



**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ**

**MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

**Restauração do dente tratado endodonticamente com perda  
significativa de substância coronária  
O Conceito de Endocrown**

Trabalho submetido por  
**Houda Dogui**  
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

**Setembro de 2021**





**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ**

**MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

**Restauração do dente tratado endodonticamente com perda  
significativa de substância coronária  
O Conceito de Endocrown**

Trabalho submetido por  
**Houda Dogui**  
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por  
**Professor Doutor Ignacio Barbero Navarro**

**Setembro de 2021**







## Dedicatória

*Aos meus pais, irmãos, o meu marido e a toda minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para eu chegar até esta etapa de minha vida.*

*Aos amigos e colegas, pelo incentivo e pelo apoio constante.*

*Por último, uma menção especial para a minha filha que ainda não nasceu, mas que me acompanhou durante este período e que mal posso esperar para a ver.*

## Agradecimentos

*Ao Prof. Dr. Barbero,*

*Obrigada por aceitar a direção deste trabalho. pela orientação, apoio, paciência e confiança.*

*A finalização deste projeto depois de um longo período de esforços não teria sentido sem a colaboração profissional do meu orientador.*

*Queira receber a expressão da minha mais alta estima e sincera amizade.*





## RESUMO

Ainda existe um desafio importante para a maioria dos dentistas antes de ser otimistas sobre a reabilitação de dentes tratados endodonticamente com extensa destruição coronal. Após o tratamento endodôntico, os dentes perderam suas características mecânicas (Ploumaki e al., 2013). Na verdade, eles tornaram-se frágeis, e isso está relacionado com a remoção da polpa e dos tecidos dentinários circundantes. As alterações biomecânicas existentes devido à terapia de canal radicular e ao grau de perda de tecido dentário, conduzem o dentista ao planejamento do tratamento restaurador.

É aceite que a perda de substância dentária e a quantidade de tecido residual são provavelmente os fatores mais preditivos, mais importante para o sucesso clínico a longo prazo (D.Incau e al., 2011). O curso de ação mais lógico é, portanto, adotar o método mais confiável e econômico em termos de substância dentária.

Além disso, as limitações ao uso de espigões intra-radulares, como canais radulares calcificados, canais estreitos ou fratura de um instrumento, levam os dentistas a pensar em outras alternativas, como o uso de endocrown, uma coroa endodôntica adesiva (Göhring e al., 2003).

Endocrown, sendo uma restauração parcial única, pode ser considerada uma boa alternativa para a restauração de dentes com grande destruição coronária e dificuldades no tratamento endodôntico.

Esta coroa seria fixada nas paredes internas da câmara pulpar e nas margens da cavidade para melhorar a retenção macromecânica e o uso de cimentação adesiva também melhoraria a microrretenção (Biacchi e al., 2012) (Al-Dabbagh., 2021) (Dartora e al., 2018).

**Objetivo:** Esta revisão bibliográfica pretende descrever as consequências da perda coronária e do tratamento endodôntico nos dentes e discutir a indicação e o uso de endocrown.

**Métodos:** A presente revisão bibliográfica foi realizada durante o período de dezembro de 2020 e janeiro de 2021. Para esse efeito foi realizada uma pesquisa recorrendo aos motores de busca online: Science direct, Pubmed, Google scholar e Medline. A pesquisa baseou-se no estudo da teoria publicada entre 2000 – 2021 composta por artigos escritos em português, inglês ou francês.

Palavras-chaves: Endocrown; Dente tratado endodonticamente; Cimentação; Cerâmica



## ABSTRACT

Rehabilitation of endodontically treated teeth with extensive coronal destruction still remains an important challenge for most dentists. After the endodontic treatment, teeth lost their mechanical properties (Ploumaki e al., 2013). Actually, they became fragile due to the removal of pulp and the dentin tissues. The biomechanical changes due to the degree of loss of dental tissue and the root canal therapy, lead the dentist to the restorative treatment planning.

It is accepted that the loss of dental substance and the amount of residual tissue are probably the most predictive factors, most important for long-term clinical success (D.Incau e al., 2011). Therefore, it is important to adopt the most reliable and economical method in terms of dental substance. In addition, the limitations of using intra-radicular posts, such as narrow canals, calcified root canals or an instrument fracture, have encourage dentists to think about other alternatives, such as the use of endocrown, an adhesive crown (Göhring e al., 2003).

The endocrown, considered as a single partial restoration, can be used as a good alternative for restoring teeth with major coronal destruction and difficulties in endodontic treatment.

This crown would be fixed to the internal walls of the pulp chamber and on the margins of the cavity to improve macro-mechanical retention and the use of adhesive cementation would improve in addition micro-retention (Biacchi e al., 2012) (Al-Dabbagh., 2021) (Dartora e al., 2018).

### **Objective:**

This bibliographic review aims to describe the consequences of extensive coronal destruction and endodontic treatment on teeth and discuss the indication and use of endocrown.

### **Methods:**

This bibliographic review was carried out during the period of December 2020 and January 2021. For this purpose, a search was carried out using the online search engines: Science direct, Pubmed, Google Scholar and Medline. The research was based on the study of the literature published between 2000 – 2021, consisting of articles written in Portuguese, English or French.

Keywords: Endocrown; Endodontically treated tooth; bonding; ceramics



<b>I. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>II. DESENVOLVIMENTO .....</b>	<b>11</b>
1. GENERALIDADE .....	11
1.1. PROPRIEDADE DOS DENTES TRATADOS ENDODONTICAMENTE.....	11
1.1.1. MODIFICAÇÃO BIOLÓGICA NO DENTE ENDODONCIADO.....	11
1.1.1.1. MODIFICAÇÃO NO ESMALTE.....	11
1.1.1.2. MODIFICAÇÃO NA DENTINA .....	11
1.1.2. MODIFICAÇÃO QUÍMICA NO DENTE ENDODONCIADO .....	14
1.1.3. MODIFICAÇÃO MECÂNICA NO DENTE ENDODONCIADO .....	15
1.1.3.1. O DÉFICIT PATOLÓGICO .....	15
1.1.3.2. O DÉFICIT ENDODÔNTICO .....	18
1.2. FATORES QUE INFLUENCIAM A TAXA DE SOBREVIVÊNCIA .....	19
1.3. OBJETIVO DA RESTAURAÇÃO DO DENTE ENDODONCIADO .....	20
2. A PROBLÉMÁTICA DO TRATAMENTO COM A PRÓTESE DENTÁRIA FIXA	
CONVENCIONAL.....	21
2.1. PREPARAÇÃO PARA UMA COROA TOTAL .....	22
2.2. ESPIGÕES INTRA-RADICULARES .....	23
3. ENDOWCROWN: UMA ALTERNATIVA TERAPÊUTICA .....	25
3.1. DEFINIÇÃO .....	25
3.2. VANTAGENS.....	25
3.3. DESVANTAGENS .....	26
3.4. COMPARAÇÃO COM OUTRAS SOLUÇÕES TERAPÊUTICAS .....	27
3.5. OS MATERIAIS USADOS.....	29
3.5.1. CERÂMICA .....	29
3.5.1.1. VITROCERÂMICA .....	29
3.5.1.2. CERÂMICA FELDSPÁTICA (CERÂMICA À BASE DE SILICATO DE ALUMÍNIO)...	30
3.5.1.3. CERÂMICA À BASE DE ZIRCÔNIA ESTABILIZADA COM ÍTRIO .....	30
3.5.2. COMPÓSITO.....	30
3.5.3. MATERIAL HÍBRIDO (CERÂMICA-COMPÓSITO).....	31
3.5.3.1. CERÂMICA INFILTRADA POR POLÍMERO.....	32
3.5.3.2. NANOCERÂMICA HÍBRIDA (RESINA NANOCERÂMICA).....	32
3.5.4. PEEK: NOVIDADE? .....	33

3.6.	TAXA DE SUCESSO .....	33
4.	ENDOCROWN: PROCEDIMENTO OPERATÓRIO.....	35
4.1.	INDICAÇÕES .....	35
4.2.	CONTRAINDICAÇÕES .....	35
4.3.	PROTOCOLO DE PREPARAÇÃO .....	36
4.3.1.	TIPOS DE PREPARAÇÃO .....	36
4.3.1.1.	BUTT MARGIN .....	36
4.3.1.2.	PREPARAÇÃO PERIFÉRICA .....	37
4.3.2.	PREPARAÇÃO DA CÂMARA PULPAR.....	38
4.3.3.	IMPRESSÃO.....	39
4.3.4.	TEMPORIZAÇÃO .....	41
4.3.5.	CONCEPÇÃO .....	41
4.3.6.	CIMENTAÇÃO.....	43
4.3.6.1.	ESCOLHA DO SISTEMA DE CIMENTAÇÃO .....	43
4.3.6.2.	PROVA DA PEÇA PROTÉTICA.....	45
4.3.6.3.	PREPARAÇÃO DA PEÇA PROTÉTICA .....	45
4.3.6.4.	PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE DENTÁRIA .....	47
4.4.	REINTERVENÇÃO EM CASO DE FALHA DO TRATAMENTO.....	47
<b>III.</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>49</b>
<b>IV.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>51</b>

## Índice de figuras

<b>FIGURA 1: QUANTIDADE DE FLUIDOS DESLOCADOS EM RELAÇÃO À CARGA OCLUSAL (PAPHANGKORAKIT E AL., 2000) .....</b>	<b>13</b>
<b>FIGURA 2: PERDA DE RESISTÊNCIA DEPENDENDO DA PERDA DE SUBSTÂNCIA DENTÁRIA (REEH E AL., 1989) .....</b>	<b>15</b>
<b>FIGURA 3: INFLUÊNCIA DA PERDA DE TECIDO NA RESISTÊNCIA DO DENTE (DECUP E AL., 2011) .....</b>	<b>16</b>
<b>FIGURA 4: COMPARAÇÃO DE ALTERAÇÕES MECÂNICAS DEVIDO AO TRATAMENTO ENDODÔNTICO DEPENDENDO DA FORMA DAS CAVIDADES CORONÁRIAS (DIETSHI E AL., 2007) .....</b>	<b>16</b>
<b>FIGURA 5: PONTOS DE FRAGILIDADE DEVIDO À ANCORRAGEM DA RAIZ (DIETSHI E AL., 2007).....</b>	<b>24</b>
<b>FIGURA 6: REPRESENTAÇÃO DOS TRES TIPOS DE RESTAURAÇÕES DO ESTUDO DE CARVALHO E AL (CARVALHO E AL., 2016) .....</b>	<b>28</b>
<b>FIGURA 7: RESULTADOS DO TESTE DE RESISTÊNCIA À FRATURA (CARVALHO E AL., 2016).....</b>	<b>29</b>
<b>FIGURA 8: REMOÇÃO DO EXCESSO DE GUTA ATÉ UMA PROFUNDIDADE DE 2 MM (DOGUI E AL., 2018) .....</b>	<b>38</b>
<b>FIGURA 9: ASPECTO DE UMA RESTAURAÇÃO PROVISÓRIA (DOGUI E AL., 2018).....</b>	<b>41</b>
<b>FIGURA 10: ASPECTO DA ENDOCROWN EM DISSILICATO DE LÍTIO IPS E MAX (DOGUI E AL., 2018) .....</b>	<b>43</b>





## I. Introdução

A restauração dos dentes endodonciados é um dos tratamentos mais comuns na nossa prática odontológica. Um vasto arsenal terapêutico está à nossa disposição para restaurar dentes endodonciados. A dificuldade é adaptar nossa terapia a cada caso de maneira adequada.

Por exemplo, no caso de um dente tratado endodonticamente com extensa destruição coronal, a escolha do tratamento mais frequente é uma coroa com espigão intraradiculares. No entanto, isso constitui uma perda significativa do tecido dentário residual (Belser., 2010).

Com a progressão das técnicas adesivas, não é mais possível mutilar intencionalmente dentes para adaptar os tecidos a uma técnica restauradora. É a técnica de adaptar-se ao tecido residual.

De fato, a cirurgia dentária é uma disciplina em constante evolução. Isto é possível pelo desenvolvimento de novos biomateriais juntamente com novas pesquisas científicas.

Os conceitos de odontologia minimamente invasiva estão integrados na nossa prática diária, dando-nos os meios para preservar o máximo o tecido dentário.

Hoje podemos ver ainda mais longe com o conceito de Biomimética: se no campo científico, a biomimética envolve a reprodução ou uma cópia de um modelo ou referência, a biomimética aplicada em odontologia permite restaurar biologicamente, biomecanicamente e esteticamente os dentes naturais, com uma verdadeira integração natural de biomateriais (Magne e al., 2003).

Na verdade, graças aos protocolos de adesão cada vez mais eficientes no esmalte e dentina, novas abordagens para a restauração do dente tratado endodonticamente emergiram. Como resultado, torna-se possível, quando as condições permitirem, superar de elementos de ancoragem intraradiculares graças à cimentação. Isso não pode ser senão benéfico para o dente.

Por isso, endocrown pode ser uma boa alternativa para a restauração de dentes com grande destruição coronária e dificuldades no tratamento endodôntico (Göhring e al., 2003).

Esta revisão bibliográfica visa descrever as consequências da perda coronária e do tratamento endodôntico nos dentes e discutir a indicação e o uso de endocrown.

Neste trabalho, tentamos, através da primeira parte, lembrar as propriedades e as modificações que possam aparecer nos dentes tratados endodonticamente.

Na segunda parte, descrevemos o problemático do tratamento com a prótese dentária fixa convencional.

Na terceira parte, apresentámos os princípios básicos de endocrown.

Na quarta parte, descrevemos o procedimento operatório de endocrown.

## **II. Desenvolvimento**

### **1. Generalidade**

O ato endodôntico e a perda do parênquima pulpar vão induzir inúmeras alterações no estado dos tecidos e no comportamento fisiológico do órgão dentário.

Essas mudanças vão ter repercussões mecânicas e / ou biológicas. Devemos então levá-los em consideração na nossa reflexão terapêutica, de modo a otimizar o prognóstico do dente.

#### **1.1. Propriedade dos dentes tratados endodonticamente**

##### **1.1.1. Modificação biológica no dente endodonciado**

###### **1.1.1.1. Modificação no esmalte**

A perda da polpa não afeta a qualidade do esmalte. O esmalte do dente tratado endodonticamente permanece uma casca rígida com propriedades mecânicas, físicas e ópticas inalteradas, garantindo a capacidade funcional do dente e evitando a propagação de fissuras superficiais (Bolla., 2014).

Em vez disso, a sua transformação reside no fato de estar muito menos presente em quantidade, o que enfraquece consideravelmente o dente.

###### **1.1.1.2. Modificação na dentina**

É principalmente uma mudança na composição da água na dentina ao momento da obturação canal. Por isso há uma necessidade para secar os canais antes de obturar. Essa é uma etapa essencial para garantir o selo de qualidade e a longevidade do tratamento endodôntico realizado.

Na verdade, a dentina perderá os seus odontoblastos após o procedimento endodôntico e sofrerá desidratação imediata não significativa.

A estrutura colágena da dentina persiste, mas vai se degradando lentamente com o tempo, comprometendo a coesão do tecido, contudo esse fenômeno não tem um efeito significativo na resistência mecânica geral (Bolla., 2014).

Em 1972, Helfer e al. (Helfer e al., 1972) realizaram o primeiro estudo examinando a relação entre desidratação e fragilidade dentinária. Eles concluíram que há uma desidratação de 9% após o tratamento endodôntico.

No entanto, de acordo com Papa e al. (Papa e al., 1994) em 1994, este estudo considerou apenas a perda de água livre e não aquela relacionada ao colágeno, o que pode ser confuso. Por isso resolveu fazer um estudo sobre essa perda de água e chegou à conclusão de que um dente vital tem umidade de 12,35% +/- 0,26% enquanto um dente desvitalizado tem umidade de 12,10% +/- 0,71%. Ele deduziu não haver diferença significativa (Papa e al., 1994).

Finalmente, de acordo com Huang e al. (Huang e al., 1992), há um aumento no módulo da elasticidade de Young. Quanto maior este módulo, mais rígido é o material; inversamente, se for baixo, o material será considerado dúctil. Em outras palavras, a desidratação aumenta a dureza e diminui a flexibilidade da dentina; mas os resultados deste estudo também não são significativos.

Pode-se concluir que a desidratação da dentina durante o tratamento endodôntico não parece enfraquecer a estrutura dentinária quanto à resistência e à dureza.

Alterações neurossensoriais foram estudadas por alguns cientistas para determinar se eles foram decisivos na possível fragilidade dos dentes endodônciados.

De acordo com Brännström (Brännström., 1962), é estabelecido que durante um estímulo externo, o fluido dentinário contido nos túbulos se move. Esses movimentos a hidrodinâmica causa compressão mecânica das fibras amielínicas na polpa, que serão estimuladas e permitirão a transmissão da mensagem nervosa.

De acordo com Paphangkorakit e al. (Paphangkorakit e al., 2000), a compressão vertical durante o movimento mastigatório natural induz um deslocamento do fluido dentinário na polpa. Isso é realizado usando a força centrífuga assim que o dente é submetido a uma carga oclusal e para 1 a 3 s depois. Finalmente, este fluido retorna à dentina quando o dente não é mais estimulado.

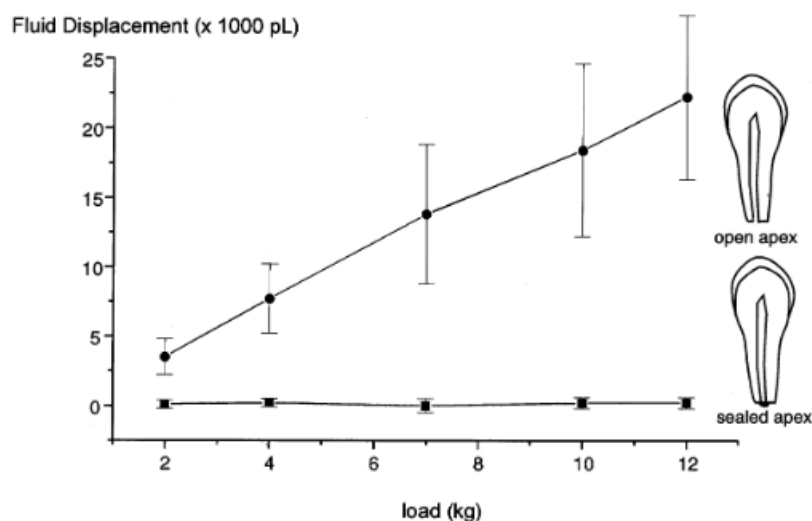


Figura 1: Quantidade de fluidos deslocados em relação à carga oclusal (Paphangkorakit e al., 2000)

Conforme a Figura 1, um dente vital responde de forma diferente à compressão de um dente endodunciado. Na verdade, dentro de um dente vital, os movimentos do fluido aumentam linearmente com o aumento da compressão. Pelo contrário, movimentos fluidos são quase inexistentes ou mesmo inexistentes num dente endodunciado quando ele é submetido às mesmas forças oclusais. Esses fluidos irão ativar os mecanorreceptores pulpares permitindo ao indivíduo modular a pressão exercida (Randow e al., 1986). Se esses receptores forem destruídos durante o tratamento endodôntico por extirpação pulpar, o limiar da propriocepção será modificado; o dente estará assim sujeito a maiores tensões.

Foi demonstrado que a pressão intensa na dentina de um dente vital, por exemplo, ao mastigar alimentos duros, induz um movimento reflexo para reabrir a boca (Hannam e al., 1968). Assim, os dentes endodunciados perdendo a propriocepção estariam mais frequentemente sujeitos a fortes cargas oclusais, cujas consequências clínicas, entretanto, permanecem desprezíveis.

A ausência de parênquima pulpar priva o órgão dentário de fonte de nutrientes e de renovação hídrica. O tecido dentário remanescente, então, forma uma barreira física passiva entre o ambiente oral e o endodôncio. O órgão dentário é então incapaz de produzir mecanismos de defesa em reação aos ataques: ausência de formação de dentina reacional ou transmissão de informação por odontoblastos.

De maneira geral, as funções fisiológicas do dente são alteradas, há uma diminuição na sua capacidade de adaptação ao meio e ao stresse. Além disso, com o tempo, os ataques se acumulam enfraquecendo os tecidos.

Portanto, é imprescindível garantir uma vedação corono-radicular após o tratamento endodôntico, a fim de garantir uma nova proteção biológica. Um dos objetivos da restauração coronária é, portanto, criar uma barreira biológica capaz de compensar a ausência de defesas naturais no dente endodonciado.

### **1.1.2. Modificação química no dente endodonciado**

Durante o tratamento endodôntico, o dentista deve usar agentes químicos em toda a antisepsia do canal, e logo antes a selagem final dos canais. A medicação intracanal também pode ser realizada a fim de reduzir a inflamação, combater microorganismos e ajudar na desinfecção das áreas não atingidas pelo preparo do canal.

Vários estudos apoiam o fato de o hipoclorito de sódio, EDTA, bem como peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) na solução de irrigação reduzirem o módulo da elasticidade de Young e portanto, a resistência mecânica da dentina (Grigoratos e al., 2001) (Saleh e al., 1999). Também foi demonstrado que o hidróxido de cálcio, por sua natureza alcalino inibe e desnatura alguns dos ácidos proteicos na fase orgânica da dentina; o que o enfraquece (Andreasen e al., 2002).

Assim, o hidróxido de cálcio pode ser usado; mas o seu trabalho não deve ser estendido para evitar este risco de inconveniência.

Aliás, o álcool é indicado na solução de irrigação endodôntica final. Além de sua capacidade de secar o canal, permite aumentar significativamente a rigidez da dentina (Marending e al., 2008) por algum tempo.

Em conclusão, há mudanças na dentina após o uso de certos produtos intracanal, mas essas alterações não parecem significativas ao nível do dente integral.

Os produtos de irrigação usados durante o tratamento endodôntico tendem a diminuir o módulo de elasticidade, a resistência à flexão e a microdureza da dentina. No entanto, estudos mostram pouca ou nenhuma diferença entre a resistência à fratura do dente saudável e do dente endodonciado em 10 anos (Dietschi et al., 2007).

### 1.1.3. Modificação mecânica no dente endodonciado

Por muitos anos, os cientistas acreditaram que um dente endodonciado era mais "frágil" do que um dente vital porque era privado de fibras nervosas e vascularização, e que era necessário reforçá-la com um ou mais espigões intraradiculares. A ideia de que um dente endodonciado é mais "frágil" é, na verdade, atribuída a extensão da perda da estrutura dentária após trauma, cáries, realização da cavidade de acesso endodôntico e uso de instrumentação canalal (Sedgley e al., 1992). Isso implica que a sua "fragilidade" não é induzida pela ausência de vitalidade dental, mas pelos atos implementados durante a remoção da cárie e tratamento endodôntico tanto a nível coronário como a nível radicular.

#### 1.1.3.1. O Déficit patológico

Vários estudos quantificaram a diminuição na resistência de dentes tratados endodonticamente e de dentes vitais resultante de vários tratamentos restauradores e cavidades endodônticas (Corsentino e al., 2018), (Reeh e al., 1989), (Decup e al., 2011).

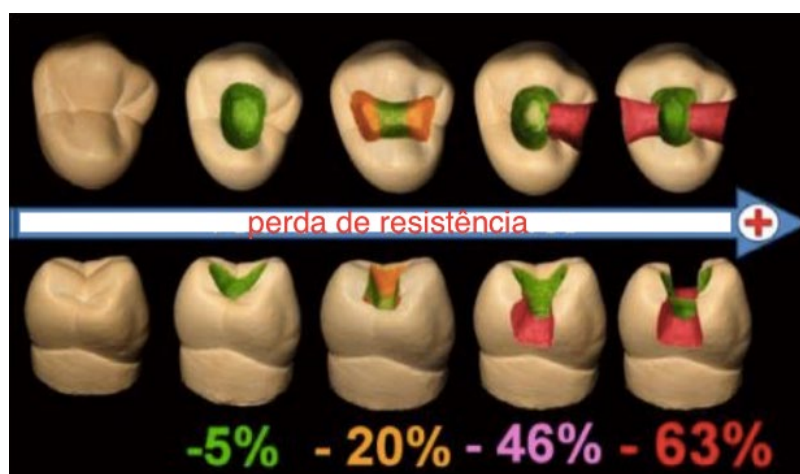


Figura 2: Perda de resistência dependendo da perda de substância dentária (Reeh e al., 1989)

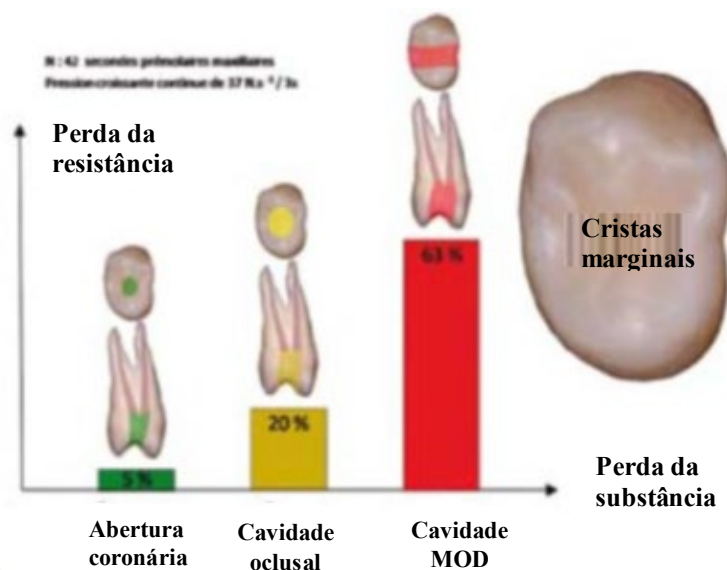


Figura 3: Influência da perda de tecido na resistência do dente (Decup e al., 2011)

Os autores concluíram que uma cavidade feita sem preparo dos canais reduziu as propriedades mecânicas do dente em 5%. Da mesma forma, uma cavidade oclusal maior com preparo dos canais (O) reduz a resistência em 20%, uma cavidade mésio-oclusal (MO) ou disto-oclusal (DO) diminui em 46%, e uma preparação mesio-ocluso-distal (MOD) reduz as propriedades mecânicas em 63% (Figuras 2 e 3).

Assim, segundo esses autores, a perda de substância é o fator determinante da diminuição da resistência à fratura.

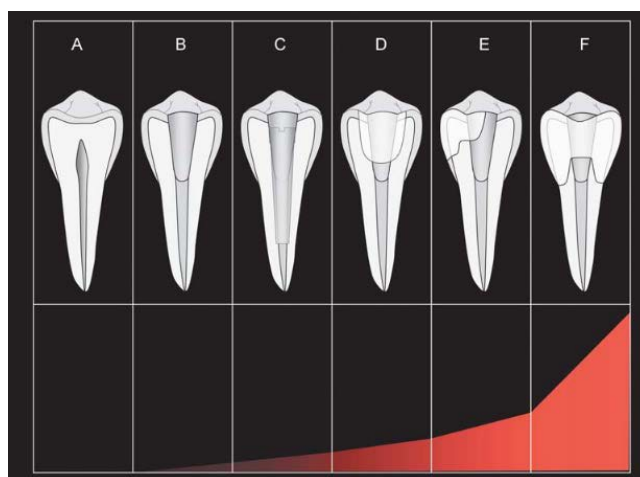


Figura 4: Comparação de alterações mecânicas devido ao tratamento endodôntico dependendo da forma das cavidades coronárias (Dietschi e al., 2007)



A figura 4 relaciona as perdas de substância coronária com as propriedades mecânicas do dente. As superfícies vermelhas indicam modificações na rigidez e resistência à fratura relacionadas às configurações acima mencionadas.

Notamos que há pouca alteração mecânica entre um dente vital e um dente endodenciado. Por outro lado, há um crescimento exponencial da probabilidade de fratura do dente com a perda de suas cristas marginais. A cavidade do dente menos durável e menos resistente é uma cavidade endodôntica combinada com outra cavidade mesio-ocluso-distal (MOD); o que resultaria em uma fragilidade dentária máxima.

Esses resultados mostram que as cristas marginais é extremamente importante serem preservados e que a sua presença contribui muito para as propriedades mecânicas do dente.

O principal fator na redução da resistência mecânica de um dente é a extensão da perda de substância coronária, bem como o tipo de estrutura perdida. Na verdade, quanto maior a perda de substância, mais diminui a resistência do dente (com ou sem polpa) (Dietschi e al., 2007).

Além disso, Krapez e al (Krapez e al., 2013) observaram mais fraturas em dentes com uma cavidade de acesso muito grande aos 5 anos de pós-operatório.

De acordo com Shabbir e al, há uma falta de evidências de que cavidades de acesso minimamente invasivas irão melhorar a resistência à fratura das raízes dos dentes tratados endodenticamente. Eles também apresentam riscos potenciais durante tratamento endodôntico. Eles apresentam mais risco do que benefício no resultado do tratamento endodôntico. Existem preocupações em relação à desinfecção, erros de procedimento, descoloração do dente e operação prolongada no tempo (Shabbir e al., 2021).

De acordo com Sedgley e Messer (Sedgley e al., 1992), não há diferença significativa na resistência à dureza e compressão entre os dentes vitais e dentes endodenciados.

Por fim, os procedimentos de acesso cavitário e endodôntico têm pouco impacto na resistência mecânica do dente, desde que são realizados respeitando a anatomia do canal radicular e os conceitos de intervenção mínima.

A fragilidade do dente endodenciado não se explica pela "falsa" ideia de que se torna "quebradiço", mas pela extensão e localização da destruição coronária.

### **1.1.3.2. O Déficit endodôntico**

Já vimos na parte anterior que a cavidade permitindo o acesso ao tratamento endodôntico reduziu apenas a resistência mecânica em 5% do dente.

O preparo da entrada do canal ainda é frequentemente feito com brocas Gates-Glidden, com o objetivo de alargar o terço coronal dos canais radiculares e permitem o trabalho desenfreado dos diversos instrumentos endodônticos.

No entanto, Trope e Ray (Trope e al., 1992) relatam no estudo deles que o uso desses instrumentos de preparo do canal radicular devem ser reavaliados, pois de acordo com esses autores, eles causariam um grande desgaste dentário.

De acordo com Lam e al (Lam e al., 2005), o tratamento endodôntico conforme é realizado atualmente, ou seja, com instrumentos de rotação contínua, a priori não tem nenhum efeito na resistência mecânica do dente. Porém, para isso, respeitar certos requisitos de preparação.

Zandbiglan e al (Zandbiglan e al., 2006) mostraram, por outro lado, que a rotação contínua de alto diâmetro e conicidade pode ter uma influência prejudicial à resistência das raízes dos dentes endodonciados. Eles iriam alargar numa maneira excessiva os canais; isso em comparação com a técnica manual clássica que usa instrumentos com uma conicidade menos acentuada.

Na verdade, para reduzir a taxa de fratura, os canais devem ser trabalhados da forma mais conservadora possível (Sathorn e al., 2005).

O respeito pelo comprimento de trabalho parece importante, pois o preparo dos canais até o limite apical aumentar a taxa de fissuras e fraturas de raízes significativamente (Adorno e al., 2010).

É assim que o comprimento de trabalho dos canais deve ser de 1 mm aquém do forame apical principal para evitar alteração das propriedades mecânicas das raízes, embora apesar dessas recomendações, a ausência de fratura não é garantido.

No entanto, um estudo realizado para avaliar o impacto da superinstrumentação mecânica dos canais radiculares em dentes no desenvolvimento de microfissuras dentinárias na porção apical da raiz, mostrou que a preparação recíproca do canal radicular aquém (menos 1 mm), na ou além do forame apical (mais 1 mm) (superinstrumentação) não

criou microfissuras dentinárias nas 2 raízes de pré-molares superiores extraídos (Belladonna e al., 2021).

Outro estudo feito em 2021, investigou a influência do tamanho da instrumentação do canal médio mesial em raízes mesiais dos molares inferiores na resistência à fratura.

Foi concluído que uma instrumentação do canal médio mesial maior do que # 25.04 diminuiu significativamente a resistência à fratura (Kılıç e al., 2021).

Em conclusão, o sucesso da cicatrização é diretamente influenciado por uma restauração coronária selada após um tratamento endodôntico bem conduzido.

Isso é corroborado em 2004 por Akkayan e al. (Akkayan e al., 2004) que também demonstram que a longevidade do tratamento endodôntico é condicionada por uma restauração coronária selada.

### **1.2.Fatores que influenciam a taxa de sobrevivência**

Nagasiri e al (Nagasiri e al., 2005) calcularam a probabilidade de sobrevivência de um dente restaurado por uma restauração direta e demonstraram que a sua sobrevivência dependia da quantidade do tecido coronário residual.

Por exemplo, a taxa de sobrevivência de um dente endodonciado que reteve os seus quatro paredes proximais de 2 mm de espessura mínima é 78% em 5 anos, enquanto um dente endodonciado com menos de duas paredes de 2 mm de espessura mínima tem uma taxa de sobrevivência de 18%.

Portanto, essa perda de tecido dentário coronário é o principal fator que provoca fragilidade da integridade do dente, principalmente a destruição das cristas marginais durante a remoção de cárie.

- **A qualidade dos tratamentos endodônticos e protéticos:** A saúde dos tecidos periapicais de um dente endodonciado está fortemente correlacionada com a qualidade dos tratamentos realizados. Neste sentido, há estudos que demonstram que a qualidade do tratamento endodôntico é o fator mais importante na manutenção da saúde periapical. Além disso, concordam que os tratamentos endodônticos e restauradores têm papel complementar na proteção do tecido periapical (Moreno e al., 2013).

- **O tipo de dente:** Os segundos molares são os dentes com menor taxa de sobrevivência. Isso pode ser explicado pela maior dificuldade na realização do tratamento endodôntico, bem como por maiores tensões oclusais. (Aquilino e Caplan., 2002). Os pré-molares e molares são estatisticamente os mais afetados pelo risco de recidiva de cárie após o tratamento endodôntico. Essa recidiva de cárie induz uma perda adicional de substância e compromete a integridade do tratamento endodôntico, o que diminui a sobrevivência de pré-molares e molares (Aquilino e Caplan., 2002). Os incisivos são mais afetados por lesões traumáticas.
  
- **A relação intra-arco:** Com igual perda de substância, um dente que ainda tem os seus dois contatos proximais tem uma taxa de sobrevivência três vezes maior do que um dente que tem apenas um. Na verdade, os contatos proximais permitem, entre outras coisas, uma melhor distribuição das tensões oclusais. (Caplan et al., 2005).
  
- **Idade do paciente:** Em pacientes com mais de 65 anos, a taxa de sobrevivência do dente endodonciado é de 69% em comparação com 82% em pacientes com menos de 54 anos (Aquilino e Caplan., 2002).

De fato, no paciente idoso há um envelhecimento das estruturas dentais e um contexto médico, às vezes complexo, que torna a qualidade do tratamento endodôntico mais incerta.

Além disso e de acordo com Nuamwisudhi e al, comer comida dura era um comportamento que foi positivamente relacionado à fissura e fratura dos dentes posteriores. Alta inclinação da cúspide e restauração em amálgama classe I podem ser fatores de risco para uma fissura no dente posterior (Nuamwisudhi e al., 2021).

### **1.3. Objetivo da restauração do dente endodonciado**

A restauração do órgão dentário endodonciado é um procedimento clínico frequente e exige que o dentista opte por um número crescente de soluções terapêuticas. Esta escolha terapêutica deve ser feita conforme o quadro clínico, os dados científicos e a experiência do profissional. Os estudos não conseguem emitir um consenso que permita definir a restauração ideal do dente endodonciado pela simples razão de que cada situação clínica

apresenta as suas peculiaridades. É importante não sistematizar a restauração do dente endodonciado. Portanto, é responsabilidade do dentista definir a solução terapêutica mais adequada à situação encontrada.

Numa situação ideal, a reconstrução de um dente tratado endodonticamente deve atender aos seguintes objetivos (Bolla., 2014) :

- Restaurar o volume coronário em falta, utilizando biomateriais com módulo de elasticidade próximo ao tecido dentário;
- Preservar o máximo de substância residual do dente;
- Permitir uma ligação entre os diferentes componentes da restauração;
- Ser biocompatível;
- Garantir a estética;
- Proporcionar resistência mecânica adaptada às tensões;
- Assegurar e manter a vedação apical de forma sustentável;
- Ajudar a manter um periodonto sagrado e respeitar o espaço biológico;
- Permitir o retratamento do canal radicular.

A solução terapêutica escolhida é, em última análise, o melhor compromisso entre esses objetivos, a situação clínica e as habilidades do médico.

## **2. A problemática do tratamento com a prótese dentária fixa convencional**

Um tratamento com uma coroa total suportada por espigões intra-radulares foi sugerido para a reabilitação de dentes tratados endodonticamente com extensa destruição coronal (Stern e al., 1973).

## **2.1.Preparação para uma coroa total**

Recomendações relacionadas aos conceitos convencionais de reabilitação oral indicam principalmente coroas protéticas completas suportadas por pilares para a restauração de dentes com perda de substância dentária significativa.

A fim de colocar as margens dessas restaurações no nível gengival, um volume adicional considerável do tecido mineralizado deve ser removido e sacrificado durante a preparação, de modo a criar uma inserção vertical e economizar o espaço necessário para futuras coroas seladas.

Por muito tempo, a abordagem tradicional de prótese fixa consistia em realizar preparações periféricas completas, nomeadamente para criar formas geométricas adaptadas aos requisitos definidos para as coroas seladas com os seguintes critérios (Belser., 2010):

- A forma de retenção: necessidade de uma altura mínima de preparação de 3 mm; com uma conicidade entre as paredes axiais de cerca de 6 °.
- A forma de "resistência / estabilidade": é essencial para alcançar uma geometria de preparação que visa prevenir a mobilização da coroa, usando as vezes elementos de estabilização secundários, como caixas e ranhuras axiais.
- O respeito pelo espaço biológico: esta noção implica uma localização das margens supragengival ou ligeiramente intrasulcular ( $\leq 1$  mm), garantindo o respeito pela dimensão do espaço biológico. Em outras palavras, uma distância de cerca de 2,5 mm entre a borda da coroa e o osso alveolar é necessário.
- O efeito de férula: trata-se de manter uma altura mínima de 1,5 mm de estrutura de dente coronária.

Essas medidas mecânicas devem criar as condições básicas para a realização de uma prótese fixa selada ideal, mas não parece adequar se aos conceitos protéticos emergentes voltados para preservação máxima dos tecidos dentários mineralizados com base em técnicas adesivas "biomiméticas" (Magne e al., 2004) (Magne e al., 1999).

Um estudo conduzido por Edelhoff e Sorensen em 2002 quantificou a perda de tecido dentário durante várias preparações para restaurações de dentes. Usando uma balança gravimétrica de alta precisão, eles demonstraram que restaurações adesivas e inlay em geral eram muito menos invasivo do que coroas completas usadas em próteses fixas

convencionais: eles consumiriam até duas a três vezes menos tecido saudável (Edelhoff e Sorensen., 2002).

Pontius destaca a importância da economia de tecido e a preservação de estruturas externas e internas na restauração de dente endodônciado (Pontius e Utter., 2002).

Parece, portanto, que devido ao seu aspecto de "consumo" de tecido dentário saudável, a indicação de coroas totais seria limitada atualmente à substituição de coroas antigas e defeituosas, e dentes endodônciados cujo estado estrutural residual é insuficiente para uma cimentação confiável e durável (Belser., 2010).

## **2.2.Espigões intra-radulares**

Quando há uma perda de substância dentária significativa e quando as paredes residuais são insuficientes, é às vezes necessário buscar um meio adicional de retenção. As raízes dentárias são comumente exploradas através de reconstruções coronorradulares (RCR) para permitir a ancoragem da futura restauração coronária (Académie nationale de chirurgie dentaire., 2003).

Podemos diferenciar dois tipos de reconstruções coronorradulares : O direto realizado no consultório utilizando espigões pré-fabricados de fibra com materiais inseridos na fase plástica, e o indireto realizado em laboratórios usando espigões metálicos ou cerâmicos (Assila e al., 2014).

Pensou-se que os espigões colocados nos canais após o tratamento endodôntico permitiu fortalecer mecanicamente os tecidos dentários resíduos (Baraban., 1967).

Na verdade, vários estudos mostraram que ter um espigão em uma ou mais raízes não consolidou a arquitetura dentária (Guzy e Nicholls., 1979) (Schwartz e Robbins., 2004), e poderia, pelo contrário, enfraquecê-la.

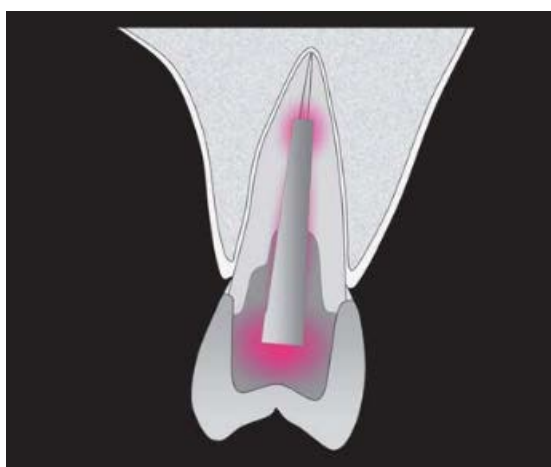
Ainda, uma perfuração radicular do terço apical da raiz, ou das suas regiões laterais invaginadas e adelgaçamento das paredes do canal radicular devido ao excesso de preparação pode ocorrer após o uso de espigões intraradulares (Asmussen e al., 2005) (Cohen e al., 2006).

Heydecke e al. (Heydecke e al., 2001) demonstrou, após um estudo realizado em 2001, que o uso de espigões intraradulares foi mais prejudicial ao dente. Em caso de fratura, as estruturas dentárias eram frequentemente irrecuperáveis, necessitando de avulsão.

Fissuras e fraturas na raiz são consequências frequentes de acordo com Heydecke e al. Porque tensões oclusais se aplicam indiretamente nas paredes enfraquecidas, são muitas vezes incapazes de resistir às forças transmitidas pelo espigão.

A colocação de um espigão requer a preparação do canal com um sequência de instrumentos: primeiro, uma broca piloto é usada, frequentemente chamada Largo, depois o canal é calibrado com um alargador do mesmo diâmetro como o do futuro espigão.

Este ato causa remoção tecidual adicional na dentina e pode gerar pontos de fragilidade da raiz com uma parede de dente muito fina na extremidade apical do espigão. De acordo com Trop e al. (Trop e al., 1985), não é o uso da espigão que atua nas propriedades mecânicas do dente, mas sim na remoção de substância dentária. (Figura 5)



*Figura 5: Pontos de fragilidade devido à ancoragem da raiz (Dietschi e al., 2007)*

Da mesma forma, em 2002 Caplan, Rivera e Walton demonstraram que dentes restaurados com ancoragem radiculares tinham mais fraturas verticais do que dentes sem ancoragem (Caplan e al., 2002).

É por essas razões que os cientistas sugerem que os espigões intraradiculares são usados apenas quando a quantidade do tecido residual é insuficiente para a implementação de outra restauração.

Além disso, as limitações ao uso de espigões intraradiculares, como canais radiculares calcificados, canais estreitos ou a fratura de um instrumento, levaram os dentistas a pensar



em outras alternativas, como o uso de endocrown, uma coroa endodôntica adesiva (Bindl e al., 1999), (Göhring e al., 2003).

### **3. Endocrown: uma alternativa terapêutica**

#### **3.1. Definição**

Endocrown, é uma restauração parcial única indireta, pode ser considerada uma boa alternativa para a restauração de dentes com grande destruição coronária e dificuldades no tratamento endodôntico.

Foi, no entanto, em 1995 que P. Pissis descreveu completamente o conceito de "coroa de uma peça", que mais tarde seria renomeado "endocrown". Ele então o descreve como uma nova solução terapêutica para a reconstituição do dente despulpado. Este conceito é baseado nos princípios da economia de tecidos, estética e biointegração (Pissis., 1995).

Endocrown cobre todas as cúspides e não apresenta ancoragem de raiz. Na verdade, a extensão ao nível da câmara pulpar serve como um elemento de estabilidade e retenção aumentadas por colagem (Lander e al., 2008).

#### **3.2. Vantagens**

- Estética

Independentemente do material utilizado, resina composta ou cerâmica, a cosmética final da parte protética com endocrown ficará mais próxima da situação clínica do que com um espigão e uma coroa. De facto, o material metálico é prejudicial para uma boa difusão da luz, e o "tudo-composto" e especialmente a "cerâmica pura" reproduzem melhor o aspecto natural.

- Biocompatibilidade

As cerâmicas usadas em dentística são materiais bioinertes (inércia química, elétrica e térmica). Sua estrutura química dá-lhes ótima estabilidade e, portanto, boa biocompatibilidade geral. São muito mais estáveis do que metais e resinas e não mostram degradação por corrosão, finalmente são lisos e sem porosidades, reduzindo assim a adesão da placa dentária e a inflamação periodontal que pode resultar dela (Margossian e al., 2007).

- A ausência de um espigão e a preparação mínima

A preparação pode ser realizada em alturas coronais baixas porque explora a câmara pulpar para sua retenção macro e micromecânica sem explorar ou enfraquecer a integridade da raiz. Além disso, a colocação e remoção de um espigão fica arriscado para o médico (perfuração, falso trajeto, fratura, enfraquecimento por perda do tecido radicular) (Fuss e al, 2001).

- Possível reintervenção endodôntica

É possível transfixar a parte protética a fim de ter acesso a entradas de canais radiculares. Isto parece mais simples e menos arriscado do que respeitar a fratura do que ter de remover uma ancoragem intra-radicular selada ou cementada.

- Preservação da saúde periodontal graças aos limites supragengivais

Todos os autores recomendam o limite supragengival como o único fiador da integração periodontal (Koubi e al., 2008). Higiene e escovação para o paciente ficou mais fácil.

- Boa vedação e boa resistência

A colagem da cerâmica e o bom ajuste marginal da cerâmica e resina permitem uma boa vedação a longo prazo e reduzem a penetração de microrganismos (Ausiello e al., 1999). Ao polimerizar apenas a fina camada de ligação entre endocrown e a preparação reduz a contração de polimerização da resina em comparação com a reconstituição direta (Bindl e al., 2005).

Fortalecimento do complexo dente-restauração: a colagem fortalece todos os tecidos residuais do dente.

Além disso, a redução no número de interfaces de colagem em comparação com uma reconstituição por espigão e coroa unitária gera menos tensões ao nível dos tecidos dentais e do sistema de colagem (Fages e al., 2013).

### **3.3.Desvantagens**

- A técnica: Os limites da preparação devem estar supra ou até justagengivais para permitir a colocação de um isolamento absoluto, de modo a respeitar o bom protocolo de colagem.

- Problemas oclusais: Carlos e al, indicam que uma endocrown deve ser realizada se as tensões laterais e verticais forem mínimo (Carlos e al., 2013). Por outro lado, é contraindicado realizar uma endocrown em um pré-molar em caso de função de grupo; uma reconstrução com espigões intraradiculares será então preferida (Rocca e al., 2013).

Uma morfologia dentária apresentando uma inclinação muito acentuada da cúspide também é uma contraindicação.

- Física: A diferença no valor do módulo de elasticidade entre a endocrown cerâmica e a dentina podem levar ao deslocamento da peça protética com risco de fratura radicular (Carlos e al., 2013).

### **3.4.Comparação com outras soluções terapêuticas**

De acordo com Dejak e Mlotkowski, os valores de compressão, tensão e cisalhamento nos níveis de agente de união são menos importantes para os dentes restaurados por endocrowns do que para dentes restaurados pela técnica convencional. Os autores acrescentam que os molares restaurados com endocrowns seriam menos suscetíveis à fratura do que aqueles restaurados com um espigão (Dejak e al., 2013).

Biacchi e Basting realizaram um estudo comparando a resistência à fratura entre um dente restaurado por endocrown e um dente restaurado por espigão de fibra encimado por uma coroa. eles concluem que o dente reconstituído por endocrown é mais resistente à fratura do que aquele reconstituído por método convencional (Biacchi e al., 2012).

Um estudo realizado em 30 pré-molares inferiores por Atash e al, em 2017 comparou a resistência à fratura entre endocrowns e restaurações de fibra ou metal quando estas últimas são expostas a forças de cisalhamento.

O estudo conclui que a endocrown apresenta melhor resistência à fratura em comparação com as restaurações convencionais de fibra e espigões metálicos. No entanto, a análise dos modos de fratura mostra que as fraturas no caso de endocrowns e espigões de metal são catastróficas ao contrário das restaurações por espigões de fibra (Atash e al., 2017).

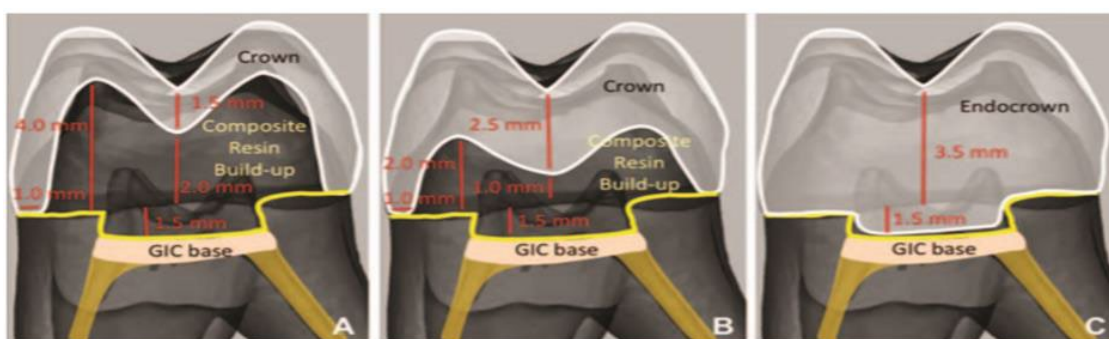
Outro estudo in vitro comparou a resistência de 3 modelos de incisivos restaurados por: endocrown em cerâmica (feldspática reforçada por leucita ou vitrocerâmica de dissilicato de lítio), espigão metálico e coroa de cerâmica (feldspática reforçada por leucita). A conclusão deste estudo é que as tensões no tecido dentário são menores quando a restauração escolhida é o espigão metálico com coroa no incisivo. Os autores acrescentam que, até o momento, a restauração espigão e coroa continua a ser a melhor opção para a reabilitação protética de incisivos endodonciados (Dejak e Mlotkowski., 2018).

Os estudos in vitro apresentados comparam endocrowns e espigões intraradiculares do ponto de vista mecânico.

Do ponto de vista clínico, o preparo de endocrown é mais fácil de realizar e menos invasivo (pela ausência de preparo da raiz) do que o preparo para espigões intraradiculares. Ele permite uma abordagem mais conservadora para a restauração do dente tratado endodonticamente.

Em conclusão, a escolha de restaurar um dente tratado endodonticamente com endocrown em vez de espigão e coroa periférica permite uma melhor preservação do tecido, o que favorece um melhor prognóstico a longo prazo. No entanto, a realização de endocrown só é possível se a realização de um protocolo de colagem ideal for possível.

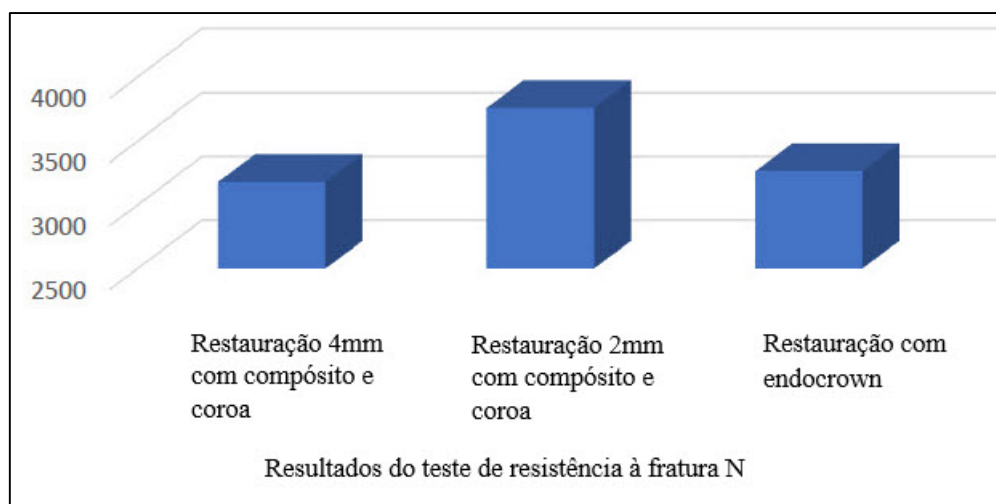
Num estudo recente, os molares cortados na junção cimento-cementário foram restaurados com endocrown ou com um compósito com técnica directa de 2 ou 4 mm de altura e coberto com uma coroa de cerâmica para avaliar a influência dessas diferentes categorias de restauração na resistência à fratura (Figura 6).



*Figura 6: Representação dos três tipos de restaurações do estudo de Carvalho e al (Carvalho e al., 2016)*

Os autores concluem que os três tipos de restaurações superaram as suas expectativas, visto que os resultados de resistência à fratura são muito maiores do que o stress médio observado durante a mastigação, sendo de 900N para homens e 600N para mulheres.

A restauração com compósito de 2 mm e coroa obtém os melhores resultados (Figura 7). Os resultados obtidos no estudo de Carvalho e al podem ser explicado pelo fato de que a técnica com compósito direto e coroa de cerâmica é biomecanicamente mais próxima do dente natural do que a técnica com uma peça única de endocrown. De fato, o módulo de elasticidade do compósito é semelhante ao da dentina e o da vitrocerâmica usada no estudo ao do esmalte (Carvalho e al., 2016).



*Figura 7: Resultados do teste de resistência à fratura (Carvalho e al., 2016)*

Finalmente, endocrowns apresentam vantagens sobre as outras técnicas restauradoras adesivas, mas a restauração com compósito sem espigão intraradicular poderia muito bem superar o seu desempenho mecânico, melhorando assim o prognóstico do dente despulpado. Pesquisas clínicas e in vitro adicionais são necessárias para validar a técnica de coroa de cerâmica com compósito.

### 3.5.Os materiais usados

Vários materiais encontrados na nossa pesquisa bibliográfica foram usados na fabricação de endocrowns, nomeadamente:

#### 3.5.1. Cerâmica

##### 3.5.1.1.Vitrocerâmica

São materiais moldados em estado de vidro que passam por tratamento térmico de cristalização voluntária, controlada e parcial.

Nós distinguimos:

##### - Vitrocerâmica à base de dissilicato de lítio:

Nomes comerciais: IPS e.max CAD, IPS e.max Press.

Módulo de elasticidade: 81-95 GPa.

Resistência à flexão: 400-530 MPa.

Dureza Vickers: 6000 MPa.

**- Vitrocerâmica à base de dissilicato de lítio reforçada por zircônia :**

Nomes comerciais: Vita Suprinity, Celtra Duo..

Módulo de elasticidade: 70 GPa.

Resistência à flexão: 420 MPa.

Dureza Vickers: 7000 MPa.

(El Ghoul e al., 2019) (El Ghoul e al., 2020).

**- Vitrocerâmica à base de leucita :**

Nomes comerciais: IPS empres.

Módulo de elasticidade: 62 GPa.

Resistência à flexão: 160-185 MPa.

Dureza Vickers: 6200 MPa (Saint-Jean., 2014).

A vitrocerâmica tem a vantagem de ser biocompatível, biomimética, com um coeficiente de desgaste próximo ao do dente natural, além disso, a interface única da restauração numa única peça melhora a coesão. Assim, as endocrowns feitas com dissilicato de lítio são consideradas entre os melhores materiais restauradores graças às suas propriedades adesivas, melhoram a ligação micromecânica com o cimento (Biacchi e al., 2012).

**3.5.1.2. Cerâmica feldspática (Cerâmica à base de silicato de alumínio)**

Nomes comerciais: CEREC Blocs, Vita Blocs Mark II.

Módulo de elasticidade: 45-70 GPa.

Resistência à flexão: 60-70 MPa.

Dureza Vickers: 6000 Mpa (Saint-Jean., 2014).

**3.5.1.3. Cerâmica à base de zircônia estabilizada com ítrio**

Nomes comerciais : Prettau Zirconia, 3Y-TZP...

Módulo de elasticidade: 205-210 GPa.

Resistência à flexão: 910-1400 MPa.

Dureza Vickers: 13900 MPa (Skalskyi e al., 2018).

**3.5.2. Compósito**

É um material constituído por uma matriz orgânica resinosa reforçada por cargas. A coesão entre esses dois materiais é assegurada por um agente de acoplamento: o silano.

**-Filtek Z350 XT :**

Composição: matriz orgânica: Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA e TEGDMA.

Partículas de carga: nano-sílica não aglomerada / não agregada (5-20nm) e zircônia (4-11nm), partículas de zircônia-sílica agregadas em um cluster (0,6-1,4µm).

Módulo de elasticidade: 11,88-19,46 GPa.

Resistência à flexão: 157,98-165,14 MPa (Dartora e al., 2019).

**-Filtek One Bulk Fill Restorative (Bulk Fill) :**

Composição: AFM, AUDMA, UDMA, 1,12-dodecano DMA, trifluoreto de itérbio, zircônia, sílica.

Módulo de elasticidade: 16,12-18,28 GPa.

Resistência à flexão: 112,8-132 MPa (Sedrez-Porto e al., 2019).

**-Resina composta reforçada por fibra:**

Nome comercial: Trilor.

Composição: fibras multidirecionais numa matriz de resina.

Módulo de elasticidade: 26 GPa.

Resistência à flexão: 380 MPa.

Dureza Vickers: 1500 MPa (El Ghouli e al., 2020).

### **3.5.3. Material híbrido (cerâmica-compósito)**

Existem dois materiais híbridos atualmente no mercado: Lava Ultimate (3M ESPE), descrito como um "compósito híbrido" e Enâmico (Vita Zahnfabrik), descrita como "uma cerâmica híbrida".

Esses materiais híbridos combinariam as vantagens mecânicas de cerâmicas e resinas compostas com:

-Melhor resistência à propagação de fissuras.

-Mais flexibilidade (módulo de Young próximo ao da dentina).

-Menos desgaste do antagonista.

-Uma dureza próxima aos valores dentinários.

-Resistência à abrasão próxima ao esmalte.

-Usinabilidade mais rápida (Tanrattana J e al., 2017).

### **3.5.3.1. Cerâmica infiltrada por polímero**

Nome comercial: Vita Enamic.

Composição: Rede cerâmica feldspática infiltrada por polímeros.

Módulo de elasticidade: 30 GPa.

Resistência à flexão: 150-160 MPa.

Dureza Vickers: 2500 MPa (Taha e al., 2018).

### **3.5.3.2. Nanocerâmica híbrida (resina nanocerâmica)**

Nomes comerciais : Cerasmart, LAVA Ultimate.

Composição: Rede de partículas de cerâmica dispersas incorporadas numa matriz de polímero. Essas partículas cerâmicas representam 80% do material em termos de peso. Eles estão aglomeradas em clusters e medem em média 20 nm para partículas de sílica e 4-11 nm para partículas de zircônia. A matriz de resina consiste em Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA, DMA e TEGDMA.

Módulo de elasticidade: 12,77-20 GPa.

Resistência à flexão: 204-240 MPa.

Dureza Vickers: 700 MPa (El Ghoul e al., 2019) (El Ghoul e al., 2020).

Um estudo in vitro realizado por Gresnigt e al, avaliou o efeito das forças axial e lateral na resistência de endocrowns feitas de  $\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$  e resina composta multifásica, concluiu que, sob carga axial, tanto o  $\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$  quanto a resina composta multifásica usada como material endocrown apresentaram resistência à fratura semelhante, mas sob forças laterais, o último exibiu resultados significativamente mais baixos (Gresnigt e al., 2016). Um estudo realizado em 2020 sobre o desempenho mecânico e comportamento de fratura de restaurações endocrowns preparadas usando diferentes materiais compósitos e seguindo uma técnica direta mostrou que os materiais restauradores à base de resina parecem ser opções alternativas interessantes para fabricar grandes restaurações dentárias em vez das cerâmicas de vidro mais tradicionalmente usadas ou sistemas de espigões intraradiculares (Sedrez-Porto e al., 2020).

Endocrowns baseadas em resina indireta emergiram como uma alternativa para endocrowns de cerâmica devido às suas propriedades mecânicas melhoradas, como



módulo de elasticidade (12,8 GPa), semelhante a dentina (18,6 GPa). Eles também possuem propriedade de absorção de stresse que pode ser benéfica para os indivíduos com periodonto fraco. Além disso, endocrowns em resina indireta causam menos desgaste do dente natural antagonista do que a cerâmica e podem ser reparadas intraoralmente com compósito.

Um estudo recente realizado em 2021 mostrou que sob carga axial, endocrowns à base de resina mostraram resistência à fratura semelhante quando comparada com endocrowns à base de dissilicato de lítio. No entanto, eles mostraram melhor resistência à fratura quando comparado com endocrowns à base de silicato de lítio reforçado com zircônia. Além disso, endocrowns à base de resina mostraram menos falhas catastróficas do que endocrowns baseadas em dissilicato de lítio (Beji Vijayakumar e al., 2021).

#### **3.5.4. PEEK: Novidade?**

O poli(éter-éter-cetona) (peek) é um polímero comercializado em 1978 pela ICI (Indústrias Químicas Imperiais). PEEK pertence à família poliariletercetonas (PAEK) (Ghajghouj e al., 2019).

De acordo com Alqurashi e al, os materiais PEKK apresentam características físicas, mecânicas e propriedades químicas e podem ser usados para várias aplicações, como material restaurador, coroa, ponte, endocrown e material de estrutura para uma prótese fixa implantada (Alqurashi e al., 2021).

Zoidis e al, propuseram a polieteretercetona (PEEK) como uma estrutura alternativa para restaurações endocrowns. Eles demonstraram que o módulo de elasticidade da estrutura de polieter-eter-cetona (4 GPa) revestida com resina composta indireta pode amortecer as forças oclusais e proteger as estruturas dentais melhor do que os materiais cerâmicos. Mas são necessárias mais evidências clínicas de longo prazo (Zoidis e al., 2017).

#### **3.6. Taxa de sucesso**

Pesquisas científicas mostraram resultados positivos alcançados durante os últimos 12 anos de restaurações endocrowns feitas com Cerec 3 e Vita Mark II feldspática em um sistema CAD-CAM, com um sucesso estimado de 90,5% para molares e 75% para pré-molares em 55 pacientes (Ploumaki e al., 2013) (Otto e al., 2015).

Um estudo clínico realizado por Fages e al publicado em 2017 consiste em um acompanhamento de 7 anos de restaurações endocrowns feitas com cerâmica feldspática reforçada. As restaurações foram feitas entre 2003 e 2008 em um total de 323 pacientes. Houve apenas uma fratura parcial duma endocrown. O sucesso alcançado com endocrowns pode, portanto, ser considerado como 100% (Fages e al., 2017).

Uma revisão sistemática desenvolvida por Govare e Contrepolis e publicada em 2019, cobriu todos os estudos que apareceram sobre endocrowns desde 1995 até junho de 2018. Com base nos resultados da revisão sistemática, pode-se afirmar que:

Endocrowns parecem ser uma alternativa vantajosa para restauração de molares tratados endodonticamente com extensa destruição coronal.

No entanto, recomendar endocrowns para pré-molares requer estudos mais aprofundados, incluindo ensaios clínicos que corroboram os resultados relatados em estudos in vitro.

Além disso, a falta de dados sobre endocrowns na restauração de incisivos e os resultados variados obtidos significam que uma indicação clínica de endocrowns para a restauração de dentes anteriores ainda não podem ser colocada (Govare e al., 2019).

Uma revisão sistemática avaliou o sucesso de restaurações endocrowns em molares em comparação com restaurações endocrowns em pré-molares. Este estudo mostrou taxas de sucesso semelhantes e nenhuma diferença na taxa de falhas de restaurações entre molares e pré-molares, sugerindo que os pré-molares podem ser considerados candidatos adequados para endocrowns.

No entanto, os resultados devem ser interpretados com cuidado devido às limitações metodológicas dos estudos incluídos. Mais estudos controlados de melhor qualidade e comparando diretamente o desempenho clínico de endocrowns em molares e pré-molares são necessários (Thomas e al., 2020).

Papia e al avaliou o sucesso e a taxa de sobrevivência de endocrowns e a influência do design, material e cimentos. Segundo os autores, sinais de diferenças nas taxas de sobrevivência entre endocrowns no molar e pré-molar foram observados, com uma tendência para taxas de sobrevivência mais altas para endocrowns no molar. Endocrowns em cerâmica feldspática com cimentação adesiva demonstram desempenho clínico promissor. Essas conclusões são, no entanto, baseadas num número limitado de estudos de qualidade comparativamente baixa. Portanto, mais estudos são necessários para

verificar as conclusões e fornecer orientação na decisão clínica sobre a melhor escolha de materiais, design e cimentos (Papia e al., 2020).

Outra revisão sistemática realizada em 2021 mostrou que endocrowns parecem ser uma opção restauradora conservadora promissora com sobrevivência a longo prazo para dentes posteriores tratados endodonticamente. Embora não houvesse nenhuma diferença significativa nas taxas de sobrevivência geral de endocrowns em comparação com as coroas convencionais neste meta-análise, houve uma tendência de melhor sobrevida com coroas convencionais, tendência que foi mais pronunciada em pré-molares.

No entanto, estudos clínicos bem planejados adicionais com avaliação de longo prazo são necessários (Al-Dabbagh., 2021).

#### **4. Endocrown: Procedimento operatório**

##### **4.1.Indicações**

- Dente cariado, como a indicação de uma restauração com recobrimento de cúspides é indicado.
- Presença de uma câmara pulpar grande e profunda de pelo menos 3 mm e até 5 mm.
- Limite periférico supra ou justagengival que permite o estabelecimento do campo operatório de modo a garantir um protocolo de colagem ideal.
- Presença de esmalte na maioria das margens cervicais do preparo para otimizar a adesão.
- Presença de pelo menos 3 paredes supragengivais residuais.
- Presença de coroa clínica curta ou espaço interoclusal insuficiente para a realização de uma restauração com vários elementos protéticos.
- Limitações ao uso de espigões intraradiculares, como canais radiculares calcificados, canais estreitos, raízes excessivamente curvas ou fratura de um instrumento.
- Persistência mínima de 2mm de espessura de parede para preparações do tipo “butt margin” e 1mm de altura e 1,5mm de espessura para preparações com efeito de fêrula. (Bolla., 2014).

##### **4.2.Contraindicações**

- Presença de fissuras verticais.
- Protocolo de colagem impossível de implementar.

- Profundidade da câmara pulpar menor que 3 mm.
- Espessura das paredes de menos de 2 mm na maior parte delas.
- Presença de um ângulo de cúspide fechado (aumenta o risco de fratura).
- Dente que não requer recobrimento da cúspide.
- Dentes anteriores: apesar da publicação de estudos in vitro encorajadores a respeito da restauração de incisivos com endocrowns, o nível de evidência científica sobre o assunto ainda é insuficiente para estar em condições de indicar endocrown para incisivos e caninos (Zarone e al., 2006). Além disso, parece que a estreiteza da câmara pulpar, a pequena superfície de união disponível e as altas forças de cisalhamento que caracterizam os dentes anteriores tornam as endocrowns inadequadas para estes.

De acordo com Belleflamme e outros, mesmo na presença de extensa perda do tecido coronal ou fatores de risco oclusais, como bruxismo ou relações oclusais desfavoráveis, endocrowns podem ser uma abordagem confiável para restaurar molares e pré-molares com extensa destruição coronal (Belleflamme e al., 2017).

Embora um contexto oclusal desfavorável não represente uma contraindicação absoluta, ele ainda deve ser levado em consideração como em qualquer restauração protética e principalmente na presença de forças de cisalhamento excessivas.

### **4.3. Protocolo de preparação**

#### **4.3.1. Tipos de preparação**

##### **4.3.1.1. Butt Margin**

O colar cervical é o principal elemento desta restauração, apresenta uma banda de esmalte periférica que melhora a colagem ao contrário dos preparos periféricos. O objetivo é obter uma superfície larga, uniforme e plana sem irregularidades para resistir e suportar as forças de compressão. A superfície do preparo deve ser paralela ao plano de oclusão para garantir uma boa distribuição de tensões ao longo do eixo principal do dente (Fages e al., 2013).

O objetivo da preparação oclusal é obter uma redução oclusal de pelo menos 2 mm de altura. Esta redução pode ser alcançada fazendo ranhuras profundas de 2 mm como guia e, em seguida, usando um disco de diamante de anel verde para estender a redução oclusal.

O disco deve ser orientado ao longo do eixo principal do dente e paralelo ao plano de oclusão. A forma do disco controla a orientação da redução e garante uma superfície plana. Os limites cervicais devem permanecer supragengivais, entretanto, se clinicamente indicado, o limite pode ser justagengival. As paredes da preparação podem ter alturas diferentes, mas devem ser conectadas por inclinações não superiores a 60 ° para evitar o efeito escada. As paredes de esmalte com menos de 2 mm de espessura devem ser removidas (Fages e al., 2013) (Bindl e al., 1999).

#### **4.3.1.2.Preparação periférica**

Também é possível fazer um preparo periférico com ângulo supragengival interno arredondado. Alguns autores sugerem que a cerclagem proporcionada por esse tipo de preparo teria interesse na resistência à fratura do dente restaurado.

Pode ser indicada no caso de imperativos estéticos, como discromia visível.

Será então necessário garantir que os limites periféricos estão entre 0,8 mm e 1,2 mm e que as paredes residuais têm pelo menos 1 mm de altura e pelo menos 1,5 mm de espessura (D.Incau e al., 2011).

Um estudo *in vitro* realizado por Taha D e al, foi feito para avaliar o efeito da variação dos desenhos das margens na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente restaurados com restaurações endocrowns feitas com cerâmica infiltrada com polímero. Os resultados mostraram que as endocrowns com redução axial e um preparo periférico apresentaram valores médios de resistência à fratura mais elevados do que as endocrowns com design de butt margin.

Também foi demonstrado que o design de butt margin fornece uma superfície estável que resiste às tensões de compressão, pois é preparada paralelamente ao plano oclusal (Taha D e al., 2018).

Um estudo clínico realizado por Elalem e al publicado em 2018 se concentra na adaptação interna e integridade marginal das restaurações endocrowns com 2 tipos de design de preparação.

Foi concluído não haver diferença significativa na adaptação interna entre os dois tipos do preparo. Restaurações com diferentes tipos de preparação mostraram um intervalo clinicamente aceitável em termos de adaptação marginal e interna (Elalem e al., 2019).

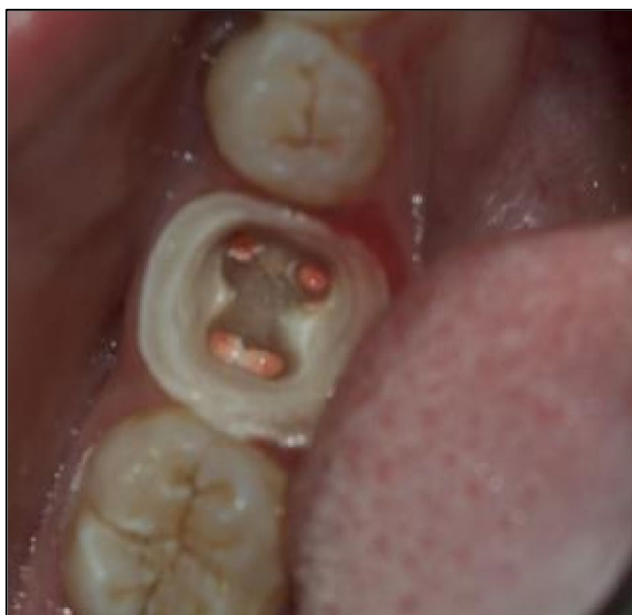
#### **4.3.2. Preparação da câmara pulpar**

A câmara pulpar fornece retenção e estabilidade. Não há necessidade de preparo adicional na câmara pulpar, sua anatomia aliada ao protocolo de colagem torna desnecessário o preparo do canal radicular. A sua forma trapezoidal para molares inferiores e triangular para molares superiores melhora a estabilidade da restauração.

A forma de sela do fundo da câmara pulpar aumenta a estabilidade. Esta etapa requer a remoção do excesso de guta nos canais até uma profundidade máxima de 2mm (Figura 8).

A endocrown, como qualquer reconstituição por material cerâmico, deve atender aos requisitos de preparação devido ao material (eliminação de ângulos muito agudos, espessura do preparo).

É possível adicionar uma camada de compósito fluido no fundo da cavidade para preencher os recortes e obter uma superfície regular que permitirá uma melhor adaptação da parte protética.



*Figura 8: Remoção do excesso de guta até uma profundidade de 2 mm (Dogui e al., 2018)*

Para a preparação axial, uma broca cilíndrica-cônica com anel verde orientada a 7 ° é utilizada para eliminar as descontinuidades das paredes internas da câmara pulpar. A broca deve permanecer orientada ao longo do eixo principal do dente, sem aplicar pressão excessiva. A remoção excessiva do tecido cameral reduziria a espessura de suas paredes e o colar oclusal. A cavidade deve ter pelo menos 3 mm de profundidade (Fages e al., 2013).

Para melhorar a adesão na dentina, é recomendado usar o procedimento “Immediate Dentin Sealing: IDS” que vai permitir selar a dentina (Magne P e al., 1999).

O selamento da dentina permite:

- Melhorar a adaptação marginal da interface dente / endocrown,
- Evitar a infiltração de fluidos salivares e a colonização bacteriana nos canais entre as sessões de impressão e a colocação da restauração,
- Evitar a desidratação da dentina,
- Melhorar a qualidade de adesão do sistema adesivo dentinário, evitando que a rede de colágeno entre em colapso sob a pressão de inserção de endocrown.

Por isso é necessário utilizar um adesivo com alguma carga inorgânica para proteger a camada híbrida, imediatamente após o preparo e antes da impressão. Se o adesivo não tem carga inorgânica, será necessário colocar acima resina flowable (Magne P., 2005).

Em 2018, Dartora e al, avaliaram o comportamento biomecânico de dentes tratados endodonticamente restaurados com diferentes extensões de endocrowns na câmara pulpar, concluíram que a maior extensão de endocrowns proporcionou melhor desempenho mecânico. Uma extensão de 5 mm apresentou menor intensidade e melhor padrão de distribuição de tensões do que uma extensão de 1 mm que apresentava baixa resistência à fratura e alta possibilidade de rotação da peça quando em função (Dartora e al., 2018).

### **4.3.3. Impressão**

Pode ser realizado no dia da preparação, mas também pode ser adiado por uma semana ou mais, dependendo se uma técnica cirúrgica de acesso ao limite foi realizada.

### **- Impressões Convencionais:**

Os elastómeros (silicone de adição e poliéter) representam uma alternativa mais comum e adequada devido a uma excelente habilidade para a reprodução de detalhes, uma boa elasticidade e uma resistência de rasgamento.

O silicone de adição é dimensionalmente estável, apresenta o melhor recuperação elástica e é considerado o melhor material para prótese fixa.

A impressão dupla mistura é a técnica indicada para registro de preparações cavitárias com silicones. É realizado em um passo com dois materiais de viscosidades diferentes (Hamalian e al., 2011).

O médico pode usar uma técnica de deflexão de tecido para melhorar o registro do perfil de emergência, mas isso não é necessário devido à distância entre o limite protético e o contorno gengival.

Da mesma forma, um registro interarcade também pode ser realizado a seguir a oclusão do paciente para transmitir as informações ao protesista.

### **- Impressões Digitais:**

Hoje em dia, a utilização dos scanners intraorais permite a simplificação do processo de digitalização. Isso vai permitir ao médico dentista a aquisição de imagens de forma direta que substitui impressões convencionais e o vazamento a gesso.

A impressão óptica intraoral é baseada em três impressões distinto:

-A arcada em questão.

-A arcada oposta.

-Um registro vestibular na posição de máxima intercuspidação.

As duas arcadas dentárias são adquiridas, graças a uma câmera intraoral. A imagem vista pela sonda é exibida em tempo real no computador e o modelo é construído automaticamente.

As vantagens da impressão óptica são baseadas na precisão, caráter ergonômico e inalterável, economizando tempo e reduzindo os potenciais de erros de expansão, contração, distorção dos materiais de impressão e/ou do modelo de gesso.

Bem como a possibilidade de detetar uma imprecisão na preparação e poder corrigi-la imediatamente.



A principal desvantagem deste método é o custo: o investimento do material continua substancial para o médico dentista (Patzelt e al., 2013).

#### 4.3.4. Temporização

A temporização deve ser o mais curto possível para evitar qualquer inconveniente para o paciente, e permitir que o protesista realize a endocrown (geralmente uma semana).

O objetivo da restauração provisória é garantir a estanqueidade, função e estética, respeitando o periodonto enquanto se aguarda a colocação da peça protética final.

A temporização pode ser realizada usando uma isomoldagem com uma resina bisacrílica ou usando resina monometacrilato.

Após a verificação da adaptação marginal, contatos oclusais, pontos de contato e polimento do provisório, este último pode ser selado com cimento provisório sem eugenol de modo a não afetar a qualidade da colagem (Raux e al., 2011).

Antes de colocar a restauração provisória é preciso vaselinar a zona do IDS (Figura 9).



*Figura 9: Aspecto de uma restauração provisória (Dogui e al., 2018)*

#### 4.3.5. Concepção

As impressões podem ser enviadas ao laboratório de prótese para ser usado pelo protesista ou ser usado diretamente na prática se o médico dentista possui o equipamento para a técnica CAD / CAM (Figura 10).

A CAD (Computer-Aided Design) significa «desenho assistido por computador» e A CAM (Computer-Aided Manufacturing) se refere a técnica de fabrico das próteses, assistido por uma máquina.

Após aquisição digital de modelos, a técnica CAD / CAM permite a criação de um modelo virtual onde são desenhadas as restaurações e preenchidos os espaços em falta.

Em seguida, a unidade de usinagem vai permitir a transformação da imagem virtual produzida pelo software CAD num material tangível, através de cortes automáticos e de alta precisão e realizados na matéria-prima escolhida (HAS., 2009).

A endocrown em compósito pode ser realizada utilizando a técnica de estratificação, adicionando diferentes massas de compostas, que será colocada num forno de pós-polimerização para sofrer tratamento térmico.

O objetivo é aumentar a taxa de conversão do composto e melhorar as suas propriedades mecânicas, bem como a sua estabilidade dimensional.

Também é possível usar CAD / CAM para a produção de endocrown em compósito usinado. Neste caso, as resinas compostas nanocerâmicas lançadas recentemente (como Lava Ultimate® da 3M) são recomendadas, porque eles parecem ter qualidades interessantes (Le Fil Dentaire., 2014).

A endocrown em cerâmica pode ser usinada (pelo método CAD / CAM) ou prensada (pelo método convencional de “cera perdida”).

Cada método tem as suas vantagens e desvantagens. Na verdade, cerâmica usinada parece obter valores de resistência mecânica e precisão ligeiramente superior à técnica prensada.

Por outro lado, a cerâmica prensada tem qualidades estéticas superiores.

Assim, Couvrechel considera que uma coroa de cerâmica usinada e secundariamente pintada superficialmente (maquiado) oferece um ótimo resultado estético e mecânico (Couvrechel., 2014).



*Figura 10: Aspecto da endocrown em Dissilicato de lítio IPS e max (Dogui e al., 2018)*

### **4.3.6. Cimentação**

#### **4.3.6.1. Escolha do sistema de cimentação**

A endocrown está unida aos tecidos dentais por colagem, ao contrário de próteses seladas, com base no princípio de retenção. O cimento é inserido entre o substrato dentário e a parte inferior da peça protética; após a polimerização, endurece e liga as duas superfícies. Um cimento resinoso pode ser fotopolimerizável, autopolimerizável (quimopolimerizável) ou dual (foto e quimopolimerizável).

O uso de cimento dual é preferível no caso de colocação de endocrown porque a espessura do material pode ser um travão na polimerização homogênea dos monómeros de resina em profundidade. Isso pode levar a problemas de resistência reduzida e envelhecimento prematuro (Peumans e al., 2000).

Existem duas famílias principais de cimentos resinosos de acordo com as suas composições químicas.

- **Os cimentos resinosos convencionais:**

São cimentos que não têm poder adesivo. É por esta razão que as superfícies da preparação e das próteses são preparadas e tratadas inicialmente com a criação de uma camada híbrida. Eles requerem o uso de um sistema adesivo. Esses cimentos são

complexos de implementar, mas, no entanto eficiente (Cheron e al., 2006). Pode-se citar, por exemplo, Variolink® ou Multilink® de Vivadent e ParaCem® da Coltène.

Os cimentos resinosos convencionais pode ser usados em combinação com um sistema adesivo do tipo autocondicionante.

Estes apresentam uma matriz resinosa com grupos químicos específicos capazes de aderir ao dente e à prótese (Marniquet e al., 2014). Por exemplo, o grupo MDP (Metacriloiloxidecil di-hidrogênio fosfato ) para o cimento Panavia F2® da Kuraray ou do 4-META (4- metacriloxiethyl trimelitano anidro) para o cimento Superbond® de Sun Medical (Cheron e al., 2006).

Apesar de seu potencial de adesão intrínseco, eles ainda exigem mesmos tratamentos das superfícies anteriores.

De acordo com Mazioli e al, a utilização dos cimentos resinosos convencionais requer várias etapas operatórias e parece uma técnica muito sensível, pois a ocorrência de falhas , em qualquer uma das etapas, podem comprometer a qualidade da cimentação (Mazioli e al., 2017).

- **Os cimentos resinosos auto-adesivos:**

São novos adesivos recentemente comercializados e minimizando o tempo de trabalho, que apresentam grupos reativos baseados em fosfatos. Eles não requerem nenhum tratamento antes, nem nos tecidos dentais nem na prótese (Marniquet e al., 2014). A adesão pode ser melhorada com um condicionamento ácido seletivo prévio (apenas esmalte). Por outro lado, um condicionamento total pode reduzir muito a capacidade de adesão (Cheron e al., 2006).

A matriz orgânica destes cimentos resinosos é composta por ácido fosfórico/metacrilato. O grupo de moléculas do ácido fosfórico condiciona a superfície e participa para a adesão (Souto maior e al., 2010).

O mecanismo de adesão desses materiais decorre de uma interação mecânica e química entre o cimento e o dente, isso é devido aos monômeros ácidos que desmineralizam e infiltram a estrutura dental, permitindo uma retenção micromecânica. Também, os monômeros funcionais fosfatados se ligam quimicamente à hidroxiapatita do substrato dental, promovendo o mecanismo de retenção (Corrêa netto e al., 2014).

De acordo com Klein e al, os cimentos resinosos autoadesivos apresentam menos infiltração e coloração marginal, uma menor sensibilidade pós-operatória, e forte união entre a restauração e o dente. Também, facilitam a técnica de cimentação sem necessidade de tratamento prévio do substrato dentário (Klein e al.,2018).

No entanto, de acordo com Yang e al, a resistência de ligação é menor em comparação com outros cimentos convencionais, que requerem uma aplicação de sistemas adesivos. A penetração adequada do cimento na dentina pode ser prejudicada, devido a uma baixa adesão, causada por uma limitação do potencial de ataque dos sistemas auto-condicionantes (Yang e al., 2006). Exemplo, Rely X Unicem® da 3M ESPE ou Maxcem® da Kerr.

#### **4.3.6.2.Prova da peça protética**

É preciso verificar em primeiro lugar a endocrown no modelo para validar a adaptação marginal e pontos de contato proximais.

O médico precisa remover todo o excesso de cimento e o material de preenchimento temporário que pode impedir a inserção adequada da endocrown.

Isso é então experimentada no dente e deve ser inserida passivamente. Qualquer inserção forçada cria um risco de fratura da endocrown.

Se a inserção não for completa, primeiro os pontos de contato são verificados novamente com fio dentário. Se essas áreas forem consideradas muito fortes, o retoque pode ser realizado com uma broca diamantada com anel vermelho.

Quando a endocrown está inserida, os limites cervicais são testados com uma sonda e visualmente. A cor também é verificada.

A oclusão será testada após a cimentação com risco de quebra ou enfraquecer nesta fase. A parte protética é então desinfetada e descontaminada em álcool 90° ou em hipoclorito de sódio 2,5% de modo a eliminar proteínas salivares e outros adsorbatos que iriam interferir com a ligação (Dahan e al., 2012).

#### **4.3.6.3.Preparação da peça protética**

O objetivo é criar uma superfície com microporosidades retentivas que são mais tarde preenchidas pelo agente de cimentação.

Para criar essa rugosidade, dois tratamentos são possíveis:

-Jateamento com partículas de alumina de 50 µm.

-Condicionamento com ácido fluorídrico 9,5%.

A preparação da superfície interna de endocrown depende do material usado.

**- Para endocrowns em resina composta de laboratório:**

Após o jato de areia por projeção de partículas de alumina, a parte protética é lavada e depois secada para obter um aspecto mate. Esta etapa geralmente é realizada no laboratório por conveniência.

Marniquet e al recomendam a aplicação de um silano para aumentar a eficiência da colagem (Marniquet e al., 2014).

**- Para endocrowns em cerâmica:**

O condicionamento com ácido fluorídrico 5-10% é realizado conforme recomendações do fabricante: ou seja, 60 segundos para aqueles reforçados com cristais de leucita (IPS Empress) e 20 segundos para aqueles reforçados com cristais dissilicato de lítio (IPS eMax).

Este ataque de ácido na cerâmica causa fendas por dissolução da matriz de vidro. Isso é propício para penetração do componente resinoso do cimento.

É importante lavar o ácido por um longo tempo usando um spray de ar + água (em menos 1 minuto), de modo a remover não só o gel ácido, mas também sais criados por ataque de ácido.

Como os cimentos são hidrofóbicos, deve-se tomar cuidado para remover a água das fendas, por isso é necessária uma boa secagem.

O sinal duma boa secagem é a obtenção de um aspecto branco da cerâmica.

Além disso, procuramos criar ligações químicas entre a cerâmica e o cimento resinoso. O agente de acoplamento usado é o silano.

A silanização é uma etapa essencial na ligação à cerâmica:

A endocrown é revestida com silano por pelo menos 60 segundos e depois secada (Dahan e al., 2012).

#### **4.3.6.4.Preparação da superfície dentária**

Após validar a peça protética, um isolamento absoluto deverá ser colocado de modo a facilitar todo o processo adesivo.

A preparação consiste em primeiro lugar na limpeza das preparações, a fim de remover a placa bacteriana e obturações temporárias.

O jateamento consiste na projeção de um pó de alumina (27 a 50 microns) na superfície dentária. É um tratamento abrasivo que remove a placa bacteriana e manchas, mas também cria rugosidade.

Segundo estudos, o jateamento permite a limpeza e um tratamento de superfície compatível com uma ligação eficaz e confiável à dentina (Chaiyabutr e al., 2008).

Em seguida, o condicionamento ácido é realizado e o sistema adesivo é aplicado de acordo com recomendações do fabricante sem fotopolimerizar. Se um selamento da dentina foi feito, um condicionamento do esmalte por 30 segundos é suficiente antes da aplicação do sistema adesivo (Marniquet e al., 2014).

Depois aplicação do cimento resinoso na parte inferior da peça e no dente, a endocrown será inserida no seu local que deve então ser mantida sob pressão digital.

Breve polimerização para remover facilmente o excesso sem liberar a pressão digital, seguido por uma fotopolimerização de cada lado por 60 segundos.

Ao final o acabamento deve ser feito para remover excesso, polimento com brocas com anel vermelho ou amarelo e discos de polimento. Eliminação do excesso proximal com fio dentário.

Nesta fase a oclusão pode ser verificada com papel de oclusão.

#### **4.4.Reintervenção em caso de falha do tratamento**

Antes do tratamento da reintervenção, lembre-se de que as principais fontes de falha relacionadas à endocrown e mais geralmente ao dente endodonçado são:

- Fratura do dente.
- Destacamento da endocrown.
- A ocorrência de cáries secundárias ou patologias apicais.
- A degradação do estado superficial da peça protética (colorações, envelhecimento, fratura).

As propriedades conhecidas deste tipo de restauração permitem deduzir algumas particularidades em caso de necessidade de reintervenção:

- Em caso de fratura da parte protética, fratura reparável do tecido dentário ou cárie secundária, se não for possível realizar o reparo direto, a parte protética cimentada deve ser totalmente fresada.
- É difícil remover uma restauração adesiva, já que toda a parte protética deve ser removida com uma broca, tomando cuidado para não deteriorar desnecessariamente o tecido dentário subjacente.
- Em caso de patologia periapical, caso seja indicado retratamento endodôntico, a cavidade de acesso deve ser feita através da endocrown e obedecendo à mesma geometria de um tratamento inicial. O médico deve permanecer vigilante porque na ausência de uma "sensação de queda" é difícil perceber que o assoalho pulpar foi atingido.
- No caso de retratamento endodôntico, uma vez feita a cavidade de acesso, endocrown tem a vantagem de permitir a obtenção de uma cavidade com 4 paredes constituindo um reservatório vedado para a solução de irrigação (sem etapa de reconstituição pré-endodôntica adicional).



### III. Conclusão

O princípio da odontologia mínima associada ao desenvolvimento de técnicas adesivas oferece agora novas soluções para restaurar de forma confiável o dente endodunciado.

Coroas inteiras e periféricas continuam a encontrar as suas indicações clínicas, permitindo ao médico escolher entre essas diferentes opções de tratamento conforme a situação clínica.

Sempre que o contexto clínico permita a colocação de endocrown, esta opção deve ser prioridade, tendemos a favorecer nos setores posteriores a reconstruções sem ancoragem de raiz sempre que possível.

Nesse sentido, os dentes que não apresentando tecido dentário suficiente e mecanicamente confiável para uma cimentação de qualidade, deve permanecer apenas indicações da coroa periférica única.

Endocrown representa uma alternativa de tratamento muito promissora para dentes tratados endodonticamente, pois permite a preservação da estrutura dentária, é compatível com o objetivo da odontologia minimamente invasiva e é adequada ao conceito de biointegração. É uma abordagem conservadora para a restauração mecânica e estética de dentes com extensa destruição coronal.

A preparação para endocrown é simples e pode ser realizada rapidamente. Os canais radiculares não estão envolvidos no processo, e o procedimento é menos traumático do que outros. A posição supragengival da margem cervical protege o periodonto, facilita a moldagem e preserva o tecido dentário remanescente. As forças são dispersas sobre o colar cervical (compressão) e paredes axiais (força de cisalhamento), moderando assim a carga no fundo da câmara pulpar.

No entanto, é imprescindível enfatizar que mesmo que o número de estudos sobre endocrown e a sua qualidade continua a aumentar, eles ainda são em número limitado, especialmente sobre a sua indicação para pré-molares e incisivos.



#### IV. Referências bibliográficas

- Académie nationale de chirurgie dentaire. (2003). Rapport sur l'utilisation des reconstitutions coronaires préprothétiques à ancrage radulaire.
- Adorno, C.G., Yoshioka, T., & Suda, H. (2010). The effect of working length and root canal preparation technique on crack development in the apical root canal wall. *Int Endod J*, 43(4), 321-7.
- Akkayan, B. (2004). An in vitro study evaluating the effect of ferrule length on fracture resistance of endodontically treated teeth restored with fiber-reinforced and zirconia dowel systems. *J Prosthet Dent*, 92(2), 155-62.
- Al-Dabbagh, R.A. (2021). Survival and success of endocrowns: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent*, 125(3), 415-415. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.01.011>.
- Alqurashi, H., Khurshid, Z., Yaqin, Syed.AUI., Habib, S.R., Rokaya, D., & Zafar, M.S. (2021). Polyetherketoneketone (PEKK): An emerging biomaterial for oral implants and dental prostheses. *Journal of Advanced Research*, 28, 87-95.
- Andreasen, J.O., Farik, B., & Munksgaard, E.C. (2002, juin). Long-term calcium hydroxide as a root canal dressing may increase risk of root fracture. *Dent Traumatol*, 18(3), 134-7.
- Aquilino, S. A., & Caplan, D.J. (2002). Relationship between crown placement and the survival of endodontically treated teeth. *The journal of prosthetic dentistry*, 87(3), 256-63.
- Asmussen, E., Peutzfeldt, A., & Sahafi, A. (2005). Finite element analysis of stresses in endodontically treated, dowel-restored teeth. *J Prosthet Dent*, 94(4), 321-9.

- Assila, L., El Figuigui, L., Soualhi, H., & El Yamani, A. (2014). Quand l'indication des inlay-cores métalliques devient incontournable. *Spécial Prothèse Fixée*, 269, 16-21.
- Atash, R., Arab, M., Duterme, H., & Cetik, S. (2017). Comparison of resistance to fracture between three types of permanent restorations subjected to shear force : an in vitro study. *Journal of indian prosthodontic society*, 17(3), 239-49.  
[https://doi.org/10.4103/jips.jips\\_24\\_17](https://doi.org/10.4103/jips.jips_24_17).
- Ausiello, P., Davidson, C.L., Cascone, P., Degee, A.J., & Rengo, S. (1999). Debonding of adhesively restored deep Class II MOD restorations after functional loading. *Am J Dent*, 12(2), 84-8.
- Baraban, D.J. (1967). The restoration of pulpless teeth. *Dent Clin North Am*, 633-53.
- Beji Vijayakumar, J., Varadan, P., Balaji, L., Rajan, M., Kalaiselvam, R., Saeralathan, S., & Ganesh, A. (2021). Fracture resistance of resin based and lithium disilicate endocrowns. Which is better? - A systematic review of in-vitro studies. *Biomaterial investigations in dentistry*, 8(1), 104–111.  
<https://doi.org/10.1080/26415275.2021.1932510>.
- Belladonna, F.G., Rodrigues, L.L., Leal, A.S., & al. (2021). Is canal overinstrumentation able to produce apical root dentinal microcracks in extracted teeth?. *Int Endod J*, 54, 1647–1652. <https://doi.org/10.1111/iej.13540>
- Belleflamme, M. M., Louwette, M. M., Vanheusden, A. J., Geerts, S. O., Grenade, C., & Mainjot, A. (2017). No post-no core approach to restore severely damaged posterior teeth : an up to 10-year retrospective study of documented endocrown cases. *British dental journal*, 223(6), 427.  
<https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2017.808>.

- Belser, U. (2012). Changement de paradigmes en prothèse conjointe. *Réalités Cliniques* 2010, 21(2), 79-85.
- Biacchi, G., & Basting, R. (2012). Comparison of fracture strength of endocrowns and glassfiber post-retained conventional crowns. *Oper Dent*, 37(2), 130-6.
- Bindl, A., & Mormann, W.H. (1999). Clinical evaluation of adhesively placed cerec endo-crowns after 2 years: preliminary results. *J Adhes Dent*, 1(3), 255-65.
- Bindl, A., Richter, B., & Mörmann, W.H. (2005). Survival of Ceramic Computer-aided Design/Manufacturing Crowns Bonded to Preparations with Reduced Macroretention Geometry. *Int J Prosthodont*, 18(3), 219-24.
- Bolla, M. (2014). Restaurer la dent dépulpée. Espace id.
- Brännström, M. (1962). The elicitation of pain in human dentine and pulp by chemical stimuli. *Arch Oral Biol*, 7(1), 59-62.
- Caplan, D.J., Kolker, J., Rivera, E.M., & Walton, R.E. (2002). Relationship between number of proximal contacts and survival of root canal treated teeth. *Int Endod J*, 35(2), 193-9.
- Caplan, D.J., Cai, J., Yin, G., & White, B.A. (2005). Root canal filled versus non-root canal filled teeth : a retrospective comparison of survival times. *Journal of public health dentistry*, 65(2), 90-96.
- Carlos, R.B., Nainan, M.T., Pradhan, S., Sharma, R., Benjamin, S., & Rose, R. (2013). Restoration of Endodontically Treated Molars Using All Ceramic Endocrowns. *Case Rep Dent*, 1-5.
- Carvalho, A. O., Bruzi, G., Anderson, R.E., Maia, H.P., Giannini, M., Magne, P. (2016). Influence of adhesive core buildup designs on the resistance of endodontically treated molars restored with lithium disilicate CAD/CAM crowns. *Operative dentistry*, 41(1), 76-82. <https://doi.org/10.2341/14-277-L>.

- Chaiyabutr, Y., & Kois, J.C. (2008). The effects of tooth preparation cleansing protocols on the bond strength of self-adhesive resin luting cement to contaminated dentin. *Oper Dent*, 33(5), 556-563.
- Cheron, R., & Degrange, M. (2007). Colles et ciments: s'y retrouver et choisir. *Inf Dent*, 89(4), 127-36.
- Cohen, S., Glassman, G., & Mounce, R. (2006). Rips, Strips and Broken Tips: Handling the Endodontic Mishap. *Oral Health*.
- CORRÊA NETO, L. R & al. (2014). Cimentos autoadesivos: uma nova possibilidade para a cimentação de restaurações indiretas. *Revista Saúde*, 8(3-4), 55-62.
- Corsentino, G., Pedullà, E., Castelli, L., Liguori, M., Spicciarelli, V., Martignoni, M., Ferrari, M., & Grandini, S. (2018). Influence of Access Cavity Preparation and Remaining Tooth Substance on Fracture Strength of Endodontically Treated Teeth. *Journal of Endodontics*, 44(9), 1416–1421.  
<https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.05.012>.
- Couvrechel, C. (2014). Restauration d'une dent dépulpée dans le secteur postérieur. *Inf Dent*, (9), 12-9.
- D.Incau, E., Bartala, M., & Dos-Santos, A. (2011). Traitement la dent dépulpée postérieure: La stratégie de la preservation. *Real Clin*, 22(1), 43-56.
- Dahan, L., & Raux, F. (2012). Les inlays-Onlays esthétiques- Procédures d'assemblage. *L'information dentaire*, 1, 14-23.
- Dartora, G., Rocha Pereira, G.K., Varella de Carvalho, R & al. (2019). Comparison of endocrowns made of lithium disilicate glass-ceramic or polymer-infiltrated ceramic networks and direct composite resin restorations: fatigue performance and stress distribution. *J Mech Behav Biomed Mater*, 100, 103-401.

- Dartora, N.R., de Conto Ferreira, M.B., Moris, I.C.M., Brazão, E.H., Spazin, A.O., Sousa-Neto, M.D., SilvaSousa, Y.T., Gomes, E.A. (2018). Effect of Intracoronar Depth of Teeth Restored with Endocrowns on Fracture Resistance: In Vitro and 3-dimensional Finite Element Analysis. *J Endod*, 44(7), 1179-1185.
- Decup, F., Marczak, E., Soenen, A., & Guerrieri, A. (2011). L'état « dent déulpée » Données essentielles. *Réal Clin*, 22(1), 5-13.
- Dejak, B., & Młotkowski, A. (2013). 3D-Finite element analysis of molars restored with endocrowns and posts during masticatory simulation. *Dent Mater*, 29(12), 309-17.
- Dejak, B., & Młotkowski, A. (2018). Strength comparison of anterior teeth restored with ceramic endocrowns vs custom-made post and cores. *Journal of prosthodontic research*, 62(2), 171-76. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2017.08.005>.
- Dietschi, D., Duc, O., Krejci, I., & Sadan, A. (2007). Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth : a systematic review of the literature. Part 1, Composition and micro- and macrostructure alterations. *Quintessence international*, 38(9), 733-43.
- Dogui, H., Abdelmalek, F., Amor, A., & Douki, N. (2018). Endocrown: An Alternative Approach for Restoring Endodontically Treated Molars with Large Coronal Destruction. *Case Rep Dent*, 30, 1581952. <https://doi.org/10.1155/2018/1581952>. PMID: 30228915; PMCID: PMC6136487.
- Edelhoff, D., & Sorensen, J.A. (2002). Tooth structure removal associated with various preparation designs for posterior teeth. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 22(3), 241-9.

- El Ghoul, W., Özcan, M., Silwadi, M., & Salameh, Z. (2019). Fracture resistance and failure modes of endocrowns manufactured with different CAD/CAM materials under axial and lateral loading. *J Esthet Restor Dent*, 31(4), 378-87.
- El Ghoul, W.A., Özcan, M., Ounsi, H., Tohme, H., & Salameh, Z. (2020). Effect of different CAD-CAM materials on the marginal and internal adaptation of endocrown restorations: An in vitro study. *J Prosthet Dent*, 123(1), 128-34.
- Elalem, I.A., Ibraheem, R.M., & Hamdy, A.M. (2019). Clinical evaluation of the marginal integrity, and internal fit of e-max endocrown restorations with different marginal preparation designs. ex-vivo study. *J Dent Oral Health*, 5(1), 128-34.
- Fages, M., & Bennasar, B. (2013). The Endocrown: A Different Type of All-Ceramic Reconstruction for Molars. *J Can Dent Assoc*, 79, 140.
- Fages, M., Raynal, J., Tramini, P., Cuisinier, F.J, & Durand, J.C. (2017). Chairside computer-aided design/computer-aided manufacture all-ceramic crown and endocrown restorations: a 7-year survival rate study. *Int J Prosthodont*, 30(6), 556-60.
- Fuss, Z., Lustig, J., Katz, A., & Tamse, A. (2001). An evaluation of endodontically treated vertical root fractured teeth: impact of operative procedures. *J Endod*, 27(1), 46-8.
- Ghajghouj, O., & Tasar-Faruk, S. (2019). Evaluation of fracture resistance and microleakage of endocrowns with different intracoronal depths and restorative materials luted with various resin cements. *Materials*, 12(16), 1-11.
- Göhring, T.N., & Peters, O.A. (2003). Restoration of endodontically treated teeth without posts. *Am J Dent*, 16(5), 313-7.
- Govare, N., & Contrepolis, M. (2019). Endocrowns: A systematic review. *J Prosthet Dent*, pii: S0022-3913(19), 30290-2.



- Gresnigt, M.M., Ozcan, M., Van den Houten, M.L., & al. (2016). Fracture strength, failure type and Weibull characteristics of lithium disilicate and multiphase resin composite endocrowns under axial and lateral forces. *Dent Mater*, 32, 607–14.
- Grigoratos, D., Knowles, J., Ng, Y.L., & Gulabivala, K. (2001). Effect of exposing dentine to sodium hypochlorite and calcium hydroxide on its flexural strength and elastic modulus. *Int Endod J*, 34(2), 113-9.
- Guzy, G.E., & Nicholls, J.I. (1979). In vitro comparison of intact endodontically treated teeth with and without endo-post reinforcement. *J Prosthet Dent*, 42(1), 39-44.
- Hamalian, T. A., Nasr, E., & Chidiac, J.J. (2011). Impression materials in fixed prosthodontics: Influence of choice on clinical procedure. *Journal of Prosthodontics*, 20(2), 153–160.
- Hannam, A.G., & Matthews, B. (1968). Reflex jaw opening as a result of mechanical stimulation of the teeth. *J Physiol*, 198(2), 116-7.
- HAS. (2009). Reconstitution d'une dent par materiau incrusté (inlay-onlay) rapport d'évaluation technologique.
- Helfer, A.R., Melnick, S., & Schilder, H. (1972). Determination of the moisture content of vital and pulpless teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 34(4), 661-70.
- Heydecke, G., Butz, F., & Strub, J.R. (2001). Fracture strength and survival rate of endodontically treated maxillary incisors with approximal cavities after restoration with different post and core systems: an in-vitro study. *J Dent*, 29(6), 427-33.
- Huang, T-JG., Schilder, H., & Nathanson, D. (1992). Effects of moisture content and endodontic treatment on some mechanical properties of human dentin. *J Endod*, 18(5), 209-15.

- Kılıç, Y., Karataşlıoğlu, E., & Kaval, M.E. (2021). The Effect of Root Canal Preparation Size and Taper of Middle Mesial Canals on Fracture Resistance of the Mandibular Molar Teeth: An In Vitro Study. *J Endod*, 47(9), 1467-1471. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2021.06.002>.
- KLEIN JÚNIOR, C. A ., & al. (2018). Effect of heat treatment on cytotoxicity of self-adhesive resin cements: cell viability analysis. *European Journal of Dentistry*, 12(2), 281-286.
- Koubi, S.A., Brouillet, J.L., Koubi, G., & Tassery, H. (2008). Nouveaux concepts en dentisterie esthétique. *Médecine buccale*, 28-745-10.
- Krapež, J., & Fidler, A. (2013). Location and dimensions of access cavity in permanent incisors, canines, and premolars. *Journal of Conservative Dentistry: JCD*, 16(5), 404–407. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.117491>
- Lam, P.P.S., Palamara, J.E.A., & Messer, H.H. (2005). Fracture strength of tooth roots following canal preparation by hand and rotary instrumentation. *J Endod*, 31(7), 529-32.
- Lander, E., & Dietschi, D. (2008). Endocrowns: a clinical report. *Quintessence International*, 39(2), 99-106.
- Le Fil Dentaire. (2014). Artigos : Clinique : Esthétique : Restaurer sans tenon et sans couronne les dents postérieures?. [citado 17 nov 2015]. Disponível em: <http://www.lefildentaire.com/articles/clinique/esthetique/restaurer-sans-tenonet-sans-couronne-les-dents-posterieures/>
- Magne, P., & Belser, U.C. (2004). Novel porcelain laminate preparation approach driven by a diagnostic mock-up. *J Esthet Restor Dent*, 16, 7-18.
- Magne, P., & Belser, U. (2003). Restaurations adhésives en céramique sur dents antérieures: approche biomimétique. *Quintessence international*.

- Magne, P., & Douglas, W.H. (1999). Rationalization of esthetic restorative dentistry based on biomimetics. *J Esthet Dent*, 11, 5-15.
- Magne, P. (2005). Immediate Dentin Sealing: A Fundamental Procedure for Indirect Bonded Restorations, *J Esthet Dent*, 17, 144-154.
- Marending, M., & Zehnder, M. (2008). Influence of mechanical dentine properties on chemical root canal treatment. *Endod Pract Today*, 2(1), 21-32.
- Margossian, P., Laborde, G. (2007). Restaurations céramocéramiques. *EMC – Odontologie*, 1-9 [Article 23-272-C-15].
- Marniquet, S., & Fron Chabouis, H. (2014). Matériaux actuels pour les restaurations partielles. *Fil Dent*, (98), 28-34.
- MAZIOLI, C. G., & al. (2017). Resistência de união de diferentes cimentos resinosos a cerâmica à base de dissilicato de lítio. *Rev. Odontol. UNESP*, 46(3), 174-178.
- Moreno, J.O., Alves, F.R.F., Gonçalves, L.S., Martinez, A.M., Rôças, I.N., & Siqueira, J.F. (2013). Periradicular status and quality of root canal fillings and coronal restorations in an urban colombian population. *Journal of endodontics*, 39(5), 600-604. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2012.12.020>.
- Nagasiri, R., & Chitmongkolsuk, S. (2005). Long-term survival of endodontically treated molars without crown coverage: A retrospective cohort study. *Int J Prosthodont*, 18(6), 470-470.
- Nuamwisudhi, P., & Jearanaiphaisarn, T. (2021). Oral Functional Behaviors and Tooth Factors Associated with Cracked teeth in Asymptomatic Patients. *Journal of Endodontics*, 47, 1383–1390 <https://doi.org/10.1016/j.joen.2021.05.012>.

- Otto, T., & Mörmann, W.H. (2015). Clinical performance of chairside CAD/CAM feldspathic ceramic posterior shoulder crowns and endocrowns up to 12 years. *Int J Comput Dent*, 18, 14761.
- Papa, J., Cain, C., & Messer, H.H. (1994). Moisture content of vital vs endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol*, 10(2), 91.
- Paphangkorakit, J., & Osborn, J.W. (2000). The effect of normal occlusal forces on fluid movement through human dentine in vitro. *Arch Oral Biol*, 45(12), 1033-41.
- Papia, E., Habib, W., & Larsson, C. (2020). The Influence of Different Designs, Materials and Cements on the Success and Survival Rate of Endocrowns. A Systematic Review. *Eur J Prosthodont Restor Dent*, 28(3), 100-111. [https://doi.org/10.1922/EJPRD\\_1992Papia12](https://doi.org/10.1922/EJPRD_1992Papia12).
- Patzelt, S. B., Emmanouilidi, A., Stampf, S., Strub, J. R., & Att, W. (2013). Accuracy of full-arch scans using intraoral scanners. *Clinical oral investigations*, 1-8.
- Peumans, M., Van Meerbeek, B., Lambrechts, P., & Vanherle, G. (2000). Porcelain veneers: a review of the literature. *J Dent*, 28(3), 163-77.
- Pissis, P. (1995). Fabrication of a metal-free ceramic restoration utilizing the monobloc technique. *Practical periodontics and aesthetic dentistry*, 7(5), 83-94.
- Ploumaki, A., Bilkhair, A., Tuna, T., Stampf, A., & Strub, J.R. (2013). Success rates of prosthetic restorations on endodontically treated teeth; a systematic review after 6 years. *J Oral Rehabil*, 40, 618-30.
- Pontius, O., & H Utter, J.W. (2002). Survival rate and fracture strength of incisors restored with different post and core systems and endodontically treated incisors without coronoradicular reinforcement. *J Endod*, 28(10), 710-5.
- Randow, K., & Glantz, P.O. (1986). On cantilever loading of vital and non-vital teeth. An experimental clinical study. *Acta Odontol Scand*, 44(5), 271-7.

- Raux, F., & Dahan, L. (2011). Comment faire un inlay-onlay esthétique ? I. D. L'information dentaire, 93(7), 14-23.
- Reeh, E. S., Messer, H.H., & Douglas, W.H. (1989). Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. Journal of endodontics, 15(11), 512-16. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(89\)80191-8](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(89)80191-8).
- Rocca, G.T., & Krejci, I. (2013). Crown and post-free adhesive restorations for endodontically treated posterior teeth: from direct composite to endocrowns. Eur J Esthet Dent, 8(2), 156-79.
- Saint-Jean, S.J. (2014). Dental Glasses and Glass-ceramics. In: Shen JZ, Kosmac T, eds. Advanced ceramics for dentistry. Amsterdam : Elsevier, 255-77.
- Saleh, A.A., & Ettman, W.M. (1999). Effect of endodontic irrigation solutions on microhardness of root canal dentine. J Dent, 27(1), 43-6.
- Sathorn, C., Palamara, J.E.A., & Messer, H.H. (2005). A Comparison of the Effects of Two Canal Preparation Techniques on Root Fracture Susceptibility and Fracture Pattern. J Endod, 31(4), 283-7.
- Schwartz, R.S., & Robbins, J.W. (2004). Post Placement and Restoration of Endodontically Treated Teeth: A Literature Review. J Endod, 30(5), 289-301.
- Sedgley, C.M., & Messer, H.H. (1992). Are endodontically treated teeth more brittle? J Endod, 18(7), 332-5.
- Sedrez-Porto, J.A, Münchow, E.A., Valente, L.L., Cenci, M.S., & Pereira-Cenci, T. (2019). New material perspective for endocrown restorations: effects on mechanical performance and fracture behavior. Braz Oral Res, 33, e012.
- Sedrez-Porto, J.A., Münchow, E.A., Cenci, M.S., & Pereira-Cenci, T. (2020). Which materials would account for a better mechanical behavior for direct endocrown

- restorations? *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 103, 103592. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2019.103592>. PMID: 32090921.
- Shabbir, J., Zehra, T., Najmi, N., Hasan, A., Naz, M., Piasecki, L., & Azim, A.A. (2021). Access Cavity Preparations: Classification and Literature Review of Traditional and Minimally Invasive Endodontic Access Cavity Designs. *J Endod*, 47(8), 1229-1244. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2021.05.007>.
- Skalskyi, V., Makeev, V., Stankevych, O., & Pavlychko, R. (2018). Features of fracture of prosthetic tooth-endocrown constructions by means of acoustic emission analysis. *Dent Mater*, 34(3), 46-55.
- SOUTO MAIOR, J. R., & al. (2010). Self-etching resin cement application on inlay restoration. *Odontol. Clín. Cient., Recife*, 9(1), 77-81.
- Stern, N., & Hirschfeld, Z. (1973). Principles of preparing teeth with endodontic treatment for dowel and core restoration. *J Prosthet Dent*, 30(2), 162-5.
- Taha, D., Spintzyk, S., Sabet, A., Wahsh, M., & Salah, T. (2018). Assessment of marginal adaptation and fracture resistance of endocrown restorations utilizing different machinable blocks subjected to thermomechanical aging. *J Esthet Restor Dent*, 30(4), 319-28.
- Taha, D., & al. (2018). Fracture resistance and failure modes of polymer infiltrated ceramic endocrown restorations with variations in margin design and occlusal thickness. *J Prosthodont Res*, 62(3), 293-297.
- Tanrattana, J., Para, A., & Jordan, L. (2017). Restaurations coronoradiculaires des dents dépulpees par endocouronnes: Coronadicular restorations of teeth pulled by endocourons. *Actual Odontostomatol*, 283, 1-11.

- Thomas, R.M., Kelly, A., Tagiyeva, N., & Kanagasingham, S. (2020). Comparing endocrown restorations on permanent molars and premolars: a systematic review and meta-analysis. *Br Dent J*, <https://doi.org/10.1038/s41415-020-2279-y>.
- Trope, M., Maltz, D.O., & Tronstad, L. (1985). Resistance to fracture of restored endodontically treated teeth. *Dent Traumatol*, 1(3), 108.
- Trope, M., & Ray, H.L. (1992). Resistance to fracture of endodontically treated roots. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 73(1), 99-102.
- Yang, B., Ludwig, K., Adelung, R., & Kern, M. (2006). Micro-tensile bond strength of three luting resins to human regional dentin. *Dent Mater*, 22, 45-56.
- Zandbiglari, T., Davids, H., & Schäfer, E. (2006). Influence of instrument taper on the resistance to fracture of endodontically treated roots. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology*, 101(1), 126-31.
- Zarone, F., Sorrentino, R., Apicella, D., Valentino, B., Ferrari, M., Aversa, R., & Apicella, A. (2006). Evaluation of the biomechanical behavior of maxillary central incisors restored by means of endocrowns compared to a natural tooth : a 3D static linear finite elements analysis. *Dental materials*, 22(11). <https://doi.org/10.1016/j.dental.2005.11.034>.
- Zoidis, P., Bakiri, E., & Polyzois, G. (2017). Using modified polyetheretherketone (PEEK) as an alternative material for endocrownrestorations: A short-term clinical report. *J Prosthet Dent*, 117(3), 335-339.