramometal crowns versus several all-ceramic crowns. **The Journal of prosthetic dentistry**, v. 68, n. 1, p. 38-41, 1992.

MOTTA, Andréa Barreira; PEREIRA, Luiz Carlos; DA CUNHA, Andréia RCC. All-ceramic and porcelain-fused-to-metal fixed partial dentures: a comparative study by 2D finite element analyses. **Journal of applied oral science**, v. 15, n. 5, p. 399-405, 2007.

ÖZCAN, M. Fracture reasons in ceramic-fused-to-metal restorations. **Journal of oral rehabilitation**, v. 30, n. 3, p. 265-269, 2003.

PIEGER, Sascha; SALMAN, Arif; BIDRA, Avinash S. Clinical outcomes of lithium disilicate single crowns and partial fixed dental prostheses: a systematic review. **The Journal of prosthetic dentistry**, v. 112, n. 1, p. 22-30, 2014.

POTIKET, Narong; CHICHE, Gerard; FINGER, Israel M. In vitro fracture strength of teeth restored with different all-ceramic crown systems. **The Journal of prosthetic dentistry**, v. 92, n. 5, p. 491-495, 2004.

SAILER, Irena et al. All-ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs)? A systematic review of the survival and complication rates. Part I: Single crowns (SCs). **Dental Materials**, v. 31, n. 6, p. 603-623, 2015.

SAILER, Irena et al. A systematic review of the survival and complication rates of all-ceramic and metal–ceramic reconstructions after an observation period of at least 3 years. Part II: fixed dental prostheses. **Clinical oral implants research**, v. 18, p. 86-96, 2007.

SHAHMORADI, Mahdi et al. Monolithic crowns fracture analysis: The effect of material properties, cusp angle and crown thickness. **Dental Materials**, 2020.

SILVA, Flávia Maria Veloso Diniz da. Todas as cerâmicas são iguais?. 2019.

SOARES, Paulo Vinicius *et al.* Reabilitação estética do sorriso com facetas cerâmicas reforçadas por dissilicato de lítio. **Revista Odontológica do Brasil Central**, v. 21, n. 58, 2012.