

Influência do Material Restaurador na Longevidade de Dentes Tratados Endodonticamente Restaurados com *Endocrowns*: uma Revisão Integrativa da Literatura

Influence of Restorative Material on the Longevity of Endodontically Treated Teeth Restored with Endocrowns: an Integrative Literature Review

Influencia del Material Restaurador en la Longevidad de Dientes Tratados Endodónticamente Restaurados con Endocoronas: una Revisión Integrativa de la Literatura

José Luiz **COSTA NETO**

Cirurgião-Dentista, graduado pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) 50670-901 Recife - PE, Brasil
<https://orcid.org/0000-0002-3714-7845>

Antonio José **TÓRRES NETO**

Mestrando, Programa de Pós-Graduação em Odontologia Restauradora, Área de Concentração em Prótese Dentária, Instituto de Ciência e Tecnologia, Campus de São José dos Campos, ICT-UNESP;

Cirurgião-Dentista, graduado pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) 50670-901 Recife - PE, Brasil
<https://orcid.org/0000-0003-3162-8485>

Viviane Maria Gonçalves de **FIGUEIREDO**

Doutora, Programa de Pós-Graduação em Odontologia Restauradora, Área de Concentração em Prótese Dentária, Instituto de Ciência e Tecnologia, Campus de São José dos Campos, ICT-UNESP;

Professora Adjunta de Prótese Dentária e Clínica Integrada da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) 50670-901 Recife - PE, Brasil
<https://orcid.org/0000-0003-4657-0984>

Resumo

O objetivo dessa revisão de literatura, de forma integrativa, foi analisar a influência do material restaurador na longevidade de dentes tratados endodonticamente e restaurados com *endocrowns*. A Revisão da literatura foi baseada na estratégia PICO, onde foram realizadas buscas nas bases de dados Pubmed, Science Direct e BVS através da estratégia de busca ("endodontically treated teeth") AND ("endocrowns" OR "endocrown restoration" OR "no-post buildup" OR "adhesive endodontic crowns" OR "endocrown") AND ("dental materials"). Os critérios de inclusão foram pesquisas In Vivo, In Vitro ou In Silico, que observem concentração de tensão, resistência à fratura e padrão de fratura dental. Os critérios de exclusão foram estudos sobre retentores intrarradiculares, estudos que não apresentem os materiais como variáveis, artigos sobre materiais temporários, revisões da literatura, caso clínico, artigos de opinião. Foram selecionados 08 estudos, sendo 05 In Vitro e 03 In Silico. Os artigos selecionados tiveram seus dados agrupados em tabelas e os duplicados foram contabilizados uma única vez. O material restaurador tem influência na longevidade de dentes tratados endodonticamente restaurados com *endocrown*. Fatores como profundidade da restauração, quantidade de remanescente coronário e tratamento de superfície interno da restauração parecem interferir sobre a permanência das restaurações e padrão de fratura dental.

Descritores: Materiais Dentários; Cerâmicas; Longevidade.

Abstract

The objective of this integrative literature review was to analyze the influence of restorative material on the longevity of endodontically treated teeth restored with *endocrowns*. The literature review was based on the PICO strategy, where searches were conducted in the Pubmed, Science Direct, and VHL databases using the search strategy: ("endodontically treated teeth") AND ("endocrowns" OR "endocrown restoration" OR "no-post buildup" OR "adhesive endodontic crowns" OR "endocrown") AND ("dental materials"). Inclusion criteria were In Vivo, In Vitro, or In Silico studies that observed stress concentration, fracture resistance, and dental fracture patterns. Exclusion criteria included studies on intraradicular retainers, studies that did not include materials as variables, articles on temporary materials, literature reviews, clinical cases, and opinion articles. Eight studies were selected through the search strategy, including five In Vitro and three In Silico studies. The selected articles had their data compiled into tables, and duplicates were counted only once. Restorative material influences the longevity of endodontically treated teeth restored with *endocrown*. Factors such as restoration depth, the amount of remaining coronal structure, and internal surface treatment of the restoration appear to interfere with the longevity of restorations and the dental fracture pattern.

Descriptors: Dental Materials; Ceramics; Longevity.

Resumen

El objetivo de esta revisión de la literatura, de manera integradora, fue analizar la influencia del material restaurador en la longevidad de dientes tratados endodónticamente restaurados con *endocoronas*. La revisión de la literatura se basó en la estrategia PICO, donde se realizaron búsquedas en las bases de datos Pubmed, Science Direct y BVS utilizando la estrategia de búsqueda ("endodontically treated teeth") AND ("endocrowns" OR "endocrown restore" OR "no-post buildup" OR "adhesive endodontic crowns" OR "endocrown") AND ("dental materials"). Los criterios de inclusión fueron investigación In Vivo, In Vitro o In Silico, en la que se observó la concentración de tensiones, la resistencia a la fractura y el patrón de fractura dental. Los criterios de exclusión fueron estudios sobre retenedores intrarradiculares, estudios que no presenten los materiales como variables, artículos sobre materiales temporales, revisiones de literatura, casos clínicos y artículos de opinión. Se seleccionaron 08 estudios, 05 In Vitro y 03 In Silico. Los artículos seleccionados tuvieron sus datos agrupados en tablas y los duplicados se contaron como una sola tabla. El material restaurador influye en la longevidad de los dientes tratados endodónticamente restaurados con *endocrown*. Factores como la profundidad de la restauración, la cantidad de remanente coronal y el tratamiento de la superficie interna de la restauración parecen interferir con la permanencia de las restauraciones y el patrón de fractura dental.

Descritores: Materiales Dentales; Cerámicas; Longevidad.

INTRODUÇÃO

Restaurar dentes tratados endodonticamente é uma questão que ainda apresenta controvérsias na condução clínica, um exemplo disso é a discussão acerca da influência do material para confecção de retentores intrarradiculares. A literatura ainda relata significativos números de fraturas dentais, a partir

do uso de núcleos metálicos fundidos e também através de pinos de fibra de vidro, cujas falhas radiculares promovem a perda do elemento dental¹.

Dessa forma, restaurações alternativas têm sido buscadas para favorecer a longevidade da estrutura dental, como as restaurações *endocrowns*²⁻⁹. As restaurações *endocrowns* podem ser confeccionadas de forma manual ou

através do CAD/CAM (Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing), com materiais cerâmicos, resinosos ou metálicos, onde sua indicação se dá principalmente em molares tratados endodonticamente e com perda significativa de estrutura coronal. A restauração em questão consiste em um bloco único que preenche o espaço da câmara pulpar, sendo cimentada de forma adesiva⁸⁻¹². Diferente das restaurações com pino e coroa que apresentam retenção macromecânica, as *endocrowns* contam com retenção micromecânica promovida pela cimentação adesiva. As vantagens em seu uso se dão pelo menor desgaste dentário durante o preparo, menor tempo clínico para confecção, bom prognóstico estético e funcional^{9,10}.

A literatura observa maiores picos de tensão na estrutura dental, sobre a ação de carga axial, em coroas comparadas às *endocrowns*, o que desperta a busca científica sobre a longevidade dental com estas restaurações⁸. Estudos mostram que quando comparado coroas totais com pino, as restaurações *endocrowns* apresentam um padrão de concentração de tensão na camada de cimento, o que é mais vantajoso para preservar a estruturadental. Pois em caso de insucesso da restauração, há um maior risco da falha ser adesiva e sendopassível de reparo^{4,8}. As restaurações *endocrowns* têm apresentado um padrão de falha mais reparável, devido a melhor distribuição de tensões no conjunto dente/cimento/restauração em relação as coroas totais^{2-6,8}.

Restaurações *endocrown* como uma abordagem conservadora, para restaurar dentes tratados endodonticamente, ainda precisam de uma investigação sobre o comportamento em diferentes materiais¹³. Os avanços na Odontologia Adesiva caminharam conjuntamente com o surgimento de novos materiais restauradores cerâmicos, conforme Gracis¹⁴, e diversas são as possibilidades de materiais restauradores para confecção da *endocrown*, cerâmicas vítreas e policristalinas, cerâmicas com matriz resinosa, polímeros e resinas^{4,8,12-19}.

O conhecimento dos materiais restauradores, disponíveis no mercado, é fundamental para que se possa realizar a escolha adequada e talvez que possa interferir na preservação clínica do elemento dental. Por isso, há uma lacuna na literatura sobre a influência dos materiais restauradores na longevidade de dentes tratados endodonticamente restaurados com *endocrowns*. Com base no exposto, objetivou-se revisar a literatura de forma integrativa, sobre a influência do material restaurador na longevidade de dentes tratados endodonticamente restaurados com *endocrowns*.

MATERIAL E MÉTODO

Trata-se de uma Revisão Integrativa da Literatura que sintetiza as pesquisas disponíveis sobre a temática a ser abordada e direciona a prática fundamentando-se em conhecimento científico, com a estruturação da pesquisa baseada na estratégia PICO²⁰.

A estratégia PICO desta revisão foi direcionada pelos seguintes elementos: “*População*” pacientes com dentes tratados endodonticamente e com necessidade protética; “*Intervenção*” por meio de dentes restaurados com *endocrowns* e o “*Outcome*” Materiais restauradores com menor módulo de elasticidade poderão apresentar maior longevidade da estrutura dentária. O “*Controle*” não foi aplicado, a fim de não restringir a busca da literatura e responder à pergunta norteadora, desde que ainda não há um material de eleição para confecção da restauração em estudo.

○ Critério de Elegibilidade

A presente revisão da literatura apresenta como estratégia de busca nas bases de dados: Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) <https://bvsalud.org/>; PubMed <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> e Science Direct <https://www.sciencedirect.com/>, artigos publicados em português e inglês, entre 2016 a 2021, sendo a pesquisa realizada entre os meses de Junho e Julho de 2021 (Quadro 1). Os termos-chave da estratégia de busca foram baseados em descritores, sinônimos, termos presentes em título e resumo.

Quadro 1. Base de Dados e Estratégia de busca da pesquisa.

Base de Dados	Estratégia de Busca da Pesquisa
PubMED	("endodontically treated teeth") AND ("endocrowns" OR "endocrown restoration" OR "no-post buildup" OR "adhesive endodontic crowns" OR "endocrown") AND ("dental materials")
BVS	("endodontically treated teeth") AND ("endocrowns" OR "endocrown restoration" OR "no-post buildup" OR "adhesive endodontic crowns" OR "endocrown") AND ("dental materials")
Science Direct	("endodontically treated teeth") AND ("endocrowns" OR "endocrown restoration" OR "no-post buildup" OR "adhesive endodontic crowns" OR "endocrown") AND ("dental materials")

Fonte: Dados

Os critérios de inclusão nesta revisão foram estudos com artigos de pesquisa *In Vivo*, *In Vitro* ou *In Silico*, que observem concentração de tensão, resistência à fratura e padrão de fraturadental. Os critérios de exclusão foram estudos sobre retentores intrarradiculares, estudos que não apresentem os materiais como variáveis, artigos sobre materiais temporários, revisões da literatura, caso clínico, artigos de opinião.

o **Seleção do Estudos**

Os títulos e resumos de todos os trabalhos foram analisados por dois revisores. Todos os estudos que preencheram os critérios de inclusão foram selecionados para leitura do texto completo e incluídos para extração dos dados, enquanto registradas as razões para a exclusão.

o **Extração dos Dados.**

Os dados completos dos textos selecionados foram extraídos pelos revisores (JLCN e VMGF). A coleta de dados foi baseada nos resultados sobre materiais restauradores que confeccionaram as *endocrowns* em dentes tratados endodonticamente.

o **Análise dos Dados**

Os dados foram coletados e incluídos em Tabelas. A extração dos dados das pesquisas incluídas foi feita através da criação de tabela padronizada no Excel. O nível de evidência científica foi baseado na classificação do "Oxford Centre for Evidence-based Medicine" citada no artigo de Demathé et al.¹². A extração de todos os dados foi realizada por dois revisores e a partir dos dados

RESULTADOS

Conforme os achados da pesquisa, as bases de dados BVS, Science Direct e PubMed obtiveram, respectivamente, 00, 02, 02 artigos incluídos. Através dos critérios de inclusão e exclusão da pesquisa, observou-se que 01 artigo estava duplicado entre Science Direct e PubMed, que foi contabilizado uma única vez para o número de artigos incluídos. Os artigos excluídos, durante a fase de Seleção dos artigos foram: 118 Artigos – Estudos de PPR não clínicos e que não abordam sobre tecnologias digitais; 2.767 Artigos – Estudos não odontológicos, pesquisas sobre microbiologia e biossegurança; 258 Artigos – Estudos sobre prótese total, prótese fixa, prótese bucomaxilofacial, prótese sobre implante, prótese de ATM; 564 Artigos – Estudos de outras áreas da Odontologia como a Ortodontia por exemplo. No fluxograma presente na Figura 1 é apresentado as etapas para inclusão dos artigos. Os estudos foram observados quanto ao seu grau de evidência científica (Tabela 1), as Tabelas 2, 3, 4, 5, 6 e Gráfico 1 resumizam os achados da pesquisa. Por fim, foi descrito os resultados em relação às tecnologias digitais para fabricação da PPR, quanto às pesquisas incluídas nesta revisão.

o **Cerâmica Híbrida versus Dissilicato de Lítio**

No estudo de Pedrollo Lise et al.⁴, houve interação estatística entre a estratégia restauradora (endocrown ou coroa com pino) e o tipo de material restaurador ($p < 0,001$), porém ambos os materiais restauradores não tiveram diferença estatística entre si (0,772). *Endocrowns* com 2,5 mm de profundidade confeccionados em Cerâmica Híbrida suportaram maior carga à fratura que o Dissilicato

de Lítio, este material foi favorecido em restaurações com 5,0 mm de profundidade. Quanto a análise do modo de falha, houve predomínio de fraturas radiculares para a maioria dos grupos experimentais. Destaca-se que *endocrowns* confeccionadas em Dissilicato de Lítio com 2,5 mm de profundidade produziram mais decimentação das restaurações e as únicas três fraturas radiculares que ocorreram foram acima do osso alveolar simulado. Já as mesmas restaurações confeccionadas em Cerâmica Híbrida e com a mesma profundidade apresentaram mais fraturas radiculares. No entanto, as *endocrowns* de Cerâmica Híbrida no geral apresentaram maior possibilidade de reparo de falhas que com o uso do Dissilicato de Lítio.

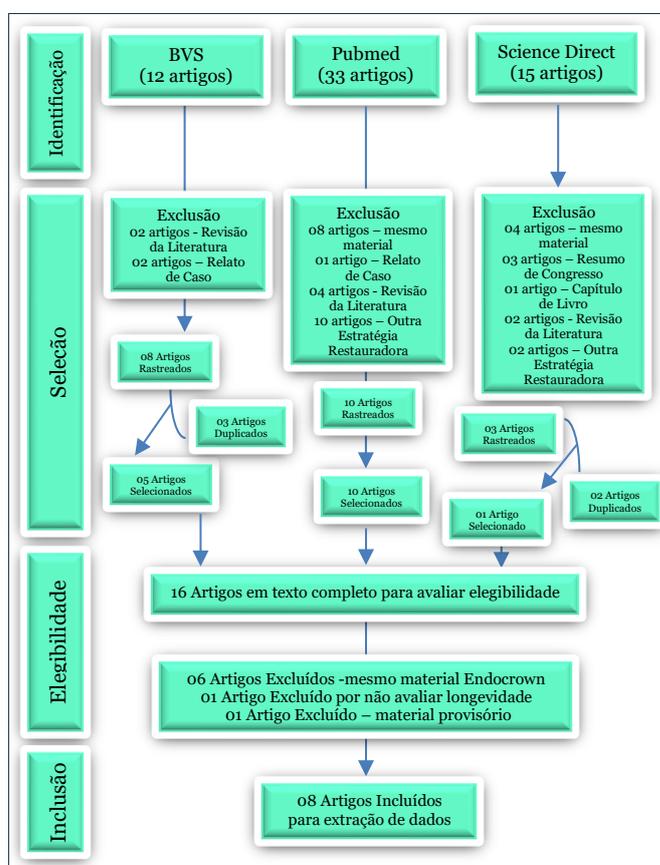


Figura 1: Fluxograma da seleção de artigos para revisão integrativa (Fonte: Dados da Pesquisa).

Tabela 1. Autor (ano), Grau de Recomendação e Nível de Evidência Científica conforme nível de evidência de Oxford dos estudos selecionados para revisão, segundo Demathé et al.²¹

Autor (Ano)	Grau de Recomendação	Nível de Evidência
Pedrollo Lise et al. (2017)	B	2C
Zhu et al. (2017)	B	2C
Kanat-Erturk et al. (2018)	B	2C
Skalskyi et al. (2018)	B	2C
Tribst et al. (2018)	B	2C
Tribst et al. (2019)	B	2C
Tribst et al. (2020)	B	2C
Elashmawy et al. (2021)	B	2C

Fonte: Dados da Pesquisa

o **Dissilicato de Lítio Versus Vitrocerâmica Reforçada por Leucita Versus Zircônia**

De acordo com Zhu et al.¹⁶, o aumento de

suporte dentário proporcionou um padrão de tensões de Von Mises (VMS) semelhante à um dente saudável. A Vitrocerâmica Reforçada por Leucita aumentou o valor de tensões de VMS na camada de cimento, quando comparado com o Dissilicato de Lítio. Com um aumento no módulo de elasticidade do material restaurador, o valor de tensões de Von Mises na camada de cimento diminuiu e promoveu maior concentração de tensão no esmalte, dentina e restauração, cenário observado com a Zircônia.

Tabela 2. Autor (ano), Tipo de Estudo, Variáveis, Elemento Dental, Grupos Experimentais (valor amostral)*, Remanescente Coronário, Profundidade ou Espessura da Endocrown, Envelhecimento e Análise

Lise et al. (2017)	
Tipo de Estudo	<i>In Vitro</i>
Variáveis	Material Restaurador/ Tipo de Restauração
Elemento Dental	Pré-Molares
Grupos Experimentais (valor amostral)*	Cerâmica Híbrida(8) Dissilicato de Lítio(8)
Remanescente Coronário	JCE
Profundidade ou Espessura da Endocrown	Profundidade de 2,5 ou 5,0 mm
Envelhecimento	Mecânico Direção axial de força (1.200.000 ciclos, 1,6 Hz, 50 N)
Análises	Resistência à fratura (Teste de compressão com carga oblíqua)
Zhu et al. (2017)	
Tipo de Estudo	<i>In Silico</i>
Variáveis	Material Restaurador Remanescente Coronário Distribuição de Carga
Elemento Dental	Pré-Molares Superiores
Grupos Experimentais (valor amostral)*	S – Sadio (-) R – Tratado endodonticamente e restaurado com resina (-) E1 - Dissilicato de lítio, Vitrocerâmica Reforçada por Leucita e Zircônia (-) E2 - Dissilicato de lítio, Vitrocerâmica Reforçada por Leucita e Zircônia (-) E3 - Dissilicato de lítio, Vitrocerâmica Reforçada por Leucita e Zircônia (-)
Remanescente Coronário	Variou até 5 mm acima da JCE
Profundidade ou Espessura da Endocrown	Espessura: 1,0, 2,0, ou 3,0 mm
Envelhecimento	-
Análises	Distribuição de tensões axial e oblíqua
Kanat- Erturk et al. (2018)	
Tipo de Estudo	<i>In Vitro</i>
Variáveis	Material Restaurador Profundidade Radicular
Elemento Dental	Incisivos Centrais
Grupos Experimentais (valor amostral)*	VM2 – Cerâmica Feldspática (10) E.Max – Dissilicato de Lítio (10) Nanocerâmica (10) VE – Cerâmica Híbrida (10) TZI – Zircônia (10)
Remanescente Coronário	1,0 mm acima da JCE
Profundidade ou Espessura da Endocrown	Radicular: 3,0 e 6,0 mm
Envelhecimento	Térmico (5.000 ciclos 5°–55°C)
Análises	Resistência e Padrão da fratura
Skalskyi et al. (2018)	
Tipo de Estudo	<i>In Vitro</i>
Variáveis	Material Restaurador
Elemento Dental	Molar
Grupos Experimentais (valor amostral)*	A – Controle (5); BE - Zircônia (5) CE – Dissilicato de Lítio (5) DE - Metalocerâmica(5) EE – Resina Composta (5)
Remanescente Coronário	-
Profundidade ou Espessura da Endocrown	-
Envelhecimento	-
Análises	Resistência à fratura (Método de emissão acústica para identificar a trinca)

Legenda: JCE= Junção cimento-esmalte (Fonte: Dados da Pesquisa)

Tabela 2 (continuação). Autor (ano), Tipo de Estudo, Variáveis, Elemento Dental, Grupos Experimentais (valor amostral)*, Remanescente Coronário, Profundidade ou Espessura da Endocrown, Envelhecimento e Análise

Tribst et al. (2018)	
Tipo de Estudo	<i>In Silico</i>
Variáveis	Material Restaurador Remanescente Coronário
Elemento Dental	Molar
Grupos Experimentais (valor amostral)*	Dissilicato de Lítio(-) Vitrocerâmica Reforçada por Leucita (-)
Remanescente Coronário	1,5 mm, 3,0 mm ou 4,5 mm acima da JCE
Profundidade ou Espessura da Endocrown	-
Envelhecimento	-
Análises	Distribuição de tensão axial na linha de cimentação, restauração e estrutura dental
Tribst et al. (2019)	
Tipo de Estudo	<i>In Vitro</i>
Variáveis	Material Restaurador Remanescente Coronário
Elemento Dental	Molar
Grupos Experimentais (valor amostral)*	LEU - Vitrocerâmica Reforçada com Leucita (30) LD - Dissilicato de lítio (30)
Remanescente Coronário	1,5 mm, 3,0 mm ou 4,5 mm acima da JCE
Profundidade ou Espessura da Endocrown	Espessura e profundidade de 4,0 mm
Envelhecimento	Mecânico (2.000.000 ciclos, 200 N, 2 Hz defreqüência sob a água a 37 ° C)
Análises	Resistência à fratura
Tribst et al. (2020)	
Tipo de Estudo	<i>In Silico</i>
Variáveis	Material Restaurador Remanescente Coronário Tipo de Restauração
Elemento Dental	Molar
Grupos Experimentais (valor amostral)*	Silicato de Lítio Reforçado por Zircônia (-) Cerâmica Híbrida (-)
Remanescente Coronário	1,0 e 2,0 mm acima da JCE
Profundidade ou Espessura da Endocrown	1,5 mm de espessura para coroa e 7,0 mm de para endocrown do centro da superfície oclusal
Envelhecimento	-
Análises	Distribuição de tensão axial e oblíqua na linha de cimentação, restauração e remanescente coronário
Elashmawy et al. (2021)	
Tipo de Estudo	<i>In Vitro</i>
Variáveis	Material Restaurador
Elemento Dental	Molar
Grupos Experimentais (valor amostral)*	VE – Cerâmica Híbrida (10) KZ - Zircônia (10)BH – Poliéter-éter-éter-cetona + Cobertura (10) EM Dissilicato de Lítio + Estratificação (10)
Remanescente Coronário	1,0 mm acima da JCE
Profundidade ou Espessura da Endocrown	3,0 mm de profundidade
Envelhecimento	Térmico: 15.000 ciclos, 5°–55°C Mecânico: Carga de 50–150 N por 600.000 ciclos para simular 2,5 anos com uma freqüência de carregamento de 6 Hz
Análises	Resistência à fratura Fadiga Padrão de fratura

Legenda: JCE= Junção cimento-esmalte (Fonte: Dados da Pesquisa)

○ *Cerâmica Feldspática versus Dissilicato de Lítio versus Resina Nanocerâmica versus Cerâmica Híbrida Versus Zircônia*

Em Kanat-Erturk et al.¹⁷, observou-se que endocrowns com 6,0 mm de profundidade radicular

confeccionadas em Zircônia (610,54 Mpa), Dissilicato de Lítio (225,08 Mpa), Cerâmica Híbrida (182,38 Mpa), Resina Nanocerâmica (99,80 Mpa) e Cerâmica Feldspática (71,38 Mpa) apresentaram de forma decrescente valores de resistência à fratura, havendo diferença estatisticamente significativa entre grupos ($p < 0,001$). Apenas não houve diferença entre os valores de resistência mecânica entre Cerâmica feldspática e a Resina nanocerâmica.

Os achados se repetiram quando as *endocrowns* apresentavam 3,0 mm de profundidade radicular para a resistência à fratura. Vale destacar, que para a Cerâmica Feldspática houve diferença estatística ($p = 0,014$) entre as diferentes profundidades radiculares, sendo a média de resistência à fratura com 3,0 mm (47,29 Mapa) muito inferior as *endocrowns* com 6,0 mm (71,38 Mpa) de profundidade radicular. Ou seja, para o material anteriormente citado, a profundidade do preparo tem efeito sobre a resistência à fratura. Enquanto para os demais grupos não houve diferença estatística quanto a profundidade da restauração ($p > 0,05$). Nenhum grupo apresentou falha adesiva. Cerâmica Híbrida, Cerâmica Feldspática e Resina Nanocerâmica apresentaram falhas apenas da restauração. Dissilicato de Lítio apresentou variação no padrão de fratura, porém todos passíveis de reparo. Por fim, o grupo com Zircônia mostrou falhas catastróficas que se propagam até a região radicular. Exibindo maior porcentagem das falhas catastróficas para as *endocrowns* com 6,0 mm de profundidade.

○ Zircônia versus Dissilicato de Lítio versus Metalocerâmica versus Resina Composta

Skalskyi et al.¹² mostraram que a estratégia Metalocerâmica (3,320 KN) suportou maior carga para a fratura final que a Zircônia (3,082 KN), Dissilicato de Lítio (2,726 KN) e Resina Composta (1,533. KN).

Dessa forma, a Zircônia como material restaurador não diferiu estatisticamente do Dissilicato de Lítio e Metalocerâmica ($p > 0,05$), porém foi significativo na comparação com a Resina Composta ($p < 0,05$). A análise de fratura indica que a resistência das restaurações *endocrowns* dependem da estrutura dental, pois as trincas foram por essa estrutura propagadas.

○ Dissilicato de Lítio versus Vitrocerâmica Reforçada por Leucita

O estudo *In Silico* de Tribst¹⁸ observou que o material restaurador ($p = 0,003$) e a quantidade de remanescente coronário ($p = 0,019$) interferem estatisticamente nos valores de máxima tensão principal. Através dos achados colorimétricos, a *endocrown* (restauração) e a linha de cimentação receberam menores valores de tensão quando adotado a Vitrocerâmica Reforçada por Leucita

como material restaurador, e com maiores quantidades de remanescentes coronários. A menor concentração de tensão sobre a estrutura dental foi observada na presença da maior quantidade de remanescente coronário. Quando adotado o Dissilicato de Lítio houve maior concentração de tensão sobre a restauração e estrutura dental. Sobre a linha de cimentação, apenas o remanescente dental influencia ($p = 0,002$) sobre a concentração de tensão. O remanescente dental de 4,5 mm apresentou menor concentração de tensão na linha de cimentação e os remanescentes de 1,5 mm e 3,0 mm possuem comportamento semelhante.

Já os achados do estudo *In Vitro* de Tribst¹⁴ mostram que todos as *endocrowns* sobreviveram ao teste de fadiga cíclica com ausências de lascas ou rachaduras. A quantidade de remanescente coronário não influenciou a carga de fratura da restauração ($p = 0,548$), enquanto o material restaurador ($p = 0,003$) foi significativo estatisticamente. Os valores de resistência à fratura foram mais elevados para o Dissilicato de Lítio (1.714,43 N) que para a Vitrocerâmica Reforçada por Leucita (1.313,47 N). A sobrevivência das restaurações foi considerada aceitável, tanto que as fraturas envolveram principalmente a restauração.

○ Silicato de Lítio Reforçada por Zircônia versus Cerâmica Híbrida

Os dados colorimétricos elaborados por Tribst⁸ apontam que durante a aplicação da carga axial, o Silicato de Lítio Reforçado por Zircônia apresentou maiores picos de estresse sobre a restauração que a Cerâmica Híbrida, esta situação era acentuada com 1,0 mm de remanescente coronário em comparação a 2,0 mm. O mesmo acontece com o remanescente coronário.

Em relação a camada de cimento, os espécimes restaurados com Cerâmica Híbrida apresentaram um maior padrão de concentração de tensão. Com a aplicação da carga oblíqua, o Silicato de Lítio Reforçado por Zircônia apresenta maiores concentração de tensão sobre a restauração que a Cerâmica Híbrida, condição inversa ocorre na linha cimentação e área adesiva dental. Para o remanescente coronário, as tensões sobre o remanescente de 2,0 mm foram mais favoráveis que para a condição de 1,0 mm quanto a restauração, camada de cimento e área de cimentação dental.

Os resultados mostram que a carga oblíqua aumentou os riscos de falhas. Os riscos de falha coesiva foram maiores do que os riscos de falha adesiva para todas as condições simuladas. Os maiores riscos de falha foram observados para *endocrown* em Cerâmica Híbrida com 1,0 mm de remanescente coronário.

Tabela 3. Autor (ano), Material, Processamento, Nome Comercial, Composição*, Módulo de Elasticidade* e Tratamento de Superfície Interno da *Endocrown*.

Pedrollo Lise et al. (2017)	
DISSILICATO DE LÍTI	
Processamento	CAD-CAM
Marca Comercial	IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent, Schaan Liechtensten)
Composição	SiO ₂ (57-80%), Li ₂ O (11-19%), K ₂ O (0-13%), P ₂ O ₅ (0-11%), ZrO ₂ (0-8%), ZnO (0-8%) e outros óxidos de coloração (0-12%).
Módulo de Elasticidade	95 GPa
Tratamento de Superfície Interno da Endocrown	Ácido fluorídrico 5% por 20 segundos, seguido de limpeza em banho ultrassônico por 5 minutos, secagem e agente de união silano aplicado por 60 segundos
CERÂMICA HÍBRIDA	
Processamento	CAD-CAM
Marca Comercial	Cerasmart (GC, Tóquio, Japão)
Composição	Silica (20 nm) e bário de vidro (300 nm) nanopartículas (71% em peso), Bis-MEPP, UDMA e polímeros DMA (29% em peso).
Módulo de Elasticidade	7,5 GPa
Tratamento de Superfície Interno da Endocrown	Jateamento com partículas de óxido de alumínio (27µm) por 20 segundos com pressão 0,28 MPa
Zhu et al. (2017)	
DISSILICATO DE LÍTI	
Processamento	CAD-CAM
Marca Comercial	IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtensten)
Composição	-
Módulo de Elasticidade	100 GPa
Tratamento de Superfície Interno da Endocrown	-
VITROCERÂMICA REFORÇADA POR LEUCITA	
Processamento	CAD-CAM
Marca Comercial	IPS Empress CAD (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtensten)
Composição	-
Módulo de Elasticidade	65 GPa
Tratamento de Superfície Interno da Endocrown	-
ZIRCÔNIA	
Processamento	CAD-CAM
Marca Comercial	In-Ceram Zirconia (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemanha)
Composição	-
Módulo de Elasticidade	242 GPA
Tratamento de Superfície Interno da Endocrown	-
Kanat- Erturk et al. (2018)	
CERÂMICA FELDSPÁTICA	
Processamento	CAD-CAM
Marca Comercial	Vita Mark II (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemanha)
Composição	SiO ₂ (56-64%), Al ₂ O ₃ (20-23%), Na ₂ O (6-9%), K ₂ O (6-8%), CaO (0.3-0.6%), TiO ₂ (0-0.1%)
Módulo de Elasticidade	154 GPa
Tratamento de Superfície Interno da Endocrown	Ácido fluorídrico 9,5% por 30s, limpeza através de banho ultrassônico por 10 segundos e secagem por 5 segundos, agente de união silano com microbrush asperizando a superfície por 10 segundos e depois aguardou 60 segundos.

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 3 (continuação). Autor (ano), Material, Processamento, Nome Comercial, Composição*, Módulo de Elasticidade* e Tratamento de Superfície Interno da *Endocrown*.

Kanat- Erturk et al. (2018)	
DISSILICATO DE LÍTI	
Processamento	CAD-CAM
Marca Comercial	IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent, Schaan Liechtensten)
Composição	SiO ₂ (57-80%), Li ₂ O (11-19%), K ₂ O (0-13%), P ₂ O ₅ (0-11%), ZrO ₂ (0-8%), ZnO (0-8%) e outros óxidos de coloração (0-12%)
Módulo de Elasticidade	95 GPa
Tratamento de Superfície Interno da Endocrown	Ácido fluorídrico 9,5% por 10s, limpeza através de banho ultrassônico por 10 segundos e secagem por 5 segundos, agente de união silano com microbrush asperizando a superfície por 10 segundos e depois aguardou 60 segundos
RESINA NANOCERÂMICA	
Processamento	CAD-CAM
Marca Comercial	LAVA Ultimate (3M ESPE, Seefeld, Alemanha)
Composição	Resina-cerâmica, Restauração dental Polimerizável, consistindo em nanomeros de sílica (20 nm), Nanomeros de zirconia (4-11 nm), Partículas de Nanocluster derivada de nanomeros (0,6-10 µm), agente de união silano, matriz de resina
Módulo de Elasticidade	12,77 GPa
Tratamento de Superfície Interno da Endocrown	Jateamento com óxido de alumínio a uma pressão de 2,5 Bar por 4 segundos, seguido por limpeza com álcool e secagem livre de óleo, agente de união silano com microbrush asperizando a superfície por 10 segundos e depois aguardou 60 segundos
CERÂMICA HÍBRIDA	
Processamento	CAD-CAM
Marca Comercial	Vita Enamic (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemanha)
Composição	SiO ₂ (58-63%), Al ₂ O ₃ (20-23%), Na ₂ O (9-11%), K ₂ O (4-6%), B ₂ O ₃ (0.5-2%), ZrO ₂ (<1%), KaO (<1%).
Módulo de Elasticidade	30 GPa
Tratamento de Superfície Interno da Endocrown	Ácido fluorídrico 9,5% por 30s, limpeza por banho ultrassônico por 10 segundos e secagem por 5 segundos, agente de união silano com microbrush asperizando a superfície por 10 segundos e depois aguardou 60 segundos.
ZIRCÔNIA	
Processamento	CAD-CAM
Marca Comercial	
Composição	Monobloco de zircônia, ZrO ₂ +HfO ₂ +Y ₂ O ₃ (≥99.0), Y ₂ O ₃ (>4.5-≤6.0), HfO ₂ (≤5), Al ₂ O ₃ (≤0.5), Outros óxidos (≤0.5)
Módulo de Elasticidade	210 GPa
Tratamento de Superfície Interno da Endocrown	Jateamento com óxido de alumínio a uma pressão de 2,5 Bar por 4 segundos, seguido por limpeza com álcool e secagem livre de óleo, agente de união silano com microbrush asperizando a superfície por 10 segundos e depois aguardou 60 segundos.

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 3 (continuação). Autor (ano), Material, Processamento, Nome Comercial, Composição*, Módulo de Elasticidade* e Tratamento de Superfície Interno da *Endocrown*

Skalsky et al. (2018)	
ZIRCÔNIA	
Processamento	MAD-MAM
Marca Comercial	Prettau Zirconia (Zirkonzahn Worldwide)
Composição	ZrO ₂ -4-6%, Y ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃ <1%, SiO ₂ -max 0.02%, Fe ₂ O ₃ -max 0,01%, Na ₂ O - max 0,04%
Módulo de Elasticidade	-
Tratamento de Superfície Interno da Endocrown	De acordo com as recomendações do fabricante
DISSILICATO DE LÍTIO	
Processamento	Sistema de Injeção
Marca Comercial	IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent, Schaan Liechtensten)
Composição	97% SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , P ₂ O ₅ , K ₂ O, Na ₂ O, CaO, F, 3% TiO ₂ , pigmentos, água, etanol.
Módulo de Elasticidade	-
Tratamento de Superfície Interno da Endocrown	De acordo com as recomendações do fabricante
CERÂMICA FELDSPÁTICA	
Processamento	Siterização em forno (cerâmica) e fundição (liga metálica)
Marca Comercial	GC inicial MC (GC EUROPA N.V.)
Composição	55-65% SiO ₂ , 10-15 Al ₂ O ₃ , 10-15% K ₂ O, 5-8% Na ₂ O, Li ₂ O<1%, MgO<1%, 1-2 CaO, 0-2% BaO, 0.5-2% B ₂ O ₃ , TiO ₂ <1%, ZrO ₂ <1%, P ₂ O ₅ <1%, (CeO ₂ , CeF ₃) < 1%
Módulo de Elasticidade	-
Tratamento de Superfície Interno da Endocrown	De acordo com as recomendações do fabricante
LIGA EM NÍQUEL-CROMO	
Processamento	Fundição (técnica da cera perdida)
Marca Comercial	Nicrallium N2 BCS (BERNARD CERVOS)
Composição	62%Ni, 24%Cr, 10%Mo, 2% Si, 1% Ce, 1% Fe, Cmax 0.03%
Módulo de Elasticidade	-
Tratamento de Superfície Interno da Endocrown	De acordo com as recomendações do fabricante
RESINA COMPOSTA	
Processamento	Método Direto
Marca Comercial	Nano Q (GDF Private Label Chemistry)
Composição	Matriz de monômero: dimetacrilato de diuretano, butanodiol dimetacrilato, isopropilida-bis [2 (3) -hidroxi-3 (2) - (4-fenoxi) propil] bismetacrilato [Bis-GMA]. Conteúdo de carga total 83% em peso (70% em volume) Carga de vidro (tamanho grão médio 0,7 m) - Sílica pirogênica (tamanho de grão médio 12 nm) - Nanopartículas aglomeradas (tamanho grão médio 0,6 m).
Módulo de Elasticidade	-
Tratamento de Superfície Interno da Endocrown	De acordo com as recomendações do fabricante
Tribst et al. (2018)	
DISSILICATO DE LÍTIO	
Processamento	CAD-CAM
Marca Comercial	IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent, Schaan Liechtenstein)
Composição	-
Módulo de Elasticidade	95 GPa
Tratamento de Superfície Interno da Endocrown	-
VITROCERÂMICA REFORÇADA POR LEUCITA	
Processamento	CAD-CAM
Marca Comercial	IPS empres CAD (Ivoclar Vivadent, Schaan Liechtenstein)
Composição	-
Módulo de Elasticidade	64,9
Tratamento de Superfície Interno da Endocrown	-

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 3 (continuação). Autor (ano), Material, Processamento, Nome Comercial, Composição*, Módulo de Elasticidade* e Tratamento de Superfície Interno da *Endocrown*

Tribst et al. (2019)	
VITROCERÂMICA REFORÇADA POR LEUCITA	
Processamento	CAD-CAM
Marca Comercial	IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent, Schaan)
Composição	-
Módulo de Elasticidade	-
Tratamento de Superfície Interno da Endocrown	Ácido fluorídrico 5% por 60 segundos, lavagem por 15 segundos e secagem, agente de união silano reagindo por 60 segundos
DISSILICATO DE LÍTIO	
Processamento	CAD-CAM
Marca Comercial	IPS Empress CAD (Ivoclar Vivadent, Schaan Liechtenstein)
Composição	-
Módulo de Elasticidade	-
Tratamento de Superfície Interno da Endocrown	Ácido fluorídrico 10% por 20 segundos, lavagem por 20 segundos e secagem, agente de união silano reagindo por 60 segundos
Tribst et al. (2020)	
SILICATO DE LÍTIO REFORÇADO POR ZIRCÔNIA	
Processamento	CAD-CAM
Marca Comercial	IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent, Schaan)
Composição	-
Módulo de Elasticidade	70 GPa
Tratamento de Superfície Interno da Endocrown	-
CERÂMICA HÍBRIDA	
Processamento	CAD-CAM
Marca Comercial	Vita Enamic (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemanha)
Composição	-
Módulo de Elasticidade	23GPa
Tratamento de Superfície Interno da Endocrown	-
Elashmawy et al. (2021)	
CERÂMICA HÍBRIDA	
Processamento	CAD-CAM
Marca Comercial	IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent, Schaan)
Composição	-
Módulo de Elasticidade	70 GPa
Tratamento de Superfície Interno da Endocrown	-
ZIRCÔNIA	
Processamento	CAD-CAM
Marca Comercial	KATANA Zirconia (Kuraray Noritake, Japão)
Composição	Dióxido de zircônio (ZrO ₂) 89,792%, óxido de ítrio (Y ₂ O ₃) 8,15% (10% mol), óxido de háfnio (HfO ₂) 1,78%, óxido de alumínio (Al ₂ O ₃) 0,253% e outros 0,025% É composto por quatro camadas de camada de esmalte de 35%, 15% da camada de transição 1, 15% da camada de transição 2 e camada de dentina 35%
Módulo de Elasticidade	200-210GPa
Tratamento de Superfície Interno da Endocrown	Jateamento com de óxido de alumínio (2,5 bar, 50µm)
POLIÉTER-ÉTER-ÉTER-CETONA (PEEK)	
Processamento	CAD-CAM
Marca Comercial	Bre CAM BioHPP (Bredent, Alemanha)
Composição	Polieterecetona composta de polímeros de alto desempenho parcialmente cristalinos, termoplásticos, resistentes a altas temperaturas e reforçados com 20% de enchimento de cerâmica com tamanho de grão de 0,3 a 0,5 µm.
Módulo de Elasticidade	4GPa
Tratamento de Superfície Interno da Endocrown	Jateamento com de óxido de alumínio (2,5 bar, 110 µm) seguido pela aplicação de primer (Visio.Link)

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 3 (continuação). Autor (ano), Material, Processamento, Nome Comercial, Composição*, Módulo de Elasticidade* e Tratamento de Superfície Interno da *Endocrown*

Elashmawy et al. (2021)	
COMPÓSITO PARA COBERTURA	
Processamento	Sinterização em forno(cerâmica)
Marca Comercial	Visio.Lign (Bredent, Alemanha)
Composição	Compósito Wax.Lign: Compósito preenchido com nanocerâmica fotopolimerizável não contém vidro odontológico, disponível como gel (Crea.Lign Opaker, gel modificador de dentina e gel incisal) ou como uma pasta (pasta de dentina).Crea.lign Modeling Liquid: usado para aumentar a fluidez da pasta e do gel crea.lign, reduzindo o módulo de elasticidade do material
Módulo de Elasticidade	5,5 GPa
Tratamento de Superfície Interno da Endocrown	-
CERÂMICA À BASE DE FLUOROPATITA (ESTRATIFICAÇÃO)	
Processamento	Sinterização em forno(cerâmica)
Marca Comercial	IPS e.max Ceram (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)
Composição	Vidros de alumínio-silicato que contêm propriedades ópticas de cerâmica de baixa fusão de nano-fluorapatita são controlados por cristais de nano-fluorapatita na faixa de tamanho de 100 – 300 nm e cristais de micro-fluorapatita com comprimento de 1 – 2 µm
Módulo de Elasticidade	-
Tratamento de Superfície Interno da Endocrown	-
DISSILICATO DE LÍTIO	
Processamento	CAD-CAM
Marca Comercial	IPS e. max CAD (Ivoclar Vivadent, Schaan Liechtenstein)
Composição	Vitrocerâmica à base de dissilicato de lítio de alta resistência que tem duas fases: Parcialmente cristalizada: consiste em 40% de cristais de metassilicato de lítio (Li ₂ SiO ₃) que são incorporados em uma fase vítrea. Totalmente cristalizada consiste em aproximadamente 70% de cristais de dissilicato de lítio de grão fino incorporados em uma matriz vítrea.
Módulo de Elasticidade	95GPa
Tratamento de Superfície Interno da Endocrown	Ácido fluorídrico por 20 segundos, lavagem por 30 segundos e secagem por 20 segundos seguida da aplicação do agente de união silano.

Fonte: Dados da Pesquisa

o *Cerâmica Híbrida Versus Zircônia Versus Poliéter-Éter-Éter-Cetona + Cobertura Versus Dissilicato De Lítio + Estratificação*

No estudo de Elashmawy et al.¹⁹ observou-se que o tipo de material ($p < 0,001$) e envelhecimento ($p < 0,001$) apresentam significância estatística, porém ausência de interação ($p < 0,207$) para resistência à fratura da *endocrown*. A Zircônia se mostrou com os maiores valores de resistência mecânica antes (1.810,2 N) e após (1.588,3 N) o envelhecimento e; o Polímero PEEK (Poliéter-Éter-Éter-Cetona) mais cobertura teve o pior desempenho mecânico. Um resultado importante a se destacar é que a Cerâmica Híbrida e o Dissilicato de Lítio não apresentaram diferenças

estatísticas ($p=1$) após envelhecimento quanto aos valores de resistência. A Zircônia teve um padrão um de falha não restaurável em 80% dos espécimes, já o Dissilicato de Lítio mostrou 60% dos espécimes com fratura catastrófica da restauração em duas ou mais partes ou fratura catastrófica do dente. Tanto a Cerâmica Híbrida, quanto o PEEK mais cobertura exibiram um padrão de falha predominantemente restaurável com 80% e 100% dos espécimes apresentando fissuras ou trincas na restauração ou falha adesiva do material de revestimento, respectivamente.

Tabela 4. Autor (ano), Material e Padrão de Fratura

Autor (ano)	Material	Padrão de Fratura
Pedrollo Lise et al. (2017)	Cerâmica Híbrida	Profundidade de 2,5 mm: 5 espécimes obtiveram um padrão de fratura desfavorável, com fratura da raiz ou fratura coesiva da restauração em sua extensão intra-radicular. 2 espécimes com padrão de fratura desfavorável, com fratura da raiz. 1 espécime com padrão de fratura favorável do tipo falha adesiva da restauração. Profundidade de 5,0 mm: 5 espécimes obtiveram um padrão de fratura desfavorável, com fratura da raiz ou fratura coesiva da restauração em sua extensão intraradicular. 3 espécimes com padrão de fratura favorável do tipo falha adesiva da restauração.
	Dissilicato de Lítio	Profundidade de 2,5 mm: 3 espécimes obtiveram um padrão de fratura desfavorável, com falha adesiva e fratura da raiz acima do osso alveolar. 5 espécimes com padrão de fratura favorável do tipo falha adesiva da restauração. Profundidade de 5,0 mm: 2 espécimes obtiveram um padrão de fratura desfavorável, com fratura da raiz ou fratura coesiva da restauração em sua extensão intraradicular. 6 espécimes também com padrão de fratura desfavorável, com falha adesiva e fratura da raiz.
Zhu et al. (2017)	Não Informado	Não Informado
Kanat-Erturk et al. (2018)	Cerâmica Feldspática	Profundidade de 3,0 mm: 100% dos espécimes com falhas do tipo fratura da restauração (consideradas reparáveis) Profundidade de 6,0 mm: 100% dos espécimes com falhas do tipo fratura da restauração (consideradas reparáveis)
	Dissilicato de Lítio	Profundidade de 3,0 mm: 90% dos espécimes com falhas do tipo fratura da restauração (consideradas reparáveis) e 10% com falhas do tipo fratura do complexo endocrown / dente acima da junção esmalte-cimento (consideradas reparáveis) Profundidade de 6,0 mm: 80% dos espécimes com falhas do tipo fratura da restauração (consideradas reparáveis) e 20% com falhas do tipo fratura do complexo endocrown / dente acima da junção esmalte-cimento (consideradas reparáveis)

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 4 (continuação). Autor (ano), Material e Padrão de Fratura

Autor (ano)	Material	Padrão de Fratura
Kanat-Erturk et al. (2018)	Resina Nanocerâmica	Profundidade de 3,0 mm e 6,0 mm: 100% dos espécimes com falhas do tipo fratura da restauração (consideradas reparáveis)
	Cerâmica Híbrida	Profundidade de 3,0 mm e 6,0 mm: 100% dos espécimes com falhas do tipo fratura da restauração (consideradas reparáveis)
	Zircônia	Profundidade de 3,0 mm: 70% dos espécimes com falhas tipo fratura da restauração (consideradas reparáveis), 20% com falhas do tipo fratura do complexo endocrown / dente acima da junção esmalte-cimento (consideradas reparáveis) e 10% com falhas do tipo fratura do complexo endocrown / dente abaixo da junção esmalte-cimento (consideradas não reparáveis). Profundidade de 6,0 mm: 40% dos espécimes com falhas do tipo fratura da restauração (consideradas reparáveis), 20% com falhas do tipo fratura do complexo endocrown / dente acima da junção esmalte-cimento (consideradas reparáveis) e 40% com falhas do tipo fratura do complexo endocrown / dente abaixo da junção esmalte-cimento (consideradas não reparáveis)
Skalskyi et al. (2018)	Zircônia	Foram observadas fissuras no elemento dental e fratura da restauração
	Dissilicato de Lítio	Não Informado
	Metalocerâmica	Foram observadas fraturas no elemento dental
	Resina Composta	Não Informado
Tribst et al. (2018)	Não Informado	Não Informado
Tribst et al. (2019)	Dissilicato de Lítio	85% das fraturas se estendem ao longo do plano médio-distal, separando a coroa em duas peças principais 15% das fraturas se estendem até o sulco lingual, resultando em três peças principais fraturadas. Origem da fratura foi sempre na superfície oclusal em todas as restaurações, principalmente da área de carga de contato com o indentador, assim a propagação ocorreu corono-apicalmente.
	Vitrocerâmica Reforçada por Leucita	
Tribst et al. (2020)	Silicato de Lítio Reforçada por Zircônia	Remanescente Coronário de 1,0 mm: (Sob Carga Axial: Risco de falha Coesiva:0,23 e Risco de falha Adesiva:0,09), (Sob Carga Obliqua: Risco de falha Coesiva:0,53 e Risco de falha adesivo: 0,22) Remanescente Coronário de 2,0 mm: (Sob Carga Axial: Risco de falha Coesiva:0,20 e Risco de falha Adesiva:0,08), (Sob Carga Obliqua: Risco de falha Coesiva:0,24 e Risco de falha adesivo:0,10)
	Cerâmica Híbrida	Remanescente Coronário de 1,0 mm: (Sob Carga Axial: Risco de falha Coesiva:0,34 e Risco de falha Adesiva:0,14), (Sob Carga Obliqua: Risco de falha Coesiva: 0,55 e Risco de falha adesivo: 0,22) Remanescente Coronário de 2,0 mm: (Sob Carga Axial: Risco de falha Coesiva:0,28 e Risco de falha Adesiva:0,12), (Sob Carga Obliqua: Risco de falha Coesiva: 0,36 e Risco de falha adesivo : 0,15)

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 4 (continuação). Autor (ano), Material e Padrão de Fratura

Elashmawy et al. (2021)	Cerâmica Híbrida	60% dos espécimes com padrão de fratura restaurável (Fratura da restauração ou falha adesiva do material de revestimento) 40% dos espécimes com padrão de fratura não restaurável (Fratura catastrófica da restauração em duas ou mais partes ou Fratura catastrófica do dente)
	Zircônia	20% dos espécimes com padrão de fratura restaurável (Fratura da restauração ou falha adesiva do material de revestimento) 80% dos espécimes com padrão de fratura não restaurável (Fratura catastrófica da restauração em duas ou mais partes ou Fratura catastrófica do dente)
	Poliéter-éter-éter-cetona + Cobertura	100% dos espécimes com padrão de fratura restaurável (Fratura da restauração ou falha adesiva do material de revestimento)
	Dissilicato de Lítio + Estratificação	40% dos espécimes com padrão de fratura restaurável (Fratura da restauração ou falha adesiva do material de revestimento) 60% dos espécimes com padrão de fratura não restaurável (Fratura catastrófica da restauração em duas ou mais partes ou Fratura catastrófica do dente)

Fonte: Dados da Pesquisa

DISCUSSÃO

Esta revisão integrativa da literatura, através dos critérios de inclusão adotados, obteve nas buscas sobre a temática apenas estudos *In Vitro* e *In Silico*, não havendo até a presente data da pesquisa nenhum ensaio clínico que avaliou a influência do material de confecção para *endocrown*. Dessa forma, os achados deste estudo estarão limitados a extrapolação para prática clínica. Contudo, confirma a necessidade de novos estudos para consolidar a evidência científica. Desde que essa alternativa restauradora para dentes tratados endodonticamente se mostrou favorável após acompanhamento clínico de 19 anos²².

Os estudos que observaram resistência à fratura das *endocrowns* identificaram que dentes que apresentam maiores quantidades de remanescente dental e restaurados com materiais de maior módulo de elasticidade, tendem a apresentar maiores valores de resistência^{4,12,14,17,19}. Este achado corrobora com outras pesquisas sobre o tema^{7,9}, e o remanescente dental tem se mostrado como um fator chave para um bom prognóstico de dentes tratados endodonticamente, conforme a literatura^{4,8,13-19}.

Diversos materiais restauradores foram testados para confecção da restauração *endocrown*, sendo os achados da literatura: Metalocerâmica, Cerâmica Feldspática, Vitrocerâmica Reforçada por Leucita, Dissilicato de

Lítio, Cerâmica à base de Zircônia, Cerâmica de Silicato de Lítio Reforçada por Zircônia, Cerâmica Infiltrada por Polímero (Cerâmica Híbrida), Resina Nanocerâmica, Resina, Poli-éter-éter-cetona^{4,8,12-19}. Quanto à resistência à fratura, Zircônia, Metalocerâmica, Dissilicato de Lítio conforme Kanat-Erturk et al.¹⁷, Skalskyi et al.¹², Pedrollo Lise et al.⁴, Tribst¹⁴, respectivamente, têm apresentado maiores valores de resistência mecânica dessas restaurações. Enquanto, os menores valores de compressão foram observados para resina, Cerâmica Feldspática e Vitrocerâmica Reforçada por Leucita^{4,12,14,17}.

No entanto, não só os valores de resistência à fratura podem ser determinantes para a longevidade dos dentes tratados endodonticamente e restaurados com *endocrown*, pois se faz necessário observar o cenário das falhas na restauração e no elemento dental. Conforme os tipos de falhas observados, as falhas catastróficas parecem ocorrer com maior frequência na escolha do material de alto módulo de elasticidade, como a Zircônia comparado ao Dissilicato de Lítio¹⁷. A Cerâmica Infiltrada por Polímero (Cerâmica Híbrida) dever ser considerada um material adequado para *endocrown*, devido as falhas serem passíveis de reparo¹⁹. Quanto maior for o módulo de elasticidade do material, maior será a concentração de tensão na restauração e menor a concentração de tensão na linha de cimento. Além disso, quanto maior o remanescente coronário, maior será a concentração de tensões na restauração, dessa forma o remanescente dentário deve sempre ser preservado¹⁸. Corroborando com os achados de Zhu et al.¹⁶, ou seja, o aumento do módulo de elasticidade do material pode favorecer a permanência da adesão, porém pode gerar fratura radicular.

Outros fatores também podem contribuir para estes resultados de resistência mecânica como a estratégia de adesão, remanescente coronário e profundidade do preparo^{4,14,17}. Como foram adotados materiais restauradores diversos nos estudos, a estratégia adesiva também é distinta. Assim, talvez um material que tenha o tratamento de superfície mecânico, jateamento com óxidos, apresentará maior resistência de união que um material com tratamento químico. Fazendo com que haja maiores falhas coesivas da restauração ou estrutura dental ou falha não reparável, conforme os achados de Pedrollo Lise et al.⁴, Kanat-Erturk et al.¹⁷ e Elashmawy et al.¹⁹. Já os materiais, que apresentam tratamento de superfície químico tem gerado mais falhas adesivas ou reparáveis^{4,17,19}. Embora, o Dissilicato de Lítio e Poli-éter-éter-cetona foram de encontro a esta associação na pesquisa de Elashmawy et al.¹⁹; possivelmente pelo PEEK não ter boa adesão com o material de cobertura, promovendo falha

prematura desta restauração. Bem como, a presença de 1,0 mm de remanescente coronário (pequena área adesiva) e maior módulo de elasticidade podem ter desfavorecido a distribuição de tensão sobre o Dissilicato de Lítio e estrutura dental.

Embora o objetivo desta revisão foi observar a influência do material restaurador sobre a longevidade de dentes tratados endodonticamente e restaurados com *endocrown*, a literatura relata que fatores como remanescente coronário e adaptação são influenciados pelo material restaurador. Conforme Zhu et al.¹⁶, os materiais restauradores devem apresentar um padrão de tensões em dentina semelhante a um dente saudável, onde a quantidade do remanescente dental se mostra como um fator importante para melhor prognóstico. Assim, os estudos que variaram a quantidade de remanescente dental, amostras até 4,0 mm a partir da junção cimento-esmalte, observaram que quanto maior a quantidade de remanescente dental menores serão as forças de tensão no conjunto dente-restauração^{4,8,13-19}.

Quanto a adaptação, foi observado que com o tempo o gap da interface dente-restauração aumenta independente do material utilizado¹³. Ainda assim, é importante ressaltar que *endocrowns* confeccionadas com materiais de menor módulo de elasticidade tendem a gerar uma maior desadaptação por gerarem maiores forças de tensão na camada de cimento^{2,13}.

Após a exposição dos achados da literatura, a pergunta norteadora pode ser respondida positivamente, a medida que todos os estudos incluídos nesta revisão apresentaram a interferência do fator material restaurador nos valores de resistência mecânica, distribuição de tensões e padrão de fratura. Dessa forma, parece que os materiais com menor módulo de elasticidade favorecem a maior longevidade da estrutura dental, porém desfavorece quanto a resistência de união, promovendo falhas adesivas. A limitação desta revisão foi a impossibilidade de filtrar estudos clínicos, alguns artigos não apresentaram detalhamento de questões metodológicas. Novos estudos devem ser propostos para identificar o tratamento de superfície para os materiais restauradores que promovam maior resistência de união. Bem como, ensaios clínicos randomizados devem ser realizados para aumentar o nível de evidência acerca do material restaurador indireto mais indicado para o uso em *endocrowns*.

CONCLUSÃO

A longevidade da estrutura dentária em dentes tratados endodonticamente restaurados com *endocrowns* pode ser influenciada pelo material restaurador. No entanto, outros fatores

como a profundidade da restauração, quantidade de remanescente coronário e tratamento de superfície interno da restauração parecem atuar sobre a permanência das restaurações e padrão de fratura dental. Materiais restauradores com maior módulo de elasticidade mostram maior prevalência de falhas não restauráveis, enquanto os materiais com menor módulo apresentam frequência de falhas adesivas.

REFERÊNCIAS

1. Figueiredo V, Costa Neto JL, Souza JGA, Barreto KA. Longevidade de dentes tratados endodonticamente e restaurados com pinos metálicos e de fibra de vidro: uma revisão integrativa da literatura. *J Dent Public Health*. 2021;12(1):61-70.
2. Rocca GT, Saratti CM, Poncet A, Feilzer AJ, Krejci I. The influence of FRCs reinforcement on marginal adaptation of CAD/CAM composite resin endocrowns after simulated fatigue loading. *Odontology*. 2016;104(2):220-32.
3. Sedrez-Porto JA, Rosa WL, da Silva AF, Münchow EA, Pereira-Cenci T. Endocrown restorations: A systematic review and meta-analysis. *J Dent*. 2016;52:8-14.
4. Pedrollo Lise D, Van Ende A, De Munck J, Umeda Suzuki TY, Cardoso Vieira LC, Van Meerbeek B. Biomechanical behavior of endodontically treated premolars using different preparation designs and CAD/CAM materials. *J Dent*. 2017;59:54-61.
5. Caldas RA, Bacchi A, Barão VAR, Versluis A. Should adhesive debonding be simulated for intraradicular post stress analyses? *Dent Mater*. 2018;34(9):1331-1341.
6. da Fonseca GF, de Andrade GS, Dal Piva AMO, Tribst JPM, Borges ALS. Computer-aided design finite element modeling of different approaches to rehabilitate endodontically treated teeth. *J Indian Prosthodont Soc*. 2018;18(4):329-335.
7. Sedrez-Porto JA, Münchow EA, Valente LL, Cenci MS, Pereira-Cenci T. New material perspective for endocrown restorations: effects on mechanical performance and fracture behavior. *Braz Oral Res*. 2019;33:e012.
8. Tribst JPM, Dal Piva AMO, de Jager N, Bottino MA, de Kok P, Kleverlaan CJ. Full-Crown Versus Endocrown Approach: A 3D-Analysis of Both Restorations and the Effect of Ferrule and Restoration Material. *J Prosthodont*. 2021;30(4):335-344.
9. Bettencourt MVM, Ismerim AB, Lima EMCX, Carvalho AO. Restaurações *endocrown*: uma revisão de literatura. *J Dent Public Health*. 2021; 12(2)104.
10. Biacchi GR, Mello B, Basting RT. The endocrown: an alternative approach for restoring extensively damaged molars. *J Esthet Restor Dent*. 2013;25(6):383-90.
11. Baratieri, L.N.; Monteiro, J. S. *Odontologia Restauradora - Fundamentos e Possibilidades*. 2. ed. São Paulo: Santos Editora, 2015.
12. Skalskyi V, Makeev V, Stankevych O, Pavlychko R. Features of fracture of prosthetic tooth-endocrown constructions by means of acoustic emission analysis. *Dent Mater*. 2018;34(3):e46-e55.
13. El Ghoual WA, Özcan M, Ounsi H, Tohme H, Salameh Z. Effect of different CAD-CAM materials on the marginal and internal adaptation of endocrown restorations: An in vitro study. *J Prosthet Dent*. 2020;123(1):128-134.
14. Tribst JP, Dal Piva AO, Madruga CF, Valera MC, Bresciani E, Bottino MA, de Melo RM. The impact of restorative material and ceramic thickness on CAD\CAM endocrowns. *J Clin Exp Dent*. 2019;11(11):e969-e977.
15. Gracis S, Thompson VP, Ferencz JL, Silva NR, Bonfante EA. A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *Int J Prosthodont*. 2015;28(3):227-35.
16. Zhu J, Rong Q, Wang X, Gao X. Influence of remaining tooth structure and restorative material type on stress distribution in endodontically treated maxillary premolars: A finite element analysis. *J Prosthet Dent*. 2017;117(5):646-655.
17. Kanat-Ertürk B, Sarıdağ S, Köseleler E, Helvacioğlu-Yiğit D, Avcu E, Yildiran-Avcu Y. Fracture strengths of endocrown restorations fabricated with different preparation depths and CAD/CAM materials. *Dent Mater J*. 2018;37(2):256-265.
18. Tribst JPM, Dal Piva AMO, Madruga CFL, Valera MC, Borges ALS, Bresciani E, de Melo RM. Endocrown restorations: Influence of dental remnant and restorative material on stress distribution. *Dent Mater*. 2018;34(10):1466-1473.
19. Elashmawy Y, Elshahawy W, Seddik M, Aboushelib M. Influence of fatigue loading on fracture resistance of endodontically treated teeth restored with endocrowns. *J Prosthodont Res*. 2021;65(1):78-85.
20. Santos CMD, Pimenta CADM, Nobre MRC. A estratégia PICO para a construção da pergunta de pesquisa e busca de evidências. *Rev Latino-Am Enfermagem*. 2007;15 (3):508-511.
21. Demathé A, Silva ARDS, Carli JP, Goiato MC, Miyahara GI. *Odontologia baseada em evidências: otimizando a prática e a pesquisa*. RFO UPF. 2012;17(1):96-100.
22. Borgia Botto E, Barón R, Borgia JL. Endocrown: Endocrowns: A retrospective patient series study, in an 8-to-19-year period. *Odontostomatología*. 2016;18(28):48-59.

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram não haver conflitos de interesse

AUTOR PARA CORRESPONDÊNCIA

Antonio José Tôres Neto

Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese
Instituto de Ciência e Tecnologia,
Campus de São José dos Campos, ICT-UNESP
Av. Eng. Francisco José Longo, 777 Jardim São Dimas,
12245-000. São José dos Campos - SP, Brasil
E-mail: ajtn18@gmail.com

Submetido em 21/02/2024

Aceito em 22/01/2025