

CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO
INSTITUTO BRASILEIRO DE GESTÃO E MARKETING
INSTITUTO BRASILEIRO DE SAÚDE
CURSO DE BACHARELADO EM ODONTOLOGIA

ALESSANDRA SILVA COUTINHO DE CASTRO
ANNA BEATRIZ ALBUQUERQUE BRUNO
MARIA HELENA TEIXEIRA DOS SANTOS

**RESTAURAÇÃO DE DENTES TRATADOS ENDODONTICAMENTE:
REVISÃO DE LITERATURA**

Recife
2023

ALESSANDRA SILVA COUTINHO DE CASTRO
ANNA BEATRIZ ALBUQUERQUE BRUNO
MARIA HELENA TEIXEIRA DOS SANTOS

**RESTAURAÇÃO DE DENTES TRATADOS ENDODONTICAMENTE:
REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Odontologia, do Centro Universitário Brasileiro (UNIBRA), como requisito parcial para obtenção do título de Cirurgião-Dentista.

Orientadora: Msc. Jéssica Meirinhos Miranda

Ficha catalográfica elaborada pela
bibliotecária: Dayane Apolinário, CRB4- 2338/ O.

C355r Castro, Alessandra Silva Coutinho de.
Restauração de dentes tratados endodonticamente:
revisão de literatura / Alessandra Silva Coutinho de Castro; Anna Beatriz
Albuquerque Bruno; Maria Helena Teixeira dos Santos. - Recife: O Autor,
2023.
41 p.
Orientador(a): MSc. Jéssica Meirinhos Miranda..
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário
Brasileiro – UNIBRA. Bacharelado em Odontologia, 2023.
Inclui Referências.
1. Odontologia. 2. Biomimética. 3. Tratamento do canal radicular. 4.
Restauração dentária permanente. 5. Dentística operatória. I. Bruno,
Anna Beatriz Albuquerque. II. Santos, Maria Helena Teixeira dos. III.
Centro Universitário Brasileiro. - UNIBRA. IV. Título.

CDU: 616.314

AGRADECIMENTOS

Agradecemos, primeiramente, a Deus por nossas vidas, por nos conceder talentos e a oportunidade de estudar, alcançando assim nossos objetivos profissionais. Agradecemos por nos conduzir, dar força e determinação para superarmos todas as adversidades e obstáculos.

Aos nossos amados pais e familiares, que sempre foram nosso alicerce e porto seguro, expressamos nossa gratidão. Agradecemos pelo amor incondicional dedicado a nós e por cultivarem valores que estruturaram nossas carreiras com dignidade. A vocês, todo nosso amor, admiração e gratidão.

Aos amigos, que estiveram sempre ao nosso lado, agradecemos pelo apoio demonstrado, pela parceria nos momentos de angústia compartilhados ao longo da graduação, assim como pelos momentos de felicidade e descontração ao longo desses anos.

Expressamos nosso agradecimento à nossa professora orientadora, Professora Msc. Jéssica Meirinhos Miranda, não apenas por sua orientação e inestimável dedicação a esta pesquisa, mas também pela leveza com que conduziu este trabalho e por todos os momentos em que nos incentivou e confiou em nossa capacidade.

Ao Centro Universitário Brasileiro, agradecemos por nos proporcionar um ensino de excelência com um corpo docente inigualável. Apesar das dificuldades encontradas ao longo desses cinco anos, a instituição despertou em nós a vontade de lutar pelos nossos objetivos profissionais. Jamais esqueceremos o quanto esta instituição contribuiu para o nosso crescimento.

Aos nossos pacientes, que foram essenciais para nosso aprendizado durante os anos de clínica, agradecemos por confiarem em nossa capacidade e acreditarem em nosso trabalho. Recordaremos com carinho cada palavra de apoio, cada voto de confiança e a alegria compartilhada ao término de cada tratamento.

*"Que os vossos esforços desafiem as
impossibilidades, lembrai-vos de que as
grandes coisas do homem foram
conquistadas do que parecia impossível."
(Charles Chaplin)*

RESTAURAÇÃO DE DENTES TRATADOS ENDODONTICAMENTE: REVISÃO DE LITERATURA

Alessandra Silva Coutinho de Castro

Anna Beatriz Albuquerque Bruno

Maria Helena Teixeira dos Santos

Professora orientadora Msc. Jéssica Meirinhos Miranda

Professora da UNIBRA. Msc. jessica.meirinhos@grupounibra.com

Resumo: O tratamento endodôntico pode ser considerado finalizado, apenas, quando a restauração definitiva da cavidade de acesso for realizada. A técnica restauradora a ser escolhida dependerá da qualidade e quantidade de tecido dentário remanescente. Diante disso, compreender as diferentes técnicas e considerações envolvidas na restauração desses dentes é essencial para garantir previsibilidade e sucesso ao tratamento. O objetivo desse trabalho foi realizar uma revisão de literatura sobre a importância de restaurar dentes tratados endodonticamente evidenciando as diferentes técnicas restauradoras disponíveis. A busca bibliográfica foi realizada nas bases de dados PubMed, Scielo, BVS e google acadêmico com as palavras-chaves: odontologia, biomimética, tratamento do canal radicular, restauração dentária permanente, dentística operatória, de 2014 a 2023, nos idiomas Português e Inglês. Diante disso, conclui-se que é essencial que o cirurgião dentista mantenha seus conhecimentos acerca do tema atualizados com o propósito de planejar e realizar o tratamento de forma adequada, a fim de oferecer durabilidade ao dente tratado.

Palavras-chave: Odontologia. Biomimética. Tratamento do canal radicular. Restauração dentária permanente. Dentística operatória.

REVISÃO DE LITERATURA

Alessandra Silva Coutinho de Castro

Anna Beatriz Albuquerque Bruno

Maria Helena Teixeira dos Santos

Professora orientadora: Msc. Jéssica Meirinhos Miranda

Professora da UNIBRA. Msc. jessica.meirinhos@grupounibra.com

Abstract: The endodontic treatment can be considered completed only when the definitive restoration of the access cavity is performed. The choice of the restorative technique will depend on the quality and quantity of remaining dental tissue. In light of this, understanding the different techniques and considerations involved in the restoration of these teeth is essential to ensure predictability and success in treatment. The aim of this study was to conduct a literature review on the importance of restoring endodontically treated teeth, highlighting the various available restorative techniques. Bibliographic searches were conducted in the PubMed, Scielo, BVS, and Google Scholar databases using the keywords: dentistry, biomimetics, root canal treatment, permanent dental restoration, operative dentistry, from 2014 to 2023, in Portuguese and English languages. Consequently, it is concluded that it is essential for the dentist to keep their knowledge on the subject updated in order to plan and perform the treatment appropriately, aiming to provide durability to the treated tooth.

Keywords: Dentistry. Biomimetics. Root canal treatment. Permanent dental restoration. Operative dentistry.

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|----------|--|
| Bis-GMA. | Bisfenolglicidil metacrilato |
| CAD. | Computer Aided Design |
| CAM. | Computer Aided Manufacturing |
| DTE. | Dentes tratados endodonticamente |
| GPa. | Unidade de tensão do módulo de elasticidade. |
| IDS. | ImmediateDentinSealing |
| JAD. | Junção amelodentinária |
| mm. | Milímetro |
| MOD. | Mesial-Oclusal-Distal |
| MPa. | Mega pascal |
| RBF. | Resina Bulk fill |
| SDI. | Selamento Dentinário Imediato |
| SUS. | Sistema Único de Saúde |

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|----|------------------------|
| Ag | Prata |
| Al | Alumínio |
| Au | Ouro |
| C | Carbono |
| Cr | Cromo |
| Cu | Cobre |
| E | Módulo de elasticidade |
| F | Flúor |
| K | Potássio |
| Mg | Magnésio |
| Mn | Manganês |
| Ni | Níquel |
| Pd | Paládio |
| W | Tungstênio |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 10 |
| 2 | OBJETIVOS | 12 |
| 2.1 | OBJETIVOS GERAIS | 12 |
| 2.2 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 12 |
| 3 | DELINEAMENTO METODOLÓGICO | 13 |
| 4 | RESULTADOS | 14 |
| 4.1 | A IMPORTÂNCIA DE RESTAURAR DENTES TRATADOS ENDODONTICAMENTE | 14 |
| 4.2 | COMO RESTAURAR DENTES TRATADOS ENDODONTICAMENTE?.... | 16 |
| 4.3 | RESTAURAÇÃO DIRETA | 17 |
| 4.3.1 | RESTAURAÇÃO DIRETA COM RESINA COMPOSTA | 17 |
| 4.3.2 | RESTAURAÇÃO DIRETA COM RESINA BULK FILL | 20 |
| 4.4 | RESTAURAÇÃO INDIRETA..... | 22 |
| 4.5 | ENDOCROWN | 25 |
| 4.6 | RETENTORES INTRARADICULARES | 27 |
| 4.6.1 | NÚCLEO METÁLICO FUNDIDO | 28 |
| 4.6.2 | PINOS PRÉ-FABRICADOS | 29 |
| 4.6.3 | PINOS FIBRA DE VIDRO X NÚCLEO METÁLICO FUNDIDO..... | 31 |
| 4.7 | BIOMIMÉTICA..... | 32 |
| 4.7.1 | MATERIAIS RESTAURADORES BIOMIMÉTICOS..... | 32 |
| 5 | DISCUSSÃO | 34 |
| 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 40 |
| | REFERÊNCIAS..... | 41 |

1 INTRODUÇÃO

O tratamento restaurador em dentes tratados endodonticamente representa um grande desafio para os cirurgiões-dentistas, isso porque a presença de lesões cariosas extensas, fraturas/traumas dentais e causas iotragênicas, por falha do profissional, provocam a perda parcial ou total da estrutura coronária do dente (HOUDA *et al.*, 2018). Essa perda promove risco aumentado de fratura do remanescente dental e menor retenção do material restaurador (CARVALHO *et al.*, 2018). Sendo assim, após a conclusão do tratamento endodôntico, para a realização do tratamento restaurador, deve-se avaliar o grau de comprometimento da coroa dentária, incluindo a qualidade e quantidade deste remanescente (BARBOSA *et al.*, 2016).

É de suma importância que dentes tratados endodonticamente passem por uma terapia restauradora, uma vez que o sucesso do tratamento endodôntico depende não somente da realização adequada da técnica endodôntica, mas também da técnica de restauração subsequente. A fim de prevenir a infecção ou reinfecção do sistema de canais radiculares, visando reestabelecer a saúde perirradicular do dente, além de restituir sua função e estética. (TRAIANO 2017; YAZZDI, SOHRABI, MOSTOFI, 2020).

Diferentes materiais e técnicas podem ser utilizadas na restauração de dentes tratados endodonticamente, variando de acordo com as particularidades de cada caso (LIMA *et al.*, 2021). Com o advento da tecnologia biomimética e adesiva, tornou-se possível restaurar dentes desvitalizados preservando ao máximo a estrutura dental remanescente, maximizando a adesão e replicando a biomecânica natural do dente, causando menor estresse residual, utilizando, por exemplo, resinas compostas e bulk fill (ALLEMAN *et al.*, 2017). Em casos onde a perda dental é mínima, é possível alcançar bons resultados por meio de restaurações diretas. No entanto, se a perda do remanescente dental for extensa, faz-se necessário lançar mão das técnicas de restauração indireta ou semi-direta. Utilizando materiais que proporcionem boa estabilidade mecânica e maior resistência a restauração (ALAMOUSH *et al.*, 2018).

A endocrown é um tipo de restauração indireta e surgiu como alternativa de tratamento promissora para os molares tratados endodonticamente (SEDREZ-PORTO *et al.*, 2019). Esta técnica restauradora/protética corresponde a uma coroa total de porcelana ou resina fixada nas paredes internas da câmara pulpar e nas

margens das paredes externas do remanescente promovendo uma retenção macromecânica, que quando associada a cimentação adesiva, possibilita também uma biomicroretenção ao substrato dental (PEDROLO *et al.*, 2017). As endocrown, através de sua técnica mais simples e de baixo custo (TZIMAS *et al.*, 2018; TRIBST *et al.*, 2018), procuram substituir os retentores intrarradiculares, pois a associação de retentores intrarradiculares e coroas totais sempre foi muito usual, mas possuem variáveis em sua taxa de sobrevivência (LI *et al.*, 2020)

Núcleos metálicos fundidos e pinos pré-fabricados são outras alternativas favoráveis e possuem bom prognóstico no tratamento de dentes despolpados e com pouco remanescente dental, quando bem indicados (AHMED *et al.*, 2017; VADAVADAGI *et al.*, 2017). Os núcleos metálicos fundidos foram, por volta dos anos 80, considerados os retentores intrarradiculares padrão ouro (RAEDEL *et al.*, 2015). Entretanto, por causa da sua falta de adesão e seu elevado módulo de elasticidade em relação à dentina, falhas irreversíveis foram associadas ao seu uso, como as fraturas catastróficas (CALLEGARI; CHEDIEK, 2014; CLOET *et al.*, 2017; NAHAR *et al.*, 2020).

Na tentativa de superar esses desafios, os pinos pré-fabricados, em especial os de fibra de vidro, têm sido preferíveis por possuírem módulo de elasticidade semelhante ao da dentina, possuírem biocompatibilidade, biomecânica e adesividade que permitem um preparo mais conservador da estrutura dental, além de serem mais estéticos (MARCOS *et al.*, 2016; LEAL *et al.*, 2018). Outra vantagem dos pinos pré-fabricados de fibra de vidro é apresentar maior resistência à fratura radicular quando comparados com os núcleos metálicos fundidos (BARCELLOS *et al.*, 2013).

Diante da enorme variedade de técnicas para o tratamento restaurador dos dentes tratados endodonticamente, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão de literatura sobre a importância de restaurar dentes tratados endodonticamente evidenciando as diferentes técnicas restauradoras disponíveis no mercado, a fim de se obter sucesso e previsibilidade no tratamento.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Revisar a literatura sobre importância de restaurar dentes tratados endodonticamente evidenciando as diferentes técnicas restauradoras disponíveis no mercado.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Descrever a importância do tratamento restaurador para dentes tratados endodonticamente;
- b) Definir os princípios da biomimética e como aplicar na odontologia restauradora;
- c) Especificar a utilização da técnica restauradora direta com resinas compostas ou bulk fill, destacando suas indicações, contra-indicações, vantagens e desvantagens;
- d) Especificar a utilização da técnica restauradora indireta com resinas compostas ou cerâmica, destacando suas indicações, contra-indicações, vantagens e desvantagens;
- e) Indicar o uso das Endocronws como alternativas restauradoras indiretas, em resina compostas ou cerâmicas, destacando suas indicações, contra-indicações, vantagens e desvantagens;
- f) Identificar as indicações, contra-indicações, vantagens e desvantagens dos retentores intrarradiculares.

3 DELINEAMENTO METODOLÓGICO

Para a realização do presente trabalho foi realizada uma revisão da literatura, nas bases de dados: Google Acadêmico, PubMed/ MEDLINE, SciELO e BVS, utilizando palavras-chave: “Odontologia”, “Biomimética”, “Tratamento do canal radicular”, “Restauração dentária permanente”, “Dentística operatória” e seus correspondentes em inglês “Dentistry”, “Biomimetics”, “Root canal treatment”, “Permanent dental restoration” e “Operative dentistry”. Os critérios de inclusão adotados foram revisões de literatura e revisões sistemáticas de trabalhos e livros publicados de janeiro de 2014 a março de 2023, nos idiomas português e inglês. Assim, 127 artigos foram selecionados através de uma leitura prévia dos títulos e dos resumos. Deste modo, escolhemos 40 artigos que apresentaram conteúdo relevante e apropriado ao tema os quais foram lidos na íntegra para a extração das informações pertinentes aos objetivos desta revisão de literatura, através dos critérios de inclusão e exclusão: ano de publicação, idioma e desfechos de interesse.

4 RESULTADOS

4.1 A importância de restaurar dentes tratados endodonticamente

As restaurações de dentes tratados endodonticamente representam um dos vários desafios na área da Odontologia Restauradora. Isso ocorre porque, com frequência é chegado nos consultórios odontológicos e na maioria das vezes no SUS (Sistema Único de Saúde), pacientes com a maior parte ou até mesmo a totalidade da coroa dentária comprometida devido a fatores como cáries, extensas situações de erosão e abrasão, amplas restaurações anteriores e possíveis traumas (AGUIAR, 2019). Nestes casos, a perda estrutural do dente é maior e, conseqüentemente, a perda de sua resistência também, promovendo riscos aumentados para o tratamento restaurador final (CARVALHO et al., 2018).

O tratamento endodôntico, incluindo o acesso coronário, instrumentação e obturação, reduz a rigidez do elemento dentário em 5%, enquanto um preparo cavitário MOD (Mesial-Oclusal-Distal) reduz a dureza do dente em torno de 63%, relacionada à perda das suas cristas marginais. Esses achados, apoiam a interpretação de que o enfraquecimento observado nos dentes tratados endodonticamente não está relacionado ao tratamento endodôntico de forma isolada, mas a perda de qualidade e quantidade de tecido dentário destruído anteriormente ao tratamento endodôntico, ou seja, a remoção de uma porção significativa da estrutura dentária durante o tratamento ou preparo restaurador pode influenciar diretamente na resistência final do dente. É relevante ressaltar que a perda de 5% da resistência de dentes tratados endodonticamente pode ser ainda menor quando estes elementos dentários recebem uma restauração coronária adequada, podendo restabelecer sua resistência em até 80% (PEREIRA, 2014).

A reabilitação de dentes que passaram por tratamento endodôntico visa restaurar a saúde perirradicular, e a escolha entre uma restauração direta ou indireta é feita após a conclusão do tratamento endodôntico. É crucial enfatizar que o sucesso do tratamento depende não apenas da realização adequada da técnica endodôntica, mas também da técnica de restauração subsequente, tanto para restaurações temporárias quanto para as definitivas, bem como do tempo durante o qual o dente permanece temporariamente restaurado (KIRKEVANG *et al.*, 2010; GILLEN *et al.*, 2011; MOREIRA, 2011).

A necessidade de aplicar uma restauração temporária é crucial quando não é viável inserir a restauração permanente após a conclusão do tratamento de obturação

do canal radicular. Nesse momento, é imperativo que uma restauração temporária seja realizada até que a restauração definitiva seja executada. É importante ressaltar que estas restaurações temporárias são solúveis em água e têm baixa resistência à compressão, tornando-se essencial substituí-las o mais rapidamente possível pela restauração permanente (ALVES e SANTOS, 2022).

Além disso, após a conclusão das sessões de tratamento endodôntico, o dente é selado com um material temporário ou definitivo para evitar a entrada de saliva e microrganismos da cavidade oral no canal radicular, prevenindo assim o risco de infecção ou reinfecção. Portanto, é essencial que as restaurações definitivas sejam realizadas o mais rapidamente possível, para garantir o sucesso do tratamento endodôntico, uma vez que os materiais restauradores temporários se deterioram e dissolvem com o tempo, o que pode resultar em limitações nas suas propriedades físico-químicas e aumentar o risco de microinfiltração e posterior fratura dental (LOPES, SIQUEIRA, 2010; MOREIRA, 2011; TRAIANO 2017; TRUSHKOWSK, 2014; YAZZDI, SOHRABI, MOSTOFI, 2020).

Para o planejamento do tratamento restaurador, é essencial levar em consideração diversos fatores, incluindo a qualidade e quantidade de tecido dental associada ao grau de comprometimento da coroa dentária, a localização do dente afetado, a saúde óssea, as forças às quais esses dentes estão sujeitos e o tipo de prótese necessária (BARBOSA et al, 2016). Ademais, a seleção do tratamento adequado e a escolha do material apropriado devem ser cuidadosamente planejadas, de acordo com cada situação clínica, antes de realizar qualquer procedimento no paciente. Isso ocorre porque o tipo de material utilizado, também desempenha um papel fundamental na durabilidade e na integridade da restauração (PEDREIRA e KOREN, 2013).

Nesse contexto, muitos autores destacam a importância dos materiais biomiméticos para replicar de forma mais eficaz as características originais da estrutura dentária (LIMA et al., 2021; SINHORETI, VITTI e CORRER-SOBRINHO, 2013). Os materiais biomiméticos desempenham um papel crucial na preservação da integridade do dente tratado e na manutenção de sua funcionalidade (ALLEMAN et al., 2017).

A abordagem biomimética na odontologia é fundamentada em diversos princípios essenciais. Isso inclui a preservação da estrutura dental, a maximização da adesão, a minimização do estresse residual, a restauração da integridade estrutural,

a replicação da biomecânica natural e a remoção de cáries nos "Endpoints" (pontos críticos) do dente, culminando na utilização de materiais biomiméticos (ALLEMAN et al., 2017). Essa abordagem visa imitar de forma precisa as características originais do dente, proporcionando restaurações duradouras e funcionalmente eficazes (LIMA et al., 2021; SINHORETI, VITTIR e CORRER-SOBRINHO, 2013).

A abordagem biomimética para dentes tratados endodonticamente (DTE) é caracterizada por ser minimamente invasiva e focada na preservação da integridade estrutural do dente afetado (PALMA et al., 2021). Para um tratamento adesivo biomimético eficaz, é fundamental seguir o princípio de remover completamente a dentina cariada profundamente afetada, especialmente dentro de 2 mm da junção entre o esmalte e a dentina (JAD), como sugerido por PALMA et al., 2021. É importante notar que a dentina recentemente exposta e saudável apresenta uma capacidade de adesão superior. Para aprimorar a adesão, é recomendado o uso de um agente evidenciador de lesões de cárie na cavidade, destacando a dentina contaminada. Isso resulta em melhorias significativas na adesão à camada híbrida da dentina. Esse princípio se aplica a dentes com polpa vital, ajudando a evitar a exposição da polpa e melhorando a adesão, bem como a dentes despulpados, otimizando a adesão do material restaurador, conforme evidenciado por PALMA et al., 2021.

4.2 Como restaurar dentes tratados endodonticamente?

Diversos métodos de restauração são empregados na reabilitação de dentes submetidos a tratamento endodôntico. Essas abordagens compreendem a restauração direta com resina composta e bulk fill, restaurações indiretas, tais como inlays, onlays, overlays, e a utilização de retentores intra-radulares (PINTO *et al.*, 2022).

Cada uma destas modalidades apresentam características específicas, com vantagens e limitações particulares, apropriadas para situações clínicas distintas. A escolha do método de restauração deve ser embasada em uma criteriosa avaliação da condição do dente tratado endodonticamente, bem como das demandas funcionais e estéticas do paciente, a fim de assegurar resultados terapêuticos ótimos e duradouros. É de suma importância que o profissional de odontologia considere essas alternativas de restauração com base na literatura científica atual e nas melhores

práticas clínicas para garantir a eficácia e longevidade do tratamento (PINTO *et al.*, 2022).

4.3 Restauração direta

4.3.1 Restauração direta com resina composta

As resinas compostas estão presentes há anos na Odontologia, são materiais que encontram-se em constante evolução devido a sua grande demanda, variedade clínica e pela grande busca por restaurações estéticas (LIRA *et al.*, 2019). Sua principal utilização consiste em restaurações diretas, indiretas, selamento de sulcos, núcleos de preenchimento para próteses entre outros, sobretudo devido a alta demanda estética atual se tornando o material de primeira escolha tanto em dentes anteriores quanto em posteriores (LIRA *et al.*, 2019). Além disso, a crescente busca por um material com propriedades ópticas semelhantes à estrutura dentária possibilitou um maior desenvolvimento das resinas compostas (ADRIANO E ARAÚJO, 2007).

Foram necessários muitos anos de pesquisa para conseguir amenizar algumas desvantagens encontradas nas resinas compostas, como por exemplo: alto coeficiente de expansão térmica e alta contração de polimerização (CRUZ *et al.*, 2016). A longevidade das restaurações é um fator importante para que não ocorra uma troca constante de materiais e com isso cada vez mais há perda de tecido dentário sadio, alcança-se tal longevidade através da correta indicação e realização da técnica restauradora e dos materiais a serem utilizados (PINHEIRO *et al.*, 2021).

A evolução das resinas compostas ganhou um grande destaque quando foi descoberta a técnica do condicionamento ácido do esmalte, e conseqüentemente uma melhor adesão à estrutura dental (CRUZ *et al.*, 2016; SILVA *et al.*, 2008). Alguns anos depois foi introduzido um monômero chamado Bisfenol glicidil metacrilato (Bis-GMA) que resultou em melhores propriedades mecânicas das resinas compostas e também uma grande ampliação de suas indicações (CRUZ *et al.*, 2016; SILVA *et al.*, 2008).

Apesar do avanço, os três componentes básicos das resinas compostas permanecem as mesmas, sendo eles: a matriz orgânica, partículas de carga e

agentes de união (SEVERO E DOS REIS, 2022). A matriz orgânica é composta por monômeros dimetacrilatos polimerizáveis que expostos a luz visível reagem entre si formando uma massa resistente. (FERRACANE, 2011). Já as partículas de carga apresentam múltiplas funções, sendo as principais: reduzir a contração de polimerização, melhorar as propriedades físicas e diminuir o coeficiente de expansão térmica. Por fim, os agentes de união fazem a ligação entre a parte orgânica e inorgânica permitindo um material coeso e uniforme (CRAMER, STANSBURY E BOWMAN, 2011).

A influência dos fotoiniciadores nas propriedades mecânicas de uma resina composta, é possível perceber que apesar de tais substâncias corresponderem a uma pequena porção da matriz resinosa, elas possuem certa relevância, e neste aspecto, a canforoquinona é comumente incorporada às resinas compostas como um fotoiniciador (BERTOLO, 2017). A inovações na formulação e, conseqüentemente, no desempenho das RCs (SOUZA ET AL., 2017). A incorporação de novos fotoiniciadores, monômeros e partículas de carga na composição das RCs proporciona uma nova perspectiva para odontologia restauradora, visando o aumento da longevidade das restaurações, a redução do tempo clínico e uma estética ainda mais favorável (MACHADO ET AL., 2018).

As resinas compostas podem ser classificadas pela viscosidade e tamanho das partículas de carga (CRUZ *et al.*, 2016). Quanto a viscosidade podem ser de alta, media ou baixa viscosidade. Quanto as partículas de carga podem ser: macroparticuladas, microparticuladas, híbridas, microhíbridas e nanohíbridas. (CRUZ *et al.*, 2016). Quanto menores forem as partículas inorgânicas, maior será a proteção da porção orgânica/macia da resina, o que reduz o desgaste e as alterações superficiais. (ILIE, RENEZ E HECKEL, 2011) (KAIZER *et al.*, 2014).

As resinas macroparticuladas, foram as primeiras a serem desenvolvidas, são conhecidas como convencionais ou tradicionais, nessas existem algumas partículas de carga mais comuns que são: quartzo inorgânico ou vidro de estrôncio ou bário (ADRIANO E ARAÚJO, 2011). O quartzo apresenta uma radiopacidade menor do que a dentina, mas possui uma boa estética e excelente durabilidade (ADRIANO E ARAÚJO, 2011). Essas resinas possuem uma maior dificuldade de serem polidas devido as grandes dimensões de suas partículas de carga, clinicamente existe uma

redução de brilho e aumento na vulnerabilidade ao manchamento pelo fato de reter pigmentos, devido a estas desvantagens tais resinas não são mais utilizadas nos dias atuais (ADRIANO E ARAÚJO, 2011).

As resinas microparticuladas são capazes de oferecer uma textura superficial semelhante à do esmalte e apresentam uma maior facilidade de sofrer fraturas. Entretanto, elas possuem uma alta capacidade de polimento, podendo ser empregadas para finalização de restaurações, pelo fato de ser um material de escolha a ser empregado em camadas superficiais das restaurações (ADRIANO E ARAÚJO, 2007; MELO *et al.*, 2011; MARANHA, 2017). Com a evolução das resinas microhíbridas, as microparticuladas estão ficando cada vez mais em desuso pelo fato de que a longo prazo esse material não apresenta um bom desempenho clínico (ADRIANO E ARAÚJO, 2007; MELO *et al.*, 2011; MARANHA, 2017).

As resinas híbridas e microhíbridas apresentam propriedades mecânicas e estéticas satisfatórias, o que leva a ser mencionadas como materiais restauradores universais. Como diferença básica, as resinas microhíbridas apresentam maior quantidade de partículas menores em sua composição do que as resinas híbridas (MELO *et al.*, 2011). A alta carga inorgânica que pertencem a esses materiais permitem uma alta resistência, baixa contração de polimerização e uma facilidade durante o acabamento/polimento (ADRIANO E ARAÚJO, 2007; MELO *et al.*, 2011; MARANHA, 2017).

Atualmente, nanocompósitos se apresentam de duas formas distintas: compósitos nanoparticulados e nanohíbridos, sendo os primeiros constituídos exclusivamente de partículas inorgânicas nanométricas, enquanto o segundo apresenta a mistura entre partículas nanométricas e partículas de enchimento convencional em tamanhos micrométricos (ALZRAIKAT *et al.*, 2018); (MARAN *et al.*, 2020).

As resinas nanoparticuladas foram incorporadas na odontologia visando que pudessem ser utilizados em dentes anteriores e posteriores (ADRIANO E ARAÚJO, 2007; FLACH, 2016). Esses compósitos apresentam uma boa resistência mecânica, porém, não são tão resistentes quanto os híbridos ou microhíbridos (FLACH, 2016; MELO *et al.*, 2011).

Essa característica oferece ao material propriedades superiores as das resinas híbridas, possibilitando assim um melhor polimento e manuseio, bem como uma maior capacidade de manter a anatomia por um longo período de tempo (FLACH, 2016; MELO *et al.*, 2011). A alta quantidade de carga faz com que este material tenha resistência suficiente para ser usado em dentes posteriores (ADRIANO E ARAÚJO, 2007; BISPI, 2010; FLACH, 2016; MELO *et al.*, 2011).

4.3.2 Restauração Direta com resinas Bulk Fill

A procura por materiais e técnicas com tempo de trabalho reduzido, resultando em melhor custo e efetividade nos tratamentos, fez com que surgissem as resinas denominadas bulk-fill. Essas resinas dispensam a realização da técnica incremental, facilitando seu uso, uma vez que podem ser aplicadas em incrementos únicos de até 4-5mm, diferentemente das resinas convencionais. O emprego dessas novas resinas permite economia de tempo clínico aumentando a longevidade clínica do tratamento restaurador (RODRIGUES *et al.*, 2021; CHAGAS *et al.*, 2016). A resina bulk fill apresenta diversas vantagens que dentre elas estão a baixa tensão de contração de polimerização, baixos valores de contração e propriedades mecânicas adequadas, que são resinas translúcidas que permitem que a luz incidente penetre mais profundamente na resina, em camadas espessas, alcançando profundidade de até 4 mm, quando fotoativada por 20 segundos, elas possuem propriedades mecânicas aceitáveis e baixo grau de contração de polimerização, o que resulta em menor tensão de contração do que as resinas compostas convencionais. Que é de suma importância em procedimentos restauradores de dentes desvitalizados (TAHA NA *et al.*, 2017).

Em geral, as resinas Bulk Fill se apresenta em duas formas distintas: Bulk Fill flow e Bulk Fill restauradora. Na sua apresentação flow, por apresentar baixa viscosidade e baixa quantidade de carga inorgânica quando comparada com outras resinas convencionais, esse material é recomendado para forramento de cavidade profundas de até 5mm, seguido de uma aplicação posterior de resinas compostas convencionais ou bulk fill corpo (VELOSO *et al.*, 2017).

As resinas bulk fill flow apresentam uma menor quantidade de carga do que as resinas convencionais, resina micro-híbridas ou nano-híbridas, que requerem a

técnica de inserção incremental (AKALIN *et al.*, 2018). Nesse sentido, essas resinas de preenchimento único e de baixa viscosidade contêm uma maior translucidez obtida através da porcentagem reduzida de partículas inorgânicas, além de uma maior quantidade de matriz orgânica, o que lhe permite apresentar um maior escoamento que proporciona facilidade de manipulação e menor tempo de aplicação (HOLANDA *et al.*, 2016).

O uso da resina bulk fill restauradora é que, por apresentar uma maior quantidade de carga inorgânica incorporada comparada as resinas Bulk Fill flow tem maior resistência e não necessita de uma camada de cobertura com resina composta convencional. (ENDE A Van *et al.*, 2017) A resina bulk fill flow é usada como base, já que a sua viscosidade viabiliza uma melhor adaptação às paredes cavitárias. Também permite incrementos de até 5mm de espessura, porém possui um módulo de elasticidade mais baixo e sua resistência mecânica é inferior, dessa forma, é necessário o recobrimento oclusal com uma resina composta convencional ou com resina bulk fill restauradora, com o objetivo de aumentar a resistência, além de possibilitar a escultura da anatomia.(CHESTERMAN *et al.*, 2017).

Em situações em que há extensas perdas estruturais, como no caso de dentes tratados endodonticamente, o emprego das resinas bulk-fill é uma alternativa promissora. A técnica de inserção em incremento único favorece a realização do procedimento restaurador imediatamente após a conclusão do tratamento endodôntico, evitando que os dentes permaneçam com restaurações provisórias e conseqüentemente eliminando os riscos de contaminação/recontaminação dos sistemas de canais radiculares e fraturas coronárias (SRIVASTAVA *et al.*, 2017).

As resinas bulk-fill apresentaram desempenho semelhante às resinas convencionais. Possivelmente a elevada translucidez, associada ao sistema de polimerização otimizado, fez com que, mesmo a resina sendo aplicada em grandes volumes, a polimerização fosse adequada, conferindo propriedades mecânicas satisfatórias, em restaurações posteriores diretas (VELOSO *et al.*, 2017).

Assim, as resinas Bulk fill podem ser considerados uma boa opção restauradora devido ao seu baixo módulo de elasticidade, que absorve as tensões geradas pelas forças mastigatórias. Apresentam também fácil manuseio, por ser mais

prática a sua utilização comparada a resina convencional, visto que, pode-se colocar um incremento único e maior quantidade de resina, gerando economia de tempo; além de apresentar propriedades de auto adaptação na cavidade dental (CANALI *et al.*, 2018). Por conseguinte, o material das resinas bulk fill flow flui facilmente para a cavidade, permitindo facilidade de aplicação e boa adaptação à cavidade das paredes (AKALIN *et al.*, 2018).

Ademais, as resinas Bulk fill reduzem o tempo clínico durante a realização dos procedimentos, por diminuir a quantidade de etapas necessárias para o preenchimento da cavidade e, conseqüentemente, a quantidade de vezes de fotoativação, e redução da sensibilidade técnica, devido à necessidade de uma menor quantidade de etapas clínicas, quando comparada com as resinas compostas convencionais. Podem ser indicadas em casos de restaurações diretas e indiretas em dentes posteriores permanentes e decíduos, confecção de núcleo de preenchimento, selamento de fóssulas e fissuras e base ou forramento cavitário. (FRASCINO *et al.*, 2020).

4.4 Restauração indireta

A odontologia restauradora tem como objetivo preservar a integridade do remanescente dentário, sempre pensando em devolver ao paciente sua função mastigatória, além de garantir uma excelente estética. Restaurações indiretas são assim chamadas por serem confeccionadas fora da cavidade oral e depois cimentadas no dente (GÜLEÇ *et al.*, 2016; ALAMOUSH *et al.*, 2018; TONOLLI; HIRATA, 2010). Os dentes tratados endodônticamente requerem a reconstrução de suas partes perdidas, pois o processo restaurador é de grande importância para o sucesso da terapia endodôntica. (GÜTH *et al.*, 2016; ALAMOUSH *et al.*, 2018; CETIN; UNLU; COBANOGLU, 2013; NOBRE; SALES; PERALTA, 2017)

As restaurações indiretas são indicadas para o restabelecimento da estrutura dentária quando grande parte do remanescente dental é perdido. Diversos materiais são usados para a realização dessas restaurações, como a cerâmica e as resinas compostas. Comparando diversos estudos verificou-se que as resinas compostas apresentam maior estabilidade e menor risco de fratura, além de possuírem uma alta taxa de sucesso clínico, devido a sua adesão ao elemento dentário, por causa do biomimetismo que é criado ao dente, visto que esses materiais possuem adesão e

características semelhantes ao dente (ZIMMERMANN *et al.*, 2016; ALAMOUSH *et al.*, 2018; MEI *et al.*, 2016; BLANCO *et al.*, 2012).

A tecnologia através do CAD/CAM, ou Computer Aided Design/ Computer Aided Manufacturing compreende um sistema de produção de restaurações indiretas por meio do desgaste de blocos de cerâmica, realizada por uma máquina desenvolvida para tal finalidade específica. Os sistemas de CAD/CAM não podem ser adequados para o tratamento, como em casos de restaurações muito pequenas, em que é mais favorável a realização de uma restauração direta. Com o CAD/CAM podem ser produzidas restaurações unitárias, como coroas, inlays, onlays e facetas (GÜLEÇ *et al.*, 2016; ALAMOUSH *et al.*, 2018; JEONG; KIM, 2019; KING; POWELL, 2010). As inlays são restaurações que reconstróem dentes com perdas estruturais parciais sem envolvimento de cúspide, já as onlays possuem envolvimento de pelo menos uma cúspide e por fim as overlays recobrem todas as cúspides. (MORIMOTO *et al.*, 2016).

As restaurações do tipo inlay, onlay e overlay possibilitam um melhor manuseio em relação à forma e função, principalmente em casos em que há uma grande perda de estrutura nos dentes posteriores (FRAGA *et al.*, 2017). Essas restaurações estéticas facilitam a restauração de dentes tratados endodonticamente devido às suas propriedades ópticas, maior facilidade de restabelecer contorno e contatos proximais durante a confecção da restauração fora da boca, diminuição da contração de polimerização e garantindo uma maior estabilidade e resistência. (RAUT *et al.*, 2011).

Fatores que proporcionam vantagens mecânicas e biológicas para as restaurações parciais indiretas é o auxílio na obtenção do sucesso clínico através da utilização da técnica denominada Immediate Dentin Sealing (IDS). Esta técnica compreende a aplicação de um adesivo autocondicionante seguido de uma camada de resina flow imediatamente após o preparo, com o objetivo de proteger o tecido dentinário, evitar futuras complicações pós procedimentos, prevenir a umidade proveniente da dentina e aumentar a longevidade das restaurações. (MEDEIROS; PARDI, 2021; BREEMER *et al.*, 2015). Além disso, aumenta a resistência de união na interface dente/restauração e reduz a sensibilidade dentinária (MEDEIROS; PARDI, 2021).

Para um bom sucesso clínico das restaurações indiretas é necessário um bom cimento e uma boa técnica de cimentação para estabelecer a união entre a restauração e o dente. Diferentes tipos de cimentos podem ser utilizados com essa

finalidade, dentre eles o cimento resinoso que vem sendo largamente utilizado pelos cirurgiões-dentistas devido às suas excelentes propriedades (KAYATT *et al.*, 2013).

Cimentos à base de resinas são amplamente utilizados para cimentação de inlays/onlays/ overlay, coroas e facetas, pois simplifica os passos clínicos e minimiza o tempo de trabalho, além de oferecer a possibilidade de união tanto à estrutura dental quanto ao material restaurador indireto. Isso possibilita a realização de uma cimentação adesiva que pode contribuir para aumentar a resistência à fratura do dente restaurado e minimizar a ocorrência de microinfiltração (KAYATT *et al.*, 2013).

No mercado também podemos encontrar diversos cimentos resinosos com várias composições dependendo do seu mecanismo de polimerização (autoadesivo, fotoativação, ativação química e ativação dual), e sua indicação é selecionada em função do plano de tratamento. Os cimentos fotoativados apresentam como característica maior tempo de trabalho e manipulação. Além da polimerização ser controlada pelo operador, outro aspecto satisfatório é a estabilidade de cor do material. Contudo, uma desvantagem é a restrição da indicação clínica, para que não tenha a presença de barreiras para ação da luz ativadora realizar a polimerização, como nos casos de cimentação de facetas estéticas e inlays com baixa profundidade de preparo cavitário (PEGORARO *et al.*, 2007).

Dentre os cimentos resinosos, o mais utilizado é o autoadesivo, visto que não requer nenhum pré-tratamento na superfície do dente tornando este procedimento mais simples. Além disso, tem a expectativa de oferecer boa estética devido a sua coloração, propriedades mecânicas mais favoráveis, estabilidade dimensional e adesões micromecânicas semelhantes com o cimento resinoso convencional.(DENNISON *et al.*, 2005).

Os cimentos de ativação química são fornecidos em duas pastas numa forma basecatalisadora e devem ser misturados antes do uso. Apresentam como limitação e reação lenta de polimerização, que, teoricamente, se completa após 24 h, tempo no qual o paciente deve ter cuidados com cargas oclusais excessivas (GOMES; CALIXTO, 2004).

Os cimentos duais também são sistemas pasta-pasta e têm ambas as formas de iniciação de polimerização: química e por luz. A polimerização química deve ocorrer independentemente da aplicação de luz. (Vieira, 1995). Porém as duas formas de polimerização são suplementares e independentes. Portanto, a aplicação de luz deve ser feita imediatamente após a remoção dos excessos em toda as faces para se obter

mais conversão dos monômeros em polímeros, garantindo um cimento com propriedades físicas superiores (GOMES; CALIXTO, 2004).

A literatura relata que os cimentos resinosos têm sido mostrados uma opção satisfatória por apresentarem baixa solubilidade aos fluidos orais ao aderir ao esmalte e à dentina, de acordo com Nakabayashi & Pashley (2000), e reduzirem substancialmente a infiltração coronária (FERRARI et al., 2004).

4.5 Endocrown

Endocrown é definida como um tipo de coroa total associado ao núcleo de preenchimento, ancorada na porção interna da câmara pulpar e nas margens da cavidade. Esta técnica impossibilita o deslocamento da peça protética, promovendo longevidade funcional e recuperação de molares tratados endodonticamente (ZHU *et al.*, 2015; ZAVANELLI *et al.*, 2017). A Endocrown é uma alternativa que pode ser utilizada na restauração pós-endodontia, já que os dentes que passaram por tratamento endodôntico, normalmente apresentam uma estrutura remanescente mais frágil (MÜNCHOW *et al.*, 2016; SEDREZ-PORTO *et al.*, 2019).

A endocrown surgiu como uma peça única em cerâmica para restauração completa da coroa. Essa coroa é fixada nas paredes internas da câmara pulpar e nas margens das paredes externas do remanescente, promovendo uma retenção macromecânica, que ao ser associada a cimentação adesiva, propicia também uma microrretenção ao substrato dental (DAMANHOURY *et al.*, 2015).

A endocrown surge como uma boa alternativa para restaurar dentes com grande destruição coronária e que apresentaram dificuldades durante o tratamento endodôntico, além de sanar as dificuldades encontradas na instalação de pinos (CARVALHO *et al.*, 2018). Suas dificuldades são em casos de raízes obliteradas, curtas, frágeis ou dilaceradas. Também são indicados em casos de espaço interoclusal limitado e perda excessiva de tecido dentário coronal, nos quais é impossível obter espessura suficiente no revestimento cerâmico da subestrutura metálica ou cerâmica (TAYAR-FARUK, 2019).

Muito se discute sobre a indicação e o uso da endocrown para substituir coroas por retenção intraradicular. Ainda assim, essa técnica é um sucesso para dentes posteriores. (ZAVANELLI *et al.*, 2017).

Para obter sucesso desse tratamento, é importante que seja dada a devida

atenção a alguns critérios que englobam o preparo dental, seleção do material protético e sua confecção, para que não haja falhas por indicação ou execução incorreta da técnica. (ZHU *et al.*, 2015). Entretanto, a endocrown se apresenta como alternativa viável, pois necessita de menos sessões clínicas e possui menor custo que as coroas totais associadas a retentores intrarradiculares, sendo uma reabilitação estética rápida, eficaz e menos onerosa (ROCCA e KREJCI, 2013).

As endocrowns são uma alternativa efetiva e de validação que vieram para substituir de forma eficiente os retentores intrarradiculares, pois a associação de retentores intrarradiculares e coroas totais sempre foi muito usual, mas trazem consigo grandes variáveis em sua taxa de sobrevivência, com riscos de fraturas radiculares ainda no preparo intrarradicular, além da fragilização do elemento em virtude da remoção de dentina intraradicular. (POLUHA *et al.*, 2015)

Ao comparar a sobrevivência e resistência à fratura de restaurações endocrowns a tratamentos convencionais usando pinos intraradiculares, resina composta direta ou restaurações inlay / onlay, as endocrowns apresentam desempenho semelhante ou melhor que os tratamentos convencionais. (SEDREZ-PORTO *et al.*, 2019). Pode-se observar que as endocrowns se apresentam como uma boa alternativa para melhorar a retenção da restauração indireta e servem como uma resistência adicional para dentes amplamente destruídos (BESERRA *et al.*, 2017).

As endocrowns apresentam indicações preferíveis em molares quando comparadas a pré-molares. Isto acontece em decorrência da área adesiva dos molares ser superior (BINDL *et al.*, 2005), visto que, a superfície adesiva de pré-molares fica restrita, limitando a resistência de união de sistemas adesivos e dos cimentos resinosos. Além disso, a altura das coroas dos pré-molares é maior do que a largura, isto cria uma força de alavanca, aumentando o risco de ruptura adesiva e deslocamento da peça protética. Outro fator associado são as forças mastigatórias, nas quais são compressivas em molares, diferentemente de pré-molares que são compressivas e cisalhantes, facilitando também o deslocamento/ruptura desta restauração indireta (BIACCH *et al.*, 2013).

A Endocrowns são restaurações que podem ser realizadas em resina composta e cerâmica, sendo a de dissilicato de lítio uma excelente opção. (SILVA-SOUSA *et al.*, 2017; ZAVANELLI *et al.*, 2017). Os materiais a base de cerâmica apresentam maior resistência mecânica e melhor comportamento à fratura quando comparadas a materiais restauradores à base de resina. Assim, para este tipo de

restauração parecem ser opções alternativas interessantes para a fabricação de grandes restaurações dentárias (SEDREZ-PORTO *et al.*, 2020).

As restaurações endocrown, em cerâmica, permitem que sejam fresadas utilizando a tecnologia CAD/CAM, o que minimiza procedimentos de ajuste clínico e a incorporação de defeitos durante o preparo, além de permitir que o tratamento seja realizado em uma única sessão (TRIBST *et al.*, 2018). Ainda apresentam estética satisfatória, proteção imediata e definitiva ao dente, adaptação marginal aceitável e boa longevidade clínica. (BOROUDI E IBRAHEEM 2015).

4.6 Retentores Intraradiculares.

Perdas excessivas da estrutura dental prejudicam a retenção das restaurações e por essa razão os retentores intrarradiculares se destacaram como alternativa para o tratamento restaurador de elementos dentários tratados endodônticamente com carência considerável de estrutura coronária. Os retentores intrarradiculares possuem a função de oferecer maior retenção e ancoragem ao material de preenchimento a ser empregado, distribuindo as tensões recebidas pelo remanescente dental e minimizando a probabilidade de fratura, ofertando maior longevidade ao dente despulpado. No entanto, a ancoragem intracanal não fortalece a estrutura dentaria remanescente. (JUREMA *et al.*, 2022; AHMED *et al.*, 2017; SARKIS-ONOFRE *et al.*, 2017)

Quando se prepara um dente para tratamento restaurador, é fundamental considerar o princípio do "efeito férula", também conhecido como efeito protetor de abraçamento. Esse princípio envolve o uso do remanescente dental como um dissipador de forças, o que significa que quando uma força é aplicada à coroa e ao núcleo do dente, parte dessa força é absorvida pelo tecido dentinário remanescente, minimizando seu impacto na raiz, conforme observado por Naumann *et al.* (2018) e Skupien, Luz e Cenci (2017).

Atualmente, estão disponíveis no mercado diversos tipos de retentores intrarradiculares que estão classificados como núcleo metálico fundido ou pinos pré-fabricados. Os pinos pré-fabricados se dividem em dois grupos de acordo com a sua composição, os metálicos que são formados por aço inoxidável e titânio, e os não metálicos formados por fibra de carbono e fibra de vidro. Cada um desses retentores possui atributos diferentes e, por essa razão, suas recomendações são igualmente

distintas. Posto isto, dominar cada um facilita a realização de um tratamento com correto planejamento e maior qualidade (AHMED *et al.*, 2017; VADAVADAGI *et al.*, 2017).

4.6.1 Núcleo metálico fundido

Dentre os diferentes tipos de núcleos intrarradiculares, os núcleos metálicos fundidos atuaram por volta da década de 80 como os retentores de escolha padrão para a reconstrução de dentes endodonticamente tratados e com a coroa destruída (RAEDEL *et al.*, 2015). Formados por ligas metálicas como prata-paládio, níquel-cromo, ouro e cobre-alumínio, os núcleos metálicos fundidos são recomendados devido a sua adaptação à conformação dos condutos radiculares, resistência a fratura do material e boa retenção mecânica. Além disso, apresentam vantagens como: radiopacidade, técnicas simples para a confecção e ampliada vivência clínica nas múltiplas décadas que já se encontram em execução (MORO *et al.*, 2005).

Entretanto, estudos evidenciaram que núcleos metálicos fundidos possuem deficiências tais como inflexibilidade e rigidez exorbitante, desgaste e corrosão do material metálico, acometimento da estética do dente e da gengiva cervical por manchamento devido sua coloração acinzentada. Ademais, possuem alto módulo de elasticidade em relação à dentina ($E = 17-25$ GPa), que varia de acordo com a liga utilizada (Ag-Pd: $E = 102$ GPa; Ni-Cr: $E = 210$ GPa; Au: $E = 99$ GPa; Cu-Al: $E = 110$ GPa), gerando aumento das tensões sobre o remanescente dental o que deixa o dente propenso a uma eventual fratura catastrófica das raízes, assume-se uma fratura irremediável quando a linha de fratura está abaixo do nível ósseo, acometendo raízes, culminando no insucesso do tratamento devido à condenação e perda do elemento dentário (NAHAR *et al.*, 2020; CLOET *et al.*, 2017).

A principal desvantagem dos núcleos metálicos fundidos, é a falta de adesão do material metálico à dentina do conduto radicular, devido a isso, esta técnica necessita de um amplo preparo e desgaste excessivo da estrutura dental sadia, pois são inseridos na raiz através de uma retenção micromecânica (CALLEGARI; CHEDIEK, 2014; NAHAR *et al.*, 2020).

Os núcleos metálicos fundidos, em decorrência de suas desvantagens, estão entrando em desuso, mas ainda são recomendados para algumas indicações clássicas como os casos de conversão do ângulo coroa/raiz; isto é, quando há uma raiz vestibularizada que sofreu alteração na inclinação do elemento dental e a coroa

precisa ser lingualizada com o propósito de harmonizar sua posição no arco dental, neste caso o núcleo deve ser fundido para provocar tal configuração. (PRADO *et al.*, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2018)

4.6.2 Pinos pré-fabricados

Os pinos de fibra de vidro são amplamente utilizados na reabilitação de dentes tratados endodonticamente, com a finalidade de otimizar as desvantagens dos núcleos metálicos fundidos. Para a correta indicação dos pinos pré-fabricados de fibra de vidro é necessário analisar alguns aspectos, como: função, oclusão, posição do dente na arcada, configuração do canal e a quantidade e qualidade da estrutura coronária remanescente (LEAL *et al.*, 2018)

Os pinos de fibra de vidro possuem módulo de elasticidade semelhante ao da dentina, local que é fixado, sendo de 10 a 25 GPa os pinos de fibra de vidro e 17 a 25 GPa o da dentina, dessa maneira, apresenta uma melhor biocompatibilidade e disseminação de forças mais homogênea, o que diminui o risco de fraturas radiculares (BHOPATKAR *et al.*, 2022). Além disso, esses pinos são mais resistentes a corrosão e abrasão porque seu material não sofre oxidação, é um material de fácil reparação, permitem preparo mais conservador e com menor desgaste da estrutura dentária, também são estéticos e translúcidos, exigem menor tempo clínico para o operador uma vez que dispensam etapa laboratorial e permitem a cimentação em sessão única. Ademais, são compatíveis com o monômero Bis-GMA presente na maioria dos sistemas adesivos e cimentos resinosos. (CRUZ *et al.*, 2020; SILVA *et al.*, 2020)

A adesividade é uma competência apresentada pelos pinos de fibra de vidro, esta característica é quase exclusiva desses pinos, quando comparados a outros retentores, e é assegurada pela presença de materiais resinosos na sua composição, favorecendo o mecanismo de adesão durante a reabilitação restauradora, feita de forma direta ou indireta (LEAL *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2020). Adicionalmente a esta característica, a técnica de cimentação adesiva utilizada por esses pinos, conferem maior resistência, preservação e biomimética do elemento dentário (MARCOS *et al.*, 2016). Outra vantagem dos pinos de fibra de vidro é apresentar maior resistência à fratura quando comparados com os núcleos metálicos fundidos e quando ocorrem fraturas, normalmente a linha de fratura se encontra na altura do núcleo de

preenchimento de resina e não na porção radicular, abaixo do nível ósseo, devido a isso, são classificadas como fraturas reparáveis e não levam à condenação do dente. (BARCELLOS *et al*, 2013).

A principal razão do insucesso do tratamento é a possível falha na adesividade das interfaces entre pino e cimento resinoso e/ou cimento resinoso e a dentina, ocasionando uma baixa taxa de insucesso de 7 a 11% (FERRARI *et al.*, 2007). A espessura da camada de cimento tem extrema importância, uma vez que é capaz de originar o desenvolvimento de bolhas ou hiatos (gaps), que correspondem a áreas de fragilidade do material, contudo, quanto mais delgada e uniforme a camada de cimento, menor é a probabilidade de isso acontecer (ANCHIETA *et al.*, 2012; RAMOS *et al.*, 2018). Se a camada for espessa é provável que haja uma diminuição das propriedades mecânicas do cimento adesivo, ademais, a contração de polimerização da camada mais espessa desencadeia maior estresse dentro do canal radicular, podendo causar deslocamento do pino devido ao comprometimento da força de união (BAENA *et al.*, 2017).

Via de regra, é comum que os pinos de fibra de vidro pré-fabricados possuam uma boa acomodação no centro do canal radicular, ainda assim, por efeito às suas formas padronizadas, esses pinos pré-fabricados podem não se adaptar às diversas formas dos canais radiculares, pois existem cenários em que há diferenças anatômicas nos canais, como por exemplo, canais amplos, traumatizados, achatados ou encurvados. A fim de solucionar esses casos, foram desenvolvidas técnicas que permitem a personalização dos pinos de fibra de vidro (SILVA *et al.*, 2020)

A característica principal do pino anatômico é ser personalizável, sendo modelado diretamente no conduto para obtenção da melhor adaptação do canal. Dessa forma, proporciona uma linha fina e homogênea de cimentação, favorecendo sua retenção (HOSEIN KHAN; SILVA; PINHO, 2020). Constatado por Marcos *et al.* (2016) a personalização do pino com resina composta oferece vantagens como: a disponibilidade do material no consultório odontológico, simplicidade de uso, confere adaptação satisfatória, melhora a distribuição de forças e a adesão. Sua forma de utilização associa um pino pré-fabricado à resina composta, permitindo a modelagem do conduto radicular e porção coronária do dente.

Para realizar a personalização do pino de fibra de vidro pré-fabricado a técnica direta é a mais utilizada e consiste na impermeabilização do canal com gel

hidrossolúvel, é feita a higienização do pino com ácido fosfórico ou álcool a 70% e secagem com jato de ar. Aplica-se o silano no pino e aguarda o solvente evaporar por completo. Na altura radicular do pino aplica-se uma camada delgada de adesivo e logo após é feita a fotoativação. Subsequentemente, coloca-se sobre o ápice do pino uma camada de resina composta e então o pino é portado no conduto radicular, faz-se uma fotopolimerização inicial e só quando retirado do conduto é que o pino passa por uma fotopolimerização completa, de 40 segundos cada face. Depois dessa etapa de anatomização, o mesmo está pronto para cimentação. (MEIRELES *et al.*, 2021)

4.6.3 Pinos fibra de vidro x núcleo metálico fundido

Trabert *et al.* (1978) defenderam na década 80 um suposto aumento da resistência à fratura de um dente através do uso do núcleo metálico fundido. Porém estudos atuais já comprovaram que os retentores intraradiculares não interferem na resistência do elemento dentário, e podem até mesmo diminuí-la, uma vez que ao realizar o preparo desses dentes, o desgaste necessário para receber esse retentor provoca uma maior fragilização no dente, pois quanto mais se desgasta o elemento mais debilitado ele fica. No entanto, é fato que os retentores intrarradiculares oferecem maior retenção e ancoragem ao material restaurador. (PEREIRA *et al.*, 2017).

Pereira *et al.* (2014) e Corrêa *et al.* (2019) realizaram uma análise comparativa entre os retentores intrarradiculares, verificando a resistência à fratura do núcleo metálico fundido e do pino de fibra de vidro e os tipos de fratura encontrados. Com os resultados da pesquisa, foi averiguado que usar os pinos intraradiculares pré fabricados de fibra de vidro na reconstrução de dentes tratados endodônticamente é na maioria dos casos a melhor opção, embora, muitos dentistas ainda utilizem os núcleos metálicos fundidos, esses possuem algumas restrições diante da constante evolução dos pinos de fibra de vidro e todos os seus benefícios como estética e módulo de elasticidade próximo ao da dentina, adesividade e diminuído risco de fraturas radiculares irreparáveis. Em seu estudo, comparando as falhas ocorridas, os núcleos metálicos fundidos apresentaram fraturas catastróficas de raízes, enquanto os pinos de fibra de vidro apresentaram deslocamento do pino ou fraturas reparáveis, sendo preferíveis para a reabilitação de dentes tratados endodônticamente.

4.7 Biomimética

A biomimética é um campo interdisciplinar que consiste em imitar as abordagens e estratégias biológicas ideais da natureza usando conceitos de química, física, matemática e engenharia para desenvolver materiais sintéticos e órgãos inovadores (GOSWAMI, 2018). A odontologia biomimética é a arte e ciência de reparar dentes danificados com restaurações que imitam os tecidos vivos (por exemplo, esmalte, dentina, osso, cimento, etc.) em termos de aparência, função e resistência (SINGER, FOUDA, BOURAUUEL, 2023).

O objetivo biomimético secundário é desenvolver materiais restauradores que possam restabelecer a biomecânica do dente natural. A aplicabilidade da biomimética tem sido altamente considerada em níveis moleculares para promover a cicatrização de feridas e a regeneração de tecidos moles e duros (SINGER, FOUDA, BOURAUUEL, 2023). Em nível macroestrutural, a preservação biomimética da integridade biomecânica, estrutural e estética dos dentes pode ser alcançada por meio de vários materiais restauradores biomiméticos (ZAFAR, AMIN, FAREED, GHABBANI, RIAZ, KURSHID, KUMAR, 2020). Para esse fim, os cientistas de materiais idealmente utilizam dentes naturais como referência durante o desenvolvimento de materiais restauradores dentários.

Materiais restauradores biomiméticos

a. Ionômero de vidro (Polpa dentária artificial)

O ionômero de vidro (GIC) é o nome genérico de um grupo de materiais que utilizam pó de vidro silicato e solução aquosa de ácido poliacrílico. Eles passam por uma significativa reação ácido-base como parte de sua reação de endurecimento e apresentam uma liberação contínua de flúor. Os cimentos de ionômero de vidro (CIVs) são considerados materiais biomiméticos porque têm o mesmo coeficiente de expansão térmica que a estrutura dentária, aderem de forma adesiva ao esmalte e à dentina e liberam flúor ao longo de um período prolongado de tempo (SINGER, FOUDA, BOURAUUEL, 2023).

b. Resina composta dentária

Quase tudo na natureza, incluindo dentes, pérolas, conchas, corais e ossos, é composto por compostos híbridos orgânicos e inorgânicos, com as estruturas de cada componente regulando o desempenho final desses híbridos (KATIYAR, GOEL, HAWI, 2021). A resina composta dentária (DCR) representa uma categoria importante de biomateriais híbridos, compostos por uma matriz de resina e cargas inorgânicas (SINGER, FOU DA, BOURAU EL, 2023).

c. Cerâmica

Biomimética em cerâmicas dentárias deve ser capaz de estabelecer uma adesão livre de lacunas à substância dental restaurada e promover a regeneração natural do tecido circundante. Alguns autores conseguiram incorporar a capacidade de formação de apatita a um material cerâmico restaurador dental comercial para aumentar a ligação ao tecido (SINGER, FOU DA, BOURAU EL, 2023).

Os espécimes demonstraram a formação de uma camada semelhante à apatita na superfície sem afetar a resistência à flexão do material (GOUDOURI et al., 2017). A aplicação biomimética de cerâmicas dentárias também inclui o implante cerâmico revestido com bioativos. Vários biovidros cerâmicos estão disponíveis comercialmente e foram usados para revestir implantes dentários de titânio e zircônia. O revestimento melhorou a integração óssea e a ligação do tecido ao redor dos implantes cerâmicos (SINGER, FOU DA, BOURAU EL, 2023).

5 DISCUSSÃO

As restaurações de dentes submetidos a tratamento endodôntico constituem um dos maiores desafios na área da Odontologia Restauradora, de acordo com especialistas (AGUIAR, 2019). Isto é notório devido ao fato de que, com frequência, nos consultórios odontológicos e, na maioria das vezes, no âmbito do SUS (Sistema Único de Saúde), pacientes se apresentam com grande comprometimento da coroa dentária, que pode afetar a maior parte ou até mesmo a totalidade da mesma. Essa deterioração pode ser ocasionada por diversos fatores, tais como cáries avançadas,

situações extensas de erosão e abrasão, restaurações prévias extensas, bem como possíveis traumas (AGUIAR, 2019). Nesses cenários clínicos, a perda de estrutura dentária é substancial, e, como resultado, a resistência do dente afetado também é drasticamente reduzida, o que amplia significativamente os riscos associados ao tratamento restaurador final (CARVALHO *et al.*, 2018).

A restauração de dentes submetidos a tratamento endodôntico tem como principal objetivo restabelecer a saúde na região perirradicular. A decisão de optar por uma restauração direta ou indireta é tomada após a conclusão do tratamento endodôntico. É de suma importância ressaltar que o êxito desse tratamento não está unicamente relacionado à execução adequada da terapia endodôntica, mas também à técnica de restauração subsequente, abrangendo tanto as restaurações temporárias quanto as definitivas, bem como o tempo de permanência da restauração temporária (KIRKEVANG *et al.*, 2010; GILLEN *et al.*, 2011; MOREIRA, 2011).

Além disso, é fundamental destacar que, após a conclusão das sessões de tratamento endodôntico, o dente é protegido com uma barreira temporária ou definitiva. Essa barreira visa impedir que saliva e microrganismos da cavidade oral penetrem no canal radicular, reduzindo, assim, o risco de infecção ou reinfecção. Dessa forma, torna-se imperativo realizar as restaurações definitivas o mais prontamente possível, preferencialmente dentro de um período de 30 dias. Isso é essencial para assegurar o sucesso do tratamento endodôntico, uma vez que os materiais restauradores temporários tendem a se deteriorar ao longo do tempo, o que pode resultar na perda de suas propriedades físico-químicas e aumentar o potencial de microinfiltração (LOPES, SIQUEIRA, 2010; MOREIRA, 2011; TRAIANO 2017; TRUSHKOWSK, 2014; YAZZDI, SOHRABI, MOSTOFI, 2020).

A necessidade de aplicar uma restauração temporária torna-se essencial quando não é viável inserir imediatamente a restauração permanente após a conclusão do tratamento de obturação do canal radicular. Nesse contexto, é crucial realizar uma restauração temporária para proteger o dente até que a restauração definitiva possa ser colocada. É relevante salientar que algumas dessas restaurações temporárias são suscetíveis à dissolução em água e apresentam baixa resistência à compressão. Portanto, é de extrema importância substituí-las o mais rapidamente possível pela restauração permanente, como enfatizado por Alves e Santos, 2022.

Segundo Cruz *et al.*, 2016; Silva *et al.*, 2008, com a evolução das resinas compostas tivemos uma grande descoberta com a técnica do condicionamento ácido

do esmalte, e conseqüentemente temos uma melhor adesão à estrutura dental. De acordo com Severo & dos Reis, 2022 mesmo com o avanço da resina composta, os três componentes básicos que tem presente na sua composição permanecem com as mesmas características sendo eles: a matriz orgânica, partículas de carga e agentes de união. Com o passar dos anos a procura por materiais e técnicas que apresenta um menor tempo de trabalho que resulta em um melhor custo benefício e uma boa atividade nos tratamentos, com isso chegaram no mercado as resinas bulk-fill. Que pode ser aplicadas em incrementos únicos de até 4-5mm, diferente das resinas compostas convencional. O tratamento com a resina bulk fill propôs uma economia de tempo clínico sem prejudicar a qualidade do tratamento restaurador (RODRIGUES *et al.*, 2021).

Veloso *et al.*, 2017, Franscino et al. 2020 afirmava que a resina bulk fill se apresenta em duas formas distintas: Bulk Fill flow e Bulk Fill corpo. Na sua apresentação flow, por apresentar baixa viscosidade e baixa quantidade de carga inorgânica quando comparada com outras resinas convencionais, esse material é recomendado para forramento de cavidade profundas, seguido de uma aplicação posterior de resinas compostas convencionais ou bulk fill corpo. Trabalhar com as resinas bulk fill o suas principais vantagens é a redução do tempo de procedimento, porque reduz as etapas dos procedimentos clínicos, na fase incremental e fotopolimerização e também reduz a sensibilidade. Essa resina pode ser utilizada em restaurações diretas e indiretas tanto em dentes posteriores permanentes e decíduos, com a resina bulk fill flow pode ser utilizado com a confecção de núcleo de preenchimento, selamento de fôssulas e fissuras e base ou forramento cavitário.

Segundo Guleç *et al.*, 2016 Alamoush *et al.*, 2018; Tonolli; Hirata, 2010 o objetivo da odontologia restauradora é a preservação e a integridade do remanescente dentário, sempre persistindo em devolver ao paciente sua função mastigatória, além de garantir uma ótima estética. Restaurações indiretas de resina composta apresentam melhor biomimetismo devido ao restabelecimento da estrutura dental quando uma grande parte do remanescente dental é perdido, vários autores estão de acordo.

Zimmermann *et al.*, 2016; Alamoush *et al.*, 2018; Mei *et al.*, 2016; Blanco *et al.*, 2012 apontam que as resinas compostas apresentam maior estabilidade e menor risco de fratura, além de ter uma alta taxa de sucesso clínico, por causa da sua adesão ao dente, devido a sua biomimética. Por sua adesão e porque

apresenta características semelhantes ao dente.

De acordo com Zhu *et al.*, 2015; Zavanelli *et al.*, 2017 a Endocrown, é um tipo de coroa total proposta na porção interna da câmara pulpar e nas margens da cavidade, impossibilitando o deslocamento, promovendo uma longevidade funcional, sendo uma técnica próspera, com vantagens em relação ao custo e recuperação funcional de molares tratados endodonticamente. Sua longevidade por sua função se tornou uma alternativa no que diz respeito ao quesito estética, por sua técnica simples, seu custo baixo e por sua recuperação funcional de molares tratados endodonticamente (BIACCHI *et al.*, 2013).

A endocrown surge como uma boa alternativa para restaurar dentes com grande destruição coronária (CARVALHO *et al.*, 2018). A indicação do uso da endocrown para substituir coroas por retenção intraradicular, é muito discutida, mas essa técnica é um sucesso para dentes posteriores. (ZAVANELLI *et al.*, 2017). Endocrown é indicada apenas para molares, por causa da perda de adesão das coroas que foi determinada como uma falha de adesão à dentina, em razão da superfície disponível para a união adesiva ser maior em molares (BINDL *et al.*, 2005).

O comprometimento de grande parte da coroa clínica prejudica a retenção de restaurações na estrutura dentária remanescente. A fim de promover uma melhor ancoragem da restauração final, o cirurgião dentista possui à sua disposição o sistema de retentores intraradulares como os núcleos metálicos fundidos e pinos de fibra de vidro (JUREMA *et al.*, 2022; AHMED *et al.*, 2017)

Bhopatkar *et al.* (2022), cruz *et al.* (2020) e silva *et al.* (2020) apontam que os pinos de fibra de vidro são preferíveis pois possuem módulo de elasticidade semelhante ao da dentina, além de serem mais translúcidos, estéticos e compatíveis com o monômero Bis-GMA, encontrado nos sistemas adesivos e cimentos resinosos, aumentando sua adesividade. No entanto, Pereira *et al.* (2014) demonstram que os núcleos metálicos fundidos evidenciam um melhor comportamento mecânico. Os núcleos de metal fundido podem perdurar por mais tempo e suportar cargas superiores do que os pinos de fibra de vidro, mas se ocorrer falha, o único tratamento possível é a extração dentária, pois o remanescente sofre fratura radicular catastrófica.

Segundo Naumann *et al.* (2018), os núcleos metálicos fundidos ainda são utilizados no processo de restauração de dentes tratados endodonticamente com ampla destruição coronal, pois os pinos de fibra de vidro exigem remanescente

coronário de pelo menos 2 mm para a realização do efeito férula. Toda via, Skupien, Luz e Cenci (2017) afirmaram que os pinos de fibra de vidro sem férula ou com férula de 0,5mm apresentaram longevidade clínica semelhante aos núcleos metálicos fundidos. Ainda de acordo com Skupien, Luz e Cenci (2017), independente do tipo de retentor intraradicular selecionado, dentes com férula apresentam maior longevidade e quanto maior a altura da férula, maior será a resistência a fratura radicular.

Os núcleos metálicos fundidos, ainda apresentam o inconveniente estético quanto a sua cor ser prateada e que causa manchamento no dente e na gengiva marginal livre, numa época em que as pessoas exigem resultados estéticos (CALLEGARI; CHEDIEK, 2014). Reforçando essas desvantagens, Cruz *et al* (2020), aponta outra condição negativa, quanto a necessidade de maior tempo clínico para sua confecção, quando comparado com o tempo utilizado com um pino pré-fabricado de fibra de vidro, que pode ser cimentado em única sessão. Ademais, Nahar *et al.* (2020) e Cloet *et al.* (2017), afirmam que a principal desvantagem dos núcleos metálicos fundidos, é a falta de adesão do material metálico à dentina do conduto radicular, devido a isso, esta técnica necessita de um amplo preparo e desgaste excessivo da estrutura dental sadia, pois são inseridos na raiz através de uma retenção micromecânica

Apesar das desvantagens, segundo Prado *et al.* (2014) e Oliveira *et al.* (2018), existem algumas indicações clássicas para o uso de núcleo metálico fundido, como a mudança de ângulo raiz/coroa, que ocorre quando uma raiz é vestibularizada e a coroa precisa ser lingualizada para harmonizar o posicionamento deste dente na arcada.

Segundo Marcos *et al.* (2016) e Barcellos *et al.* (2013), os pinos de fibra de vidro possuem reduzida incidência de fraturas radiculares em comparação aos núcleos metálicos, preparo mais conservador dos tecidos dentários e boa adesão à dentina por meio de cimentos resinosos agregado a adesivos. Apesar de todos os benefícios do uso de pinos de fibra de vidro, esta técnica não está isenta de falhas e Anchieta *et al* (2012) e Ramos *et al.* (2018) relataram que a principal causa de insucesso do tratamento é a falha na adesividade entre pino, cimento e resina. Se a camada de cimento for espessa, sua contração de polimerização desencadeia maior pressão no conduto radicular, comprometendo a força de união, o que resulta no descolamento do pino.

Segundo Trabert *et al* (1978), a hipótese de que os retentores intrarradiculares

aumentavam a resistência dos dentes submetidos ao tratamento endodôntico era sustentada no fato de que, com a ausência da vitalidade pulpar e carência de estrutura dental, ocorria a redução da resistência à fratura e os retentores recuperariam tal resistência, prevenindo a fratura. Porém, de acordo com Pereira *et al.*, 2017, o sistema de retentores intraradiculares não fornecem resistência, apenas retenção e ancoragem ao material restaurador.

Em conformidade com Pereira *et al.* (2014) e Corrêa *et al.* (2019), os retentores intraradiculares são mais utilizados em procedimentos restauradores em casos clínicos com grande destruição da estrutura coronária remanescente. Contudo, é habitual o acontecimento de falhas em elementos tratados com retentores intraradiculares, sobretudo associadas à fratura radicular, quando utilizados os núcleos metálicos fundidos e defeitos no sistema de adesão, quando há utilização de pinos de fibra de vidro.

A biomimética na odontologia é uma abordagem inovadora que busca imitar os princípios biológicos ideais da natureza para desenvolver materiais restauradores que se assemelhem aos tecidos naturais dos dentes. Segundo Goswami (2018), esse campo interdisciplinar utiliza conceitos de várias disciplinas, como química, física, matemática e engenharia, para criar materiais sintéticos e órgãos inovadores. Singer, Fouda e Bourauel (2023) descrevem a odontologia biomimética como a arte e ciência de reparar dentes danificados com restaurações que imitam não apenas a aparência, mas também a função e a resistência dos tecidos vivos, como esmalte, dentina, osso e cimento.

O objetivo principal da odontologia biomimética é restaurar não apenas a aparência, mas também a biomecânica dos dentes naturais. Essa abordagem vai além do aspecto estético, buscando promover a regeneração dos tecidos moles e duros, o que é altamente considerado em níveis moleculares (Singer, Fouda, Bourauel, 2023). Os materiais restauradores biomiméticos, como o ionômero de vidro (CIV), a resina composta dentária (DCR) e as cerâmicas, são desenvolvidos com base nesses princípios.

O ionômero de vidro, por exemplo, é considerado um material biomimético devido à sua capacidade de imitar a estrutura dentária, aderindo adesivamente ao esmalte e à dentina, e liberando flúor ao longo do tempo para proteção dental contínua (Singer, Fouda, Bourauel, 2023). Já a resina composta dentária é um exemplo de

biomaterial híbrido que combina matriz de resina e cargas inorgânicas para reproduzir as propriedades dos tecidos naturais.

No contexto das cerâmicas, autores demonstraram a capacidade de alguns materiais restauradores cerâmicos em formar uma camada semelhante à apatita na superfície, o que melhora a ligação ao tecido sem comprometer a resistência do material (Goudouri et al., 2017). Além disso, o revestimento de implantes dentários de titânio e zircônia com biovidros cerâmicos tem mostrado melhorias na integração óssea e na ligação do tecido ao redor dos implantes (Singer, Fouda, Bourauel, 2023).

Assim, a aplicação dos princípios biomiméticos na odontologia está redefinindo o desenvolvimento de materiais restauradores, visando não apenas a estética, mas também a funcionalidade e a capacidade de regeneração dos tecidos dentários, o que representa um avanço significativo no campo da saúde bucal.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Quando os princípios básicos de biomimética e adesão são seguidos e há a correta indicação da técnica na realização das restaurações dos dentes tratados endodonticamente, é factível conquistar altos níveis de sucesso clínico com a maioria das técnicas restauradores atuais
- Um correto selamento da porção coronária do dente é importante pois evita a reinfeção do conduto radicular e dos tecidos perirradiculares.
- É possível alcançar bons resultados por meio de restaurações diretas com resinas

compostas e bulkfill quando a destruição coronária for mínima.

- Em casos onde a perda dental é maior, as restaurações indiretas de cerâmica ou resina composta são indicadas e possuem alta taxa de sucesso clínico.

- O tratamento restaurador Endocrown demonstra boa recuperação funcional e estética, para o tratamento de dentes molares desvitalizados.

- A rigidez do material dos núcleos metálicos fundidos aumentam a susceptibilidade do dente à fratura radicular.

- Os pinos de fibra de vidro evidenciam benefícios que justificam seu vasto uso em tratamentos restauradores.

- A literatura está favorável ao uso dos pinos de fibra de vidro quando comparado com núcleos metálicos fundidos.

É notório que existe uma enorme variedade de técnicas para o tratamento restaurador dos dentes desvitalizados. Assim, importa que o cirurgião dentista mantenha seus conhecimentos atualizados sobre o tema, saiba as indicações, vantagens e desvantagens das técnicas para planejar, indicar e realizar o tratamento adequadamente, objetivando maior previsibilidade e duração ao tratamento.

REFERÊNCIAS

1. ADRIANO, L. Z.; ARAÚJO JUNIOR, E. M. **Acabamento e polimento de restaurações diretas em resina composta**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil, 2007.

2. AGUIAR, Raissa. **Pino de fibra de vidro x núcleo metálico fundido: revisão de literatura**. Universidade Federal do Paraná, p. (01-23), 2019.

3. AHMED, Sumitha N.; DONOVAN, Terry E.; GHUMAN, Taneet. Survey of dentists to determine contemporary use of endodontic posts. **The Journal of prosthetic dentistry**, v. 117, n. 5, p. 642-645, 2017.

4. AKALIN TT, et al. **Clinical Evaluation of Sonic-Activated High Viscosity Bulk-Fill Nanohybrid Resin Composite Restorations in Class II Cavities: A Prospective Clinical Study up to 2 Years**. Eur J Prosthodont Restor Dent. 2018; 26(3): 152-160.

5. ALAMOUSH, R. A.; SILIKAS, N.; SALIM, N. A.; AL-NASRAWI, S.; SATTERTHWAITE, J. D. **Effect of the Composition of CAD/CAM Composite Blocks on Mechanical Properties.** BioMed Research International. p. 1-8, 2018.
6. ALLEMAN, D. S.; MAGEN, P. **A systematic approach to deep caries removal end points: the peripheral seal concept in adhesive dentistry.** Quintessence International, v. 43, n. 3, 2012.
7. ALLEMAN, D. S.; NEJAD, M. A.; ALLEMAN, C. D. S. **The Protocols of Biomimetic Restorative Dentistry: 2002 to 2017.** Inside Dentistry, v. 13, n. 6, 2017.
8. ALVES, Dálete; SANTOS, Edilaine. A influência do tratamento restaurador no sucesso da terapia endodôntica. **Revista Eletrônica Acervo Saúde | ISSN 2178-2091, Vol.15, 2022.**
9. ALZRAIKAT, H., Burrow, M. F., Maghaireh, G. A., & Taha, N. A. (2018). **Nanofilled Resin Composite Properties and Clinical Performance: A Review.** Operative dentistry, 43(4), E173–E190.
10. ANCHIETA, R. B. et al. Influence of customized composite resin fibreglass posts on the mechanics of restored treated teeth. **International endodontic journal**, v. 45, n. 2, p. 146-155, 2012.
11. BAENA, E.; FLORES, A.; CEBALLOS, L. **Influence of root dentin treatment on the push-out bond strength of fiber posts.** Odontology, v. 105, p. 170-177, 2017.
12. BARATIERI, L. N. **Abordagem restauradora de dentes tratados endodonticamente pinos/núcleos e restaurações unitárias.** In: Baratieri LN. Odontologia Restauradora. São Paulo: Santos, 2001, p. 619-671.
13. BARBOSA, I. F. et al. Pinos de fibra: revisão da literatura. **Revista UNINGÁ Review**, v. 28, n. 1, 2016.
14. BARCELLOS, R. R. et al. **Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with intra-radicular post: the effects of post system and dentin thickness.** Biomech, 2013; 46(15): 25727.
15. BESERRA NETO, E. P. et al. **Análise comparativa da eficácia de restaurações endocrown e coroas com pinos intrarradiculares.** Jornada Odontológica dos Acadêmicos da Católica, v. 3, n. 1, 2017.
16. Bertolo, M. V., Moraes, R. C., Pfeifer, C., Salgado, V. E., Correr, A. R., & Schneider, L. F. (2017). **Influência do Sistema Fotoiniciador na Atividade Físico-Química Propriedades de Compósitos Autoadesivos Experimentais.**
17. BIACCHI, G. R. et al. **The endocrown: An alternative approach for restoring extensively damaged molars.** J Esthet Restor Dent, 2013; 25(6): 383–90.
18. BINDL, A. et al. **Survival of ceramic computer-aided design/manufacturing crowns bonded to preparations with reduced macroretention geometry.** Int J Prosthodont, 2005; 18(3): 219-24.

19. BISPO, L. B. Resina composta nanoparticulada: há superioridade no seu emprego? **Rev Dentística Online**, 2010; 9(19): 21-4.
20. BLANCO, P. C. et al. **Restauração de Dentes Conóides com Resina Indireta: Relato de Caso**. UNOPAR CientCiêncBiol Saúde, v. 14, n. 4, p. 257-61, 2012.
21. BOBOTIS, H. G. et al. A Microleakage Study of Temporary Restorative Materials Used in Endodontics. **Journal of Endodontics**, 1989; 15(12): 569-572.
22. BHOPATKAR, Jay et al. **Esthetic Reconstruction of Badly Mutilated Endodontically Treated Teeth Using Glass Fiber Reinforced Post: A Case Report**. Cureus, v. 14, n. 8, 2022.
23. BORLINA, S. C.; MARION, J. J. C.; ANJOS NETO, D. A. A Importância do Procedimento Restaurador Coronário Definitivo no Sucesso do Tratamento Endodôntico. Relato de Caso Clínico. **Revistas Ciências Odontológicas**, Ano 9, nº 9, 2006.
24. BOROUDI, K.; IBRAHEEM, S. Assessment of chair-side computer-aided design and computer-aided manufacturing restorations: a review of the literature. **Journal of International Oral Health**, v. 7, n. 4, p. 96-104, 2015.
25. BUONOCORE, M. G. **A Simple Method For Increasing The Adhesion Of Acrylic Filling Materials To Enamel Surfaces**. J Dent Res. Vol.34, nº6, p. 849-853, 1955.
26. CALLEGARI, A.; CHEDIEK, W. **Beleza do sorriso: Especialidades em foco**. Editora Napoleão, Nova Odessa– SP, 2014. Vol.2.
27. CARVALHO, M. et al. **Current options concerning the endodontically-treated teeth restoration with the adhesive approach**. Brazilian Oral Research, v. 32, p. 147–158, 2018.
28. CAVALCANTE, Isabelly de Oliveira. **Endodontia minimamente invasiva: existem vantagens nesse Tipo de abordagem?**. 2017.
29. CETIN, A. R.; UNLU, N.; COBANOGLU, N. **A Five-Year Clinical Evaluation of Direct Nanofilled and Indirect Composite Resin Restorations in Posterior Teeth**. Operative Dentistry, v. 38, n. 2, p. 31-41, 2013.
30. CHAGAS LS. **Avaliação da resistência flexural e módulo de elasticidade de uma resina do tipo bulk fill em comparação com uma resina convencional**, 2016.
31. CHESTERMAN, J. et al. Bulk-fill resin-based composite restorative materials: a review. **British Dental Journal**, 2017; 222(5):337-44.
32. CLOET, Ellen; DEBELS, Elke; NAERT, Ignace. Controlled Clinical Trial on the Outcome of Glass Fiber Composite Cores Versus Wrought Posts and Cast Cores for the Restoration of Endodontically Treated Teeth: A 5-Year Follow-up Study. **International Journal of Prosthodontics**, v. 30, n. 1, 2017.

33. CORRÊA, Gislene et al. **Restorative strategies for weakened roots: Systematic review and Meta-analysis of in vitro studies.** Brazilian Dental Science, v. 22, n. 1, p. 124-134, 2019.
34. CRAMER, N. B.; STANSBURY, J. W.; BOWMAN, C. N. Recent advances and developments in composite dental restorative materials. **Journal of Dental Research**, 2011; 90(4): 402–416.
35. CRUZ, J. H. A. et al. Reabilitações sob uso de pinos de fibra de vidro: relato de casos. **Journal of Medicine and Health Promotion**, Patos, v. 5, n. 3, p.57-65, jul/set. 2020.
36. CRUZ, J. et al. Análise da rugosidade de superfície e microdureza de 6 resinas compostas. **Rev Port Estomatol Med Dent Cir Maxilofac.** 57(1):38-45, 2016.
37. DAMANHOURY, H.; HAJ, A.; PLATT, J. **Fracture Resistance and Microleakage of Endocrowns Utilizing Three CAD-CAM Blocks.** Operative Dentistry, v. 40, n. 2, p. 201-210, 2015.
38. DURMUŞ, G.; OYAR, P. **Effects of post-core materials on stress distribution in the restoration of mandibular second premolars: a finite element analysis.** J Prosthet Dent. 2014 Sep;112(3):547-54. Epub 2014 Mar 11.
39. EL-DAMANHOURY, H. M.; HAJ-ALI, R. N.; PLATT, J. A. **Fracture Resistance and Microleakage of Endocrowns Utilizing Three CAD-CAM Blocks.** Operative Dentistry, v. 40, n. 2, p. 201-210, mar-abr, 2015.
40. ENDE, A. Van, et al. **Bulk-Fill Composites: A Review of the Current Literature wrote the manuscript in partial fulfillment of requirements for a PhD degree.** J Adhes Dent, 2017; 19(19): 95-109.
41. FERRACANE, J. L. **Resin composite--state of the art.** Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials, v. 27, n. 1, p. 29–38, 2011.
42. FERRARI, M.; CAGIDIACO, M. C.; GORACCI, C.; VICHI, A.; MASON, P. N.; RADOVIC, I.; et al. **Long-term retrospective study of the clinical performance of fiber posts.** Am J Dent, 2007; 20: 287-291.
43. FERRARI, M.; MASON, P. N.; GORACCI, C.; PASHLEY, D. H.; TAY, F. R. **Collagen degradation in endodontically treated teeth after clinical function.** Journal of Dental Research. 2004; 83 (5): 414-9.
44. FLACH, R. **Longevidade de restaurações diretas resina composta em dentes posteriores: revisão de literatura.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, 2016.
45. FRAGA, R. et al. Restaurações cerâmicas inlays/onlays/overlays – relato de caso. **Journal of Biodentistry and Biomaterials**, v. 8, n. 1, p. 7-18, 2017.
46. FRASCINO, S. M. B. et al. **Randomized prospective clinical trial of class II restorations using low-shrinkage flowable resin composite.** Oper Dent, 2020;

45(1): 19-29.

47. GILLEN, B. M. et al. **Impacto da qualidade da restauração coronal versus a qualidade das obturações do canal radicular no sucesso do tratamento do canal radicular: uma revisão sistemática e metanálise.** 2011; 37: 895–902.

48. GOSWAMI, S. **Odontologia biomimética.** 2018;10(1):28–32.

49. GOUDOURI, O. M. et al. **Uma cerâmica odontológica bioativa experimental para restaurações metalocerâmicas: características texturais e investigação das propriedades mecânicas.** J Mech Behav Biomédico, v. 66, p. 95–103, 2017.

50. GOMES, O. M. M.; CALIXTO, A. L. **Cimentação Adesiva.** In: Gomes et al. Estética em Clínica Odontológica. Curitiba: Editora Maio, 2004. p.301-330.

51. GULEÇ, L.; ULUSOY, N.; CENGİZ, E. Indirect Resin Restorations Fabrica

ted With chairside CAD/CAM Systems. **Cumhuriyet Dental Journal**, v. 19, n. 3, p. 247-247, 2017.

53. HOLANDA, L. V. B. et al. **Desempenho das propriedades físico-mecânicas das resinas bulk-fill: revisão de literatura.** Jornada Odontológica dos Acadêmicos da Católica, 2016; 2(1).

54. HOSEIN KHAN, M.; SILVA, K.; PINHO, L. Pino de fibra de vidro anatômico reembasado com resina composta em elementos dentários anteriores – revisão de literatura. **Revista Cathedral**, Boa Vista, v. 2, n. 1, 11 fev. 2020.

55. HOUDA, D., Ferial, A., Adel, A., & Nabihah, D. (2018). **Endocrown: an alternative approach for restoring endodontically treated molars with large coronal destruction.** Case Reports in Dentistry, 2018, 1581952.

56. ILIE, N.; RENCZ, A.; HICKEL, R. **Investigations towards nano-hybrid resin-based composites.** Clinical Oral Investigations, v. 17, n. 1, p. 185–193, 2013.

57. JEONG, K.-W.; KIM, S.-H. **Influence of surface treatments and repair materials on the shear bond strength of CAD/CAM provisional restorations.** J Adv Prosthodont, v. 11, n. 2, p. 95-104, 2019.

58. JUREMA, A. L. B., Filgueiras, A. T., Santos, K. A., Bresciani, E., & Caneppele, T. M. F. (2022). Effect of intraradicular fiber post on the fracture resistance of endodontically treated and restored anterior teeth: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Prosthetic Dentistry**, 128, 13–24. doi: 10.1016/j.prosdent.2020.12.013.

59. KAIZER, M. R. et al. **Do nanofill or submicron composites show improved smoothness and gloss? A systematic review of in vitro studies.** Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials, v. 30, n. 4, p. e41–e78, 2014.

60. KAIZER, O. B. et al. Resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente, reconstruídos com pinos de fibras de polietileno e com pinos biológicos. **RGO**

Revista Gaucha de Odontologia, v. 57, n. 1, p. 19–25, 2009.

61. KATIYAR, N. K.; GOEL, G.; HAWI, S.; GOEL, S. **Nature-inspired materials: emerging trends and prospects**. *Npg Asia Materials*, v. 13, n. 1, p. 1–16, 2021.

62. KAYATT FE, et al. **O CAD Indireto ou CAD de Laboratório**. In: **KAYATT FE, DAS NEVES FD. Aplicação dos sistemas CAD/CAM na odontologia restauradora**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013(b). p. 73-134.

63. KING, K. A.; POWELL, L. Quick and Easy: Indirect fabrication of Composite Veneers. **Journal of Tennessee Dental Association**, v. 90, n. 2, p. 34-4, 2010.

64. KIRKEVANG LL, et al. **Periapical status and quality of root fillings and coronal restorations in an adult Turkish subpopulation**. *Eur J Dent*, v. 4, n. 1, p. 17-22, 2010.

65. LEAL, G. S. et al. Características do Pino de Fibra de Vidro e aplicações Clínicas: Uma Revisão da Literatura. **Id on line Revista de Psicologia**, [s.l.], v. 12, n. 42, p. 14-26, 2018.

66. LI, X., Kang, T., Zhan, D., Xie, J., & Guo, L. (2020). **Biomechanical behavior of endocrowns vs fiber post-core-crown vs cast post-core-crown for the restoration of maxillary central incisors with 1 mm and 2 mm ferrule height: A 3D static linear finite element analysis**. *Medicine*, 99(43). doi: 23;99(43).

67. LIMA, D. da S. L. D. C. et al. **Comportamento biomimético dos pinos de fibra de vidro: relato de caso**. [S.l.], v. 10, p. 296–300, 2021.

68. LIMA, R. B. W. et al. **Depth of cure of bulk fill resin composites: A systematic review**. *J Esthet Restor Dent*. 2018;30(6):492-501.

69. LIRA, R. Q. N.; LEMOS, M. V. S.; MENDES, T. A. D.; NERI, J. R.; MENDONÇA, J. S.; SANTIAGO, S. L. **Avaliação do efeito de técnicas de acabamento e polimento na rugosidade superficial de resinas compostas**. *J Health Biol Sci*, v. 7, n. 2, p. 197-203, 2019.

70. LOGUERCIO, A. D. et al. **Randomized 36-month follow-up of posterior bulk-filled resin composite restorations**. *J Dent*. 2019;85(May):93-102.

71. LOPES, H. P.; SIQUEIRA, J. J. F. **Endodontia: biologia e técnica**. In: **Endodontia: biologia e técnica**. 2010; 4: 951.

72. Machado, A. L. S. (2018). **Influência da incorporação de silicato de nióbio como carga inorgânica para uma resina composta**. In: *Anais do XXX Salão de Iniciação Científica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul*.

73. MARAN, B. M. et al. Nanofilled/nanohybrid and hybrid resin-based composite in patients with direct restorations in posterior teeth: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Dentistry**, v. 99, p. 103407, 2020.

74. MARANHA, G. O. **Revisão da literatura sobre o uso de resinas compostas em dentes anteriores**. Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdade de Odontologia

de Araçatuba da Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, SP, Brasil, 2017.

75. MARCHIONATTI, A. M. E. et al. **Clinical performance and failure modes of pulpless teeth restored with posts: a systematic review.** Braz Oral Res, v. 31, p. e64, 2017.

76. MARCOS, R. M. et al. **Influence of the Resin Cement Thickness on the Push-Out Bond Strength of Glass Fiber Posts.** Braz Dent J. 2016 Sep-Oct; 27(5): 592-598.

77. MEDEIROS, F.; PARDI, C. Influência do selamento imediato da dentina na reabilitação oral através de restaurações indiretas: Uma revisão de literatura. **Revista de produção científica da UNIFACVEST**, n. 7, Dez. 2021.

78. MEI, M. L. et al. **Influence of the indirect restoration design on the fracture resistance: a finite element study.** Biomed Eng Online, v. 15, n. 1, 2016.

79. MEIRELES, M. M. et al. **A utilização de pinos de fibra de vidros anatômicos como uma alternativa para a melhoria estética em tratamentos reabilitadores: revisão de literatura.** Research, Society and Development, v. 10, n. 15, 2021.

80. MELO JÚNIOR, P. C. et al. **Selecionando corretamente as resinas compostas.** Int J Dent Recife, v. 0, n. 2, p. 91-96, 2011.

81. MILETIC, V. et al. **Curing characteristics of flowable and sculptable bulk-fill composites.** Clin Oral Investig. 2017;21(4):1201-1212.

82. MONTEIRO, G. Q. **Clinical performance of bulk-fill and conventional resin composite restorations in posterior teeth: a systematic review and meta-analysis.** Clinical Oral Investigations, v. 23, n. 1, p. 221–233, 2019.

83. MOREIRA, M. B. **Protocolos restauradores em dentes tratados endodonticamente: Dentisteria vs Prótese Fixa.** Porto. 2011; 1-37.

84. MORIMOTO, S. et al. Survival Rate of Resin and Ceramic Inlays, Onlays, and Overlays: A Systematic Review and Meta-analysis. **Journal of Dental Research**, v. 95, n. 9, p. 985-994, Jun. 2016.

85. MORO, M.; AGOSTINHO, A. M.; MATSUMOTO, W. Núcleos Metálicos Fundidos X Pinos Pré-Fabricados. In: **Revista Ibero-americana de Prótese Clínica e Laboratorial**, v. 7, n. 36, p. 167-172, 2005.

86. MÜNCHOW, E.; SEDREZ-PORTO, J.; PIVA, E.; PEREIRA-CENCI, T.; CENCI, M. S. **Use of dental adhesives as modeler liquid of resin composites.** Dent Mater, v. 32, n. 4, p. 570-577, 2016.

87. MURAKAMI, E. H. **Estudo da Microinfiltração Marginal em Restaurações de Resina Composta, Cimentos Ionoméricos e Amálgama de Prata.** Piracicaba: Universidade Estadual de Campinas. Dissertação (Graduação), Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, 22 p. 2003.

88. NAHAR R, Mishra SK, Chowdhary R. **Evaluation of stress distribution in an endodontically treated tooth restored with four different post systems and two different crowns- A finite element analysis.** J Oral Biol Craniofac Res. 2020;10(4):719-726. doi:10.1016/j.jobcr.2020.10.004.
89. NAUMANN, Michael et al. "Ferrule comes first. Post is second!" Fake news and alternative facts? A systematic review. **Journal of Endodontics**, v. 44, n. 2, p. 212-219, 2018.
90. NOBRE, J. T. F.; SALES, D. M.; PERALTA, S. L. **Restaurações indiretas com resina composta em dentes posteriores.** In: Conexão Fаметro 2017 / XIII Semana Acadêmica, Fortaleza, 2017.
91. NOVÝ, B. B.; FULLER, C. E. **The Material Science of Minimally Invasive Esthetic Restorations.** Compend Contin Educ Dent. Vol. 29, nº 6, p. 338-346, 2008.
92. OLIVEIRA, Raquel Rodrigues et al. Resistência à fratura de dentes reforçados com pinos pré-fabricados: revisão de literatura. **Journal of Research in Dentistry**, v. 6, n. 2, 2018.
93. PALMA, F.; MARTIM, L.; AMORIM, J.; GÓIS, I.; ABREU, G.; CRUZ, E.; ROCHA, D.; NAHSAN, F. Abordagens biomiméticas para dentes tratados endodonticamente: Revisão de literatura. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 10, p. 100286-100300, outubro de 2021.
94. PEDREIRA, A. P. R. D. V; KOREN, A. R. R. **Quando indicar retentores intraradiculares de fibra de vidro ou metálicos?** v. 5, n. 2, p. 3–4, 2013.
95. PEDROLLO Lise, D., Van Ende, A., De Munck, J., Umeda Suzuki, T. Y., Cardoso Vieira, L. C., & Van Meerbeek, B. (2017). Biomechanical behavior of endodontically treated premolars using different preparation designs and CAD/CAM materials. **Journal of Dentistry**, 59, 54–61. doi: 10.1016/j.jdent.2017.02.007.
96. PEGORARO, L. F.; et al. **Fundamentos de Prótese Fixa: Série Abeno: Odontologia Essencial-Parte Clínica.** Artes Médicas Editora, 2014.
97. PEGORARO, Luiz Fernando; DO VALLE, Accácio Lins; ARAÚJO, Carlos dos Reis Pereira de; BONFANTE, Gerson; CONTI, Paulo César Rodrigues. **Prótese Fixa: Bases para o planejamento em reabilitação oral.** 2. Ed. Artes Médicas. São Paulo – SP, 2013.
98. PEGORARO, T. A; SILVA, N. R. F.; CARVALHO, R. M. **Cements for use in esthetic dentistry.** Dental Clinics of North America. 2007; 51 (2):453-71.
99. PEREIRA H.C; FELICIANO J.A; NASCIMENTO F; PEREIRA V. G; VIANA H. C. Aplicação clínica de pino de fibra de vidro: relato de caso. **Revista de Odontologia Contemporânea – ROC** Volume 1 número 2 Dezembro 2017.
100. PEREIRA JR, Valle AL, Shiratori FK, Ghizoni JS, Bonfante EA. **The effect of post material on the characteristic strength of fatigued endodontically treated teeth.** J Prosthet Dent. 2014;112:1225-30.

101. PEREIRA, Renata. **Efeito do uso de ionômero de vidro na câmara pulpar na deformação de cúspides, resistência a fratura e tensões geradas em molares tratados endodonticamente.** Universidade Federal de Uberlândia, p. (01-101), 2014.
102. PINHEIRO, Emerson et al. **Fatores que influenciam na longevidade de restaurações diretas: Uma revisão integrativa.** Research, Society and Development, v. 10, n. 7, p. e45510716114-e45510716114, 2021.
103. PINTO, Anna; Araújo, Túlio; Silveira, Karoline; Souza, Pedro; Vieira, Basílio; Costa, Moan. Restabelecimento funcional e estético de dentes tratados endodonticamente: relato de caso. **Rev ICO.** 2022; 20:e23.
104. POLUHA, R; NETO, C; SÁBIO, S. Reabilitação estética em elemento posterior endocrown. **Revista Odontológica de Araçatuba,** v.36, n.1, p. 75-81, Janeiro/Junho, 2015.
105. PRADO, Maíra Alves Araújo et al. Retentores intrarradiculares: revisão da literatura. **Journal of Health Sciences,** v. 16, n. 1, 2014.
106. PRICE R. **Consensus statements on bulk fill resin composites.** Int Dent South Africa. 2017;7(6):66-70.
107. RAEDEL, Michael et al. Survival of teeth treated with cast post and cores: A retrospective analysis over an observation period of up to 19.5 years. **The Journal of prosthetic dentistry,** v. 114, n. 1, p. 40-45, 2015.
108. RAMOS, Anna Thereza Peroba Rezende et al. **Effects of photodynamic therapy on the adhesive interface using two fiber posts cementation systems.** Photodiagnosis and Photodynamic Therapy, v. 24, p. 136-141, 2018.
109. RAUT, A., Rao, P. L., & Ravindranath, T. (2011). Zirconium for esthetic rehabilitation: an overview. **Indian Journal of Dental Research,** 22(1), 140-143.
110. 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), 512-516.
111. ROCCA, G., & Krejci, I. (2013). Crown and post-free adhesive restorations for endodontically treated posterior teeth: From direct composite to endocrowns. **European Journal of Esthetic Dentistry,** 8, 156–179.
112. RODRIGUES, B. B., et al. (2021). **Bulk fill resin composite properties: a literature review.** Research, Society and Development, 10(13), e136101320852.
113. SARKIS-ONOFRE, Rafael et al. Randomized controlled trial comparing glass fiber posts and cast metal posts. **Journal of dentistry,** v. 96, p. 103334, 2020.
114. SARKIS-ONOFRE, Rafael et al. Performance of post-retained single crowns: a systematic review of related risk factors. **Journal of Endodontics,** v. 43, n. 2, p. 175-183, 2017.

115. 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, 1035921.
116. SEDREZ-PORTO, J. A., Münchow, E., Valente, L., Cenci, M., & Pereira, C. (2019). **Nova perspectiva material para restaurações de Endocrown: efeitos no desempenho mecânico e no comportamento de fraturas**. *Brazilian Research in Oral Sciences*, 33(12)2.
117. SEVERO, B. G. de M., & Reis, T. A. dos. (2022). **Classification of composite resins and finishing and polishing methods**. *Research, Society and Development*, 11(7), e54711730257.
118. SILVA-SOUSA, Y., Gomes, E., & Dartora, N. (2017). **Mechanical behavior of endodontically treated teeth with different endocrowns extensions**. *Dental Materials*, 33(1), 73-74.
119. SILVA, J. M. F., Rocha, D. M., Kimpara, E. T., & Uemura, E. S. (2008). Resinas compostas: estágio atual e perspectivas. **Revista Odontológica**, 16(32), 98-104.
120. SILVA, M. A. et al. Reabilitação Estética e Funcional com Pino de Fibra de Vidro. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 3, n. 6, p. 17259-17267, 2020.
121. SINGER, F.; FOUUDA; BOURAUUEL. **Biomimetic approaches and materials in restorative and regenerative dentistry: review article**. *BMC Oral Health*, v. 23, n. 105, 2023.
122. SINHORETI, M. A. C., Vitti, R. P., & Correr-Sobrinho, L. (2013). Biomateriais na odontologia: panorama atual e perspectivas futuras. **Revista da Associação Paulista de Cirurgões Dentistas**, 67(4), 256–261.
123. SIQUEIRA JÚNIOR, J. F. (2001). Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail, **International Endodontic Journal**, 34, pp. 1-10.
124. SKUPIEN, J. A.; LUZ, M. S.; PEREIRA-CENCI, T. **Ferrule effect: a meta-analysis**. *JDR Clinical & Translational Research*, v. 1, n. 1, p. 31-39, 2016.
125. SRIVASTAVA, P. K., Nagpal, A., Setya, G., Kumar, S., Chaudhary, A., & Dhanker, K. (2017). Assessment of coronal leakage of temporary restorations in root canal-treated teeth: an in vitro study. **Journal of Contemporary Dental Practice**, 18(2), 126-130.
126. Souza, M. B. A., Oliveira, O., Moda, M. D., Santos, P. H., Briso, A. L. F., & Fagundes, T. C. (2017). **Influência de diferentes tipos de fotopolimerizadores e fotoiniciadores na microdureza e cor de resinas compostas**.
127. TAHA, N. A., et al. (2017). Effect of bulk-fill base material on fracture strength of root-filled teeth restored with laminate resin composite restorations. **Journal of Dentistry**, 63, 60-64.
128. TONOLLI, G., & Hirata, R. (2010). Técnica de Restauração Semi-Direta em

Dentes Posteriores- Uma opção de tratamento. **Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas**, (1), 90-96.

129. TRABERT, K. C.; CAPUTO, A. A.; ABOU-RASS, M. Tooth fracture\3-A comparison of endodontic and restorative treatments. **Journal of endodontics**, v. 4, n. 11, p. 341-345, 1978.

130. TRAIANO, M. L. (2017). **Avaiiação da microinfiltração de materiais restauradores provisórios utilizados em endodontia**. Ação Odonto.

131. TRIBST, J. P. M., Dal Piva, A. M. O., Madruga, C. F. L., Valera, M. C., Borges, A. L. S., Bresciani, E., & et al. (2018). **Restaurações Endocrown: Influência do remanescente dentário e do material restaurador na distribuição de tensões**. Dental Materials, 34(10), 1466-1473.

132. TRUSHKOWSKY, R. (2014). **Restauração de dentes tratados endodonticamente: Critérios e considerações técnicas**. Quintessence international endodontia, 45(7), 1-11.

133. TZIMAS, K., Tsiafitsa, M., Gerasimou, P., & Tsitrou, E. (2018). **Endocrown restorations for extensively damaged posterior teeth: clinical performance of three cases**. Restorative Dentistry & Endodontics, 43(4), e38.

134. VADAVADAGI, Suneel V. et al. Comparison of Different Post Systems for Fracture Resistance: An in vitro Study. **The journal of contemporary dental practice**, v. 18, n. 3, p. 205-208, 2017.

135. VAN DEN BREEMER, C., et al. (2015). **Cementation of Glass-Ceramic Posterior Restorations: A Systematic Review**. BioMed Research International, 2015, 1-16.

136. VELOSO, S., Lemos, C., de Moraes, S., do Egito Vasconcelos, B. C., Pellizzer, E. P., & de Melo Monteiro, G. Q. (2019). **Clinical performance of bulk-fill and conventional resin composite restorations in posterior teeth: a systematic review and meta-analysis**. Clinical Oral Investigations, 23(1), 221–233.

137. VERAS, B., Menezes, G., Filho, V., & Silva, C. (2015). **Comportamento clínico de resinas compostas em dentes posteriores – revisão sistematizada da literatura**. Odontologia Clínico-Científica (Online), 14(3), Recife Jul./Set.

138. VIEIRA, G. F. **Restaurações estéticas indiretas em dentes posteriores; inlay e onlay**. São Paulo: Ed. Santos, 1995.

139. YAZZDI, H. K., Sohrabi, N., & Mostofi, S. N. (2020). **Efeito de restaurações diretas de resina composta e cerâmica indireta Onlay na resistência à fratura de pré-molares superiores tratados endodonticamente**. Fronteiras na Odontologia, 17(8), 1-8.

140. ZAFAR, M. S.; AMIN, F.; FAREED, M. A.; GHABBANI, H.; RIAZ, S.; KURSHID, Z.; KUMAR, N. **Aspectos biomiméticos dos biomateriais de odontologia restauradora**. Biomimética (Basileia), v. 5, n. 3, p. 34, 2020.

141. ZAVANELLI, A. C., Zavanelli, R., Mazar, J., Araújo Lemos, C., Dias, E., Silva, V., & Pinto, C. (2017). **Coroas Endonocrown: uma revisão de literatura e relato de caso**. Arch Health Invest, 6(8), 382-389.

142. ZIMMERMANN, M., Koller, C., Reymus, M., Mehl, A., & Hickel, R. (2018). Clinical Evaluation of Indirect Particle-Filled Composite Resin CAD/CAM Partial Crowns after 24 months. **Journal of Prosthodontics**, 27(8), 694-699.