

Endocoroa: uma alternativa à restauração convencional indireta (coroa com espigão) sobre um dente posterior com um tratamento endodôntico?

Louis Jean André Plichta

Dissertação conducente ao Grau de Mestre em Medicina Dentária (Ciclo Integrado)

Gandra, 15 de setembro de 2020

Louis Jean André Plichta

**Dissertação conducente ao Grau de Mestre em Medicina
Dentária (Ciclo Integrado)**

**Endocoroa: uma alternativa à restauração
convencional indireta (coroa com espigão)
sobre um dente posterior com um
tratamento endodôntico?**

**Trabalho realizado sob a Orientação do Professor Dr. António
Correia Pinto**



CESPU
INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Eu, Louis Jean André, declaro ter atuado com absoluta integridade na elaboração deste trabalho, confirmo que em todo o trabalho conducente à sua elaboração não recorri a qualquer forma de falsificação de resultados ou à prática de plágio (ato pelo qual um indivíduo, mesmo por omissão, assume a autoria do trabalho intelectual pertencente a outrem, na sua totalidade ou em partes dele). Mais declaro que todas as frases que retirei de trabalhos anteriores pertencentes a outros autores foram referenciadas ou redigidas com novas palavras, tendo neste caso colocado a citação da fonte bibliográfica.

Resumo

Introdução: Nos dentes endodonticamente tratados e muito destruídos, um dos métodos convencionais de restauração é a confecção de uma coroa com reconstrução radicular e coronal. Os materiais e métodos de restauração do dente despulpado devem permitir compensar a perda de substância dentária e garantir a resistência mecânica, a função e a estética, de forma duradoura. A *Endocrown* permite, de uma forma adesiva, restaurar o dente sob o princípio da intervenção mínima.

Objetivo: O Objetivo deste estudo, de revisão integrativa da literatura, visa verificar se a endocrown é uma alternativa quanto á resistência e quanto ao preparo mínimo dentário, em dentes posteriores e tratados endodonticamente, quando comparado com a restauração convencional indireta (coroa com espigão).

Materiais e Métodos: Foi realizada uma pesquisa online na PUBMED usando a combinação dos seguintes termos científicos: *Endocrown, Restoration, Endodontically treated teeth, Failure e Posterior teeth*. 19 artigos foram considerados relevantes.

Resultados: Uma Ec tem, no mínimo, a mesma resistência que uma coroa com espigão num pré-molar. Num molar a resistência é maior, qualquer que seja o material utilizado. Os insucessos parecem ser mais comuns numa coroa com espigão (em fibra-de-vidro) em comparação com as Ec. A preparação das Ec é mais fácil.

Conclusão: Nos molares as Ec são uma alternativa viável a longo prazo, têm um tempo de trabalho mais reduzido, são resistentes e mais económicas, para além disso evitam a fragilização do dente. Nos pré-molares as Ec parecem promissoras, mas são necessários mais estudos sobre uma preparação adequada que melhore a sua resistência.

Palavras-Chave: “*Endocrown*”, “*Restoration*”, “*Endodontically treated teeth*”, “*Failure*”, “*Posterior teeth*”

Abstract:

Introduction: In endodontically treated and destroyed teeth, one of the conventional restoration methods is making a crown with root and coronal reconstruction. The materials and methods for restoring the depulped tooth must make it possible to compensate for the loss of tooth substance in order to guarantee the firmness, resistance, function and aesthetics of the tooth in question, in a durable way. Endocrown emerged as a method that allows, in an adhesive way, to restore the tooth under the principle of minimal intervention.

Objective: The objective of this study, an integrative literature review, aims to verify whether the endocrown is an alternative in terms of strength and dental preparation, in posterior and endodontically treated teeth, when compared to indirect conventional restoration (crown with post).

Materials and methods: An electronic search of the PUBMED scientific publications database using a combination of the following scientific terms: Endocrown, Restoration, Endodontically treated teeth, Failure and Posterior teeth. The search identified 388 studies, of which 19 were considered relevant to this study.

Results: An Ec has at least the same resistance as a spiked crown in a premolar but in a molar, it has a greater resistance whatever the material used. EC preparation is easier, with no application in the canals and less trauma than spike crowns. And this dental preparation has the optimum length, the height of the remaining crown, the chamber depth, and is improved with the “ferrule effect”. The ideal material for an EC resistant is nanoceramic.

Conclusion: In molars, EC are a viable long-term alternative to working time, economic, tooth embrittlement and restorative material strength. In premolars, EC seem promising but studies are still lacking on a preparation that improves strength.

Key words: *"Endocrown", "Restoration", "Endodontically Treated Teeth", "Failure", "Posterior teeth"*

Índice Geral:

<i>Índice de Tabelas.....</i>	<i>VI</i>
<i>Índice de Figuras.....</i>	<i>VII</i>
<i>Índice de Abreviaturas.....</i>	<i>VIII</i>
1. <i>Introdução</i>	1
2. <i>Objetivos</i>.....	2
3. <i>Material e Métodos</i>	3
4. <i>Resultados</i>.....	5
5. <i>Discussão</i>.....	10
5.1. Resistência da <i>endocrown</i> quando comparada com o método convencional indireto (coroa com espigão).....	10
5.2. Vantagens da <i>endocrown</i> em relação ao método convencional indireto na preparação dentária (coroa com espigão).....	12
6. <i>Conclusão</i>	15
7. <i>Bibliografia</i>.....	16

Índice de tabelas

Tabela 1: Quadro identificativo da pesquisa na pubmed advanced

Tabela 2: Quadro com a descrição dos artigos

Índice de Figuras

Figura 1-Diagrama de fluxo da estratégia de pesquisa utilizada neste estudo

Índice de Abreviaturas

EC- Endocrown

PEEK- Poly-Ether-Ether-Cétone

PICN- Polymer-Infiltrated Ceramic Network

1. INTRODUÇÃO

A restauração de dentes com tratamento endodôntico, severamente danificados, representa um desafio para o Médico Dentista. Os dentes tratados endodonticamente estão sujeitos a fraturas. Uma das principais causas dessa predisposição é a perda de substância dentária de origem patológica ligada ao tratamento endodôntico. Essa alteração afeta negativamente o prognóstico do dente a longo prazo. É por isso que os materiais e métodos de restauração do dente despolpado devem permitir compensar a perda de substância dentária a fim de garantir a firmeza da coroa, a resistência mecânica, a função e a estética de forma durável (1).

No caso de dentes muito delapidados, um dos métodos convencionais de restauração é a confecção de uma coroa com reconstrução radicular e coronal (2,3). Com a fabricação de coroas totais suportadas em núcleos metálicos e/ou espigões de fibra de vidro pensou-se que este procedimento proporcionaria um melhor reforço da estrutura dentária remanescente (4,5), no entanto, observou-se que a utilização de contenção intracanal apenas favorece a retenção da coroa protética. A remoção de uma estrutura dentária saudável para permitir a colocação de elementos rígidos, desprovidos de comportamentos mecânicos semelhantes aos do dente torna o remanescente dentário mais fragilizado (6-8). Embora estudos retrospectivos tenham comprovado a confiabilidade desse método, ele permanece invasivo, principalmente ao nível da raiz. Os procedimentos modernos para restaurar o dente despolpado são baseados mais no princípio da intervenção mínima, que tende a preservar o tecido saudável tanto quanto possível. *Endocrown* (EC) faz parte desse conceito de intervenção mínima. As restaurações com EC são feitas apenas num dente muito delapidado (9).

A EC foi proposta por Pissis em 1995 como uma coroa alternativa para molares, dependendo da disponibilidade da estrutura dentária remanescente. A estratégia consiste num único monobloco que compreende toda a coroa e uma extensão mínima intra-radicular que se encaixa na "endopreparação". A preparação envolve uma margem circunferencial supra-cervical e uma cavidade central na câmara pulpar (10).

Desde 1999 com Bindl foi sugerido que as EC seriam um método de tratamento

promissor e eficiente para a reconstrução da coroa de molares e pré-molares. Embora 4 anos depois os mesmos autores vieram a supor que as EC eram inadequadas para os pré-molares devido á incidência de várias falhas em 31% dos casos clínicos. Estes autores sugerem que a superfície de aderência dos pré-molares é menor, devido á maior altura da coroa clínica, o que compromete as propriedades mecânicas da EC (11). Apesar disso, para Bernhart et al. as EC representam uma alternativa de tratamento promissora para os molares endodonticamente tratados (12).

O êxito a longo prazo das EC depende de numerosos fatores, nomeadamente uma seleção de casos adequada, uma preparação correta e a escolha da cerâmica e dos agentes de ligação adequados (13).

A principal vantagem de uma EC é que utiliza a superfície da câmara pulpar para obter estabilidade e obter retenção por meio de um cimento adesivo. O princípio de retenção da EC inclui retenção macro-mecânica na câmara pulpar e retenção micro-mecânica de cimentos de resina adesivas (14).

Hoje, as EC são fabricadas com dispositivos CAD/CAM e são impressoras 3D. Essas máquinas permitem produzir *endocrowns* adaptadas a cada paciente a partir de uma impressão de alginato. Essas *endocrowns* podem ser feitas com diferentes materiais (cerâmica, resina ou, mais recentemente, resina composta indireta) em diferentes preparações que afetará a resistência da restauração e, portanto, do dente restaurado(14).

O sucesso clínico e a qualidade de uma restauração dentária dependem de numerosos fatores, da estética, da resistência à fratura e da adaptação marginal, uma vez que uma adaptação inadequada provoca cáries dentárias devidas à acumulação de placa, microinfiltrações, descimentações e inflamação endodôntica ou periodontal (11).

2. OBJETIVOS

O Objetivo deste estudo, de revisão integrativa da literatura, visa verificar se a *endocrown* é uma alternativa quanto á resistência e quanto ao preparo mínimo dentário, em dentes posteriores e tratados endodonticamente, quando comparado com a restauração convencional indireta (coroa com espigão).

3. MATERIAIS E METODOS

Uma pesquisa bibliográfica foi realizada na PUBMED (via *National Library of Medicine*) usando a seguinte combinação de termos de pesquisa: «*endocrown*», «*endodontically treated teeth*», «*adhesive restoration*», «*failure*», «*posterior teeth*».

Critérios de inclusão: Artigos publicados nos últimos 10 anos, entre 2011 e 2021, artigos em inglês, artigos que vão de encontro ao objetivo do estudo aqui proposto e de encontro às palavras chave.

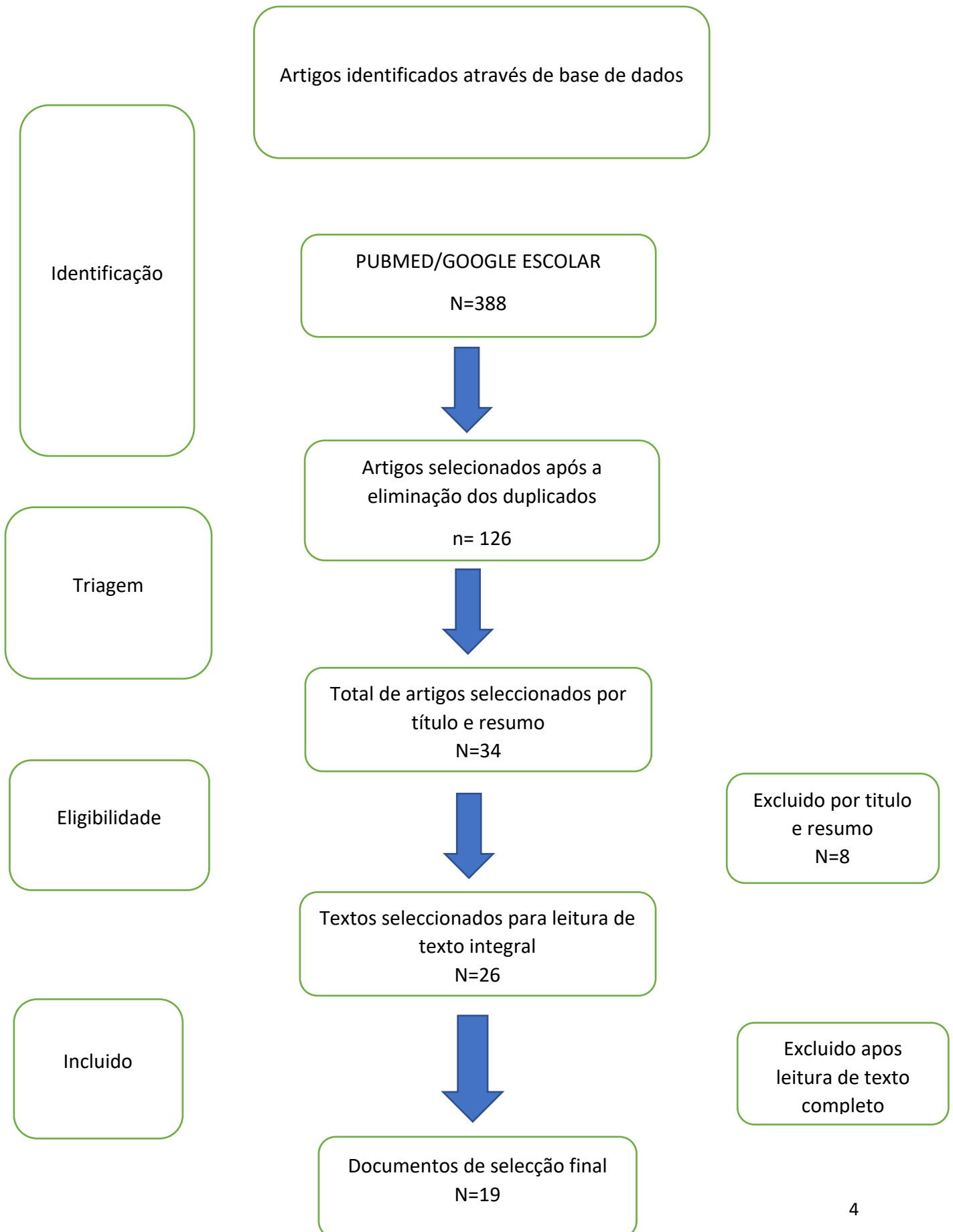
Critérios de exclusão: Estudo de revisão sistemática, Artigos não inglês, Artigos sem acesso ao texto completo, Artigos incompletos, Artigos duplicados, Artigos fora do período temporal descrito. Artigos sobre um caso clínico.

A pesquisa bibliográfica identificou um total de 388 artigos no PubMed/Google escolar. Mendeley excluiu 126 artigos duplicados. Depois de ler os títulos e resumos dos artigos, 88 foram excluídos por não atenderem aos critérios de inclusão. Os 33 estudos potencialmente relevantes restantes foram avaliados. Desses estudos, 15 foram excluídos por não fornecerem informações abrangentes, considerando o objetivo do presente estudo. Assim, 19 artigos foram incluídos nesta revisão.

Tabela 1: Quadro identificativo da pesquisa na pubmed advanced

(endo crown[MeSH Terms]) AND (endodontically treated teeth[MeSH Terms])	10 resultados
(endocrown) AND (failure)	86 resultados
(Endocrown) AND (endodontically treated teeth)	91 resultados
(restoration) AND (Posterior teeth) AND (endodontically treated teeth)	195 resultados
(restoration) AND (endocrown) AND (failure) AND (posterior tooth) AND (endodontically treated teeth)	6 resultados
total	388 resultados

Figura 1-Diagrama de fluxo da estratégia de pesquisa utilizada neste estudo



4. RESULTADOS

A pesquisa bibliográfica identificou um total de 388 artigos na PubMed, como mostra a figura 1 -Fluxograma.

Assim, 19 estudos foram incluídos na presente revisão, em que podemos identificar os principais resultados:

- Nos pré-molares e molares a EC exibiu uma maior resistência à tração, às forças compressivas, seguido pelo espigão de fibra de vidro e o espigão de metal (8,15).
- A preparação das EC é mais fácil, sem aplicação nos canais e menos traumática do que as coroas com espigão (1).
- EC com extensões de câmara pulpar de 2 e 4 mm apresentaram maior resistência à fratura dentária e também ao *stress* (16).
- Uma preparação com 1mm interproximal e 3,5mm de redução oclusal exibe uma maior resistência á fratura. As ECs com redução axial e interproximal têm maior resistência á fratura (17).
- Preparações com efeito “ferrule” suportam cargas maiores que os preparativos com degrau cervical. Preparações de 1mm de efeito “ferrule” tiveram melhor resistência (18).
- As ECs em nanocerâmica parecem ser o material com maior resistência á fratura e um modelo de sucesso maior para um dente destruído com tratamento endodôntico (19,20).

Os artigos selecionados foram lidos e avaliados individualmente. As seguintes informações foram registadas para esta revisão: Nome do Artigo, Autores, Tipo de Estudo, Metodologia, Resultados e Conclusão e registados na tabela 2.

Tabela 2: Quadro com a descrição dos artigos

-Artigos nos pré-molares

Nome do Artigo Autores	Tipo de Estudo	Metodologia	Resultados	Conclusão
<p>Comparison of resistance to fracture between three types of permanent restorations subjected to shear force: An <i>in vitro</i> study Atash R. et al.</p>	<p>Análise comparativa de fadiga</p>	<p>30 pré-molares inferiores restaurados por três métodos diferentes: Endocrown Espigão em fibra de vidro e núcleo de resina composta Espigão em metal. Todas as coroas são feitas de cerâmica IPS e.max.</p>	<p>Media da carga maximal Endocrown: 1717N Espigão em fibra de vidro e núcleo de composite: 1091N Espigão em metal: 1068N Fratura favorável : Ec 3/10 Espigão fibra de vidro 6/10 Espigão em metal 1/10</p>	<p>o endocrown exibiu a maior resistência à tração, seguido pelo espigão de fibra de vidro e o espigão de metal (15)</p>
<p>A comparison of the fracture resistances of endodontically treated mandibular premolars restored with endocrowns and glass fiber post-core retained conventional crowns Guo J. et al.</p>	<p>Análise comparativa de fadiga</p>	<p>30 pré-molares mandibulares foram separados em 3 grupos Dentes saudáveis; Dentes com Endocrowns; Dentes com coroa convencional suportada com post-core. Todas as coroas são feitas de vitrocerâmica de dissilicato de lítio</p>	<p>Valores médios da resistência à fratura: Dentes saudáveis: 997N Endocrown: 479N Crown convencional : 510N Fratura favorável: Dentes saudáveis 7/10 Ec 4/10 Coroa 4/10</p>	<p>Dente restaurado com endocoroa em vitrocerâmica (dissilicato de lítio) e coroa pós-núcleo com fibra de vidro convencional exibem resistência à fratura semelhante. Este soalho é significativamente menor do que o dente intacto. (9)</p>

<p>Restoration of severely damaged endodontically treated premolars : the influence of the endocore length on marginal integrity and fatigue resistance of lithium disilicate CAD/CAM ceramic endocrowns Rocca G T. et al.</p>	<p>Análise comparativa de fadiga</p>	<p>48 pré-molares restaurados com restaurações de cerâmica reforçadas com dissilicato de lítio: A - overlays B - endocoroas com um endo-core de 2 mm, C - de 4mm D - coroas com espigão em fibra de vidro e núcleo</p>	<p>Todas as restaurações sobreviveu até 45000 ciclo que representa 600N As diferenças entre os grupos não foram estatisticamente significativa Fratura favorável: Overlay 5/8 Ec 2mm 6/12 Ec 4mm 7/12 Coroa + esp 4/12</p>	<p>Dentro dos limites deste estudo in-vitro, endocrowns com endonúcleos de 2 mm e 4 mm de comprimento exibiram resultados em termos de integridade marginal e resistência à fadiga equivalente às coroas clássicas. A maioria das fraturas são desfavorável (sob a JEC). (21)</p>
<p>Biomechanical behavior of endodontically treated premolars using different preparation designs and CAD/CAM materials Pedrollo Lise D. et al.</p>	<p>Análise comparativa de fadiga</p>	<p>48 pré-molares monoradiculares são restaurados com endocrown ou post-crown em Composite (CERASMART) Cerâmica (E.max) com profundidade de preparação (2,5 et 5mm)</p>	<p>Todas as restaurações sobreviveu até 1.200.000 ciclo com um força perto da força de mastigação (900N) sem danos visível</p>	<p>Os três tipos de preparação sobreviveu no teste de fadiga. Para a preparação de 2,5 mm, o composito é preferível, para aquele de 5mm a cerâmica é melhor. (22)</p>
<p>Evaluation of Fracture Resistance and Microleakage of Endocrowns with Different Intracoronal Depths and Restorative Materials Luted with</p>	<p>Análise comparativa de fadiga</p>	<p>48 primeiros pré-molares inferiores: 24 com preparação intracoronal de profundidade 2mm e 24 com 3mm</p>	<p>Valores médios da resistência a fratura: E.Max= 1196N</p>	<p>a resistência à fratura das próteses fixas de PEEK era muito maior do que a da vitrocerâmica de dissilicato de lítio e vitrocerâmica com zircônia.</p>

Various Resin Cements. Ghajghouj O. et al.		Cada grupo foram restaurados com -Vitrocerâmica Dissilicato de litio IPS e.max-CAD - Vitroceramica reforçada com zircônia Vita Suprinity - poly-éter-éter-cétone (PEEK)	Suprinity= 1784N PEEK= 3026N	nenhuma significância estatística foi encontrada em relação à preparação da profundidade da cavidade entre 2 e 3mm. (13)
Marginal adaptation and fracture resistance of feldspathic and polymer-infiltrated ceramic network CAD/CAM endocrowns for maxillary premolars. Saglam G. et al.	Análise comparativa de fadiga	20 premolares : 10 restaurados com Ec feldspático e 10 com PICN (Polymer-Infiltrated Ceramic Network)	Resistência a fratura Ec Feldspático = 236N Ec PICN= 434N	As Ec PICN apresenta um resistência a fratura significativamente superior as Ec feldspática. Os tipos de falha são na maioria coesiva no material do Ec feldspático. No Ec PICN as falhas foram caracterizadas como uma falha coesiva do esmalte e da dentina. (20)

Artigos nos molares

The Endocrown: A Different Type of All-Ceramic Reconstruction for Molars Fages M. et al	Descrição da preparação e da inserção de uma Ec			As vitroceramicas tem a vantagem de biocompatibilidade e a biomimética. A preparação das Ec é mais fácil, sem aplicação nos canais e menos traumática do que as coroas com espigão (1)
Comparison of fracture strength of endocrowns and glass fiber post- retained conventional	Análise comparativa de fadiga entre endocrown e	20 molares mandibulares: Restaurado em cerâmica (Dissilicato de litio IPS):	Valores médios da resistência a fratura: Endocrown=675N Coroa= 470N	O grupo Ec mostrou melhor resistência às forças compressivas do que o grupo com coroas com espigão em fibra

crowns Biacchi G R. et al.	coroa convencional	Endocrown Coroa com espigão em fibra de vidro	Tipo de fratura: Ec: 10/10 fratura do dente com movimento Coroa: 10/10 fratura da coroa com movimento	de vidro. Mas as fraturas no grupo Ec não são restauráveis ao contrário no grupo coroa. (8)
Influence of Adhesive Core Buildup Designs on the Resistance of Endodontically Treated Molars Restored With Lithium Disilicate CAD/CAM Crowns Carvalho A O. et al.	Análise comparativa	45 molares tratados endodonticamente restaurados com: Composite Filtek100 Com falso coto em metal de 2mm e 4 mm Endocouronne IPS e.max	Média da carga máxima até fratura coroa 4mm = 3181 N Coroa 2mm= 3759N Endocrown= 3265N	Todos os tipos de restauração testada sobreviveu a restrições muito mais alto que os valores médios de mastigação. A análise do modo de falha mostra que todos os tipos de restaurações apresentam fraturas catastróficas não restauráveis após o teste. (23)
Endocrowns versus post-core retained crowns for restoration of compromised mandibular molars: an in vitro study. Rayyan M R. e al.		27 mandibular molar restaurados com: -Endocrown -Post-core coroa sem ferrule -Post-core coroa com ferrule	Carga média de fratura: Ec= 584N post-core coroa sem ferrule= 459N post-core coroa com ferrule= 491N	Os dentes molares restaurados com Ec têm resistência à fratura superior em comparação com aqueles restaurados com coroas retidas com post-core. (24)
Effect of Inlays, Onlays and Endocrown Cavity Design Preparation on Fracture Resistance and Fracture Mode of Endodontically Treated Teeth: An In Vitro Study. Kassis C. et al.		180 mandibular 3º molares restaurados em cerâmica: Onlay preparado com EverX Posterior dentro da câmara pulpar Onlay preparado com G-aenial Universal Flo (GC America) dentro da câmara pulpar. Ec em resina nanocerâmica (CAD/CAM Blocks)	Carga média de fratura: Dentes saudáveis = 1499N Onlay (Ever-X) =930N Onlay (G-aenial) =1065N Ec= 1300N	Existe uma diferença significativa na resistência a fratura entre as Ec e os Onlays. (25)

		All restorations were fabricated with CAD/CAM system using CERASMART		
Effect of Intracoronaral Depth of Teeth Restored with Endocrowns on Fracture Resistance: In Vitro and 3-dimensional Finite Element Analysis. Dartora N R. et al.		30 molares mandibulares cortada paralela ao plano oclusal, 2mm acima da junção esmalto-cemento e restaurada com um Ec ceramica (dissilicate de lithio) de diferente profundidade : -5mm -3mm -1mm	Força maxima até fratura: 5 mm 2008N 3 mm 1795N 1 mm 1268N	Maior a extensão das Ec dentro da câmara pulpar é, melhor sera o desempenho mecânico. (26)
Effect of Endocrown Pulp Chamber Extension Depth on Molar Fracture Resistance Hayes A. et al.		36 terceiros molares inferiores foram seccionados na altura lingual Os pisos da câmara pulpar foram estabelecidos a 2, 3 e 4 mm da mesa oclusal	Forças de fraturas médias e 2mm= 843N 3mm= 763N 4mm= 943N Modo de Falhas: 2mm= 66% não restauraveis 3mm= 92% fratura catastrofica 4mm= 83% fratura catastrofica	Ec com extensões de câmara pulpar de 2 e 4 mm apresentaram maior resistência à fratura dentária e também ao stress. Os resultados da resistência à fratura são maiores do que os valores normais relatados para a função mastigatória. (16)
The impact of restorative material and ceramic thickness on CAD\CAM endocrowns Tribst J P M. et al.		60 terceiros molares receberam uma preparação endocrown com três alturas diferentes de tecido dentário remanescente (1,5, 3,0 ou 4,5 mm). Uma cerâmica à base leucita foi comparado com uma cerâmica de dissilicato de lítio (LD) para os endocrowns CAD / CAM	Dissilicato de litio 1,5mm= 1570N 3mm= 1813N 4,5mm= 1759N Com base leucite 1,5mm=1556N 3mm=1313N 4,5mm= 1070N	Todas as endocoroas sobreviveram ao teste de fadiga. A espessura não influenciou na carga de ruptura da restauração em vez do material restaurador (p = 0,003). A endocoroa em dissilicato de litio apresentou valores médios mais elevados

			<p>85% das fraturas são localizadas só na Ec</p> <p>15% das fraturas atingem o sulco lingual.</p>	<p>(1714,43 N) do que as endocoroas com base leucita (1313,47 N) (27)</p>
<p>Fracture resistance and failure modes of polymer infiltrated ceramic endocrown restorations with variations in margin design and occlusal thickness Taha D. et al.</p>		<p>molares restorado com Ec em polimero ceramico infiltrado</p> <p><i>with polymer infiltrated ceramic endocrowns</i></p> <p>1) Dente preparado com <i>butt joint design</i> para um endocrowns com 2mm <i>occlusal thickness B2</i></p> <p>2) <i>butt joint design</i> com 3,5mm occlusal thickness B3,5</p> <p>3) preparado com 1mm (interproximal) <i>shoulder finish line</i> e com 2mm occlusal thickness de Ec S2</p> <p>4) mesma preparação com 3,5mm occlusal thickness S3,5</p>	<p>Preparação com 3,5mm de redução occlusal e 1mm de desgaste em interproximal mostro a maior resistência a fratura (1270N)</p> <p>Preparação com 2mm de redução occlusal sem desgaste em interproximal mostro a menor resistência a fratura (880N)</p>	<p>Um preparação com 1mm interproximal e 3,5mm de redução occlusal exibe a maior resistência a fratura.</p> <p>As Ec com redução axial e interproximal tem maior resistência a fratura. (17)</p>
<p>Fracture resistance and failure modes of lithium disilicate or composite endocrowns Altier M. et al</p>		<p>Analise comparativa entre um Ec ceramica e Ec composite</p>	<p>Carga média da fratura e o tipo das fraturas</p> <p>Dentes saudaveis 2596N 8/10 não restauravel</p> <p>EC Ceramica (dissilicato de litio) IPS 3320N 9/10 não restauravel</p>	<p>As Ec em dissilicato de litio apresenta um resistência a fratura maior que aquele em composite.</p> <p>Mas o tipo das fraturas esta em majoridade não restauravel nas Ec ceramica. (14)</p>

			Ec composite indireto Solidex SL 2222N 2/10 não restauravel Ec composite indireto Gradia GR 2366N 4/10 não restauravel																																	
Fracture resistance and microleakage of endocrowns utilizing three CAD-CAM blocks El-Damanhoury H M. et al.		Analise Comparativa de resistencia entre Ec ceramica feldspatica CB Ec em dissilicato de litio EX Ec em nanoceramica LU	Carga média da fratura: CB 1340N EX 1368N LU 1583N Tipo de fratura: CB 50% Tipo III EX 70% tipo IV LU 60% tipo II	As Ec em nanoceramica parece ser o material que tem a maior resistência a fratura e um modelo de falha favoravel num dente destruido com tratamento endodontico (19)																																
			<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Material</th> <th colspan="4">Mode of Failure %</th> </tr> <tr> <th>Type I</th> <th>Type II</th> <th>Type III</th> <th>Type IV</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CB</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>50</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>EX</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>30</td> <td>70</td> </tr> <tr> <td>LU</td> <td>20</td> <td>60</td> <td>20</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Material	Mode of Failure %				Type I	Type II	Type III	Type IV	CB	10	10	50	30	EX	0	0	30	70	LU	20	60	20	0									
Material	Mode of Failure %																																			
	Type I	Type II	Type III	Type IV																																
CB	10	10	50	30																																
EX	0	0	30	70																																
LU	20	60	20	0																																
New material perspective for endocrown restorations: effects on mechanical performance and fracture behavior Sedrez-Porto J A. et al		<p>Comparação da resistência de endocrowns de acordo com o material utilizado:</p> <p>Z350: resina composta convencional (Filtek™Z350 XT; 3M ESPE)</p> <p>Z350 + SBMP: resina composta convencional</p> <p>Z350 + SBU: resina composta convencional modelada</p> <p>Bulk Fill: resina composta posterior para restauração em massa</p> <p>E.max: dissilicato de lítio</p> <p>IPS e.max</p>	<p>Valores médios de carga de fratura :</p> <p>dente saudavel: 2246N Z350 2514N +SBMP 2042N +SBU 2346N Bulk fill 2681N E.max 1979N</p> <p>Tipo de fratura e numero de fratura restauravel</p> <p>Dente saudavel</p> <table border="1"> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>6</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>85</td> <td>14.3</td> </tr> </table> <p>Z350</p> <table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>3</td> <td>0</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td></td> <td>57,1</td> <td></td> <td>42,9</td> </tr> </table> <p>Z350+SBMP</p> <table border="1"> <tr> <td>4</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>85,7</td> <td>14.3</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>Z350+SBU</p> <table border="1"> <tr> <td>5</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>71,4</td> <td></td> <td></td> <td>28,6</td> </tr> </table> <p>Remplissage en vrac</p>	0	0	6	1			85	14.3	1	3	0	3		57,1		42,9	4	2	0	1	85,7	14.3			5	0	0	2	71,4			28,6	<p>O grupo E.max em dissilicato de litio tem um valor médio de carga de fratura menor e o grupo Bulk Fill a valor maior. Mas esta diferença não esta significativa.</p> <p>As Ec em SBMP ou SBU e com Bulk Fill apresentem o maior numero de fraturas reparaveis. O grupo E.max apresenta o maior numero de fraturas não reparaveis. (28)</p>
0	0	6	1																																	
		85	14.3																																	
1	3	0	3																																	
	57,1		42,9																																	
4	2	0	1																																	
85,7	14.3																																			
5	0	0	2																																	
71,4			28,6																																	

			<p>4 1 0 2</p> <p>71,4 28,6</p> <p>E.max</p> <p>2 0 0 5</p> <p>28,6 71,4</p>	
Preparation Ferrule Design Effect on Endocrown Failure Resistance Einhorn M. et al.		<p>avaliar o efeito da inclusão do ferrolho de preparação na resistência à fratura de endocrowns de molar es inferiores. Grupos de alturas:</p> <p>0mm ferrule 1mm ferrule 2mm ferrule</p>	<p>Endocrown ferrule (mm) Failure load (N)</p> <p>0mm 638.5 1mm 1101.0 2mm 956.3</p>	<p>Preparações com efeito de ferrule suporte cargas maiores que os preparativos com calçada cervical. Preparações de 1mm de efeito ferule obtiveram o menor fracasso catastrófico. (18)</p>

5. DISCUSSÃO

5.1 Resistência da endocrown quando comparada com o método convencional indireto (coroa com espigão)

Atash R. et al. afirmam que, numa análise comparativa de fadiga, em 30 pré-molares mandibulares restaurados por três métodos diferentes (a EC em cerâmica IPS E.Max®, com espigão em fibra de vidro e núcleo de resina composta e com espigão de metal) a EC exibiu a maior resistência à tração, seguida pelo espigão de fibra de vidro e pelo espigão de metal. Os autores mostraram que tanto as ECs como as coroas com espigão em metal apresentavam fraturas maioritariamente desfavoráveis/não restauráveis em 30% e 10% dos casos respetivamente, enquanto que, pelo contrário, as fraturas encontradas nas coroas com espigão em fibra de vidro 60% delas eram favoráveis á reparação (15).

Guo J. et al. concluíam, numa análise semelhante com 30 pré-molares mandibulares separado em 3 grupos (dentes saudáveis; dentes com ECs e dentes com coroa convencional suportada com *post-core* em que todas as coroas foram realizadas em vitrocerâmica de dissilicato de lítio) verificaram que não existiam diferenças significativas entre a resistência das ECs e a das coroas com *post-core* num pré-molar mandibular. Os autores estão de acordo que a taxa de fratura restaurável é semelhante entre as coroas e as EC em 40% da amostra (9).

Noutro estudo, os resultados são semelhantes, Rocca G T. et al. avaliaram 48 pré-molares restaurados com restaurações de cerâmica reforçada com dissilicato de lítio: EC com *endo-core* de 2 e 4mm, e coroas com espigão em fibra de vidro e chegaram às mesmas conclusões, demonstrando que as ECs em cerâmica reforçadas com dissilicato de lítio e as coroas cerâmicas com um espigão em fibra de vidro têm uma resistência a fratura semelhante. As fraturas ocorrem com uma carga superior as forças mastigatórias normais. O que difere é o número de fraturas favoráveis nas ECs com um *endo-core* de 2 e 4 mm apresentando um melhor e superior resultado (50% e 58% respetivamente) comparando com as coroas com espigão em fibra de vidro (33%) (21).

Pedrollo Lise D. et al. comparam a resistência á fratura de 48 pré-molares monoradiculares restaurados com EC com coroas com diferentes materiais: Compósito

(CERASMART®) e cerâmica (E.MAX®) em diferentes profundidades intracoronais: 2,5 e 5mm. Todas as restaurações superaram no teste mastigatório dos 900N sem apresentarem danos visíveis. Estes autores concluíam que para uma preparação de 2,5mm o compósito é preferível e para aquele de 5mm a cerâmica mostrou uma resistência melhor à fratura(22).

No que diz respeito aos molares, segundo Biacchi G R. et al., numa análise comparativa de teste de fadiga sobre 20 molares mandibulares restaurados com vitrocerâmica (Dissilicato de lítio) e com EC ou coroa com espigão em fibra de vidro em vitrocerâmica, as ECs exibiam uma maior resistência à fratura pelas forças compressivas na ordem dos 675N. Nos diferentes grupos, as falhas também são caracterizadas com uma fratura do dente associada a um movimento da restauração do lado oposto. Mas as fraturas do grupo das coroas são reparáveis ao contrário das fraturas das ECs (8).

Carvalho AO. et al., numa análise semelhante ao nível do material usado sobre 45 molares, comparam a resistência de uma EC com uma coroa com falso-coto de 2 e 4 mm e concluíram que todas as restaurações têm uma resistência muito mais alta do que os valores médios de mastigação. E cada restauração apresenta o mesmo modelo de falhas(23).

Rayyan MR. et al. comparam a resistência à fratura em 27 molares restaurados com EC e uma coroa com e sem *ferrule* em dissilicato de lítio e concluíram, demonstrando, que a EC é o material mais resistente suportando 584N em comparação com as coroas com e sem *ferrule* que só suportaram 491N e 459N respetivamente (24).

Kassis C. et al. relataram que as ECs em cerâmica infiltrada (CERASMART®) apresentaram uma resistência perto daquela de um dente saudável entre 1300N e 1499N respetivamente. As EC apresentaram um número de fraturas restauráveis semelhante em 93% dos casos (25).

Dartora NR. et al. demonstraram, num estudo sobre 30 molares mandibulares restaurados com EC com diferentes profundidades intra-coronal (1mm, 3mm, 5mm) que quanto maior for a profundidade intra-coronal na câmara pulpar, maior será a extensão das ECs em dissilicato de lítio e melhor será o desempenho mecânico. Relativamente às fraturas, quando a profundidade é de 5mm, são localizadas apenas na EC (sendo

restaurável), enquanto que ao contrário das EC com 1mm de profundidade em que a fratura é irreparável (26).

Hayes A. et al. num estudo com 36 molares, concluíram que numa profundidade de 2mm e de 4mm a resistência á fratura e ao *stress* é maior do que numa extensão de 3mm de profundidade numa EC. Todos os grupos apresentaram uma taxa importante de fratura irreparável (66%, 92%, 83% para 2mm, 3mm e 4mm respetivamente) (16).

5.2 Vantagens da endocrown em relação ao método convencional indireto na preparação dentária (coroa com espigão)

As ECs têm a vantagem de preservar a estrutura dentária, reduzindo a necessidade de recursos macroretentivos auxiliares e economizando o tempo do paciente e do operador devido a menos etapas clínicas e à ausência dos procedimentos laboratoriais necessários para fabricar coroas convencionais. Esta abordagem tem mostrado resultados promissores e sobrevida a curto e longo prazo, quando comparada com os sistemas de pós núcleo e coroa (19). Altier M. apresenta o seu protocolo para a confeção da preparação dentaria, sendo a primeira etapa a preparação oclusal que tem como objetivo obter uma redução global da altura da superfície oclusal de, pelo menos, 2mm na direção axial, utilizando uma broca de diamante verde. A segunda etapa é a preparação axial que consiste principalmente em eliminar os entalhes/recortes na cavidade de acesso. Uma broca diamantada troncocónica com uma convergência oclusal total de 7°, é usada para tornar a câmara pulpar coronal e a cavidade de acesso endodôntico contínuas. Retirar demasiado tecido das paredes da câmara pulpar reduzirá a sua espessura e a largura da porção de esmalte. A profundidade da cavidade deve ser de, pelo menos, 3 mm. De seguida deverá ser feito o polimento da banda cervical utilizando uma broca com a mesma conicidade que é utilizada na preparação axial, mas com um diâmetro maior e uma granulometria mais fina. Deve ser guiado por toda a superfície da preparação cervical para eliminar as micro-irregularidades e produzir uma superfície plana e polida. A linha de margem deve aparecer como uma linha regular com um bordo biselado (14). Em seguinte, é a preparação do piso da cavidade, a entrada para o canal pulpar está aberta e a guta percha é removida a uma

profundidade inferior a 2 mm para aproveitar a anatomia em forma de selamento do fundo da cavidade. Isto deve ser feito com um instrumento não abrasivo para manter a integridade da entrada dos canais. Não é feita nenhuma perfuração de dentina. Ao fim, limpar a câmara pulpar (a utilização de ultrassons é recomendada para limpar cuidadosamente a câmara de pulpar e o piso). Terminar com o cimentação utilizando adesivos, Relyx Unicem® (3M, St. Paul, Minn.) ou compósitos como Multilink® (Ivoclar, Schaan, Liechtenstein) que são utilizados para cimentar a EC ao dente preparado (1).

A retenção macromecânica é assegurada pelas paredes pulpares, de modo que as restaurações da coroa são fixadas à parte interna da câmara pulpar e nas bordas da cavidade, e a retenção micromecânica é obtida pela utilização de cimento resinoso. Além disso, o facto de as EC serem restaurações, numa única parte, constitui uma grande vantagem em relação às restaurações produzidas pela abordagem pós-núcleo convencional (13).

Com o avanço da dentisteria adesiva, a necessidade de usar espigões e núcleos de obturação tornou-se menos evidente. Por outro lado, o aparecimento de cerâmicas de alta resistência mecânica e aptas à mordedura ácida (tais como as reforçadas à leucite ou ao dissilicato de lítio), aliada ao poder adesivo dos sistemas adesivos e dos cimentos resinosos, teve especial importância na restauração dos molares, sem espigões ou retenções intraradiculares. Assim, tornou-se possível restaurar os dentes posteriores com destruição coronal extensa, por meio de restaurações onlay e/ou overlay e, mais recentemente, com ECs, sem usar espigões radiculares e usando toda a extensão da câmara pulpar como suporte retentivo (8).

Na pesquisa de um material de restauração ideal, Saglam G. et al. analisaram, a resistência de 20 pré-molares com restaurações em EC feldspática e EC PICN® (Polymer-Infiltrated Ceramic Network) e concluíram que as EC PICN® apresentaram uma resistência á fratura de 434N, o que é significativamente superior ás ECs feldspáticas que só suportaram 236N. Nas EC feldspáticas, as falhas são maioritariamente coesivas, isto é, dentro da EC, ou seja, restauráveis, e nas EC PICN® são mais coesivas ao esmalte e á dentina. Assim, concluíram que não há correlação entre a adaptação marginal e a resistência a fratura (20).

No mesmo princípio, Ghajghouj O. et al. numa análise comparativa da resistência á fadiga sobre 48 pré-molares mandibulares com várias profundidades intracoronais (2 e

3mm) com ECs em vitrocerâmica de dissilicato de lítio, vitrocerâmica reforçada com zircônica Vita Suprinity® e PEEK (Poly-Ether-Ether-Cetone), concluíram que neste estudo o PEEK, uma cerâmica poli-cristalina, era muito mais resistente do que as vitrocerâmicas e que nenhuma significância estatística foi encontrada em relação à preparação da profundidade da cavidade entre 2 e 3mm. Apresentam uma falha coesiva (favorável) nos grupos Vita Suprinity® e IPS® e-max CAD, mas apresentou fraturas da EC ou da dentina no grupo PEEK (o que é desfavorável) (13).

Taha D. et al. fizeram um estudo comparativo de fadiga com 32 molares restaurados com EC em cerâmica infiltrada por polímero com várias preparações dentárias: com uma redução oclusal de 2mm ou 3,5mm; com e sem desgaste cervical de 1mm e concluíram que a preparação dentaria mais resistente tem uma redução oclusal de 3,5mm e um desgaste de 1mm em cervical e que aguentam cargas de 1270N (17).

Tribst J P M. et al. relataram, num estudo com 60 molares restaurados com EC em vitrocerâmica e de base leucita e com uma de base de dissilicato de lítio em que se realizaram restaurações com alturas diferentes de tecido dentário remanescente (1,5mm, 3mm e 4,5mm), em que a espessura de tecido dentário remanescente não influenciou na carga de rutura da restauração ao invés do material usado. Neste estudo, as ECs vitrocerâmicas com base de dissilicato de lítio apresentam valores médios mais elevados (1714N) do que as ECs com base Leucite (1313N). As fraturas são em 85% dos casos localizadas só na EC e por isso são, então, restauráveis (27).

Altier M. et al. mostrou que as EC em dissilicato de lítio apresentam uma resistência á fratura de 3320 N, bem maior quando comparável com o compósito (2300N). Mas os tipos das fraturas são em 90% dos casos não reparáveis, ao contrário dos compósitos onde 70% são restauráveis (14).

El-Damanhoury H M. et al. fizeram um estudo onde compararam a resistência entre as ECs feldspáticas, as ECs vitrocerâmicas em dissilicato de lítio e as ECs em nanocerâmicas. Desta análise resultou que a nano-cerâmica (ou a cerâmica infiltrada) parece ser o material que tem a maior resistência (1583N) e um modelo de falha mais favorável (60% tipo II) em comparação as cerâmicas Feldspáticas (1340N) com 50% de falhas tipo III, e as em dissilicato de lítio 1368N e 70% de falhas tipo IV (19).

Sedrez-Porto J A. et al. mostrou que as resinas compostas Bulk-Fill® apresentavam valores médios de carga á fratura mais altos (2681N) e um modelo a fratura com 71%

de fraturas tipo II. Segundo o mesmo estudo, o material que apresenta o modelo de fratura mais seguro para as EC é a resina composta convencional Z350®+SBMP® com 85,7% fraturas tipo I, deste modo as ECs em resina composta pode exibir uma melhor performance á resistência mecânica que as ECs com cerâmica convencional (28).

Einhorn M. et al. também concluiu que as preparações com efeito de *ferrule* suportam cargas maiores que os preparativos com degrau cervical. As preparações com efeito de *ferrule* de 1mm tiveram melhor desempenho (18).

6. CONCLUSÃO

Endocrowns são uma alternativa confiável para restaurações dos dentes molares muitos danificados e tratados endodônticamente e parecem promissoras para pré-molares também, embora sejam necessários mais estudos.

O protocolo para a preparação dentaria para a confecção e colocação de uma Ec tem muitas vantagens, sendo mais rápida devido á ausência de procedimentos laboratoriais que são necessários para fabricação das coroas convencionais. Durante a preparação das Ecs, os canais radiculares não são envolvidos, o procedimento é menos traumático que para a preparação de uma coroa com espigão. A posição supragengival do bordo cervical preserva o periodonto marginal, facilita a presa da impressão e mantém o dente residual. A construção do tipo monolítico totalmente em cerâmica, feita por moldagem sob pressão ou usinagem, confere á EC resistência mecânica. Do ponto de vista biomecânico, a restauração permite a adaptação às deformações na junta cimentada. Essas forças são distribuídas sobre a junta cervical de topo (compressão) e sob as paredes axiais (força de cisalhamento), moderando assim a carga no assoalho pulpar. A EC encaixa perfeitamente no conceito de biointegração e está entre as opções de restauração para molares posteriores tratados endodônticamente e muito danificados. Os molares restaurados com Ec têm uma maior resistência em comparação com aqueles restaurados com uma coroa com espigão em fibra de vidro.

Mas para ambos os tipos de restaurações, o modelo de falha é semelhante, grandes números de fraturas não são restauráveis. A preparação dentária para a colocação de uma ECs tem valores de desgaste ótimos para ter uma melhor distribuição de forças de

carga oclusal. Segundo os autores vistos, o dente deverá ter um efeito de *ferrule* de 1mm, um desgaste oclusal de 3,5mm e uma profundidade no piso pulpar de 2mm para obter a maior resistência e distribuição das forças. As Ecs, em resina nanocerâmica, parecem ser o material conhecido mais resistente, comparando às vitrocerâmicas em dissilicato de lítio, tanto para os molares quanto para os pré-molares. Hoje em dia, do ponto de vista da resistência, da estética, do preço e do tempo de trabalho, as Ecs podem ser um método viável para restaurar os dentes danificados com um tratamento endodôntico. Existe consenso, na literatura, de que existe grande eficácia no uso de Ecs nos molares, mas ainda faltam estudos aprofundados no que diz respeito aos pré-molares.

7. BIBLIOGRAFIA

1. Fages M, Bennasar B. The endocrown: a different type of all-ceramic reconstruction for molars. *J Can Dent Assoc.* 2013;79:d140.
2. Zarow M, Ramírez-Sebastià A, Paolone G, de Ribot Porta J, Mora J, Espona J, et al. A new classification system for the restoration of root filled teeth. *Int Endod J.* 2018 Mar;51(3):318–34.
3. Asmussen E, Peutzfeldt A, Sahafi A. Finite element analysis of stresses in endodontically treated, dowel-restored teeth. *J Prosthet Dent.* 2005 Oct;94(4):321–9.
4. Hirschfeld Z, Stern N. Post and core--the biomechanical aspect. *Aust Dent J.* 1972 Dec;17(6):467–8.
5. Stern N, Hirshfeld Z. Principles of preparing endodontically treated teeth for dowel and core restorations. *J Prosthet Dent.* 1973 Aug;30(2):162–5.
6. Guzy GE, Nicholls JI. In vitro comparison of intact endodontically treated teeth with and without endo-post reinforcement. *J Prosthet Dent.* 1979 Jul;42(1):39–44.
7. Soares CJ, Santana FR, Silva NR, Pereira JC, Pereira CA. Influence of the endodontic treatment on mechanical properties of root dentin. *J Endod.* 2007

- May;33(5):603–6.
8. Biacchi GR, Basting RT. Comparison of fracture strength of endocrowns and glass fiber post-retained conventional crowns. *Oper Dent*. 2012;37(2):130–6.
 9. Guo J, Wang Z, Li X, Sun C, Gao E, Li H. A comparison of the fracture resistances of endodontically treated mandibular premolars restored with endocrowns and glass fiber post-core retained conventional crowns. *J Adv Prosthodont*. 2016 Dec;8(6):489–93.
 10. Bindl A, Mörmann WH. Clinical evaluation of adhesively placed Cerec endocrowns after 2 years--preliminary results. *J Adhes Dent*. 1999;1(3):255–65.
 11. Contrepolis M, Soenen A, Bartala M, Laviole O. Marginal adaptation of ceramic crowns: a systematic review. *J Prosthet Dent*. 2013 Dec;110(6):447-454.e10.
 12. Bernhart J, Bräuning A, Altenburger MJ, Wrbas KT. Cerec3D endocrowns--two-year clinical examination of CAD/CAM crowns for restoring endodontically treated molars. *Int J Comput Dent*. 2010;13(2):141–54.
 13. Ghajghouj O, Taşar-Faruk S. Evaluation of Fracture Resistance and Microleakage of Endocrowns with Different Intracoronar Depths and Restorative Materials Luted with Various Resin Cements. *Mater (Basel, Switzerland)*. 2019 Aug;12(16).
 14. Altier M, Erol F, Yildirim G, Dalkilic EE. Fracture resistance and failure modes of lithium disilicate or composite endocrowns. *Niger J Clin Pract*. 2018 Jul;21(7):821–6.
 15. Atash R, Arab M, Duterme H, Cetik S. Comparison of resistance to fracture between three types of permanent restorations subjected to shear force: An in vitro study. *J Indian Prosthodont Soc*. 2017;17(3):239–49.
 16. Hayes A, Duvall N, Wajdowicz M, Roberts H. Effect of Endocrown Pulp Chamber Extension Depth on Molar Fracture Resistance. *Oper Dent*. 2017;42(3):327–34.
 17. Taha D, Spintzyk S, Schille C, Sabet A, Wahsh M, Salah T, et al. Fracture resistance and failure modes of polymer infiltrated ceramic endocrown restorations with variations in margin design and occlusal thickness. *J Prosthodont Res*. 2018

Jul;62(3):293–7.

18. Einhorn M, DuVall N, Wajdowicz M, Brewster J, Roberts H. Preparation Ferrule Design Effect on Endocrown Failure Resistance. *J Prosthodont Off J Am Coll Prosthodont*. 2019 Jan;28(1):e237–42.
19. El-Damanhoury HM, Haj-Ali RN, Platt JA. Fracture resistance and microleakage of endocrowns utilizing three CAD-CAM blocks. *Oper Dent*. 2015;40(2):201–10.
20. Saglam G, Cengiz S, Karacaer O. Marginal adaptation and fracture resistance of feldspathic and polymer-infiltrated ceramic network CAD/CAM endocrowns for maxillary premolars. *Niger J Clin Pract*. 2020 Jan;23(1):1–6.
21. Rocca GT, Daher R, Saratti CM, Sedlacek R, Suchy T, Feilzer AJ, et al. Restoration of severely damaged endodontically treated premolars: The influence of the endo-core length on marginal integrity and fatigue resistance of lithium disilicate CAD-CAM ceramic endocrowns. *J Dent*. 2018 Jan;68:41–50.
22. 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 Apr;59:54–61.
23. Carvalho AO, Bruzi G, Anderson RE, Maia HP, Giannini M, Magne P. Influence of Adhesive Core Buildup Designs on the Resistance of Endodontically Treated Molars Restored With Lithium Disilicate CAD/CAM Crowns. *Oper Dent*. 2016;41(1):76–82.
24. Rayyan MR, Alauti RY, Abanmy MA, AlReshaid RM, Bin Ahmad HA. Endocrowns versus post-core retained crowns for restoration of compromised mandibular molars: an in vitro study. *Int J Comput Dent*. 2019;22(1):39–44.
25. Kassis, C., Khoury, P., Mehanna, C. Z., Baba, N. Z., Bou Chebel, F., Daou, M., & Hardan, L. (2021). Effect of Inlays, Onlays and Endocrown Cavity Design Preparation on Fracture Resistance and Fracture Mode of Endodontically Treated Teeth: An In Vitro Study. *J Prosthodont*, 30(7), 625–631.

26. Dartora NR, de Conto Ferreira MB, Moris ICM, Brazão EH, Spazin AO, Sousa-Neto MD, et al. Effect of Intracoronar Depth of Teeth Restored with Endocrowns on Fracture Resistance: In Vitro and 3-dimensional Finite Element Analysis. *J Endod.* 2018 Jul;44(7):1179–85.
27. Tribst J-P-M, Dal Piva A-MO, Madruga C-F-L, Valera M-C, Bresciani E, Bottino M-A, et al. The impact of restorative material and ceramic thickness on CAD\CAM endocrowns. *J Clin Exp Dent.* 2019 Nov;11(11):e969–77.
28. 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 Feb;33:e012.