



UEPB

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS VIII – PROFESSORA MARIA DA PENHA
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E SAÚDE
CURSO DE ODONTOLOGIA**

BRUNA DANTAS DA SILVA

**PROPRIEDADES ÓPTICAS DAS RESTAURAÇÕES EM ZIRCÔNIA: UMA
RETROSPECTIVA DE 10 ANOS.**

**ARARUNA
2020**

BRUNA DANTAS DA SILVA

**PROPRIEDADES ÓPTICAS DAS RESTAURAÇÕES EM ZIRCÔNIA: UMA
RETROSPECTIVA DE 10 ANOS.**

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado à Coordenação do Curso de Odontologia da Universidade Estadual da Paraíba, campus VIII, como requisito parcial à obtenção do título de Cirurgiã-Dentista.

Área de concentração: Materiais dentários.

Orientadora: Profa. Ma. Danielle do Nascimento Barbosa.

**ARARUNA
2020**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S586p Silva, Bruna Dantas da.
Propriedades ópticas das restaurações em zircônia: uma retrospectiva de 10 anos. [manuscrito] / Bruna Dantas da Silva. - 2020.
29 p.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências, Tecnologia e Saúde , 2020.
"Orientação : Profa. Ma. Danielle do Nascimento Barbosa ,
Coordenação do Curso de Odontologia - CCTS."
1. Cerâmica. 2. Estética dentária . 3. Zircônia. I. Título
21. ed. CDD 617.6

BRUNA DANTAS DA SILVA

PROPRIEDADES ÓPTICAS DAS RESTAURAÇÕES EM ZIRCÔNIA: UMA
RETROSPECTIVA DE 10 ANOS.

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo)
apresentado à Coordenação do Curso de
Odontologia da Universidade Estadual da
Paraíba, campus VIII, como requisito
parcial à obtenção do título de Cirurgiã-
Dentista.

Área de concentração: Materiais
dentários.

Aprovada em: 01/07/2020.

BANCA EXAMINADORA

Danielle do Nascimento Barbosa

Profa. Ma. Danielle do Nascimento Barbosa (Orientadora)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Amanda Lira Rufino de Lucena

Profa. Ma. Amanda Lira Rufino de Lucena.
Faculdade Nova Esperança

Kaiza de Sousa Santos

Kaiza de Sousa Santos
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

“O líquido é um estado da matéria sem formato específico. Ele muda facilmente e se molda ao recipiente que o contém. **O corpo humano é 70% água.**”

Vis a Vis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Fluxograma da metodologia realizada 13
- Figura 2 – Efeito de fatores extrínsecos e intrínsecos nas propriedades 21
ópticas da zircônia.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Artigos incluídos e analisados qualitativamente	14
Tabela 2 – Relação entre diferentes tamanhos de partículas e as propriedades ópticas e mecânicas da zircônia.	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BET	<i>Brunauer, Emmett Teller method</i>
CAD/CAM	<i>Computer Aided Design/ Computer Aided Manufacturing</i>
CR	Taxa de Contraste
CSZ	Zircônia Cúbica Estabilizada
DBT	Degradação a Baixa Temperatura
LTD	<i>Low Temperature Degradation</i>
LZC	Coroas de Zircônia em Camadas (infraestrutura)
MCC	Coroas Metalocerâmicas
MET	Microscopia Eletrônica de Transmissão
MEV/SEM	Microscopia Eletrônica de Varredura/ <i>Scanning Electron Microscopy</i>
MLC	Coroas de Dissilcato de Lítio
MZC	Coroas Monolíticas de Zircônia
PMMA	Polimetilmetacrilato
PSZ	Zircônia Parcialmente Estabilizada
PT	Parâmetro de Translucidez
PTR	Parâmetro de Translucidez Relativa
RC	Razão de Contraste
TZP	Zircônia Tetragonal Policristalina
Y ² O ³	Ítria
Y-TZP	Zircônia Tetragonal Policristalina Estabilizada por Ítria
ZTA	Alumina Endurecida por Zircônia

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	METODOLOGIA	12
3	RESULTADOS	13
4	DISCUSSÕES	21
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
	REFERÊNCIAS	28

PROPRIEDADES ÓPTICAS DAS RESTAURAÇÕES EM ZIRCÔNIA: UMA RETROSPECTIVA DE 10 ANOS.

OPTICAL PROPERTIES OF ZIRCONIA RESTORATIONS: A 10-YEAR RETROSPECTIVE.

Bruna Dantas da Silva*
Danielle do Nascimento Barbosa**

RESUMO

A interação da estrutura dentária com a luz se dá de maneira complexa devido aos seus diferentes constituintes, permitindo que a mimetização desta seja um desafio em reabilitações estéticas. Mesmo sendo considerada a cerâmica mais resistente e tenaz utilizada em odontologia, a zircônia, particularmente sua estética e translucidez tem sido um dos maiores desafios em sua utilização. O objetivo deste estudo foi revisar a literatura quanto aos principais parâmetros, intrínsecos e extrínsecos, que influenciam nas características ópticas da zircônia utilizada em reabilitações estéticas. A pesquisa bibliográfica primária se deu através de estratégia de busca avançada nos bancos de dados *Medical Publications (PubMed)* e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), através dos descritores: “*Optical Properties*”, “*Zirconia*” e “*Esthetic Restorations*”, no período de 2010 a 2020, nos idiomas inglês e português. A busca eletrônica foi complementada por busca manual nas referências dos artigos selecionados, e somados aos estudos previamente selecionados, um total de 29 artigos foram analisados qualitativamente. Verificou-se que as propriedades ópticas das restaurações dentárias em zircônia são afetadas por diversos parâmetros, intrínsecos e extrínsecos, os quais quando manipulados podem favorecer a estética do material promovendo uma excelente mimetização da estrutura dental, além de influenciar em suas propriedades elétricas e mecânicas. Devido à complexidade de possíveis interações desses parâmetros, é difícil prever o comportamento da zircônia com diferentes composições químicas, submetidas a diferentes técnicas e temperaturas de sinterização. Consequentemente, o desenvolvimento de uma nova zircônia combinando altas propriedades mecânicas e translucidez desejáveis ainda é um desafio complexo.

Palavras-chave: Cerâmica. Estética dentária. Zircônia.

ABSTRACT

The interaction of the dental structure with light occurs in a complex way due to its different elements, making its mimicry a challenge in aesthetic rehabilitation. Even being considered the most resistant and tenacious ceramic used in dentistry, zirconia, particularly its aesthetics and translucency, has been one of the biggest challenges in its use. The objective of this study was to review the literature regarding the main parameters, intrinsic and extrinsic, that directly influence the optical

* Acadêmica do Curso de Odontologia, Universidade Estadual da Paraíba, campus VIII – Araruna.

E-mail: dans.bruna@gmail.com

** Professora Mestra do curso de Odontologia da Universidade Estadual da Paraíba, campus VIII – Araruna. **E-mail:** daninbarbosa@gmail.com

characteristics of zirconia used in aesthetic rehabilitation. The primary bibliographic search was performed through an advanced search strategy in the Medical Publications (PubMed) and Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) databases, using the descriptors: “Optical Properties”, “Zirconia” and “Esthetic Restorations”, in the period from 2010 to 2020, in English and Portuguese languages. The electronic bibliography search was complemented by manual search in the references of the selected articles, and added to the previously selected studies, a total of 29 articles were analyzed qualitatively. It was found that the optical properties of zirconia dental restorations are affected by several parameters, which when manipulated can favor the aesthetics of the material, promoting an excellent mimicking of the dental structure, also, it can influence zirconia's electrical and mechanical properties. Due to the complexity of possible interactions of these parameters, it is difficult to predict the behavior of zirconia with different chemical compositions, and when submitted to different sintering techniques and temperatures. Consequently, the development of new zirconia combining desirable high mechanical properties and translucency is still a complex challenge.

Keywords: Ceramics. Dental Esthetics. Zirconia.

1 INTRODUÇÃO

A busca pela estética está cada vez mais em evidência na Odontologia, devido principalmente as exigências dos pacientes e também a introdução no mercado de inúmeros materiais odontológicos que prometem melhor biomimética e longevidade. A individualização de cada caso traz desafios diferentes ao profissional na escolha da melhor estratégia em busca da excelência, por meio da reprodução adequada das características de cor, forma, textura e função (ROCHA & OLIVEIRA, 2017; LISBOA, 2017).

A interação da estrutura dentária com a luz se dá de maneira complexa, devido as suas diferentes estruturas. O esmalte, mais translúcido e a dentina, mais opaca, fazem com que a mimetização da estrutura dentária em reabilitações estéticas cerâmicas seja considerada um grande desafio, sendo de fundamental importância o conhecimento acerca de como funcionam as propriedades ópticas dos materiais dentários (SHAHMIRI et al., 2017). A translucidez ou opacidade de um material depende da absorção e do espalhamento da luz no seu interior. Desta forma, o componente óptico de cada material será determinado por características inerentes ao mesmo relacionadas a quantidade de luz que é absorvida, refletida e transmitida (OTTONI, 2018; SHAHMIRI et al., 2017).

Restaurações totalmente cerâmicas oferecem excelentes resultados quanto ao quesito estético, apresentando algumas vantagens em relação a outros materiais, como estabilidade de cor, resistência mecânica e ao manchamento, capacidade de mimetização da estrutura dental, biocompatibilidade e baixa adesão bacteriana (BARROS, 2016).

Cerâmicas à base de zircônia foram inicialmente introduzidas na Odontologia com o objetivo de substituir a infraestrutura metálica das próteses fixas, de forma a fornecer melhores propriedades estéticas (OTTONI, 2018). A zircônia associa biocompatibilidade, resistência mecânica, boa estabilidade química e alta tenacidade, permitindo seu uso em áreas com baixas cargas oclusais (SHAHMIRI et al., 2017).

Mesmo sendo considerada a cerâmica mais resistente e tenaz utilizada em odontologia, a zircônia, particularmente sua estética e translucidez, tem sido um dos maiores desafios em sua utilização (ROCHA, 2017). A zircônia apresenta uma opacidade maior, quando comparada a outras cerâmicas, devido ao seu alto índice de refração, sendo utilizada na maioria das situações como cerâmica estrutural, necessitando de recobrimento desta com cerâmicas mais translúcidas, como as porcelanas feldspáticas (AHSANZADEH-VADEQANI et al., 2016). Vários materiais de zircônia policristalina de uso odontológico têm sido desenvolvidos ao longo das últimas décadas, incluindo alumina endurecida por zircônia (ZTA), zircônia parcialmente estabilizada (PSZ), zircônia tetragonal policristalina (TZP) e zircônia totalmente cúbica estabilizada (CSZ) (SHAHMIRI et al., 2017).

Como forma de aprimorar as características ópticas e estéticas das zircônias convencionais, técnicas de coloração da infraestrutura têm sido indicadas e empregadas com sucesso. No entanto, a introdução recente do uso de zircônias translúcidas tem significado um avanço com relação a confecção de próteses monolíticas (LISBOA, 2017; ZHANG et al., 2014).

A cor e a aparência das restaurações dentárias de zircônia monolíticas são afetadas pelos parâmetros intrínsecos, inerentes ao material como tamanho de grãos e presença de poros microestruturais, e extrínsecos, materiais e questões relativas ao processamento, como camada de cimento, espessura, temperatura de degradação e técnicas de densificação. Embora as características estéticas desejadas das restaurações dentárias de zircônia possam ser controladas por esses parâmetros, a correspondência de cores também deve ser alcançada usando fontes de luz consistentes e apropriadas (ROCHA & OLIVEIRA, 2017; SHAHMIRI et al., 2017; MCLAREN et al., 2017).

Diante dessas considerações, o presente trabalho visa revisar a literatura pertinente referente aos principais parâmetros, intrínsecos e extrínsecos, que influenciam nas características ópticas da zircônia utilizada em reabilitações orais estéticas.

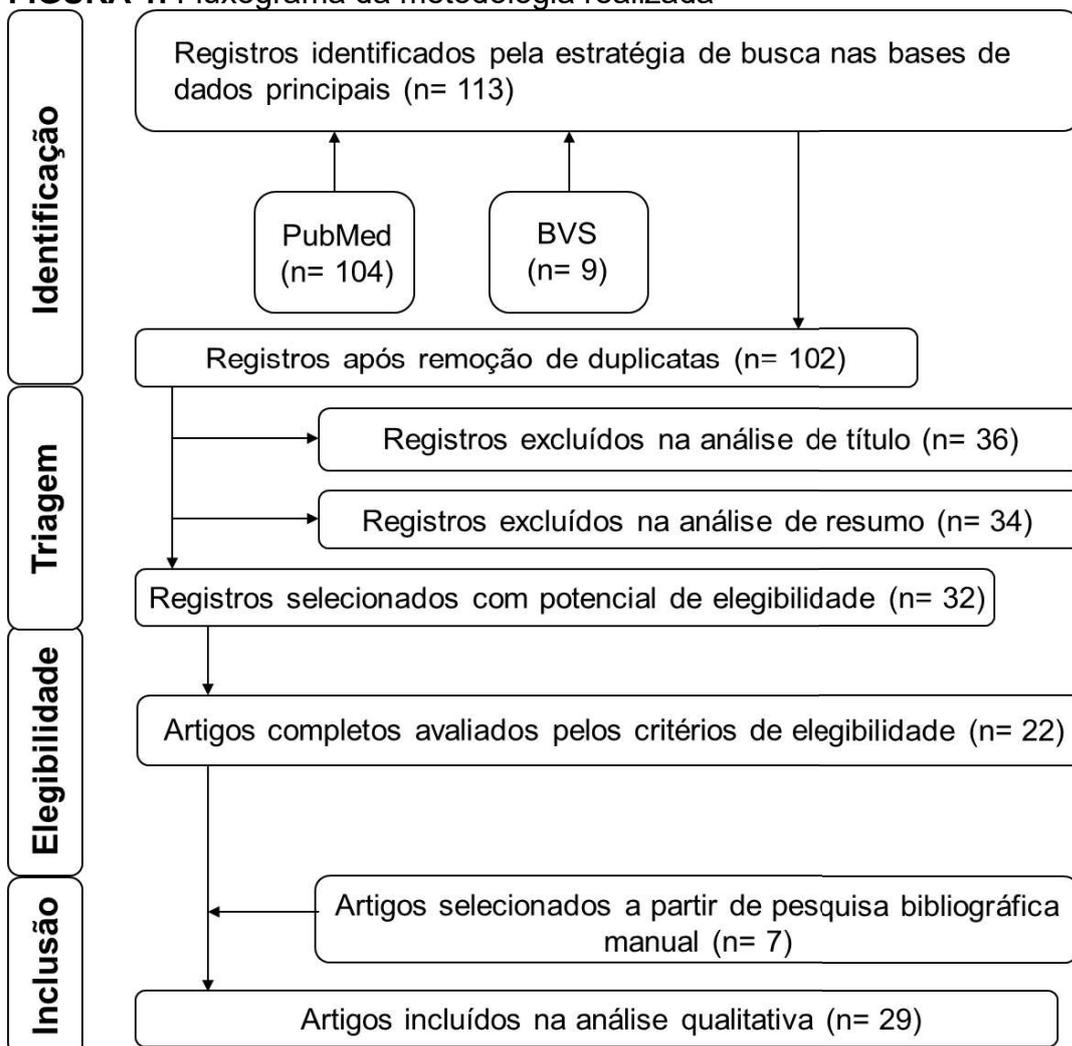
2 METODOLOGIA

A pesquisa bibliográfica primária se deu através de estratégia de busca detalhada e avançada nos bancos de dados *Medical Publications (PubMed)* e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), utilizando os descritores: “*Optical Properties*”, “*Zirconia*” e “*Esthetic Restorations*”, bem como seus correspondentes na língua portuguesa, obtidos de acordo com o *Medical Subject Headings (MeSH)*, associados por meio do operador lógico booleano “AND”.

Foram incluídos no estudo artigos que abordassem os principais parâmetros, extrínsecos e intrínsecos, que influenciam nas propriedades ópticas da zircônia publicados no período de 2010 a 2020, nos idiomas inglês e português, trabalhos disponíveis na íntegra, sem restrições quanto ao tipo de estudo. Foram excluídos da pesquisa os artigos que não se enquadravam nos critérios de inclusão da pesquisa.

Inicialmente foram identificados 113 artigos, os quais foram triados para remoção de duplicatas, exclusão por análise do título e resumo, sendo selecionados 22 artigos. A busca eletrônica foi complementada por busca manual nas referências dos artigos selecionados, e somados aos estudos previamente selecionados, um total de 29 artigos foram analisados qualitativamente (Figura 1 e Tabela 1).

FIGURA 1. Fluxograma da metodologia realizada



Fonte: elaborado pela autora, 2020.

3 RESULTADOS

A busca eletrônica identificou 113 títulos e resumos, dos quais 32 foram escolhidos para avaliação. Outros 3 artigos foram excluídos, dos quais 2 foram revisões gerais de relevância periférica e 1 foi um estudo clínico de implantes dentários de zircônia. Somado a busca eletrônica, busca manual foi realizada nas referências dos artigos selecionados, na qual 7 artigos apresentaram elegibilidade. Portanto, 29 estudos foram incluídos na revisão.

Destes, 4 artigos discutiram a interação da luz com a zircônia; 6 abordaram a influência da cimentação na translucidez e cor final da zircônia; 7 consideraram a espessura do material nas propriedades ópticas da zircônia; 8 consideraram o método de densificação das zircônias; 4 verificaram a degradação a baixa temperatura sofrida pela zircônia e sua influência na estética do material; 5 consideraram os efeitos dos poros e/ou aglomerados; e 6 relataram efeitos do tamanho do grão nas propriedades ópticas da zircônia (Tabela 1).

TABELA 1. Artigos incluídos e analisados qualitativamente.

Ano	Autor	Tipo de Estudo	Metodologia	Resultado
2004	Guo, Xin.	Revisão de Literatura	*Não identificada	A degradação da zircônia tetragonal a baixa temperatura pode ser retardada aplicando-se uma das seguintes estratégias: aumento da concentração de dopante; redução do tamanho do grão; introdução de materiais inertes, por exemplo, CeO ₂ , TiO ₂ , Al ₂ O ₃ , CuO, ou carbono; formação de uma camada superficial inerte.
2009	Chang et al.	Estudo experimental	As propriedades ópticas de três tipos de cimento foram analisadas usando amostras de disco (100 µm e 1,0 mm de diâmetro) com base nas coordenadas de cores CIElab L* a* b* C * e índice de opacidade. As coroas Empress® (Ivoclar) e Katana® (Noritake) foram preenchidas com quatro tons diferentes de material. A tonalidade das coroas foi medida com cada um dos três tons de cimento composto (cimento Chroma, Bleach e Opaque, Esthetic®). As diferenças de cores foram calculadas a partir de análise realizada nas regiões incisal, corpo e cervical.	Nas regiões cervical e corpo, a mudança de cor causada pelo substrato de lixívia não foi alterada independente dos tipos de cimentos utilizados para cimentação das coroas. Na região cervical, as mudanças de cor efetuadas pelo substrato marrom escuro podem ser revertidas com o cimento branqueador; na região do corpo, apenas para a coroa da Imperatriz® isso foi observado. Nem cores de substratos diferentes, bem como tons de cimento resultaram em alterações perceptíveis de cores nas regiões incisais.
2011	Jiang et al.	Estudo experimental	Oitenta amostras cilíndricas e em forma de disco foram fabricadas a partir de zircônia com tamanhos de partículas de 40 e 90 nm. Esses espécimes foram sinterizados densamente nas temperaturas finais de 1350°C, 1400°C, 1450°C e 1500°C, respectivamente. A transmitância da luz visível, a densidade e a microestrutura do bloco sinterizado foram examinadas.	Os resultados mostraram que as densidades e transmitâncias aumentaram com a temperatura de 1.350°C a 1.500°C. A Y-TZP pode ganhar densidade quase total e transmitância de cerca de 17 a 18% na temperatura final de sinterização de 1.450°C a 1.500°C. Os pós de 40 nm apresentaram maior densidade e transmitância que os 90 nm. A translucidez da cerâmica dental Y-TZP pode ser melhorada através do controle da temperatura final de sinterização e do tamanho da partícula primária.
2011	Zhang et al.	Estudo experimental	Zircônia cúbica translúcida foi preparada utilizando a técnica de sinterização de plasma de alta pressão, a temperaturas de 1000°C a 1200°C. O tamanho dos grãos foi mensurado usando um microscópio eletrônico de varredura, avaliando a área de seção transversal média por grão sob a hipótese de grãos esféricos. A transmitância direta total, transmitância em linha e reflexão foram medidas com um espectrofotômetro de feixe duplo.	As quantidades de centros de cores e poros residuais aumentam com a temperatura de sinterização que reduz a transmitância direta e em linha total da zircônia sinterizada. O recozimento na atmosfera oxidante melhora a transmitância total para a frente e em linha. Durante o recozimento, a concentração dos centros de cores diminui, mas a porosidade aumenta.
2013	Kim et al.	Estudo Experimental	Discos de cerâmica de zircônia (KT12) com três espessuras diferentes foram preparados e testados. A transmitância da luz dos discos foi medida usando espectroscopia. Quatro protocolos diferentes de fotopolimerização foram utilizados combinando dois modos de fotopolimerização com tempos de exposição à luz de 40 e 120 segundos. Os dois cimentos resinosos de dupla cura (Duo-Link e Panavia F2.0) irradiados por luz através dos discos foram	O disco de 1,0 mm de espessura exibiu baixa transmitância de luz, diminuindo consideravelmente com o aumento da espessura do disco. Todos os grupos exibiram valores de grau de conversão significativamente mais altos quando comparadas as exposições de 10 minutos e 3 ou 7 minutos. A ANOVA de duas vias revelou que a influência da espessura do disco de zircônia no grau de conversão das amostras de 10 minutos dependia dos métodos de fotopolimerização.

			analisados em intervalos de três tempos (3, 7 e 10 minutos) por espectroscopia. Os dados foram analisados usando ANOVA ($\alpha = 0,05$) e teste de <i>Tukey</i> .	Esse achado ainda era válido mesmo com 4,0 mm de espessura, onde ocorreu atenuação da luz substancial. A presa dos cimentos de resina com dupla cura foi afetada significativamente pela técnica de fotopolimerização, apesar do produto químico adicional.
2013	Papia et al.	Revisão sistemática	A pesquisa bibliográfica foi realizada no banco de dados <i>PubMed</i> , no período de agosto de 2011 a janeiro de 2012. O inglês foi definido como filtro de idioma, e os seguintes descritores utilizados: (<i>oxide ceramics OR zirconia OR zirconium dioxide OR Y-TZP</i>) AND (<i>dental cements OR dental bonding OR resin bond OR adhesive retention</i>) AND (<i>bond strength</i>). Pesquisa manual foi realizada nas listas de referência dos estudos incluídos. Os dados foram extraídos e os estudos foram categorizados de acordo com tratamentos ou modificações de superfície, envelhecimento artificial ou fadiga e de acordo com a avaliação do método de teste.	Entre os estudos incluídos, três tratamentos de superfície destacaram-se quanto à resistência de união: abrasão de partículas transportadas pelo ar com partículas de óxido de alumínio, isoladamente ou em combinação com revestimento de sílica, como revestimento de sílica triboquímico e um primer em combinação com uma superfície abrasiva ou de revestimento de sílica tratamento. De maneira geral, foi constatado que não há tratamento de superfície universal, devendo-se considerar os materiais específicos a serem cimentados e o sistema de cimento adesivo a ser utilizado.
2014	Ebeid et al.	Estudo experimental	Discos translúcidos de zircônia coloridos (A3) foram fresados e divididos de acordo com as temperaturas de sinterização (1460°C, 1530°C e 1600°C) em três grupos. Cada grupo foi posteriormente dividido em três subgrupos, de acordo com o tempo de espera por sinterização (1, 2 e 4 h). O espectrofotômetro foi utilizado para obter a diferença de cor (ΔE) entre as amostras. Valores médios de ΔE abaixo de 3,0 foram considerados "cl clinicamente imperceptíveis", valores de ΔE entre 3,0 e 5,0 foram considerados "cl clinicamente aceitáveis" e valores de ΔE acima de 5,0 foram considerados "cl clinicamente inaceitáveis". A razão de contraste (RC) foi obtida após a comparação da refletância da luz através das amostras sobre fundo preto e branco.	Os resultados médios de ΔE variaram de 4,4 a 2,2. Observou-se uma diminuição estatisticamente significativa no ΔE à medida que o tempo de sinterização e a temperatura aumentaram. A RC diminuiu de 0,75 para 0,68, à medida que o tempo e a temperatura de sinterização aumentaram. A exposição a ciclos longos e altas temperaturas na sinterização da zircônia resultará em uma redução de ΔE e RC. A resistência à flexão biaxial não é afetada por alterações nos parâmetros de sinterização avaliados.
2014	Inokoshi et al.	Revisão sistemática/metanálise	Pesquisa bibliográfica foi realizada utilizando os termos: " <i>zirconia</i> " or " <i>zirconium oxide</i> " or " <i>zirconium dioxide</i> " or " <i>Y-TZP</i> " and " <i>bond strength</i> " (English), usando <i>PubMed</i> e EMBASE, datados não anteriormente a 1990 e publicados antes de dezembro de 2013. A resistência média geral da união (em MPa) foi calculada para cada metodologia de resistência de união ('TEST-METHOD') e técnica de cimentação; e com base nos valores obtidos preparados os respectivos histogramas de resistência de união.	Com relação à técnica de cimentação, a combinação de pré-tratamento mecânico e químico pareceu particularmente crucial para obter uma ligação durável às cerâmicas de zircônia. A escolha do cimento não foi revelada como fator determinante após as condições de envelhecimento, desde que o cimento dual fosse utilizado. Em relação ao protocolo de teste, um teste de tração pareceu ser mais discriminatório, principalmente quando combinado com o envelhecimento a base de 'armazenamento de água'.
2014	Lührs et al.	Estudo experimental	Os blocos cerâmicos foram aderidos à dentina usando diferentes marcas e tipos de cimentos de dupla cura. Além do cimento dual, as variáveis experimentais foram: autopolimerização completa a 21°C; autopolimerização completa a 37°C; fotopolimerizável e	A autopolimerização completa resultou em resistência de união microtênsil inferior ao do adesivo fotocondutor (na dentina) ou do cimento adesivo e dual. O uso de um adesivo incorporado com silano não diminuiu a eficácia da cimentação quando o cimento resinoso é

			autopolimerização do cimento; fotopolimerização completa e pré-tratamento da superfície cerâmica; ácido fluorídrico e aplicação de uma resina adesiva. Após o armazenamento em água (por 7 dias a 37 ° C), as amostras de cerâmica-dentina foram submetidas ao teste de resistência de união microtênsil.	fotopolimerizável.
2014	Sun et al.	Estudo experimental	Os dentes pilares foram confeccionados de polimetilmetacrilato (PMMA), pela técnica CAD/CAM. Coroas monolíticas de zircônia (MZC), coroas monolíticas de dissilicato de lítio (MLC), coroas de zircônia em camadas (LZC) e coroas metalocerâmicas (MCC), cuja espessura oclusal era de 1,5 mm, foram posteriormente fabricadas e cimentadas nos dentes pilares. Também foram confeccionadas coroas MCC com espessuras oclusais de 0,6 mm, 0,8 mm, 1,00 mm e 1,2 mm. Todas as amostras foram submetidas ao teste de carga até fratura.	A carga de fratura de MZC foi significativamente maior que MCC, LZC e MLC. As cargas de fratura para MCC com diferentes espessuras foram significativamente diferentes. Uma tendência semelhante foi observada para a σ_0 e módulo de <i>Weibull</i> . A resistência à fratura de coroas monolíticas de zircônia com uma espessura de 1,0 mm pode ser igual a coroas de metal-cerâmica. Dobrar o núcleo monolítico de zircônia de 0,6 mm para 1,5 mm aumenta em três vezes a resistência à fratura deste sistema restaurador.
2014	Zhang et al.	Estudo experimental	A zircônia tetragonal estabilizada com ítria (3Y-TZP) foi examinada usando o modelo de espalhamento Rayleigh. Para atingir um valor limite de translucidez, o tamanho crítico de grão de 3Y-TZP foi previsto para várias espessuras (0,3 - 2,0 mm). O valor limite foi definido por um valor médio medido de transmissão em linha de um conjunto de porcelanas odontológicas com uma espessura comum de 1 mm. As previsões teóricas foram calibradas com um dos poucos dados experimentais disponíveis na literatura.	Essa dependência do tamanho de grão tornou-se mais pronunciada à medida que a espessura de 3Y-TZP aumentava. Com uma espessura de 1,3 mm, o tamanho médio de grão de um 3Y-TZP translúcido deve ser de 82 nm. Nas espessuras de 1,5 mm e 2 mm, o tamanho médio dos grãos precisava ser de 77 nm e 70 nm, respectivamente. Desta forma, para restaurações de zircônia com translucência combinada a propriedades mecânicas, a redução do tamanho do grão mostrou-se eficaz.
2015	Lucas et al.	Estudo experimental	Quatro grupos de Y-TZP com diferentes tamanhos de grãos foram examinados (n= 5). A técnica de interceptação de linhas foi usada para determinar o tamanho dos grãos nas imagens SEM (100.000×). O envelhecimento artificial foi realizado em autoclave a 2 bar de pressão por 5 h. A difração de raios X (30 mA, 40 kV) foi usada para medir a transformação da fase tetragonal em monoclínica (t→m). A análise da rugosidade de superfície foi realizada usando um perfilômetro de superfície sem contato. Nano-dureza e módulo de elasticidade foram medidos usando nano-indentação.	As análises realizadas por SEM mostraram diferentes tamanhos de grãos para cada grupo de amostra (0,350 m, 0,372 m, 0,428 m e 0,574 m). A fração da transformação t→m aumentou com o aumento do tamanho do grão; além disso, o envelhecimento da zircônia causou aumento da rugosidade. O módulo e a dureza após o envelhecimento não apresentaram correlação ou interação significativa com o tamanho do grão. Grãos menores causaram menos transformação e o envelhecimento causou maior rugosidade, mas o tamanho dos grãos não influenciou a quantidade de rugosidade superficial aumentada.
2015	Sulaiman et al.	Estudo experimental	Dois tipos de cimentos resinosos duais foram misturados de acordo com as instruções do fabricante, com uma espessura de filme de 40 mm, colocada sob uma amostra de 10x10 mm de zircônia monolítica e um controle de núcleo de zircônia em várias espessuras (0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 mm). Cada amostra foi irradiada por 20 segundos e 40 segundos com Elipar S10. A espectroscopia no	Independente da marca, a irradiância da luz e a exposição radiante diminuíram à medida que a espessura da amostra aumentou. A marca de zircônia, espessura e tipo de cimento tiveram um efeito significativo no grau de conversão do monômero. O grau de conversão diminuiu significativamente à medida que a espessura da zircônia aumentou. Katana e Prettau Anterior apresentaram os maiores graus de conversão

infravermelho foi usada para medir o grau de conversão do monômero da superfície inferior da resina. A análise estatística foi realizada com ANOVA de duas vias e testes de diferença significativa post hoc de Tukey ($\alpha=0,05$).

e BruxZir, os menores. Os graus de conversão dos cimentos resinosos diferiram significativamente entre os cimentos e entre as marcas de zircônia. Podendo ser necessário mais tempo de polimerização para fornecer energia suficiente através de algumas marcas de zircônia.

2015	Zhang et al.	Estudo experimental	Zircônia tetragonal pura foi dopada com os óxidos trivalentes: Nd^{2}O^3 , La^{2}O^3 , Sc^{2}O^3 , Al^{2}O^3 . A análise por microscopia eletrônica de transmissão (MET) foi realizada para examinar a distribuição de cátions dopantes em torno dos limites de grão. A quantidade de transformação de fase tetragonal em monoclinica foi determinada por difração de raios-X. A dureza e a tenacidade à fratura foram medidas pelo método de endentação. Um espectrofotômetro foi utilizado para registrar as coordenadas do CIElab dos discos de cerâmica, e o PT foi determinado calculando a diferença de cor entre a mesma amostra e os fundos preto e branco.	Os resultados mostram que a segregação de dopantes foi um fator-chave para projetar cerâmicas 3Y-TZP hidrotermicamente estáveis e de alta translucidez. A introdução de 0,2% molar de La^{2}O^3 em 3Y-TZP dopado com Al^{2}O^3 0,1% a 0,25% em peso resultou em uma excelente combinação de alta translucidez e estabilidade hidrotérmica superior, mantendo as excelentes propriedades mecânicas.
2016	Ahsanzade h-Vadeqani et al.	Estudo experimental	Foram sinterizadas amostras de cerâmica a base de ítria pura transparente estabilizada com ZrO^2 . A espectroscopia de plasma acoplado indutivamente foi usada para a análise química precisa de Zr e outras impurezas no pó calcinado. A fase cristalina dos pós e dos corpos sinterizados foi identificada por difração de raios X. A área superficial do pó calcinado foi medida pelo método Brunauer – Emmett – Teller (BET). A densidade dos corpos sinterizados foi medida usando o método Archimedes em água destilada, de acordo com o padrão ASTM C 20–92. A morfologia do pó a 3,0% de $\text{ZrO}^2\text{-Y}^2\text{O}^3$ e a microestrutura dos corpos recozidos e das superfícies de fratura foram observadas utilizando MEV.	Os dados experimentais obtidos mostram claramente que a adição de zircônia melhora a densificação e o crescimento de grãos. Assim, 3,0 a.% De ítria estabilizada com zircônia pode ser completamente densificada na temperatura de sinterização de 1500°C , com um tamanho de grão muito menor ($0,23 \pm 0,09 \mu\text{m}$) do que na ítria pura ($0,83 \pm 0,29 \mu\text{m}$). Com a adição de zircônia, a transparência da cerâmica de ítria aumentou acentuadamente na região visível. A transmitância mais alta da cerâmica de zircônia-ítria a 3,0%% atingiu 83,18% no comprimento de onda de $5 \mu\text{m}$ para 2,5 mm de espessura, o que está muito próximo do valor teórico da ítria.
2016	Chu et al.	Estudo experimental	Amostras em forma de disco na cor A2 e de 3 tipos de sistemas totalmente cerâmicos foram fabricadas. A luminância (como Y) e a cor (como CIE $L^* a^* b^*$) das amostras foram medidas com um colorímetro. A taxa de contraste ($\text{CR} = \text{Yb} / \text{Yw}$), definida como a razão de luminância (Y) do material de teste quando é colocada no fundo preto (Yb) com a iluminância do mesmo material quando é colocada sobre um fundo branco (Yw), foi determinado. A capacidade de mascaramento de uma amostra foi avaliada calculando ΔE das facetas sobre fundo branco e preto. Os dados de CR e ΔE^* foram analisados com ANOVA e teste de Tukey HSD ($\alpha = 0,05$).	Os valores de CR foram significativamente diferentes entre os três materiais. ΔE^* e RC das amostras Procera, Impress 2 e Vitadur Alpha sobre fundo preto e branco foi 24,46 (1,03), 25,80 (1,03) e 31,08 (1,19), respectivamente. O Vitadur Alpha possui uma taxa de contraste significativamente mais baixa e menor capacidade de mascaramento em comparação com Procera ou Impress 2. A aplicação clínica dessas 2 cerâmicas como material de faceta ainda pode ser limitada quando aplicada sobre intensa descoloração dentária, porque nenhuma delas pode mascarar completamente a cor de um fundo preto.
2016	Güth et al.	Estudo experimental	Diferentes materiais restauradores foram empregados neste estudo no qual o Vita Mark II (MK) vitrocerâmico feldspático foi grupo	O teste de Wilcoxon mostrou diferenças significativas entre a transmitância da luz visível e a luz azul para todos os materiais. Os

			controle. Usando um espectrofotômetro, a transmitância de luz geral foi medida para cada material e calculada como a integração ($t_c(\lambda) d\lambda [10^{-5}]$) de todos os valores de t_c para os comprimentos de onda de luz azul (360-540 nm). Os resultados foram comparados com dados anteriores dos autores para luz visível (400 a 700 nm).	polímeros CAD/CAM mostraram translucidez diferente para luz azul e visível, podendo influenciar diretamente sobre a fotopolimerização.
2016	Kim et al.	Estudo experimental	Cento e sessenta e cinco amostras de zircônia monolítica foram divididas em 5 grupos de acordo com o número de aplicações líquidas de corantes A2. Cada grupo foi então dividido em 11 subgrupos, de acordo com a redução da espessura (1,0 mm até 0,1 mm). As cores e as distribuições espectrais foram medidas de acordo com CIElab em um espectrofotômetro de reflexão. Todas as medições foram realizadas em cinco áreas diferentes de cada amostra. A ΔE e o PT foram calculados. Os dados foram analisados usando ANOVA e teste de comparações múltiplas de Scheffé ($\alpha = 0,05$).	Houveram diferenças significativas no CIElab entre o subgrupo 0 e os demais grupos. A CIE a^* aumentou ($0,52 < R2 < 0,73$), enquanto a CIE b^* diminuiu ($0,00 < R2 < 0,74$) em todos os grupos com aumento na redução da espessura. Diferenças de cor perceptíveis ($\Delta E^* ab > 3,7$) foram obtidas entre o subgrupo 0 e outros subgrupos. Os valores de PT geralmente aumentaram à medida que a redução da espessura aumentou em todos os grupos ($R2 > 0,89$, $P < 0,001$). O aumento da redução de espessura reduz a luminosidade e aumenta a aparência avermelhada e azulada e a translucidez da cerâmica monolítica de zircônia
2016	Lee et al.	Estudo experimental	As coroas de zircônia de contorno anatômico para pré-molares foram fabricadas e imersas em líquido corante A3 por 30 segundos. As coroas de zircônia coloridas foram separadas em 3 grupos, de acordo com o método de tratamento de superfície: sem tratamento (N), polimento (P) e vitrificação (G). As coroas de zircônia sem aplicação de corante líquido serviram como grupo controle. As coordenadas de cores do CIElab foram obtidas e as ΔE entre as coroas sombreadas foram calculadas com um espectrofotômetro.	Antes da aplicação do cimento, a diferença média de cores entre os grupos N e P era de 2,85 unidades, enquanto o valor médio de ΔE entre os grupos N e G era de 3,27. Os valores médios de ΔE com e sem aplicação de cimento entre os grupos variaram de 2,75 a 3,45 unidades. A aparência da cor das coroas de zircônia coloridas foi fortemente influenciada pelos métodos de acabamento de superfície e aplicação de cimento utilizado.
2016	Zhang et al.	Estudo experimental	Cinco pós de zircônia Y-TZP diferentes foram sinterizados nas mesmas condições e caracterizados por difração de raios X com análise Rietveld e MEV. A translucidez foi mensurada com um medidor de cores, permitindo calcular o PT e a taxa de contraste CR. As propriedades mecânicas foram avaliadas com resistência à flexão de quatro pontos, resistência à fratura de viga entalhada em V (SEVNB) de borda única e dureza de Vickers. A estabilidade do envelhecimento foi avaliada medindo-se a mudança de fase tetragonal para monoclinica após envelhecimento hidrotérmico acelerado em vapor a 134°C, e as curvas de transformação foram ajustadas pela equação de Mehl-Avrami-Johnson. Os dados foram analisados por ANOVA unidirecional, seguida pelo teste HSD de Tukey.	A redução do teor de alumina abaixo de 0,25% em peso evitou a formação de partículas de alumina e, portanto, aumentou a translucidez da cerâmica 3Y TZP, mas a estabilidade do envelhecimento hidrotérmico foi reduzida. Um teor de ítria mais alto (5 mol%) introduziu cerca de 50% da fase de zircônia cúbica e deu origem às cerâmicas Y-TZP mais translúcidas e resistentes ao envelhecimento, mas a dureza e a resistência à fratura foram consideravelmente sacrificadas. A estabilização de 3Y-TZP com 0,2 mol% de La_2O_3 adaptou a química dos limites de grão e melhorou significativamente a resistência ao envelhecimento e a translucidez. Embora a melhoria da translucidez pela estabilização com La_2O_3 tenha sido menos eficaz do que a introdução de uma quantidade substancial de zircônia cúbica, essa estratégia foi capaz de manter as propriedades mecânicas das cerâmicas típicas de 3Y-TZP.
2017	Church et	Estudo	Para avaliação da translucidez, os materiais foram seccionados em	O dissilicato de lítio apresentou translucidez significativamente maior

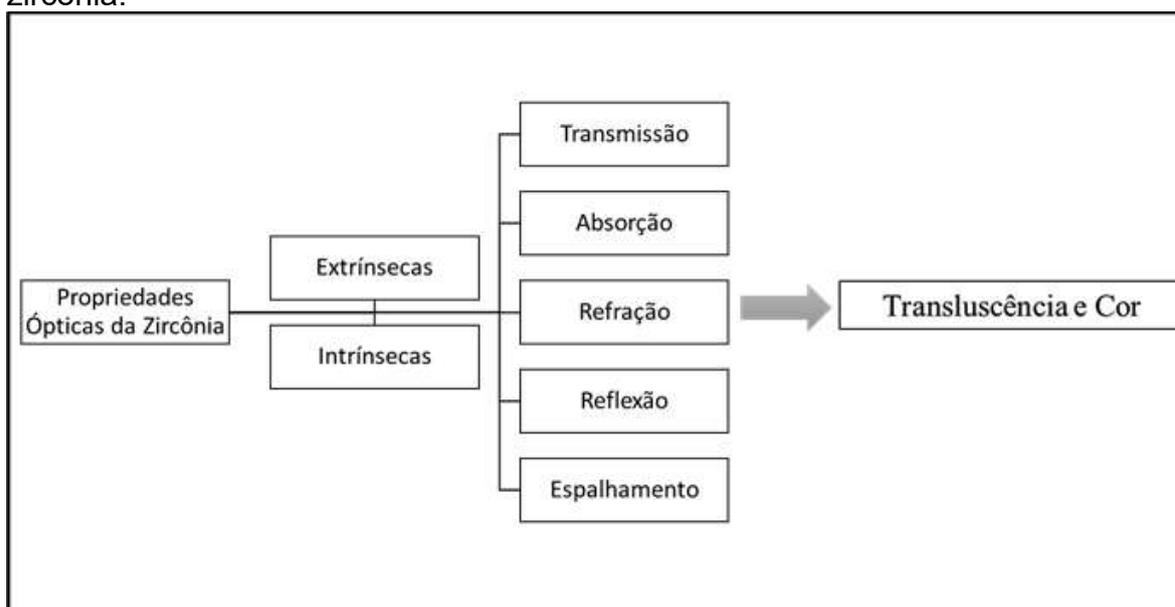
	al.	experimental	amostras de 0,5, 1,0, 1,5 e 2,0 mm de espessura; todos foram sinterizados e polidos. Os parâmetros de translucidez foram calculados com um espectrofotômetro. Os materiais cerâmicos foram seccionados em forma de palitos (vigas) e fraturados em uma máquina de teste universal, para avaliação da resistência e módulo de flexão.	que os materiais de zircônia em todas as espessuras. Sendo, em geral, as translucências dos materiais de zircônia semelhantes nas diferentes espessuras. No entanto, nas espessuras mínimas recomendadas pelos fabricantes, as amostras de 0,5 mm de BruxZir Shaded 16, inCoris TZI C e Lava Plus eram mais translúcidas do que as amostras de 1,0 mm de espessura de IPS e.max CAD. A translucidez diminuiu significativamente para cada material com o aumento de espessura.
2017	Kaizer et al.	Estudo experimental	Coroas monolíticas de Y-TZP translúcida foram fabricadas usando três perfis de sinterização distintos: Super velocidade (SS, 1580°C, tempo de permanência 10 min), Velocidade (S, 1510°C, tempo de permanência 25 min) e Longo prazo (LT, 1510°C, tempo de permanência de 120 min). Propriedades microestruturais, ópticas e de desgaste foram investigadas.	Coroas sinterizadas em SS apresentaram maior translucidez. Áreas de desgaste leve e severo foram observadas na superfície da zircônia em todos os grupos. Micro fissuras de desgaste foram menos frequentes no grupo LT. Os grupos S e SS exibiram mais poros superficiais, o que causou uma superfície arranhada, a qual está associada a uma maior perda de volume.
2017	Shahmiri et al.	Revisão sistemática	Pesquisa eletrônica foi realizada nos bancos de dados: ProQuest, EMBASE, SciFinder, MRS Online Proceedings Library, Medline, Compendex e Journal of the American Ceramic Society, no período de 2010 a 2015. Os seguintes termos de pesquisa foram usados: "dental material," "monolithic zirconia," "sintering," "optical properties," "light scattering," "light transmission," "zirconia," e "zirconia nano-materials. A pesquisa foi limitada ao inglês, estudos in vitro, relatórios experimentais e estudos de modelagem. Além disso, uma pesquisa manual dos anos de 2005 a 2017.	Os materiais e questões microestruturais relevantes para a estética e a estabilidade a longo prazo da zircônia foram considerados em termos de restaurações monolíticas, enquanto também existem restaurações especificamente para aplicações estéticas. As propriedades desses materiais podem ser alteradas até certo ponto através da aplicação apropriada de parâmetros intrínsecos (como recozimento) e extrínsecos (como correspondência de tonalidade).
2017	Zhang et al.	Revisão de literatura	São examinadas limitações, como a redução do conteúdo auxiliar de sinterização de alumina por dispersão da luz ou a incorporação de um componente da fase cúbica opticamente isotrópica na estrutura tetragonal. São descritas rotas de fabricação baseadas em pós e dopantes refinados, com protocolos de sinterização inovadores e tratamentos de superfície associados.	O futuro da zircônia ou de qualquer outra cerâmica restauradora repousa com inovações fundamentais na comunidade científica dos materiais dentários. O desafio é melhorar a estética, mantendo a alta resistência intrínseca das microestruturas de grãos finos. Como sempre, é um jogo de melhorias e compromissos incrementais.
2018	Liebermann et al.	Estudo experimental	Foram analisados seis diferentes tipos de cerâmicas de zircônia ((Bruxzir (BX), Cercon (CE), Lava Frame (LF), Lava Plus (LP), Prettau (PT), Zenostar (ZS) e LS2 (EM)) e comparadas com o grupo controle. A estatística descritiva, incluindo média e desvio padrão (DP), foi calculada para todos os materiais. Para testar a normalidade da distribuição dos dados, foi aplicado o teste de Kolmogorov-Smirnov. Para avaliar diferenças entre grupos únicos dentro de um espectro de comprimento de onda, foi aplicada ANOVA de uma via, seguida pelo teste <i>post hoc</i> de Tukey-HSD.	A cerâmica ZS, seguida de CE, PT, LP, LF e BX, apresentaram menor transmitância quando comparada ao grupo controle. A transmitância mais alta foi mostrada pela EM. A transmitância da LB foi menor que a da LV em todos os grupos. As cerâmicas EM mostraram transmitância mais alta que todos os materiais de zircônia e a espessura dos materiais de zircônia influenciou os valores de transmitância.
2019	Ahmed et	Revisão	Foi realizada busca sistemática no Embase e Medline. As palavras-	Onze artigos foram selecionados para esta revisão. As seguintes

	al.	sistemática	chave foram obtidas de acordo com o <i>MeSH</i> : (<i>Monolithic OR Fullcontouredia OR Zirconium OR Yttrium tetragonal zircônia polycrystalline YTZP</i>) AND (<i>Crown* OR Coping* OR Fixed Dental Prosthesis</i>) AND (<i>Microstructure OR Mechanical Properties OR Flexural strength OR phase transformation OR Low thermal degradation OR Translucency</i>). Os critérios de inclusão foram estudos <i>in vivo</i> e <i>in vitro</i> publicados até junho de 2018 no idioma inglês.	características da zircônia monolítica foram confirmadas como afetadas por alterações na sinterização: microestrutura, propriedades mecânicas, propriedades ópticas, comportamento ao desgaste e degradação a baixa temperatura. Verificou-se que a alteração dos parâmetros de sinterização influencia o tamanho dos grãos, o comportamento ao desgaste e a translucidez da zircônia.
2019	Fonseca et al.	Estudo experimental	Foram avaliadas a transmitância da luz visível para quatro tipos de blocos de zircônia pré-sinterizados utilizados em odontologia (3Y-SBE, Zpex, Zpex-4 e Zpex-Smile). A influência simultânea da temperatura de sinterização, na faixa de 1450 a 1560°C, bem como a composição química (% Y ² O ³), densidade e espessura (1,0, 1,3, 1,6 e 2,0 mm) na transmitância de zircônia foram analisadas. Para avaliar a influência interativa dessas variáveis, foi aplicado um modelo estatístico de aprendizado baseado no aumento de gradiente.	Os resultados mostraram que o efeito da temperatura de sinterização tem um ponto ótimo. Aumentar a temperatura além deste ponto reduz a transmitância do material para todos os tipos de zircônia. Além disso, o ponto de transmitância ideal é afetado pela composição química de cada tipo de zircônia. Os resultados mostraram que a transmitância de todos os tipos de zircônia tinha uma relação inversa com a densidade, sendo a zircônia Zpex-Smile a mais sensível a esse parâmetro. Além disso, a transmitância de 3Y-SBE, Zpex e Zpex-4 diminui aproximadamente linearmente com a espessura da amostra.
2019	Manziuc et al.	Estudo experimental	Sessenta discos (nas espessuras de 0,8, 1,5 e 2 mm) foram fabricados a partir de zircônia translúcida A1 (IPS e.max ZirCAD / MT, Katana/ HT, Vita YZ/ HT, Cercon/ HT). A rugosidade (Ra) foi avaliada com um profilômetro e as coordenadas de cores foram medidas com um espectrofotômetro em um fundo preto, branco e sombreado por dentes, antes e após a aplicação de vidros. Parâmetros de translucidez relativa (PTR), diferenças de cor e diferenças de translucidez entre materiais foram calculadas. PTR, Ra e diferenças de cores foram analisadas estatisticamente usando ANOVA.	Os valores de PTR foram significativamente diferentes entre os materiais (P <0,001) e as espessuras (P <0,001), com o efeito de interação entre o tipo e a espessura do material, também significativo (P <0,001). As diferenças de cores resultantes após a vitrificação foram significativamente diferentes entre os materiais (P <0,001) e as espessuras (P <0,001), com o efeito de interação também significativo (P <0,001). Ainda, a vitrificação influenciou a rugosidade, diminuindo o Ra para todos os materiais (P <0,001). A translucidez variou entre as marcas de zircônia monolítica pré-colorida; as diferenças aumentaram para maiores espessuras.
2019	Wahba et al.	Estudo experimental	Quarenta amostras de inCoris TZI foram cortadas na forma de discos para obtenção de amostras de 12 mm (diâmetro) e 0,8 mm (espessura) após sinterização. Todos os discos foram corados por imersão em solução aquosa de zircônia, corante A2, divididos em quatro grupos de acordo com o tipo de tratamento de superfície recebido antes da sinterização; sendo revestimento de sílica químico, deposição de pó de zircônia, jateamento de vidro e um grupo de controle sem tratamento. Após a sinterização, todos os discos foram revestidos com uma camada de porcelana de 0,7 mm (espessura) e 12 mm (diâmetro). ΔE e PT foram medidos usando o espectrofotômetro antes e depois do envelhecimento em autoclave.	Os diferentes tratamentos de superfície aplicados tiveram efeito significativo (P <0,05) sobre a ΔE e valor de PT. O grupo com jateamento de vidro apresentou o maior valor de ΔE e o menor valor de TP entre os subgrupos não envelhecidos e envelhecidos. Diferentes tratamentos de superfície aplicados afetaram negativamente a cor e a translucidez, onde o grupo controle sem tratamento apresentou o maior TP e o menor desvio de cor dos parâmetros de coloração A2. Por outro lado, o envelhecimento acelerado da autoclave não teve efeito sobre a translucidez ou a cor.

4 DISCUSSÃO

Os estudos incluídos nesta revisão demonstram que as propriedades ópticas das restaurações dentárias em zircônia são afetadas por diversos parâmetros, extrínsecos e intrínsecos, os quais quando manipulados favorecem a estética do material promovendo uma excelente mimetização da estrutura dental, além de influenciar em suas propriedades elétricas e mecânicas (Figura 2) (SHAHMIRI et al., 2017; ZANG et al., 2015).

FIGURA 2. Efeito de fatores extrínsecos e intrínsecos nas propriedades ópticas da zircônia.



Fonte: SHAHMIRI et al. (2017, com adaptações).

O desenvolvimento de novos materiais de cimentação tem sido alvo de pesquisas recentes. Estudos tem buscado minimizar alguns problemas de cura, cor e degradação, bem como compreender os mecanismos envolvidos nesses processos. A cimentação de peças cerâmicas envolve fatores como marca da zircônia, espessura e tipo do agente cimentante, estes que podem interferir significativamente na transmitância da luz (SULAIMAN et al., 2015).

Dentre os materiais cimentantes, os cimentos duais apresentam melhor eficiência de cimentação em protocolos de zircônia, pois apresentam ligações químicas mais eficazes do que a auto polimerização (devido à dupla ativação, química e da luz) (KIM et al., 2013; SULAIMAN et al., 2015; INOKOSHI et al., 2014). Entretanto, alguns estudos mostram que existe prejuízo da fotopolimerização adequada do cimento devido à opacidade da zircônia monolítica, podendo ainda o cimento resinoso influenciar na cor final da restauração (INOKOSHI et al., 2014; LÜHRS et al., 2014).

Sulaiman et al. (2015) verificaram que a presa dos tipos de cimentos duais testados foi afetada significativamente pela técnica de fotopolimerização, embora o mecanismo adicional de polimerização química tenha funcionado de maneira eficaz. Além disso, foi observado que a espessura do material bem como o tempo de fotopolimerização tiveram influência na transmitância da luz após cimentação, tendo em vista que algumas marcas necessitaram de maior tempo de fotopolimerização para obtenção de resultados satisfatórios com relação a presa e maior translucidez.

Ainda, estudo realizado por Lee et al. (2016), mostrou diferenças estatisticamente significantes na translucidez de todos os grupos testados, enquanto que a aplicação de diferentes cimentos influenciou na percepção de cores da cerâmica de zircônia colorida. Além disso, corroborando com os achados de Inokoshi et al. (2014) e Lührs et al. (2014), os cimentos resinosos foram capazes de mascarar a cor subjacente do substrato, modificando o resultado estético das restaurações.

Em contrapartida, em estudo pioneiro Chang et al. (2009), relatou que o uso de cimentos resinosos não modificou a cor final das restaurações por escurecimento, mas a sombra do cimento influenciou na aparência das restaurações. Sendo ideal o uso de cimentos com cor aproximada a da estrutura dentária preparada.

A transmitância é geralmente definida como a quantidade de luz que passa pelo material, com a luz restante sendo refletida ou absorvida dentro do espectro visível (400 a 700 nm). Além disso, é uma das propriedades ópticas mais importantes e permite a criação de uma aparência mais natural de restaurações dentárias. Situações em que a maior parte da luz atravessa um material cerâmico, resulta em luz intensamente dispersa e difusamente refletida, levando a uma aparência visível mais opaca. Quando apenas parte da luz está dispersa e grande parte é transmitida o material terá valores maiores de transmitância (LIEBERMANN et al., 2018).

A cerâmica de zircônia é usada em restaurações para substituir a estrutura dentária. No entanto, a falta de fluorescência da zircônia diminui sua aparência natural, o que é acentuado por sua propensão a mudar de branco para cinza em condições de pouca luz. A dispersão de luz em zircônia monolítica pode ser minimizada através do controle microestrutural, permitindo a otimização da translucidez. Por se tratar de um material policristalino altamente denso, monofásico e de granulação fina, que se apresenta em forma de restaurações dentárias vitrificadas ou polidas, a rugosidade da superfície é mínima. Portanto, a dispersão de luz não é diferente a de um material homogêneo e isotrópico (SHAHMIRI et al., 2017).

De acordo com Chu et al. (2016), comprimentos de onda maiores aumentam a fração da luz dispersa para a frente, gerando uma maior translucidez do material. A forma como as cerâmicas de zircônia se comporta mediante sua exposição a diferentes fontes de luz é primordial na escolha e planejamento de qualquer reabilitação estética. As diferentes fontes de luz como, luz do dia, LED, fluorescente e incandescente, influenciam na maneira como a zircônia se comporta visivelmente, pois estas exibem coeficientes de absorção e reflexão distintos associados resultando em diferentes espectros de cor.

A luz azul é utilizada durante a fotopolimerização de agentes cimentantes, portanto, a quantidade de luz, dentro do espectro azul (360-540 nm), que passa pela restauração tem maior importância do que a quantidade de luz dentro do espectro visível (400-700 nm) (GUTH et al., 2016). Em seus estudos Liebermann et al. (2018), afirmam que a zircônia de alta translucidez apresentou maior transmitância que a zircônia tradicional, mas ainda significativamente menor transmitância de luz visível que cerâmicas de dissilicato de lítio. Para ambos autores, luz visível e não visível dentro do espectro de luz azul, a transmitância através do dissilicato de lítio foi superior à de todos os materiais de zircônia testados. Além disso, o impacto da luz no processo de polimerização de cimentos duais depende do tipo de material de

cimentação e alta sensibilidade à luz, já que a espessura do material cerâmico é caso dependente.

Coroas monolíticas de zircônia são mais resistentes a cargas de fratura do que as coroas monolíticas de dissilicato de lítio. Podendo apresentar resistência à fratura igual a de coroas metalocerâmicas. Dobrar o núcleo monolítico de zircônia de 0,6 mm para 1,5 mm aumenta em três vezes a resistência à fratura deste sistema restaurador (SUN et al., 2014).

No entanto, a Lei de Lambert-Beer estabelece que a transmitância da luz diminui com o aumento da espessura e do coeficiente de absorção. Diante disso, em seu estudo Sun et al. (2014), apresentam como vantagem a resistência da zircônia monolítica mesmo em pequenas espessuras, o que favorece suas características ópticas. Além disso, como a espessura do preparo é baseada nas propriedades mecânicas do material, o uso da zircônia monolítica favorece o menor desgaste de estrutura dental (SUN et al., 2014; SHAHMIRI et al., 2017).

Os mesmos achados são apresentados por Kim et al. (2013), que investigaram a transmitância da luz em discos de zircônia de diferentes diâmetros e marcas. Os discos de 1,0 mm de espessura exibiram baixa transmitância de luz (<25%), e esta diminuiu consideravelmente com o aumento da espessura do disco. Em estudo posterior, Kim et al. (2016) concluíram que diminuir gradualmente a espessura das amostras de zircônia de 2,0 para 1,0 mm provoca o aumento da translucidez; além disso, relatou diminuição da luminosidade e aumento do aspecto azulado e avermelhado na zircônia testada.

Sulaiman et al. (2015) relataram diferenças significativas no parâmetro de translucidez (PT) ao comparar quatro marcas de zircônia monolítica em diferentes espessuras independentemente da marca de zircônia e do processo de polimento; também, observou uma relação inversa, dependente da marca, entre translucidez, energia irradiante e espessura da zircônia.

Conclusões semelhantes foram apresentadas por Church et al. (2017), relatando que em cada espessura testada (0,5, 1, 1,5 e 2 mm), amostras de dissilicato de lítio foram mais translúcidas do que a cerâmica de zircônia e que a translucidez diminuiu significativamente para ambos os materiais com o aumento de espessura. Corroborando com estes resultados, Manziuc et al. (2019), observaram uma diminuição no PT com o aumento da espessura das amostras avaliadas; ainda, constataram diferença de translucidez entre amostras de uma mesma marca de zircônia pré-colorida com espessuras diferentes.

A transformação da zircônia tetragonal em sua fase monoclinica acontece da superfície externa para o seu interior, por meio de um processo de difusão controlada. Durante o processo ocorre uma variação de temperatura, a qual é responsável pela expansão volumétrica do material, promovendo uma mudança de fase que apresenta como característica o surgimento de rachaduras intergranulares; fenômeno chamado de degradação a baixa temperatura ou "*low temperature degradation*" (DBT ou "*LTD*") (PAPIA et al., 2013; GUO, 2004).

A zircônia tetragonal exibe boa condutividade iônica, alta resistência e tenacidade à fratura. No entanto, quando exposta a temperaturas relativamente baixas (63-400°C) se transforma espontaneamente em sua fase monoclinica e suas propriedades elétricas e mecânicas se degradam severamente (GUO, 2004).

Dentre os principais constituintes do ar, apenas o vapor de água, associado à baixas temperaturas, é capaz de provocar a transformação da zircônia tetragonal em monoclinica (SHAHMIRI et al., 2017). Em seu estudo Guo (2004), mostraram que a taxa de degradação da zircônia aumenta severamente na presença de água, bem

como com o aumento da pressão desta. A desestabilização da zircônia devido a interação de íons OH⁻ (da água) e defeitos pontuais (vagas de oxigênio), atuam alterando a transmissão de luz, absorção, reflexão e dispersão e, portanto, a cor e a aparência do acabamento da superfície.

De acordo com Papia et al. (2013), fatores como diminuição do grão e estabilização da zircônia, com ítrio, podem retardar a degradação do material favorecendo as propriedades ópticas. Ademais, em determinadas circunstâncias, as propriedades elétricas, mecânicas e ópticas degradadas podem ser recuperadas por recozimento a altas temperaturas em atmosfera de vácuo ou seca.

Em sua pesquisa, Whaba et al. (2019) reproduziram em laboratório o processo de DBT em modelos de zircônia nano-cristalina com e sem tratamento de superfície; concluindo que, diferentes tratamentos de superfície aplicados afetaram negativamente a cor e a translucidez, onde o grupo controle sem tratamento apresentou o maior PT e o menor desvio de cor dos parâmetros de coloração. Por outro lado, a DBT acelerada não teve efeito sobre a translucidez ou a cor.

A sinterização (densificação) dos pós cerâmicos é geralmente feita a altas temperaturas, com e sem pressão aplicada. Embora as técnicas de sinterização sem pressão exijam apenas o uso de um forno, é difícil obter densidades relativas próximas ao máximo teórico preconizado, aproximadamente 1500°C, na ausência de pressão (SHAHMIRI et al., 2017). Conseqüentemente, o desenvolvimento de técnicas que envolvem a aplicação simultânea de pressão e calor se faz necessário a fim de obter produtos cerâmicos de melhor qualidade. Estas têm como principais vantagens, facilitar a eliminação dos poros e sua rapidez, o que permite a manutenção de tamanhos de grãos finos, favorecendo as propriedades ópticas do material (AHSANZADEH-VADEQANI et al., 2016).

A escolha da técnica empregada na sinterização de materiais é de extrema importância, pois esta permite a obtenção e distribuição de diferentes tamanhos de partículas de pó cerâmico, podendo assim a técnica escolhida reduzir o crescimento exagerado de grãos e a expansão durante a densificação (AHSANZADEH-VADEQANI et al., 2016; SHAHMIRI et al., 2017).

Durante a sinterização ocorre a eliminação parcial ou completa dos poros, que se dá por meio de um processo de difusão iônica a altas temperaturas. É essencial que os poros permaneçam nos limites dos grãos e, portanto, sejam intergranulares sendo passíveis de remoção. Sendo os poros abrangidos pelo crescimento de grãos durante a sinterização, estes se tornam intragranulares e efetivamente não passíveis de remoção (SHAHMIRI et al., 2017). Em concordância, Zhang et al. (2016), observou que a eliminação de alumina da composição da zircônia durante a sinterização diminui a porosidade e melhora a translucidez, mas também requer uma temperatura de sinterização mais alta (1530°C) associada a um tempo de permanência mais longo (6 horas), como na zircônia de segunda geração. Essas alterações, por sua vez, diminuem a resistência hidrotérmica ao envelhecimento da zircônia.

De acordo com Ahsanzadeh-Vadeqani et al. (2016), os nano pós de zircônia e métodos de processamento são capazes de melhorar a densificação do material cerâmico, resultando em propriedades ópticas aprimoradas. Em estudo realizado por este foram obtidos dados experimentais que mostram claramente que a adição de zircônia melhora a densificação e o crescimento de grãos em cerâmicas, permitindo total densificação em temperatura semelhante a 1500°C, com tamanhos de grãos menores ($0,23 \pm 0,09 \mu\text{m}$) do que na ítria pura.

Segundo Jiang et al. (2011), a temperatura de sinterização e o tamanho dos grãos tiveram um efeito significativo na transmissão da luz e o aumento da temperatura de 1350°C para 1500°C aumentou a densidade e a translucidez da zircônia. Ainda constatou que o aumento da temperatura de sinterização e a diminuição do tempo produz melhor translucidez na cerâmica de zircônia dentária.

Em estudo realizado por Ahmed et al. (2019), verificou-se que a alteração dos parâmetros de sinterização modifica o tamanho dos grãos, seu comportamento ao desgaste e translucidez da zircônia. Corroborando com estes achados, Kaizer et al. (2017), investigou a caracterização óptica de coroas de zircônia monolíticas translúcidas produzidas usando três protocolos de sinterização e descobriu que diferentes protocolos de sinterização afetaram significativamente o tamanho do grão, translucidez e dureza; aumentar a temperatura de sinterização e diminuir o tempo resultou em tamanhos menores de grãos e maior translucidez.

Ebeid et al. (2014), verificou a rugosidade da zircônia monolítica obtida por três diferentes parâmetros de sinterização, os quais geraram resultados clinicamente aceitáveis; reduções significativas na diferença de cor, relação de contraste e rugosidade melhoraram à medida que a temperatura de sinterização foi aumentada. Sendo este resultado atribuído ao fato de que o aumento da temperatura de sinterização reduziu a porosidade, aumentou a densidade e, conseqüentemente, produziu menos dispersão de luz e mais luz transmissão.

Alterações na temperatura bem como no tempo de sinterização tem se mostrado significantes para a obtenção de bons resultados estéticos das zircônias. No entanto, estes fatores não são totalmente responsáveis pela relação entre as porcentagens das fases tetragonal e cúbica (Ahmed et al., 2019). Desta forma, Fonseca et al. (2018), ao compararem a porcentagem da fase tetragonal de Y-TZP e sinterizadas em diferentes temperaturas, observou que as amostras sinterizadas a 1450°C mostraram a maior porcentagem de fase tetragonal, e as amostras sinterizadas a 1560°C mostraram a menor porcentagem de fase tetragonal. Por outro lado, comparando a influência da variação no teor de Y_2O_3 (de 3 a 5,2 mol%) na composição das diferentes zircônias, as variações da porcentagem de fases foram entre 40% e 43% entre as amostras sinterizadas na mesma temperatura. Este resultado indica que a influência do conteúdo de ítria nas porcentagens das fases é significativo.

Nesse contexto, apenas a temperatura de sinterização não é estatisticamente significativa para modificar a relação entre as porcentagens das fases tetragonal e cúbica. Aumentar a temperatura de sinterização tem um impacto positivo na transmitância da zircônia até um certo nível, que varia com a densidade e a composição química (FONSECA et al., 2018).

A fim de superar os desafios estéticos associados à opacidade da zircônia monolítica convencional, zircônias mais translúcidas têm sido estudadas e desenvolvidas ao longo dos últimos anos. Estudos recentes estabeleceram o tamanho do grão de zircônia como um fator importante ligado aos efeitos ópticos, bem como a facilidade de densificação desse material (LUCAS et al., 2015; ZHANG et al., 2014).

Em relação ao efeito do tamanho dos grãos nas propriedades ópticas da zircônia, dois conceitos têm sido difundidos. O primeiro sugere que grãos grandes estão associados a um menor limite entre estes, ou seja, menor matriz sujeita a porosidades o que acarreta no aumento da transmissão de luz (JIANG et al., 2011; EBEID et al., 2014). Por outro lado, no caso da zircônia tetragonal policristalina,

partículas de tamanho grande foram associados à translucidez reduzida e aumento da dispersão da luz (KIM et al., 2013).

Além dos efeitos ópticos, foi demonstrado que a diminuição do tamanho dos grãos estabiliza a transformação da zircônia tetragonal em monoclinica quando exposta a baixas temperaturas. Reduzir essa transformação limita a expansão volumétrica da superfície e a rugosidade da superfície associada, favorecendo consequentemente as propriedades estéticas do material. No entanto, quando os grãos de Y-ZTP ficam abaixo de um determinado tamanho, aproximadamente 0,2 µm, a transformação de fases não ocorre, o que resulta em efeitos mecânicos indesejados, como tenacidade à fratura reduzida (LUCAS et al., 2015).

Idealmente para obtenção de uma zircônia com excelente translucidez e propriedades mecânicas aceitáveis, tem se preconizado grãos com tamanho abaixo de 100 nm, devido à sua grande birrefringência e alto índice de reflexão em relação a outras cerâmicas dentárias. No entanto, o desafio de sintetizar esses materiais com pouco ou nenhum defeito tem limitado seu uso (ZHANG et al., 2014).

TABELA 2. Relação entre diferentes tamanhos de partículas e as propriedades ópticas e mecânicas da zircônia.

Tamanho da Partícula (nm)	Efeitos
<100	Partículas deste tamanho apresentam maior estabilidade termodinâmica, de modo que durante a propagação de trincas, dentem a permanecer tetragonais e não se transformam na fase monoclinica.
<400	Partículas deste tamanho são densificadas rapidamente, o que resulta em translucidez ideal. No entanto, isso também aumenta a dispersão nos limites de grãos
>500	Partículas deste tamanho estão sujeitas a transformação de fase espontânea em fase monoclinica. À medida que o tamanho do grão aumenta a transformação é aprimorada. A presença de duas fases de diferentes índices de refração aumenta a dispersão de luz.
>700	Partículas desse tamanho e dentro da faixa de micrômetros são difíceis de desificar na ausência de pressão. Além disso, o uso de tais pós grosseiros resulta em um nível mais alto de porosidade residual, que demonstrou ter um efeito maior na dispersão da luz do que nos limites de grãos.

Fonte: Adaptado de SHAHMIRI et al. (2017).

Em sua análise Zhang et al. (2014), demonstraram que para alcançar uma translucidez comparável às porcelanas dentárias, o tamanho médio de grão da Y-TZP deve ser de cerca de 82 nm (para 1,3 mm de espessura), 77 nm (para 1,5 mm) e 70 nm (para 2 mm). Isso ocorre devido à dispersão da luz nos limites dos grãos, devido à grande birrefringência dos cristais de zircônia tetragonal e o tamanho desses grãos tetragonais.

Segundo Zhang et al. (2017), a 3M ESPE apresentou uma zircônia translúcida experimental na Reunião Anual da AADR 2014 em Charlotte, Carolina do Norte. A zircônia foi fabricada a partir de um pó de zircônia estabilizada com itria 7,10% e sinterizada a 1400°C por 1 hora. A microestrutura resultante consistiu em 75%

zircônia tetragonal e 25% de zircônia cúbica com granulometria média de 150 nm. Tipicamente, 3Y-TZP estabilizado com 5,18% em peso de ítria contém 90% ou mais de zircônia tetragonal; um maior conteúdo de ítria tende a aumentar a quantidade de fase cúbica na zircônia. A translucidez dessa nova zircônia experimental foi alcançada pela combinação de um granulometria relativamente fina e a introdução de zircônia cúbica.

Uma abordagem semelhante foi adotada para o desenvolvimento de uma outra zircônia translúcida (Zpex Smile) pela Tosoh Corporation, onde foi utilizada uma concentração de ítria ainda mais alta (9,32% em peso). Mais uma vez, a translucidez aprimorada foi alcançada com a introdução da zircônia cúbica. Sendo assim, para que a 3Y-TZP tenha mais resistência e atenda a uma translucidez semelhante à sua versão com menor estabilização, o tamanho de grão deve ser reduzido (Zhang et al., 2017).

Os poros são os principais responsáveis pela dispersão da luz nas cerâmicas dentais especialmente quando os mesmos apresentam um tamanho semelhante ao dos comprimentos de onda da luz visível. Estes podem se apresentar de duas formas distintas, intragranulares ou intergranulares, sendo suas características ópticas diferentes (SHAHMIRI et al., 2017). A influência do tamanho, apresentação e quantidade de poros na dispersão da luz na zircônia tem sido examinada por vários autores, os quais verificaram que grandes poros podem ter efeitos deletérios sobre as propriedades mecânicas e ópticas, da mesma forma que, poros pequenos também podem desempenhar um papel deletério, mas em menor grau quando comparado a características microestruturais maiores (ZHANG et al., 2014; PAPIA et al., 2014).

Zhang et al. (2015), também verificou que tamanhos de poros na faixa de 200-400 nm, e populações de poros baixas, como 0,05%, podem diminuir significativamente a translucidez da zircônia. Além disso, em estudo anterior Zhang et al. (2014), observou que quanto mais fina a estrutura utilizada para estabilização da zircônia, melhor será a transmissão óptica devido a uma porosidade menor.

Embora a porosidade observada em modelos de zircônia experimental tenha sido mínima, foi possível concluir que mesmo uma quantidade muito pequena de porosidade influencia na translucidez da zircônia (ZHANG et al., 2015). Em outro de seus estudos sobre o tema, Zhang et al. (2011), observou que pequenos poros intergranulares estão rodeados por grãos. Além disso, a quantidade de poros residuais aumenta com a temperatura de sinterização, já o tamanho do poro permanece quase constante. A transparência da zircônia testada é influenciada pelos centros de cor e poros residuais, que contribuem respectivamente para a absorção e dispersão de luz.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A literatura ainda é escassa com relação a influência de alguns fatores na estética das restaurações em zircônia, contudo, podemos concluir que alguns fatores influenciam diretamente na estética, desde quesitos inerentes ao material como extrínsecos, assim como a indicação e técnica utilizada pelo profissional.

A dificuldade da análise envolvendo a influência simultânea de todos os parâmetros é evidente. Devido à complexidade de possíveis interações desses parâmetros, é difícil prever o comportamento da zircônia com diferentes composições químicas, submetidas a diferentes técnicas e temperaturas de sinterização. Consequentemente, o desenvolvimento de uma nova zircônia

combinando altas propriedades mecânicas e translucidez desejáveis ainda é um desafio complexo.

REFERÊNCIAS

- AHMED, W. M.; TROCZYNSKI, T.; MCCULLAGH, A. P.; WYATT, C. C. L.; CARVALHO, R. M. The influence of altering sintering protocols on the optical and mechanical properties of zirconia: A review. **Journal of Esthetic Restorative Dentistry**, p. 1-8, 2019.
- AHSANZADEH-VADEQANI, M.; SHOJA, R. R. Spark plasma sintering of zirconia-doped yttria ceramic and evaluation of the microstructure and optical properties. **Ceramics International**, v. 42, 2016.
- BARROS, S. H. M. **O Uso Da Zircônia Na Prática Odontológica Reabilitadora**. Trabalho de Conclusão de curso – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.
- CHANG, J.; SILVA, J. D.; SAKAI, M.; KRISTIANSEN, J.; ISHIKAWA-NAGAI, S. The optical effect of composite luting cement on all ceramic crowns. **Journal of Dentistry**, v. 37, p. 937-943, 2009.
- CHU, F. C.; CHOW, T. W.; CHAI, J. Contrast ratios and masking ability of three types of ceramic veneers. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 98, p. 359-364, 2016.
- CHURCH, T. D.; JESSUP, J. P.; GUILLORY, V. L.; VANDEWALLE, K. S. Translucency and strength of high-translucency of monolithic zirconium oxide materials. **Journal of General Dentistry**, v. 65, p. 48-52, 2017.
- EBEID, K.; WILLE, S.; HAMDY, A.; SALAH, T.; EL-ETREBY, A.; KERN, M. Effect of changes in sintering parameters on monolithic translucent zirconia. **Dental Materials**, n. 2445, 2014.
- FONSECA, Y. R.; ELIAS, C. N.; MONTEIRO, S. N.; SANTOS, H. E. S.; SANTOS, C. Modeling of the Influence of Chemical Composition, Sintering Temperature, Density, and Thickness in the Light Transmittance of Four Zirconia Dental Prostheses. **Journal Materials**, v. 12, 2019.
- GUO, X. Property Degradation of Tetragonal Zirconia Induced by Low-Temperature Defect Reaction with Water Molecules. **Journal of Chemical Materials**, v. 16, n. 21, p. 3988-3994, 2004.
- GÜTH, J. F.; KAULING, A. E. C.; UEDA, K.; FLORIAN, B.; STIMMELMAYR, M. Transmission of light in the visible spectrum (400–700 nm) and blue spectrum (360–540 nm) through CAD/CAM polymers. **Clinical Oral Investigations**, 2016.

INOKOSHI, M.; DE MUNCK, J.; MINAKUCHI, S.; VAN MEERBEEK, B. Meta-analysis of bonding effectiveness to zirconia. **Journal of Dental Research**, v. 93, p. 329-334, 2014.

JIANG, L.; LIAO, Y.; WAN, Q.; LI, W. Effects of sintering temperature and particle size on the translucency of zirconium dioxide dental ceramic. **Journal of Material Science**, v. 22, p. 2429-2435, 2011.

KAIZER, M. R.; GIERTHMUEHLENC, P. C.; SANTOS, M. B. F.; CAVA, S. S.; ZHANGA, Y. Speed sintering translucent zirconia for chairside one-visit dental restorations: Optical, mechanical, and wear characteristics. **Ceramics International**, v. 43, n. 14, p. 10999-11005, 2017.

KIM, H. K.; KIM, S. H.; LEE, J. B.; HAN, J. S.; YEO, I. S.; HA, S. R. Effect of the amount of thickness reduction on color and translucency of dental monolithic zirconia ceramics. **The Journal of Advanced Prosthodontics**, v. 8, p. 37-42, 2016.

KIM, M.J.; KIM, K.H.; KIM, Y.K.; KWON, T.Y. Degree of conversion of two dual cured resin cements light-irradiated through zirconia ceramic disk. **The Journal of Advanced Prosthodontics**, v. 5, p. 464-670, 2013.

LEE, W. F.; Feng, S. W.; Lu, Y. J.; Wu, H. J.; Peng, P. W. Effects of two surface finishes on the color of cemented and colored anatomic-contour zirconia crowns. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, 2016.

LIEBERMANN, A.; RAFAEL, C. F.; KAULING, A. E. C.; EDELHOFF, D.; UEDA, K.; SEIFFERT, A.; VOLPATO, C. A. M.; GÜTH, J. F. Transmittance of visible and blue light through zirconia. **Dental Materials Journal**, v. 37, p. 812–817, 2018.

LISBOA, M. C. S. **Propriedades Ópticas das Zircônias Odontológicas**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

LUCAS, T. J.; LAWSON, N.C.; JANOWSKI, G.M.; BURGESS, J. O. Effect of grain size on the monoclinic transformation, hardness, roughness, and modulus of aged stabilized zirconia. **Dental Materials**, v. 31, p. 1487-92, 2015.

LÜHRS, A. K.; DE MUNCK, J.; GEURTSSEN, W.; VAN MEERBEEK, B. Composite cements benefit from light-curing. **Dental Materials**, v. 30, p. 292-301, 2014.

MANZIUC, M. M.; GASPARIK, C.; BURDE, A. V.; COLOSI, H. A.; NEGUCIOIU, M.; DUDEA, D. Effect of glazing on translucency, color, and surface roughness of monolithic zirconia materials. **Journal of Esthetic Restorative Dentistry**, p. 1-8, 2019.

MCLAREN, E. A.; LAWSON, N.; CHOI, J.; KANG, J.; TRUJILLO, C. New High-Translucent Cubic-Phase-Containing Zirconia: Considerations and the Effect of Air Abrasion on Strength. **Compendium of Continuing Education in Dentistry**, v. 38, 2017.

OTTONI, R.; BORBA, M. Mechanical and clinical behavior of zirconia-based monolithic prosthesis: literature review. **Cerâmica**, v. 64, p. 547-552, 2018.

PAPIA, E.; LARSSON, C.; DU TOIT, M.; VULT, V. S. P. Bonding between oxide ceramics and adhesive cement systems: A systematic review. **Journal of Biomedical Materials Research**, v. 102B, p. 395–413, 2013.

ROCHA, M. & OLIVEIRA, D. Cerâmicas policristalinas de zircônia de alta translucidez contendo fase cúbica, **Full Dentistry Science**, v.10, n.33, p.9-10, 2017.

SHAHMIRI, R.; STANDARD, O. C.; HART, J. N.; SORRELL, C. C. Optical properties of zirconia ceramics for esthetic dental restorations: A systematic review. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, 2017.

SULAIMAN, T.A.; ABDULMAJEED, A. A.; DONOVAN, T. E.; RITTER, A. V.; LASSILA, L. V.; VALLITTU, P. K. The degree of conversion of dual-polymerizing cements light polymerized through monolithic of different thickness and types. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 114, p. 103-108, 2015.

SUN, T.; ZHOU, S.; LAI, R.; LIU, R.; MA, S.; ZHOU, Z.; SHAO, L. Load-bearing capacity and the recommended thickness of dental monolithic zirconia single crowns. **Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials**, 2014.

ZHANG, F.; INOKOSHI, M.; BATUK, M.; HADERMANN, J.; NAERT, I.; MEERBEEK, B. V.; VLEUGELS, J. Strength, toughness and aging stability of highly-translucent Y-TZP ceramics for dental restorations. **Dental Material**, 2016.

ZHANG, F.; VANMEENSEL, K.; BATUK, M.; HADERMANN, J.; INOKOSHI, M.; VAN MEERBEEK, B. Highly-translucent, strong and aging-resistant 3Y-TZP ceramics for dental restoration by grain boundary segregation. **Acta Biomaterialia**, v.16, p. 215-22, 2015.

ZHANG, H.; KIM, B. N.; MORITA, K.; HIRAGA, H. Y. K; SAKKA, Y. Effect of sintering temperature on optical properties and microstructure of translucent zirconia prepared by high pressure spark plasma sintering. **Science Technology of Advanced Materials**, v. 12, 2011.

ZHANG, Y.; LAWN, B. R. Novel Zirconia Materials in Dentistry. **Journal of Dental Research**, v. 97, p. 140-147, 2018.

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

WAHBA, M. M.; SHERIF, A. H.; EL-ETREBY, A. S.; MORSI, T. S. The effect of different surface treatments on color and translucency of bilayered translucent nanocrystalline zirconia before and after accelerated aging. **Brazilian Dental Science**, v. 22, 2019.

AGRADECIMENTOS

Gratidão a Deus por hoje sentir o perfume das flores, ver a beleza das árvores e ouvir o borbulhar das ondas do mar. Gratidão a Deus por ter cuidado de todos os pequenos detalhes ao longo dessa caminhada chamada vida. Gratidão a Deus por me ensinar que as coisas não são de acordo com a minha vontade, mas sim de acordo com a vontade dele, e a vontade dele é sempre perfeita e agradável. Foram 9 longos anos de graduação, saindo de uma e começando outra, nos quais muitas vezes questionei-me sobre a vontade de Deus. Hoje, mais certa do que nunca, sei que tudo pelo que passei foi da tua vontade e não mais tenho motivos para questionar nada, pois tens-me reservado grandes voos, os quais não terei medo de voar, pois sei que comigo estás. Há muitos dias tenho pedido uma palavra e todas as vezes que abro a bíblia ou retiro cards com palavras proféticas, essas mesmas palavras se repetem... “Pedi e se vos dará. Buscai e achareis. Batei e vos será aberto.” (Mat. 67,7). Apenas confio, a Deus minha gratidão e descanso!

Agradeço imensamente aos meus pais, Esmeralda e Miguel, pelo apoio, por ao longo desses quase 5 anos não terem medido esforços e terem lutado para realizarmos esse sonho. Vocês são uma das razões pelas quais estou aqui, sem vocês esse momento não seria possível. Meus sinceros agradecimentos e desculpas, pelas muitas vezes que me revoltei e até pensei em desistir diante das dificuldades. Agradeço também a minha irmã, Beatriz, que mesmo distante tem acompanhado essa trajetória da minha vida e ajudado da melhor forma possível. Obrigada por sempre me ouvir, nunca me julgar e sempre me apoiar!

Não poderia esquecer de citar algumas pessoas que também foram essenciais para que eu pudesse chegar aqui, meus amigos. Ter amigos é uma dádiva de Deus. Sempre fui uma pessoa bem difícil, com essa mania de autossuficiência acabei afastando muitas pessoas da minha vida, mas com vocês pude aprender que todos nós necessitamos de um amigo, um apoio, uma ajuda. Meu muito obrigada por isso! Vocês estiveram presentes nos mais diversos momentos vividos durante a graduação. Foram risadas sinceras, “tretas” arretadas, noites em claro (estudando e outras vezes nos divertindo), mas também houveram momentos de tristeza, nesse vocês também permaneceram ao meu lado. São muitas histórias que ficarão guardados em meu coração. Meu muito obriga a vocês, Danielle, Bertson, Luciliana, Fernanda, Wilson e Daldiane. Amo vocês!

Não poderia deixar de agradecer ao meu parceiro de caminhadas, que me ouve e nunca reclama (quem dera ele pudesse falar), meu anjinho. Animais são anjos enviados por Deus para alegrar nossas vidas e dar sentido, nos ensinar um pouco mais sobre o que é o amor. Rakan, você é o cachorro mais lindo desse universo, não sei o que seria de mim e dos meus momentos solitários sem você.

Um agradecimento especial a professora Danielle do Nascimento Barbosa (Dani, para os íntimos). Agradeço por me aceitar como orientanda, por toda ajuda, compreensão e ensinamentos não restritos ao desenvolvimento desse trabalho, mas ao longo dos últimos anos, tenho o privilégio de tê-la não apenas como mestra, mas também como uma amiga. A professora Amanda Lira, agradeço por aceitar fazer parte da banca, pelos ensinamentos, conselhos, conversas e momentos de descontração. Você é um exemplo de profissional e ser humano que levarei para a vida. Dra. Kaiza de Souza Santos, me sinto privilegiada por tê-la na minha banca. És um exemplo de dedicação. Obrigada por toda ajuda, amizade e incentivo, por ter me acolhido com tanto carinho durante a graduação e fora desta. A vocês meu muito obrigada!

Por fim, agradeço a todos que fizeram parte da minha vida acadêmica, social, pessoal e afins, vocês sem dúvidas contribuíram de forma direta ou indireta na minha formação profissional e construção pessoal.

Esse momento não simboliza apenas o final de um ciclo, mas o início de muitos outros ciclos que estão por vir!