



CAMILA BORELLI DE BRITO

USO DA ZIRCÔNIA EM PRÓTESE DENTÁRIA

CAMPO GRANDE  
2020



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

CAMILA BORELLI DE BRITO

## USO DA ZIRCÔNIA EM PRÓTESE DENTÁRIA

Monografia apresentada para ao curso de Especialização Lato Sensu da Faculdade Sete Lagoas, como requisito parcial para conclusão do Curso de Prótese Dentária.

Orientadora: Aline Terra Biazon Jardim

CAMPO GRANDE  
2020

Borelli de Brito, Camila.

Uso da Zircônia em prótese dentárias / Camila Borelli de Brito -  
de apresentação. no de f. : 22.

Orientador: Aline Terra Biazon Jardim

Monografia (pós-graduação) – Faculdade Sete Lagoas, Curso de  
Prótese Dentária 2020

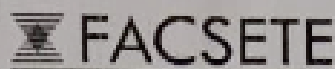
Faculdade Sete Lagoas, 2020.

1. Prótese Dentária.

2. Zircônia.

I. Uso da Zircônia em prótese dentária.

II. Aline Terra Biazon Jardim.



Faculdade Sete Lagoas

Portaria MEC 278/2011 - D.O.U. 23/03/2011  
Recredenciamento Portaria  
MEC 278/2011 - D.O.U. 18/04/2011

Monografia intitulada: **USO DA ZIRCÔNIA EM PRÓTESES DENTÁRIAS**, de autoria da aluna: Camila Borelli de Brito, aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

CD- Ms. Aline Terra Biazon Jardim- orientadora  
AEPC-Associação de Ensino Pesquisa e Cultura de Mato Grosso do Sul

CD- Ms. Oscar Luiz Mosele Junior- coorientador  
AEPC-Associação de Ensino Pesquisa e Cultura de Mato Grosso do Sul

Campo Grande –MS, 20 de janeiro de 2020.

## RESUMO

A Zircônia se apresenta como um material promissor odontológico, de elevada biocompatibilidade, bem como resistência e potencial estético, que permite unir o excelente retorno de similaridade das cerâmicas frente aos elementos dentários naturais, à elevada resistência. O objetivo deste artigo foi analisar a literatura sobre o uso da Zircônia na Odontologia na última década (2010-2020), sob o enfoque dos avanços, benefícios pontos de atenção relativos ao emprego deste material. Para tanto, foi empreendida revisão narrativa de literatura, com levantamento digital de publicações nas bases Acervo da Biblioteca da Organização Pan-Americana da Saúde (PAHO), Elsevier, Literatura do Caribe em Ciências da Saúde (MEDCARIB), Literatura Internacional em Ciências da Saúde (MEDLINE), Portal Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), sob o uso dos descritores “Zircônia”, “Odontologia” e “Prótese”, com seus correspondentes em língua inglesa, no intervalo dos anos de 2010-2020, no total de 31 publicações revisadas. Foi observado que a Zircônia é um material de ampla aceitação entre pacientes e profissionais, com melhor aproveitamento de suas capacidades e diferenciais a partir do processamento digital via CAD/CAM. No entanto, existem lacunas a respeito dos processos de sinterização de melhor aplicabilidade, bem como métodos voltados às propriedades mecânicas, estéticas e funcionais do material em médio e longo prazos. Contudo, trata-se de uma alternativa de excelente retorno estético, aproximação aos elementos dentais naturais e boa longevidade, com resistência representativa às falhas, compatível a recursos como metalocerâmicas.

**Palavras-chave:** Zircônia. Odontologia. Próteses.

## ABSTRACT

Zirconia presents itself as a promising dental material, with high biocompatibility, as well as resistance and aesthetic potential, which allows to unite the excellent return of similarity of ceramics to natural dental elements, to high resistance. The aim of this article was to analyze the literature on the use of Zirconia in dentistry in the last decade (2010-2020), under the focus of advances, benefits points of attention related to the use of this material. To this end, a narrative literature review was undertaken, with a digital survey of publications in the Collection databases of the Library of the Pan American Health Organization (PAHO), Elsevier, Caribbean Literature on Health Sciences (MEDCARIB), International Literature on Health Sciences (MEDLINE), Periodic Portal of the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) and *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), under the use of the descriptors "Zirconia", "Dentistry" and "Prosthesis", with their correspondents in English, in the interval of the years 2010-2020, in a total of 31 revised publications. It was observed that Zirconia is a material of wide acceptance among patients and professionals, with better use of its capabilities and differentials from digital processing via CAD/CAM. However, there are gaps regarding the sintering processes of better applicability, as well as methods focused on the mechanical, aesthetic and functional properties of the material in the medium and long term. However, it is an alternative of excellent aesthetic return, approximation to natural dental elements and good longevity, with representative resistance to failures, compatible with features such as metalloceramics.

**Keywords:** Zirconia. Dentistry. Prostheses.

**SUMÁRIO**

1. INTRODUÇÃO .....	2
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	4
3. DISCUSSÃO .....	12
4. CONCLUSÃO.....	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	14

## 1. INTRODUÇÃO

No decorrer da História, a Odontologia tem passado por uma série de transformações marcadas por uma progressão constante no estado da arte de seu campo do conhecimento. Um dos marcos do início deste percurso pode ser identificado na Idade Média, com os cirurgiões-barbeiros europeus que, a partir de métodos de observação e pela tentativa e erro, iniciaram o aperfeiçoamento no tratamento dentário que resultou na fase científica e nas primeiras escolas especializadas na prática odontológica (JENKINS, 2014).

A Odontologia preventiva e restauradora avançaram de forma significativa após o início da fase científica. Contudo, foi a partir da década de 1980 que houve uma intensificação no interesse e busca coletiva por tratamentos capazes de oferecer não somente restauração da saúde bucal, mas cada vez mais potentes resultados estéticos. Os tratamentos reabilitadores passaram a ocupar, deste ponto em diante, o lugar de medidas voltadas a qualidade de vida dos indivíduos, sendo elaborados com tecnologias constantemente atualizadas para o desenvolvimento de próteses, implantes, facetas, lentes e outros materiais e procedimentos (BISPO, 2018).

Os materiais metalocerâmicos são utilizados de longa data na confecção de próteses, com destaque ao Titânio (Ti), largamente empregado por sua alta compatibilidade orgânica que permite boa ósseointegração, maleabilidade, leveza e resistência mecânica. Em contraponto a estas vantagens, o popular Ti apresenta como efeitos indesejáveis, a exemplo do escurecimento gengival no caso de implantes em pacientes com gengivas finas e delicadas, bem como a possibilidade de liberação de íons aos tecidos corporais durante a degradação e corrosão do Ti comercialmente puro ou sua liga, com o risco de colateralidades como descolorações a necrose estéril (ANUSAVICE; SHEN; RAWLS, 2012).

Os materiais cerâmicos são opções crescentes frente a sua maior segurança e retorno estético. Estes materiais podem replicar com extrema semelhança os elementos dentários naturais, mas apresentam fragilidade mecânica representativa, o que torna o uso desaconselhável para a zona posterior da cavidade oral, em que as forças mastigatórias costumam ser mais elevadas (CERRONI, 2017).

A Zircônia (Zr) é um polimorfo de desempenho relevante, já explorado em sobretudo para finalidades ortopédicas como de Engenharia. Na Odontologia, o uso



da Zircônia foi iniciado como material de suporte em uma tentativa de substituição das ligas, para restaurações de finalidade estética e implantes orais. Por seu potencial estético, as misturas para a melhoria da resistência mecânica dos materiais cerâmicos são produtos emergentes na Odontologia restauradora (PICONI; CONDO; KOSMAC, 2014).

Fez-se uma análise da literatura sobre o uso da Zircônia na Odontologia na última década (2010-2020), sob o enfoque dos avanços, benefícios pontos de atenção relativos ao emprego deste material. Foi realizada uma revisão narrativa de literatura, metodologia mais ampla de coleta de dados e análise crítica que permite o levantamento do conhecimento a respeito de um tema em estudos que podem, sem o risco de viés, ser oriundos de metodologias distintas de desenvolvimento. Para esta finalidade, foi realizado um levantamento digital de publicações, empreendido nas bases Acervo da Biblioteca da Organização Pan-Americana da Saúde (PAHO), Elsevier, Literatura do Caribe em Ciências da Saúde (MEDCARIB), Literatura Internacional em Ciências da Saúde (MEDLINE), Portal Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO).

As publicações foram selecionadas com o uso dos descritores “Zircônia”, “Odontologia” e “Prótese”, com a aplicação correspondente em língua inglesa (*Zirconia, Dentistry e Prosthesis*). Como critérios de inclusão ao estudo, a pesquisa foi desenvolvida a partir da busca em publicações divulgadas entre o intervalo temporal de corte entre 2010-2020, com divulgação em língua portuguesa e inglesa, disponibilização de acesso completo, com suficiente descrição metodológica do desenvolvimento. A exclusão foi determinada pelo afastamento destes critérios de interesse.

Inicialmente, a pesquisa retornou em 298 artigos que se enquadraram ao interesse de estudo que, após leitura prévia dos objetivos, resumos e/ou sumários, foram reduzidos para leitura integral em 59 publicações. Em nova filtragem, foram excluídas repetições e feita nova escolha por coesão/densidade metodológica e paridade aos objetivos, que resultou no total de 31 publicações finais.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

O uso de cerâmicas puras é uma tendência na Odontologia, mediada pela atratividade estética que apresentam, pela extrema proximidade ao esmalte e dentina naturais. Estes materiais tendem a ser ainda altamente biocompatíveis e de boa durabilidade química. O uso de materiais como metalocerâmica é difundido há mais de cinco décadas, mas a problemática mais comum é a presença de uma espécie de marcação em tonalidade escura que se apresenta entre indivíduos com recessão gengival. O efeito estético deste marcador compromete o resultado estético e a aparência natural protética (ANUSAVICE; SHEN; RAWLS, 2012).

Assim, quando a cerâmica é utilizada, a opção por uma fabricação complexa é geralmente tomada para atingir resultados satisfatórios. Tendo por exemplo a leucita, por exemplo, é possível encontrar tenacidade à fratura de  $10 \text{ Mpa m}^{1/2}$ , o que satisfaz à maioria das aplicações desejáveis. Já a resistência à flexão pode variar conforme o metal utilizado e a subestrutura de fortalecimento, uma vez que é necessário este reforço pela presença de uma flexão variável entre 44-65 MPa, considerada baixa (VAN NOORT; BARBOUR, 2014).

Como cerâmica totalmente pura, a Zircônia é considerada promissora, uma vez que também tem endurecimento por transformação, fator que faz com que não apresente a condição quebradiça comum às cerâmicas, com estrutura monoclinica à temperatura comum e, se aquecida a pelo menos  $1.170^\circ \text{ C}$ , atinge estrutura tetragonal, com a possibilidade de atingir terceira fase cúbica entre  $2370^\circ \text{ C}$ , com ponto de fusão (POWERS; WATAHA, 2015).

A Ortopedia foi a área médica pioneira no uso de policristais de Zircônia Ítria-Tetragonal (Y-TZP) e, com o êxito dos resultados, surgiu o interesse Odontológico na aplicação deste material e seu uso se tornou difuso. No entanto, no ano de 2001, houve uma onda de falha associada aos componentes de Zircônia, o que direcionou uma série de estudos à investigação deste material e em suas interações como opção protética e implantar, com destaque ao uso odontológico (RAMESH et al., 2018).

Frente as cerâmicas dentárias, a Zircônia oferece excelente resistência à flexão (800-1000 MPa), com capacidade de reduzida propagação de trincas que se opõe a uma fragilidade tradicional de grande parte das cerâmicas. Esta maior resistência decorre de um processo de transformação que converte sua apresentação

de tetragonal para monoclínica, com aproveitamento da expansão volumétrica para o fechamento das trincas e compressão de tensões internas presentes (HAMZA et al., 2016).

Em um contraponto ao excelente benefício da maior tenacidade e resistência, a Zircônia apresenta vulnerabilidade significativa à degradação a baixa temperatura, cuja explicação envolve mesmo a forma de extração de grãos que amplia o risco de degradação da formação e microtrincamentos. No entanto, na literatura, não há uma abordagem clara a respeito do quanto esta degradação, para além do aspecto estético, pode conduzir à falha precoce (MARTINS et al., 2010).

Na Odontologia, é possível fazer uso de quatro sistemas cerâmicos distintos com este material: Zircônia parcialmente estabilizada dopada com cátion de magnésio, Alumina Temperada com Zircônia (ATZ), Zircônia Temperada com Alumina (ZTA) e a mais comum, Zircônia Tetragonal Dopada com Cátion de Ítrio (3%) Policristalina (3Y-TZP). A ZTA é amplamente utilizada para a produção de implantes orais de única peça, dada a sua resistência (PICONI; CONDO; KOSMAC, 2014).

Para uso odontológico, a ZTA ideal é a que apresenta 20% de peso em alumina, condição que permite a obtenção de tenacidade máxima à fratura próxima a  $7,45 \text{ MPa m}^{1/2}$ , com dureza de Vickers de 16,05 GPa. A ZTA apresenta matriz em alumina, com cerca de 1/3 de seu conteúdo na forma de zircônia estabilizada com cério, o que permite maior estabilidade térmica e menor vulnerabilidade à baixa degradação, em comparação à Y-ZTP, por exemplo. Entre os pontos desfavoráveis deste material está o fato de ser até 11% mais porosa, em média, que a 3Y-TZP. Este último tipo de Zircônia é de uso tradicional na ortopedia, com aplicação voltada a pontes de canal radicular desde o início dos anos de 1990, com usos para restaurações cerâmicas já no final daquela década (ROCKETTS; BARTLETT, 2011).

A Zircônia parcialmente estabilizada dopada com cátion de magnésio, embora esteja no rol das opções odontológicas, não é utilizada para este fim por apresentar maior porosidade e grãos de maior porte (30-60  $\mu\text{m}$ ), o que fragiliza a superfície para o desgaste. Além disso, a sinterização deste tipo de Zircônia envolve temperaturas que podem atingir até  $1.800^\circ \text{C}$ , o que requer rigoroso controle de preparação, sendo ainda rara a obtenção de precursores deste tipo de material que sejam livres de dióxido de silício, como se faz necessário à adequada aplicação (LAKSHMANAN, 2012).

Para evitar falha grave após o arrefecimento, a Zircônia tende a ser estabilizada com óxido como Ítria, magnésia ou cério, além de óxido de cálcio, para obter algum controle de tensão e estabilizar a estrutura tetragonal à temperatura ambiente. Outro ganho desta estabilização é interromper a propagação de trincas (BELO et al., 2013).

A Ítria é a substância mais dopante conhecida para o endurecimento e transformação da zircônia, gerando a Y-TZP, que possui fase tetragonal altamente estável na temperatura ambiente desde o teor de Ítria seja superior a 2% mol. A ZTA, por sua vez, apresenta propriedades mecânicas promissoras à dureza e tenacidade à fratura conforme a alteração de dopagem de Ítria, com prensagem uniaxial < 50 MPa e sinterização convencional feita por duas horas, à temperatura de 1.500° C (ZHANG, 2014).

As propriedades presentes na 3Y-TZP variam conforme o porte de seus grãos, que pode ser alterado de forma determinante pela sinterização, que ocorre a uma temperatura que varia entre 1.350-1550° C. Grãos inferiores a 1 µm têm taxa de transformação menor, sendo mínima em unidades de porte < 0,2 µm. Isto, contudo, altera substancialmente o mecanismo de endurecimento presente (ANUSAVICE; SHEN; RAWLS, 2012; BONFANTE et al., 2010).

O uso da ZTA é bastante positivo no sentido estético, uma vez que tanto este material quanto a zircônia são de cor branca e o acabamento superficial termina sendo positivo. A adição de alumina, no entanto, reduz a translucidez e isso não é indicado em muitos casos, embora a dopagem de alumina seja indicada mesmo em pequenos percentuais (como 0,25%) para ampliar a resistência presente. Este tipo de prática restringe o crescimento dos grãos tetragonais durante a sinterização e faz com que a estrutura se apresente, no produto final, mais estável (PICONI; CONDO; KOSMAC, 2014).

Por suas propriedades, a ZTA tende a apresentar a mais elevada resistência à flexão entre as cerâmicas (entre 1800-2400 MPa), com boa resistência envelhecimento e limitações estéticas, sendo bastante utilizada para a finalidade reabilitadora oral nas zonas posteriores (CERRONI, 2017).

É crescente a disposição de tipos distintos de óxido de zircônio monolítico e a maior disposição de produção ao mercado sinaliza a crescente confiabilidade do material no meio odontológico. O uso monolítico de zircônia é mais comum para aplicações do tipo Y-TZP, em que a dopagem de Ítria serve como retentora a

expansão cristalina tetragonal e favorece a estabilidade. O uso de 3% de Ítria é a orientação mais aplicada. Para maior qualidade do processo, há uma indicação mais recorrente da aplicação do pó de Ítria em espaços em branco pré-sinterizados por ser mais segura que usinagem pesada de espaços em branco que se apresentem totalmente sinterizados (BONA; PECHO; ALESSANDRETTI, 2015).

As propriedades mecânicas presentes no 3Y-TZP dependem do tamanho do grau (dependente da temperatura e tempo de sinterização): quanto maior a temperatura e o tempo do processo, maior o grau. Nos casos em que o tamanho se mostra superior a 1  $\mu\text{m}$ , o material se torna mais sujeito à falha e, nos casos em que o grão se apresenta em tamanho igual ou  $< 0,2 \mu\text{m}$ , o material deixa de se transformar, logo, tem a sua resistência à fratura diminuída. As análises da literatura que foram desenvolvidas no interesse de um tamanho de grão favorável à máxima resistência obtiveram um referencial de tamanho próximo a 0,38  $\mu\text{m}$  (ANUSAVICE; SHEN; RAWLS, 2012).

A tecnologia é amplamente utilizada para a fabricação de próteses e implantes desenvolvidos com o uso de cerâmicas, entre elas a Zircônia. Em geral, há uma conciliação de moldagem, compactação e eventualmente calor para a produção de um modelo adequado para uso, com maior teor de sólidos no material e maior compactação. Com isso, a fragilidade usual da cerâmica é rompida, dando lugar a um material menos poroso, mais duro e de melhor resistência (REINHARDT; BEIKLER, 2014).

Para cerâmicas dentárias é fundamental a apresentação de dureza intermediária e alta rigidez, logo, a porosidade não é desejável. Assim, o pó cerâmico pode ser compactado de forma uniaxial, com prensagem a seco, ou de forma isostática a frio ou a seco. Quanto a estas técnicas, a opção considerada mais onerosa é o uso da prensagem isostática a quente, pela demanda de ciclos com tempos mais longos e, conseqüentemente, maiores custos de operação (SAKAGUCHI; POWERS, 2012).

A prensagem a seco é feita por punções superiores ou inferiores de forma hidráulica. Este é um método que favorece a obtenção de um material heterogêneo quanto à sua densidade, mas com propriedades mecânicas que tendem a ser inconsistentes no espaço em branco. Assim, este tipo de prensagem não é adequado para uso em peças de maior porte, como pontes, pois as irregularidades apresentadas

podem ser evidenciadas. Porém, para coroas simples, é um método que pode ser considerado (LOW, 2018).

O uso do módulo Weibull é um aceito de forma ampla para a confiabilidade estrutural das cerâmicas quebradiças, caso da Zircônia, considerando uma série de fatores – como probabilidade de falha e resistência à fratura. Este módulo indica a presença mais frequente de falhas e defeitos microestruturais, permitindo a identificação de uma menor confiabilidade. Assim, neste módulo, o valor obtido geralmente para a pressão uniaxial de 3Y-TZP é de 5, com teste de flexão de 3 pontos, sendo um valor baixo comparado a outros métodos. Assim, o principal ganho deste tipo de prensagem é o baixo custo tanto do equipamento quanto das operações (SUN et al., 2014).

Em diversos casos o método pode produzir formas mais precisas, o que resulta em menos pós-fresamento necessário e, portanto, maior aproveitamento de material. Assim, é comum que a prensagem a seco seja utilizada como uma fase de pré-processamento para que a forma seja obtida, com prensagem isostática suficiente para garantir a homogeneidade. Mas devido a diminuição do uso desse método de modelagem, os estudos que procuram validar o seu uso ou as dificuldades para tanto, foram restringidos em desenvolvimento. No entanto, os dados disponíveis sinalizam para uma pressão de compactação uniaxial recomendada entre 150–200 MPa para o pó 3Y-TZP (INOKOSHI et al., 2013; SIARAMPI et al., 2014).

A prensagem isostática a frio é feita a partir de câmara de fluido de alta pressão para compactação do pó cerâmico contido dentro de um molde flexível, sendo um recurso muito mais abrangente para garantir alta e homogênea densidade (menor porosidade) em todo o espaço em branco de zircônia. Com isso, a peça tende a ser mecanicamente mais forte se comparada a outras uniaxiais, facilitando um processo de sinterização mais rápido e eficaz (LOW, 2018).

Nestes casos, o módulo médio de Weibull para espaços em branco nestes casos envolve uma taxa de 6-8 com base em um teste de flexão de 3 pontos. Contudo, as formas produzidas geralmente não são exatamente precisas e demandam por fresagem extra para refinar o produto a um nível satisfatório, acarretando desperdício do material e perda econômica. A pressão de compactação indicada a estes casos é de 300 MPa, embora possa ser alterada para até 1000 MPa, sendo necessário (SIARAMPI et al., 2012; TANG et al., 2012).

A prensagem isostática a quente faz uso de gases inertes pressurizados e aquecidos, como o argônio. Não se trata de um processo de moldagem, mas de acabamento – uma vez que o resultado pode culminar em um produto totalmente sinterizado. O processo é feito em um forno, com o recipiente para moldar o pó processado em chapa de alto ponto de fusão. O método é vantajoso, pois produz produtos de maior densidade com propriedades isotrópicas em todas as direções. No entanto, seus custos são altos devido ao aquecimento (INOKOSHI et al., 2017; SCHERRER et al., 2013).

As propriedades mecânicas alcançáveis obtidas com este recurso, com uso de 3Y-TZP, gera um material de porosidade inferior a 0,15%. Contudo, as propriedades mecânicas variam muito com a temperatura utilizada. Assim, valores de tenacidade à fratura de até 1600 MPa e módulo de Weibull acima de 10,6 (com base no teste de flexão de 3 pontos) são alcançados em espaços em branco totalmente densos. Estes espaços densos podem apresentar grãos de tamanho próximo a 0,36 µm ou menos (ANUSAVICE; SHEN; RAWLS, 2012; TANG et al., 2012).

O uso dos processos de Projeto e Fabricação Assistida por Computador (CAD/ CAM) ao uma tendência contemporânea no trabalho com cerâmicas dentárias. As restaurações produzidas totalmente em cerâmica tendem a ser produtos de usinagem direta de 3Y-TZP pré-sinterizada, processo feito com uso de padrão matriz ou cera digitalizada por escâner óptico ou de contato. Após este processo, um *software* denominado *Computer Aided Design* (CAD) oferece a possibilidade projeção da restauração ampliada e a fresa é feita a partir do uso do modelo oferecido pelo CAD. Uma vez fresada, a estrutura passa por sinterização e é convertida em uma estrutura final para a recepção de porcelana em revestimento (MIYAZAKI et al., 2013; MOLDOVAN et al., 2011).

Esta versão de Zircônia, 3Y-TZP, apresenta um encolhimento médio de cerca de 25% pela sinterização, o que requer que a peça seja modelada considerando esta condição. Há diversos sistemas e métodos de moagem e sinterização, a exemplo de IPS e-max ZirCAD (Ivoclar Vivadente, Schaan, Liechstein), Lava (3M Espe, Seefeld, Alemanha) e Procera Zirconia (Nobel Biocare, Gotemburgo Suécia), entre outros. A pré-sinterização é uma fase importante que reduz o risco de superfícies de fase monoclinica, sendo também possível fazer uso de sais metálicos ou combinações para a coloração de blocos de 3Y-TZP ou estruturas fresadas que corroboram

positivamente para o ganho estético final (ANDREIUOLO; GONÇALVES; DIAS, 2011).

É importante notar que a realização de procedimentos substrativos após a sintetização na câmara de cerâmica gera fase monoclinica na superfície que recebe este tratamento. Contudo, neste contexto, o resultado tende a ser a melhoria da resistência que ocorre acompanhada por uma condição adicional: a quebra da resistência a rachaduras, que deixa de encontrar barreira opositora pela transformação da fase tetragonal. Com isso, a camada monoclinica criada perde o impacto compressivo de fissura comum ao material. Estes tratamentos de superficial, como jateamento ou retificação, apresentam ainda o risco de microfissuras de superfície que podem comprometer a longevidade das restaurações (ANUSAVICE; SHEN; RAWLS, 2012; MOLDOVAN et al., 2011).

A aplicação de usinagem de blocos de 3Y-TZP é sugestiva da criação de Zircônia monoclinica e micro rachaduras na superfície, fatores de queda na longevidade da prótese ou restauração. O uso de blocos cerâmicos para próteses dentárias fixas é crescente, e isto se dá pela apresentação de capacidade de carga inferior a presente nos metais. Como é desta maneira, o uso mais comum destes blocos é destinado a forças de cargas mais baixas (ANUSAVICE; SHEN; RAWLS, 2012; LAN et al., 2017).

Desta forma, a metodologia CAD / CAM tem muitas vantagens em comparação com a impressão física tradicional, tais como menor tempo de fabricação e menor propensão ao erro. As medidas também são obtidas e replicadas de forma muito precisa, logo, a qualidade final é elevada. Sendo uma característica importante de uma restauração dentária bem-sucedida a adaptação marginal, este fator replica que, essencialmente, a prótese será produzida em estrita resposta aos fatores dimensionais dos dentes circundantes. A adaptação marginal inadequada leva ao acúmulo de placa, que pode causar microinfiltração de bactérias, além de inflamação endodôntica e doenças periodontais (ZASSO et al., 2015).

No entanto, como já observado, o uso apurado da tecnologia CAD / CAM depende de previsões dimensionais responsáveis pelo encolhimento durante a sinterização. Além disso, alguns sistemas CAM podem produzir uma discrepância marginal de até 9  $\mu\text{m}$  antes da cimentação, mas mesmo isto representa uma margem bem abaixo do limite aceito de 120  $\mu\text{m}$ . Assim, tal situação sugere para o fato de que o uso de CAD / CAM representa um passo importante para a melhoria do processo



de fabricação da cerâmica dental e gera maior confiabilidade e conforto ao paciente (MIYAZAKI et al., 2013; MOLDOVAN et al., 2011).

O processo de sinterização da Zircônia influencia a taxa de crescimento de seus grãos que, caso seja muito alto, afeta adversamente a resistência à flexão e a obtenção de alta densidade. O conteúdo cristalino em cerâmica determina a translucidez, logo, a alta translucidez nos produtos é reflexo de grãos de menor tamanho e menor tempo de sinterização. Como tal, técnicas convencionais de sinterização estão sendo desafiadas por novas inovações que visam otimizar parâmetros-chave como temperatura, taxa de calor e tempo de sinterização (ANUSAVICE; SHEN; RAWLS, 2012; LAN et al., 2017).

A sinterização convencional representa o aquecimento de uma peça em branco pré-compactada em um forno de alta temperatura para elevar a densidade do produto. Os parâmetros centrais desta técnica são o tempo de permanência, a temperatura máxima do forno e a taxa de calor para atingir a temperatura máxima. Esta prática pode atingir tamanhos de grão que produzem propriedades mecânicas e ópticas desejáveis. No entanto, as altas temperaturas exigidas levam ao rápido crescimento de grãos, o que pode prejudicar a consistência da qualidade (ZASSO et al., 2015).

Sendo desta forma, Anusavice, Shen e Rawls (2012) e Sakaguchi e Powers (2012) observaram que o processo de sinterização pode ser realizado em duas etapas., com o aquecimento de alta temperatura até  $T_1^{\circ} C$ , que é seguido do congelamento estrutural sustentado até  $T_2^{\circ} C$ , a fim de obter densificação sem crescimento de grãos dentro de uma certa faixa de temperatura. Quando este método é comparado à sinterização convencional em condições semelhantes, em geral representa uma taxa de crescimento mais lenta dos grãos, bem como maior densificação em um tamanho de grão menor, sobretudo em um ciclo ideal entre 1300 a 1050° C.

### 3. DISCUSSÃO

O uso protético de Zircônia apresenta bom desempenho mecânico e biológico, com necessidade de maior desenvolvimento à redução da fratura do verniz. O envelhecimento que o material sofre acarreta o retorno natural ao estado de equilíbrio monoclinico, sendo a alumina e sua mescla à Zircônia indicada para a redução da cinética do envelhecimento e preservação de boas propriedades mecânicas (ANUSAVICE; SHEN; RAWLS, 2012; HAMZA et al., 2016; MARTINS et al., 2010; POWERS; WATAHA, 2015; RAMESH et al., 2018; VAN NOORT; BARBOUR, 2014).

As tecnologias em três dimensões são amplamente exploradas para Zircônia em próteses. O computador e matrizes digitais geram o processo protético com extrema precisão, com a possibilidade de geração de uma variedade de estruturas com isso de programa de desenho ou de fabricação (CAD / CAM) para formas de elevada precisão, para transferência precisa em diferentes formatos e detalhes, permitindo a produção de próteses com excelentes características mecânicas finais (ANDREIUOLO; GONÇALVES; DIAS, 2011; BONA; PECHO; ALESSANDRETTI, 2015; INOKOSHI et al., 2013; 2017; LAN et al., 2017; LOW, 2018; MIYAZAKI et al., 2013; MOLDOVAN et al., 2011; REINHARDT; BEIKLER, 2014; SCHERRER et al., 2013; SIARAMPI et al., 2012; 2014; SUN et al., 2014; TANG et al., 2012).

Este artigo evidencia que a Zircônia é viável à Odontologia, desde a fabricação de implantes orais até de coroas e pontes dentárias. Nestes processos, podem ser obtidos resultados próximos ou muito próximos dos elementos naturais, sobretudo quanto à adaptação (BELO et al., 2013; BONFANTE et al., 2010; CERRONI, 2017; LAKSHMANAN, 2012; PICONI; CONDO; KOSMAC, 2014; ROCKETTS; BARTLETT, 2011; ZHANG, 2014).

Assim, a Zircônia está bem posicionada no quesito de satisfação de requisitos estéticos e funcionais protético, contudo, são necessários maiores estudos voltados à melhoria da longevidade do material. Assim, a Zircônia é capaz de suportar forças posteriores fisiológicas; o seu processo de envelhecimento, pigmentos corantes e materiais de revestimento têm um impacto negativo no desempenho estético quando não bem mediados e a compreensão de pontos fortes e fracos de seu mecanismo de funcionamento aumentará a confiabilidade da Zircônia como material multiuso (LAN et al., 2017; SAKAGUCHI; POWERS, 2012; ZASSO et al., 2015).

#### 4. CONCLUSÃO

Foi observado que o uso odontológico da cerâmica de zircônia é emergente e bem estabelecido, com grandes avanços na última década, sobretudo referentes ao uso do tipo 3Y-TZP. Isso pode ser atribuído à sua capacidade de atender a todos os principais critérios de satisfação do paciente (conforto, funcionalidade, estética). As próteses deste material são comumente formadas e usinadas a partir de espaços em branco parcialmente sinterizados, devido ao aumento da confiabilidade e às demandas de usinagem menos intensas. É importante considerar o benefício de maiores investigações direcionadas às novas alternativas técnicas de sinterização, como em duas etapas, uma vez que esta prática sinaliza ganhos às propriedades mecânicas sem aumento de custos significativos ao método, se comparado à sinterização convencional, já que os equipamentos utilizados são semelhantes. Tais investigações, a partir dos indicativos de percepção nesta revisão, poderiam ser orientadas a parâmetros como dureza, resistência à flexão, crescimento e tamanho de grãos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREIUOLO, Rafael; GONÇALVES, Silvia Alencar; DIAS, Katia Regina H. Cervantes. A zircônia na Odontologia Restauradora. **Revista Brasileira de Odontologia**, v. 68, n. 1, p. 49, 2011.

ANUSAVICE, Kenneth J.; SHEN, Chiayi; RAWLS, H. Ralph (Ed.). **Phillips' science of dental materials**. London: Elsevier Health Sciences, 2012.

BELO, Y. D. et al. Zircônia tetragonal estabilizada por Ítria: comportamento mecânico, adesão e longevidade clínica. **Cerâmica**, v. 59, n. 352, p. 633-639, 2013.

BISPO, Luciano Bonatelli. Laminados cerâmicos na clínica integrada. **Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo**, v. 30, n. 1, p. 83-94, 2018.

BONA, Alvaro Della; PECHO, Oscar E.; ALESSANDRETTI, Rodrigo. Zirconia as a dental biomaterial. **Materials**, v. 8, n. 8, p. 4978-4991, 2015.

BONFANTE, Estevam A. et al. Failure modes of Y-TZP crowns at different cusp inclines. **Journal of Dentistry**, v. 38, n. 9, p. 707-712, 2010.

CERRONI, Loredana. Ceramics for dentistry: Commercial devices and their clinical analysis. In: PALMERO, Paola; CAMBIER, Francis; BARRA, Eamonn. **Advances in Ceramic Biomaterials**. Sawston: Woodhead Publishing, 2017. p. 181-248.

HAMZA, Tamer A. et al. Flexural strength of small connector designs of zirconia-based partial fixed dental prostheses. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 115, n. 2, p. 224-229, 2016.

INOKOSHI, Masanao et al. Durable bonding to mechanically and/or chemically pre-treated dental zirconia. **Journal of Dentistry**, v. 41, n. 2, p. 170-179, 2013.

INOKOSHI, Masanao et al. Residual compressive surface stress increases the bending strength of dental zirconia. **Dental Materials**, v. 33, n. 4, p. e147-e154, 2017.

JENKINS, Dan. The Long Climb: From Barber-Surgeons to Doctors of Dental Surgery. **The Journal of Craniomandibular Practice**, v. 32, n. 2, p. 149-151, 2014.

LAKSHMANAN, Arunachalam. **Sintering of ceramics: new emerging techniques**. New York: BoD, 2012.

LAN, Ting-Hsun et al. Milling properties of low temperature sintered zirconia blocks for dental use. **Materials Science and Engineering: C**, v. 73, p. 692-699, 2017.

LOW, It-Meng. **Advances in ceramic matrix composites**. Sawston: Woodhead Publishing, 2018.

MARTINS, Luis M. et al. Comportamento biomecânico das cerâmicas odontológicas: revisão. **Cerâmica**, v. 56, n. 338, p. 148-155, 2010.

MIYAZAKI, Takashi et al. Current status of zirconia restoration. **Journal of Prosthodontic Research**, v. 57, n. 4, p. 236-261, 2013.

MOLDOVAN, Ovidiu et al. Three-dimensional fit of CAD/CAM-made zirconia copings. **Dental Materials**, v. 27, n. 12, p. 1273-1278, 2011.

PICONI, Corrado; CONDO, Saverio Giovanni; KOSMAČ, Tomaž. Alumina-and zirconia-based ceramics for load-bearing applications. In: SHEN, James (Ed.). **Advanced Ceramics for Dentistry**. London: Butterworth-Heinemann, 2014. p. 219-253.

POWERS, John M.; WATAHA, John C. **Dental Materials-E-Book: Properties and Manipulation**. New York: Elsevier Health Sciences, 2015.

RAMESH, Singh et al. Comparison between microwave and conventional sintering on the properties and microstructural evolution of tetragonal zirconia. **Ceramics International**, v. 44, n. 8, p. 8922-8927, 2018.

REINHARDT, Belinda; BEIKLER, Thomas. Dental implants. In: SHEN, James (Ed.). **Advanced Ceramics for Dentistry**. London: Butterworth-Heinemann, 2014. p. 51-75.

RICKETTS, David; BARTLETT, David W. **Advanced Operative Dentistry E-Book: A Practical Approach**. New York: Elsevier Health Sciences, 2011.

SAKAGUCHI, Ronald L.; POWERS, John M. **Craig's restorative dental materials-e-book**. New York: Elsevier Health Sciences, 2012.

SCHERRER, Susanne S. et al. Post-hot isostatic pressing: A healing treatment for process related defects and laboratory grinding damage of dental zirconia?. **Dental Materials**, v. 29, n. 9, p. e180-e190, 2013.

SIARAMPI, Eleni et al. Effect of in vitro aging on the flexural strength and probability to fracture of Y-TZP zirconia ceramics for all-ceramic restorations. **Dental Materials**, v. 30, n. 12, p. e306-e316, 2014.

SIARAMPI, Eleni et al. Flexural strength and the probability of failure of cold isostatic pressed zirconia core ceramics. **The Journal of prosthetic dentistry**, v. 108, n. 2, p. 84-95, 2012.

SUN, Ting et al. Load-bearing capacity and the recommended thickness of dental monolithic zirconia single crowns. **Journal of the mechanical Behavior of Biomedical Materials**, v. 35, p. 93-101, 2014.

TANG, Dongxu et al. Evaluation of mechanical reliability of zirconia-toughened alumina composites for dental implants. **Ceramics International**, v. 38, n. 3, p. 2429-2436, 2012.

VAN NOORT, Richard; BARBOUR, Michele. **Introduction to Dental Materials-E-Book**. Elsevier Health Sciences, 2014.

ZASSO, Fernanda Malgarim et al. Evolução sistemas cerâmicos. **Revista Tecnológica**, v. 2, n. 1, p. 240-249, 2015.

ZHANG, Yu. Making yttria-stabilized tetragonal zirconia translucent. **Dental Materials**, v. 30, n. 10, p. 1195-1203, 2014.