

FACULDADE SETE LAGOAS - FACSETE
Pós Graduação em Prótese Dentária

Marcella Santos Januzzi

**CONSIDERAÇÕES SOBRE A FILOSOFIA "NO-POST" EM DENTES
POSTERIORES TRATADOS ENDODONTICAMENTE:
Revisão de Literatura**

Araçatuba
2022

Marcella Santos Januzzi

**CONSIDERAÇÕES SOBRE A FILOSOFIA "NO-POST" EM DENTES
POSTERIORES TRATADOS ENDODONTICAMENTE:
Revisão de Literatura**

Monografia apresentada ao curso de especialização Lato Sensu da Faculdade Sete Lagoas - FACSETE, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Prótese Dentária.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Adriana Cristina Zavanelli

Área de concentração: Odontologia



Marcella Santos Januzzi

**CONSIDERAÇÕES SOBRE A FILOSOFIA “NO-POST” EM DENTES
POSTERIORES TRATADOS ENDODONTICAMENTE:
Revisão de Literatura**

Monografia apresentada ao curso de especialização Lato Sensu da Faculdade Sete Lagoas - FACSETE, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Prótese Dentária.

Área de concentração: Odontologia

Aprovada pela banca.

*Ao meu pai que, com a sua inestimável fé, me ensina todos os dias a sempre lutar
pelos meus sonhos e principalmente pela vida*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à *Deus*, por ter me conduzido durante toda a minha vida pessoal e profissional. Mesmo sendo uma pessoa extremamente ansiosa, sempre tive paciência para aguardar os caminhos que Ele desejou para mim e confio que, se estou aqui escrevendo essa monografia hoje, é porque foi uma decisão Dele.

Aos *meus pais*, essenciais durante essa minha jornada, por terem sonhado comigo o meu sonho e por não medirem esforços para torná-lo realidade. Em todo meu pedido de ajuda para esse curso, sempre ouvi a seguinte frase do meu pai: "Filha, eu te quero grande!". Então, com certeza, hoje sou um pouco maior do que eu era antes de iniciar todo esse estudo.

À *toda equipe de professores e doutores do curso de especialização Personalité*, em especial a minha orientadora, *Profa. Dra. Adriana Cristina Zavanelli*, por todo o conhecimento transmitido a mim, da maneira mais didática e completa possível. Profa. Adriana, a senhora é uma verdadeira inspiração para todos os seus alunos. Sua paixão pela clínica e pelo conhecimento transparece em seus olhos e reflete em mim, sua empatia e seu jeito único marcaram minha vida. Nunca vou esquecer da nossa conversa ainda no primeiro módulo, quando demonstrei insegurança em uma prática clínica e a senhora calmamente segurou a minha mão e me disse: "Vamos juntas!". Muito obrigada!

Aos *meus colegas de Pós Graduação*, em especial minha amiga *Maria Isabela Lopes Gandolfo*, minha dupla de atendimentos desde a Graduação. Graças a você e ao seu incentivo, iniciamos este caminho juntas e finalizamos juntas também. Você é uma irmã para mim, obrigada por sempre estar presente na minha vida!

Por fim, agradeço aos *profissionais do NEC Odonto*, pelo carinho e por serem tão receptivos com seus alunos.

“Você nunca sabe a força que tem, até que a sua única alternativa é ser forte.” (Johnny Depp)

RESUMO

A restauração de dentes tratados endodonticamente com grandes perdas de estrutura dentária é um verdadeiro desafio para a Odontologia, visto a necessidade de utilização de materiais com capacidade de ampliar o suporte coronário e impedir a propagação de fraturas. Recentemente, uma mudança sobre o uso de retentores intrarradiculares vem surgindo, criando um novo conceito “no post”, a partir da utilização de compósitos resinosos reforçados por fibras de vidro. O objetivo desta revisão consiste em explorar na literatura científica se o material, representado pela EverX Posterior (GC), apresenta alguma vantagem de uso em comparação com os outros materiais já descritos para a restauração de dentes posteriores tratados endodonticamente. A busca foi realizada nas principais bases de dados, PubMed, Scopus e Web of Science e também na literatura cinzenta, resultando em 163 artigos. Após a exclusão de duplicatas e leitura na íntegra, 14 artigos in vitro e 1 artigo clínico foram incluídos na versão final de análise. Com relação aos dados encontrados, o novo biomaterial apresentou maior resistência à fratura em dentes posteriores na maioria dos estudos avaliados, exceto em comparação com as restaurações indiretas, principalmente do tipo endocrown. Em comparação com as restaurações diretas, a EverX Posterior, em “bicamada”, funcionou como um reforço para distribuição de forças e com propriedades melhoradas na presença de ranhuras retentivas. Já para os retentores intrarradiculares, o novo biomaterial também garantiu uma melhora do comportamento mecânico, semelhante à comparação feita para as fibras de polietileno e de vidro. Desse modo, novos estudos clínicos devem ser feitos para comprovar as considerações sobre a filosofia “no post” descrita.

Palavras-chaves: resinas compostas; EverX Posterior; dente não vital; restauração dentária permanente.

ABSTRACT

The restoration of endodontically treated teeth with great loss of tooth structure is a real challenge for dentistry, since it requires the use of materials capable of extending the coronal support and preventing the propagation of fractures. Recently, a change in the use of intraradicular retainers has emerged, creating a new "no post" concept, based on the use of glass fiber reinforced resin composites. The aim of this review is to explore in the scientific literature whether the material, represented by EverX Posterior (GC), presents any advantage of use in comparison with other materials already described for the restoration of endodontically treated teeth. The search was performed in the main databases, PubMed, Scopus and Web of Science and also in the gray literature, resulting in 163 articles. After exclusion of duplicates and reading in full, 14 in vitro articles and 1 clinical article were included in the final analysis version. Regarding the data found, the new biomaterial showed higher fracture resistance in posterior teeth in most of the studies evaluated, except in comparison with indirect restorations, mainly of the endocrown type. In comparison with direct restorations, EverX Posterior, in a "bilayer", functioned as a reinforcement for force distribution and with improved properties in the presence of retentive grooves. For the intraradicular retainers, the new biomaterial also guaranteed an improved mechanical behavior, similar to the comparison made for polyethylene and glass fibers. Thus, further clinical studies should be carried out to prove the considerations about the "no post" philosophy described.

Keywords: composite resins; EverX Posterior; nonvital tooth; permanent dental restoration.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Ilustração esquemática de modelos de restaurações dentárias encontradas nos artigos	21
--	----

LISTA DE FLUXOGRAMAS

FLUXOGRAMA 1: Critérios de identificação, triagem e inclusão dos estudos da revisão de literatura seguindo o formato PRISMA.....	16
---	----

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Resumo dos principais dados dos artigos selecionados para o estudo.....	17
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

bis-GMA - bisfenol-A-diglicidil-dimetacrilato

CRRF - compósito resinoso reforçado por fibras

DTE - dente tratado endodonticamente

EVXP - EverX Posterior (GC)

FP - fibra de polietileno

FV- fibra de vidro

GP - guta percha

JCE - junção cimento-esmalte

MOD - méso-ocluso-distal

PF - pino de fibra

RC - resina composta

RD - restauração direta

RI - restauração indireta

Semi-IPN - rede polimérica semi-interpenetrante

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVO	16
3	METODOLOGIA	16
4	RESULTADOS	17
5	DISCUSSÃO	22
5.1	Comparação EverX Posterior versus Restaurações Diretas em dentes não vitais	22
5.1.1	Influência do material restaurador na resistência de união à microtração em dentes não vitais	22
5.1.2	Influência do material restaurador na resistência à fratura mastigatória em dentes não vitais	23
5.2	Comparação EverX Posterior versus Restaurações Indiretas em dentes não vitais.....	25
5.3	Comparação EverX Posterior versus Retentores Intrarradiculares em dentes não vitais.....	27
5.4	Comparação EverX Posterior versus Fibra de reforço de polietileno ou de vidro em dentes não vitais.....	28
5.5	Limitações do estudo.....	30
5.6	Considerações adicionais	30
6	CONCLUSÃO	32
	REFERÊNCIAS	33

1. INTRODUÇÃO

A finalização de um procedimento restaurador em um dente submetido ao tratamento endodôntico (DTE) é dada pela recuperação da anatomia e função do mesmo, seja ela confeccionada diretamente através da utilização de compósitos diretos ou indiretamente através da cimentação de elementos cerâmicos (BIJELIC-DONOVA et al., 2020). Para tanto, nem sempre a quantidade de remanescente dentário é suficiente para suportar qualquer uma das opções descritas acima, considerando a perda de cúspides e cristas como consequência do processo carioso, das cavidades de acesso endodôntico (FUSS et al., 1999) e de traumas decorrentes da redução da propriocepção após endodontia (GARLAPATI et al., 2017). Nestes casos, torna-se necessária a utilização de materiais com capacidade de ampliar o suporte coronário e impedir a propagação de fraturas (GARLAPATI et al., 2017).

Como materiais tradicionalmente descritos na literatura (FIGUEIREDO et al., 2014), os retentores intrarradiculares apresentam-se com grande utilização na clínica diária, em dentes anteriores e posteriores, como elementos que podem oferecer o suporte coronário desejado em DTE. Entre eles estão os núcleos metálicos fundidos ou pré-fabricados, que não apresentam mais vantagens quanto a longevidade do elemento dentário e caíram em desuso (GAINANTZOPOULOU et al., 2018). Já os pinos com reforço de fibra continuam sendo amplamente utilizados devido suas características estéticas e mecânicas, como o menor risco de falha catastrófica considerando seu módulo de elasticidade (20 GPa) semelhante à dentina dentária (≈ 18.6 GPa) (GAINANTZOPOULOU et al., 2018; Nagas et al., 2016).

Porém, recentemente, alguns estudos vêm sendo publicados com uma mudança de conceito sobre a utilização dos retentores, visto que, embora de fácil emprego, há um número relativamente alto de falhas técnicas de preparo do conduto, escolha do material retentor e do protocolo de cimentação, levando a prejuízos na restauração e em casos mais drásticos, trepanação e perda do elemento dentário (GARLAPATI et al., 2017; MENA-ALVARES et al., 2020). Diante também de suas limitações de adesão à dentina (CIMPEAN et al., 2020) e desvantagens de uso, técnicas minimamente invasivas de restaurações de DTE,

omitindo a necessidade de colocação dos retentores, tornam-se um vantajoso avanço da Odontologia (NAGAS et al., 2016).

Com o desenvolvimento dos sistemas adesivos e dos novos materiais compósitos resinosos reforçados por fibras (CRRF), novos estudos vêm sendo divulgados sobre uma filosofia “no post” (GARLAPATI et al., 2017). Esses materiais apresentam-se como possíveis substitutos do uso dos retentores e de outras resinas compostas, visto que atuam como reforço e substituição da dentina, aumentando a resistência à fratura e o módulo flexural da mesma (KASSIS et al., 2020; KAUR et al., 2021). Essa técnica, também chamada de “wallpapering technique”, consiste em uma ferramenta valiosa para aumento da longevidade da restauração de dentes vitais e não vitais estruturalmente comprometidos, através da proteção das paredes da cavidade com fibras de reforço, favorecendo o prognóstico das reabilitações (DELIPERI, ALLEMAN & TUDO, 2017). Desse modo, em dentes não vitais, a quantidade de elemento dentário remanescente assume uma nova importância no tratamento, visto a existência de uma fibra com propriedades biomiméticas que pode ser colocada como núcleo de preenchimento antes da restauração final (ROCCA et al., 2015; SCOTTI et al., 2020).

Há uma série de CRRF de diversos diâmetros, comprimentos e orientações de fibras desenvolvidos no mercado odontológico (ROCCA et al., 2015), e a EverX Posterior (GC) (EVXP), embora ainda não disponível no Brasil, emerge como uma opção de base de restauração (GARLAPATI et al., 2017). O material é composto por uma matriz de resina, 25% de fibras de vidro (E-Glass) orientadas de maneira aleatória e cargas de partícula inorgânica (TANNER et al., 2018; KEULEMAN et al. 2017; GAROUSHI et al., (2018). A matriz de resina é formada de bisfenol-A-diglicidil-dimetacrilato (bis-GMA), dimetacrilato de trietilenoglicol, e polimetilmetacrilato, formando uma matriz chamada rede polimérica semi-interpenetrante (semi-IPN), que fornece propriedades de ligação melhoradas para o aumento da tenacidade da matriz polimérica (KEULEMAN et al. 2017; GAROUSHI et al., 2018). Segundo o fabricante, sua contração volumétrica é significativamente menor (0,17%) em comparação com outros materiais e, por isso, possibilitam a polimerização em grandes incrementos (TANNER et al., 2018; BARABA et al., 2021), além de apresentar fibras com elevada capacidade de reforçar as restaurações evitando fraturas, que é uma das principais causas de falhas de restauração pós-endodôntica (GARLAPATI et al., 2017).

2. OBJETIVO

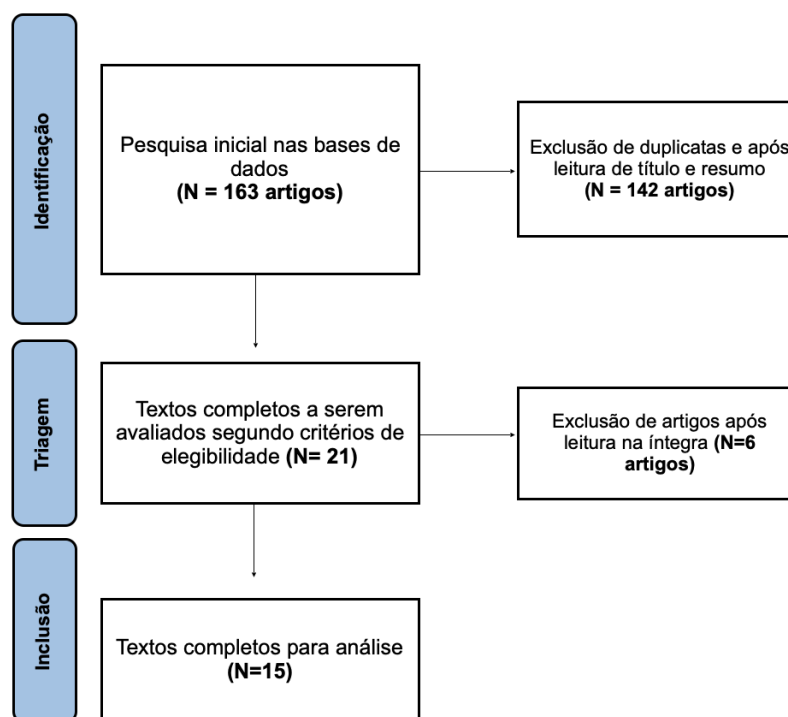
O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão de literatura para expor a filosofia “no post” através da utilização do compósito resinoso reforçado por fibras, EverX Posterior (GC), na restauração de dentes posteriores tratados endodonticamente. Além de explorar na literatura científica se o mesmo material apresenta alguma vantagem de uso em comparação com os outros materiais restauradores e técnicas já descritas nos artigos científicos.

3. METODOLOGIA

Foram utilizados para a busca dos artigos os seguintes descritores e suas combinações na língua inglesa: “composite resins”, “EverX Posterior”, “nonvital tooth”, “permanent dental restoration” e “Post and core technique”, indexados no DeCS/Mesh. Foram utilizadas as bases de dados Pubmed, Scopus, Web of Science, além da literatura cinzenta, representada pela Google Scholar e Pro-Quest. Os critérios de inclusão definidos para a seleção dos artigos foram: artigos em inglês e indexados nos referidos bancos de dados nos últimos 10 anos, estudos in vitro e clínicos, artigos que retratassem na íntegra uma comparação entre a utilização dos compósitos reforçados por fibra, particularmente a EverX Posterior (GC), e outras formas de restauração de dentes tratados endodonticamente. A pesquisa foi ampliada, conforme necessário, realizando buscas nas referências dos artigos selecionados e nas principais revistas com publicações na área, e os resultados fornecidos também foram incluídos como parte do estudo.

A quantidade de artigos selecionados no momento de identificação nas bases de dados, seguidos pela triagem dos mesmos e a inclusão final seguindo os critérios de elegibilidade do estudo estão esquematizados no fluxograma (formato PRISMA) a seguir

FLUXOGRAMA 1 - Critérios de identificação, triagem e inclusão dos estudos da revisão de literatura seguindo o formato PRISMA. (<http://prisma-statement.org>).



4. RESULTADOS

Os principais resultados correspondentes aos 15 artigos selecionados pelos critérios de elegibilidade da pesquisa estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1: Resumo dos principais dados dos artigos selecionados para o estudo.
(continua)

Autor e ano de publicação	Desenho do estudo	Localização	Materiais comparados	Resultados encontrados
Baraba et al. (2021)	Ex vivo	Molares	Resina composta (G-ænial posterior, GC) Compósito reforçado por fibra (EverX Posterior, GC)	Não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois materiais e o controle ($p = 0,4617$).
Bijelic-Donova et al. (2020)	In vitro	Cavidades méso-oclusodistal (MOD) de 3º Molares mandibulares	Resina composta (GC Posterior) Compósito reforçado por fibra (EverX Posterior, GC)	A inclusão da EverX Posterior influenciou no tipo de fratura, resultando na maioria das fraturas reparáveis (67–75%).

Tabela 1: Resumo dos principais dados dos artigos selecionados para o estudo. (continuação)

Autor e ano de publicação	Desenho do estudo	Localização	Materiais comparados	Resultados encontrados
Cimpean et al. (2020)	In vitro	MOD de Pré-molares	Pino de fibra de vidro (Reforpost, Angelus) Compósito reforçado por fibra (EverX Posterior,GC)	EverX Posterior apresentou valores maiores de resistência à fratura, sendo mais resistentes do que os reforçados com pinos de fibra de vidro.
Frankenberger et al. (2021)	In vitro	MOD, coroas parciais e totais de Molares mandibulares	Resina composta (Tetric EvoCeram BulkFill); Compósito reforçado por fibra (EverX Posterior) Restauração indireta EMAX CAD Restauração indireta Celtra Duo Restauração indireta de Zircônia Restauração indireta metálica (Ketac Cem).	Entre os grupos com Tetric EvoCeram e EverX Posterior não houve diferença estatística quanto à resistência à fratura. Todas as restaurações indiretas mostraram um desempenho promissor após o teste de fadiga.
Gaintantzopoulou et al. (2018)	In vitro	Cúspides línguas de 1º Pré-molares superiores	Pino de fibra de vidro (Glassix) Compósito reforçado por fibra (EverX Posterior) + restauração	Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos nos valores médios de carga de fratura, porém o EverX Posterior modificou significativamente o modo de falha.
Garlapati et al (2017)	In vitro	MOD de 1º molares	Resina híbrida (Te-Econom Plus, Ivoclar) Fibra de polietileno Compósito reforçado por fibras (EverX Posterior,GC).	O maior valor de resistência à fratura foi encontrado no grupo com EverX Posterior.

Tabela 1: Resumo dos principais dados dos artigos selecionados para o estudo. (continuação)

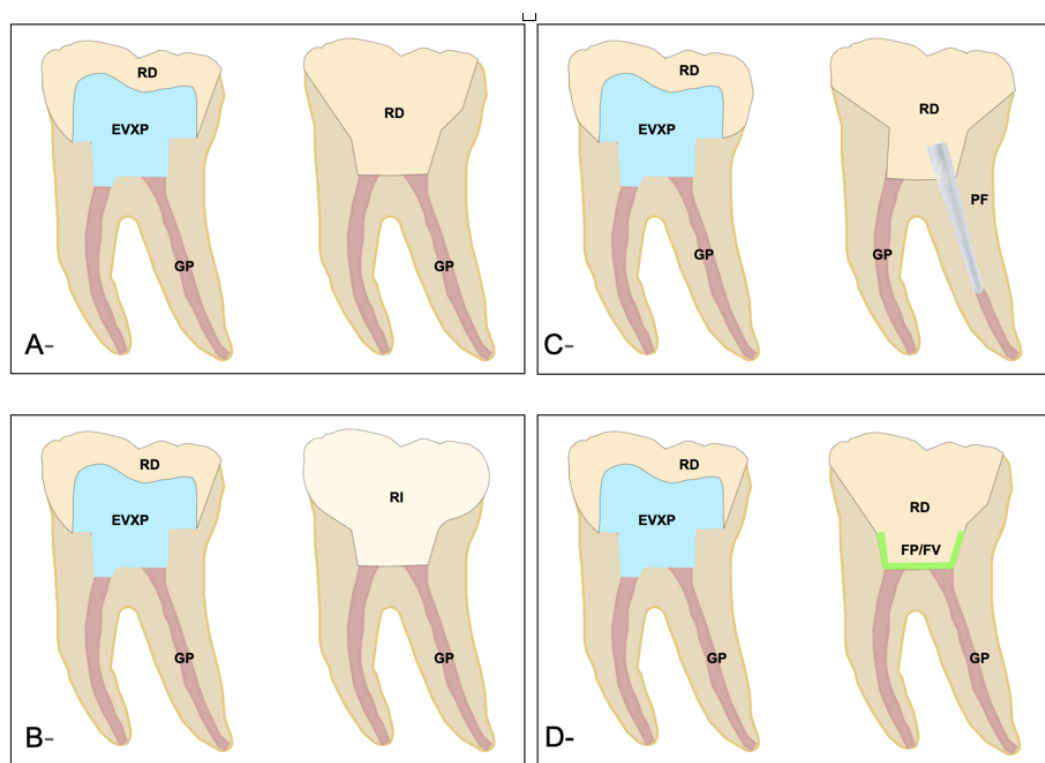
Autor e ano de publicação	Desenho do estudo	Localização	Materiais comparados	Resultados encontrados
Kassis et al. (2020)	In vitro	MOD, inlays, Onlays e endocrowns de 3º Molares mandibulares	Resina composta (G-ænial posterior, GC) Resina fluída (G-anial Universal Flow, GC) Compósito reforçado por fibra (EverX Posterior, GC) Restauração Indireta (CERASMART®)	Restaurações indiretas do tipo Endocrown apresentam resistência à fratura maior do que outros grupos, sendo significativamente menor para inlays, intermediário para onlays com EverX Posterior seguido de onlays com G-ænial Universal Flo.
Kaur et al. (2021)	In vitro	MOD de Pré-molares superiores	Resina composta (FILTEK P60) Resina bulk-fill (TETRIC-N-CERAM BULK FILL) Resina dual core (LUXACORE Z DUAL) Compósito reforçado por fibras (EverX Posterior, GC)	O EverX Posterior apresentou resistência média à fratura aumentada em relação aos demais grupos.
Mena-Alvarez et al. (2020)	Estudo piloto in vitro	MOD de 1º Pré-molares superiores	Pino de fibra de vidro Pino de fibra elástico (Gradia Core, GC) Compósito reforçado por fibras (Everx X Posterior, GC) Resina composta(Gradia Core, GC)	O maior valor de resistência a fratura foi encontrado no grupo com pino de fibra de vidro e EverX Posterior e o menor valor no pino de fibra de vidro isolado.
Ozsevik et al. (2015)	In vitro	Molares mandibulares	Resina composta (G-ænial posterior, GC); Fibra de polietileno (Ribbond; Seattle, WA, USA) Compósito reforçado por fibra (EverX Posterior, GC)	EverX Posterior apresentou maior resistência a fratura comparado com os outros grupos.
Tanner et al. (2018)	Ensaio clínico	Molares e pré-molares	Compósito reforçado por fibra (EverX Posterior, GC)	A taxa de sobrevida global de 36 restaurações com EverX Posterior foi de 97,2%, em um acompanhamento de 2,5 anos.

Tabela 1: Resumo dos principais dados dos artigos selecionados para o estudo. (continuação)

Autor e ano de publicação	Desenho do estudo	Localização	Materiais comparados	Resultados encontrados
Rocca et al. (2015)	In vitro	Overlay em molares	Resina composta (G-aenial posterior, GC); Fibra de vidro (EverStick NET, GC) Compósito reforçado por fibra (EverX Posterior, GC) Restauração Indireta (Lava Ultimate, 3M)	Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos ($p > 0,05$) e o uso da EverX Posterior para reforçar o “núcleo” contra fraturas verticais sob cargas estáticas parece inútil quando a espessura da restauração de resina composta CAD/CAM é alta.
Scotti et al. (2020)	In vitro	MOD de Pré-molares superiores	Compósito reforçado por fibra (EverX Posterior GC) Resina composta (Filtek Supreme XTE) Fibra de vidro (EverStick NET, GC) Resina fluída (G-anial Universal Flow, GC) Resina Composta (FSXTE, 3M)	Não foram encontradas diferenças na resistência à fratura entre o Filtek Supreme XTE e o EverX Posterior; além disso, a inserção de fibra de vidro não melhorou significativamente a resistência à fratura em nenhum dos casos.
Tekçe et al. (2017)	In vitro	MOD de 1º Molares mandibulares	Fibra de polietileno (Ribbond; Seattle, WA, USA) Resina Composta (G Aenial Posterior, GC) Resina Composta (G Aenial Flo, GC) Compósito reforçado por fibras (EverX Posterior, GC)	Os grupos de compósito reforçado com fibra de polietileno apresentaram resultados de resistência à fratura semelhantes ao EverX Posterior.
Yasa et al. (2015)	In vitro	MOD de 1º molares	Resina composta nano-híbrida (Filtek Z550) Resina bulk-fill flow (Filtek Bulk Fill) Compósito reforçado por fibras (EverX Posterior, GC).	EverX Posterior com cavidades retentivas apresentou valores de resistência à fratura significativamente maiores em comparação com os outros grupos de teste ($p < 0,05$).

Com o objetivo de facilitar o entendimento das comparações realizadas nos artigos científicos citados acima, a Figura 1 ilustra as principais condições apresentadas.

FIGURA 1: Ilustração esquemática de modelos de restaurações dentárias posteriores encontradas nos artigos. **A** - EVXP versus restaurações diretas (RD) encontradas em BARABA et al. (2021), BIJELIC-DONOVA et al. (2020), FRANKENBERGER et al. (2021), GARLAPATI et al. (2017), KAUR et al. (2021), MENA-ALVAREZ et al. (2020), OZSEVIK et al. (2015), SCOTTI et al. (2020) e YASA et al. (2015). **B** - EVXP versus restaurações indiretas (RI) encontradas em FRANKENBERGER et al. (2021); KASSIS et al. (2020) e ROCCA et al. (2015) **C**- EVXP versus pino de fibra (PF) de vidro encontradas em CIMPEAN et al., (2020), MENA-ALVARES et al. (2020) e GAINANTZOPOULOU et al. (2018); **D**- EVXP versus fibra de polietileno (FP) ou vidro (FV) encontradas em GARLAPATI et al. (2017), OSZEVIK et al. (2015), ROCCA et al. (2015), SCOTTI et al. (2020) e TEKÇE et al. (2017). GP= guta percha.



Fonte: elaborada pela autora.

5. DISCUSSÃO

5.1 Comparação EverX Posterior *versus* Restaurações Diretas em dentes não vitais

Restaurações diretas através da resina composta convencional (RC) são utilizadas há décadas pela Odontologia restauradora em dentes vitais e não vitais. Porém, dependendo da quantidade de tecido dentário remanescente e somado as limitações da técnica, como a contração de polimerização, falhas podem ocorrer, levando a propagação de fraturas, por exemplo (FRANKENBERGER et al., 2020; YASA et al., 2015). Em dentes não vitais, as características do assoalho da câmara pulpar contribuem para uma superfície de adesão ainda mais desafiadora para restauração, considerando a presença de túbulos dentinários abertos e a ação de irrigantes, como o hipoclorito de sódio, alterando o conteúdo orgânico e mineral da dentina (KIJSAMANMITH et al. 2002, BARABA et al., 2021). Descrita na literatura como uma “restauração bicamada”, a utilização de CRRF surge como uma opção de base para restaurações com essa extensa perda de tecido dentário (BEHR et al., 2003; BIJELIC-DONOVA et al., 2020).

5.1.1. *Influência do material restaurador na resistência de união à microtração em dentes não vitais*

Para comprovar as diferenças de composição dentinária e testar os materiais descritos anteriormente, BARABA et al. (2021) compararam o CRRF com RC particulada, avaliando a resistência de união à microtração das mesmas à dentina coronária e do assoalho da câmara pulpar em molares não vitais. O teste foi feito aplicando uma carga de tração na velocidade de 0,5mm/min até a fratura. Os resultados mostraram resistências diferentes entre a EVXP ($22,91 \pm 14,66$ MPa na dentina coronária e $14,00 \pm 5,83$ MPa na dentina do assoalho) e a RC ($24,44 \pm 13,72$ MPa na dentina coronária e $12,10 \pm 8,89$ MPa na dentina do assoalho da câmara pulpar), porém declararam que os valores não foram influenciados pelo tipo de compósito utilizado para a construção, logo as duas opções foram igualmente favoráveis para restauração de dentes vitais e não vitais. Por tratar-se de um estudo in vitro, os autores esclareceram que novos estudos seriam necessários e que a

utilização de adesivo autocondicionante poderia explicar a baixa resistência de união obtida na dentina do assoalho da câmara pulpar em ambos os casos (LOHBAUER et al., 2008).

5.1.2. Influência do material restaurador na resistência à fratura mastigatória em dentes não vitais

Paralelamente a essa análise, uma série de estudos (FRANKENBERGER et al., 2020; BIJELIC-DONOVA et al., 2020; KAUR et al., 2020; GARLAPATI et al., 2017; YASA et al., 2015, OZSEVIK et al., 2015; MENA-ALVAREZ et al., 2020) avaliou a resistência à fratura mastigatória de dentes comprometidos restaurados diretamente com RC na presença e ausência do CRRF como base de reforço. Um destes estudos foi o de FRANKENBERGER et al. (2020), que avaliou também o comportamento marginal em cavidades méso-ocluso-distal (MOD) de molares não vitais, restaurados com RC BulkFill e sistema adesivo universal e outros com CRRF como forramento. Os testes foram feitos aplicando força de 100 N e, similar ao estudo anterior, não houve diferença entre ambos os materiais quanto à resistência à fratura ($p > 0,05$), porém os dentes restaurados pela EVXP como “bicamada” apresentaram mais margens livres de falhas, ou seja, menor formação de gaps na interface restauração-esmalte. Logo, embora com relatos favoráveis, os biomateriais novos se comportaram com similaridade in vitro aos biomateriais já utilizados (CARVALHO et al., 2018).

YASA et al., (2015) estudaram a eficiência dos materiais restauradores em cavidades MOD com 3mm de espessura, na presença e na ausência de ranhuras de retenção nas paredes vestibular e lingual de molares inferiores. Significativamente, a presença de ranhuras retentivas de 1,5 mm de comprimento x 1,5 mm de largura e 2/3 da altura da parede da cavidade influenciou na análise ($p < 0,05$), conforme as considerações de KASSIS et al. (2020). Os autores concluíram que a EVXP com cavidades retentivas apresentou valores de resistência à fratura maiores em comparação com os outros grupos, representados pela RC nano-híbrida e RC BulkFill Flow como base. BIJELIC-DONOVA et al. (2020), comparando amostras de terceiros molares com incrementos oblíquos de reforço de 2mm, submetidos a testes de mastigação (1,5Hz) com carga de 85 N e em testes de carga estática, também encontraram vantagens no biomaterial. Nele, a maioria (75%) das restaurações

apenas com RC direta, ou seja, sem CRRF, fraturaram desfavoravelmente abaixo da junção cimento-esmalte (JCE), em dentes vitais e não vitais, enquanto o reforço da EVXP foi benéfico em termos de modo de fratura, tanto para dentes vitais (75% de fraturas restauráveis), quanto para dente não vital (66,7% de fraturas restauráveis), com fraturas acima da JCE.

Recentemente, KAUR et al. (2021) produziram um estudo em pré-molares superiores e, de maneira similar aos autores acima, também declararam uma maior resistência nos grupos restaurados com o EVXP (909,2 N) como núcleo de preenchimento, em comparação com a RC BulkFill (564N), RC particulada e RC Dual-cure (592N) ($p < 0,0001$), quando submetidos à uma carga vertical ao longo eixo no dente na velocidade de 1mm/min. Para esse autores (KAUR et al., 2021; EAPEN et al., 2017; KUMAR et al., 2018), o aumento da resistência média pode ser explicado pelo suporte fornecido com a subestrutura de fibras curtas desse compósito resinoso, que recebem as tensões e funcionam como amortecedores de trincas. MENA-ALVAREZ et al., (2020), em testes de carga de 80N e 0,5mm/s, nos mesmos elementos dentários, também encontraram maior resistência para o grupo EVXP (3040N) em comparação com a RC convencional (2560N). Em congruência, porém em molares inferiores, GARLAPATI et al. (2017) encontraram maiores resultados para o grupo com EVXP (1994.8N), em comparação com apenas RC híbrida (1418,3N). A menor resistência dos compósitos diretos pode ser explicada devido à sua contração de polimerização, resultando em quebras marginais, já a maior resistência do CRRF pode ser explicada pelas suas fibras curtas de vidro que, no comprimento adequado, podem funcionar como um reforço para distribuição de forças (GARLAPATI et al., 2017; GAROUSHI et al., 2007; VALLITTU et al., 1996).

Confirmando os estudos mencionados acima, OZSEVIK et al. (2015) também encontraram resultados para a EVXP favoráveis, com valores maiores (2550,7N) e muito semelhantes aos dentes molares intactos, em comparação com a RD (1489,5N). Embora tenha sido relatado como um material vantajoso com base nos estudos in vitro, apenas um estudo piloto clínico foi executado (TANNER et al., 2018) em dentes posteriores com acompanhamento de 2,5 anos. Nele, por meio de registros fotográficos e radiográficos do tratamento, de 36 restaurações com o material EVXP, a taxa de sobrevivência global foi de 97,2% e taxa de sucesso de execução da restauração sem falha foi de 88,9%, indicando com cautela, por tratar-se de um estudo piloto não randomizado, que as restaurações diretas de

CRRF, na técnica "bicamada" apresentam um bom desempenho clínico na avaliação de curto período.

Apenas um artigo realizou uma metodologia complementar às análises (SCOTTI et al., 2020) através da microtomografia computadorizada para avaliar a presença de gap entre a restauração e o elemento dentário antes e após a simulação de mastigação. Uma grande vantagem da EVXP encontrada foi a redução significativa de lacunas quando incorporada com fibras de vidro, visto que as RD causam uma maior contração de polimerização quando usados isoladamente e, como consequência da diminuição do volume, ocorre a formação de lacunas para alívio de tensão, provocando microinfiltração (GORDAN et al., 2006). No entanto, é importante enfatizar que, a respeito da resistência do material, não foi encontrada diferença estatística ($p>0,05$).

5.2 Comparação EverX Posterior versus Restaurações Indiretas em dentes não vitais

Dentes tratados endodonticamente já são considerados elementos de baixa resistência e resiliência, considerando a perda substancial de estrutura dentária (KASSIS et al., 2020). Considerando esse motivo, coroas parciais ou totais fabricadas em laboratórios normalmente são uma das opções de tratamento escolhidas pelos dentistas (ALSHIDD et al., 2016). Outra abordagem que vem surgindo como opção de tratamento para essas grandes cavidades são os CRRF, como substitutos da dentina e que necessitam de maiores investigações clínicas (GAROUSHI et al., 2018).

FRANKEBERGER et al. (2020) estudou o comportamento de resistência à fratura do CRRF, representado pela EVXP, comparado às restaurações indiretas (RI), representadas por coroas parciais (endocrows) e totais de dissilicato de lítio, de zircônia e de ouro fundido, cimentadas por diversos materiais. Comparando apenas as RI, coroas parciais e totais de qualquer um dos materiais avaliados não obtiveram diferenças significativas em relação à resistência avaliada ($p>0,05$). Já em comparação com o grupo restaurado com EVXP, a cobertura parcial (endocrown) foi mais efetiva tanto no comportamento marginal quanto na fratura. Já a coroa total de zircônia e de ouro fundido foram os que apresentam maior valor de resistência entre todos os materiais avaliados, sendo superior até mesmo aos dentes hígidos

($p < 0,05$). Desse modo, os autores alegaram que as RI apresentam um desempenho mais promissor, com relação ao teste executado, como material de reabilitação.

Confirmando o resultado mencionado anteriormente, KASSIS et al. (2020) também realizaram uma comparação entre a EVXP e RI do tipo endocrowns confeccionadas no sistema CAD/CAM. Esses autores alegaram em seus resultados que a resistência à fratura foi maior nas endocrowns ($p = 0,021$) comparado com o material em questão, visto que esse tipo de reabilitação utiliza a câmara pulpar para aumentar a estabilidade através da cimentação adesiva (ALTIER et al., 2018). Contudo, uma pequena diferença com relação ao estudo anterior foi encontrada, ao afirmar que a maior resistência à fratura foi obtida nos dentes hígidos, seguido das RI. Desse modo, observa-se que a endocrown, nessa revisão de literatura, apresentou vantagem sobre o material testado e pode ser uma interessante opção de tratamento, visto que requer uma preparação menos invasiva do que o uso dos retentores intrarradiculares, reduzindo etapas clínicas de preparo do conduto, cimentação dos retentores e construção de núcleos de preenchimento (ROCCA et al., 2015; PASHLEY et al., 2011).

Com relação as RI de resinas híbrida, os resultados também mostraram valores inferiores no biomaterial reforçado por vidro. ROCCA et al., (2015) relataram uma resistência de 2429N na EVXP em comparação com 2817N da RC híbrida confeccionada em CAD/CAM, na configuração de preparo do tipo overlay, aplicada uma carga oclusal axial (49N) na velocidade de 1mm/min. Na avaliação de modo de fratura, contudo, todos os grupos avaliados fraturaram catastróficamente, abaixo da JCE, sugerindo que o uso de CRRF em grandes cavidades como “núcleo” de restaurações espessas de resinas é inútil na resistência. KASSIS et al., (2020) também salientaram que o design da cavidade influencia na resistência do material ao realizar testes em cavidades MOD (inlays) e também em onlays restauradas com RC híbridas confeccionada em CAD/CAM. Seus resultados mostraram que a resistência foi maior nos dentes hígidos, seguido por onlays com a RC, intermediário para onlays com a EVXP e menor para as cavidades MOD, tanto com CRRF e RC. Desse modo, o CRRF apresentou uma condição inferior a RC híbrida indireta como material de base para restaurações, talvez pela necessidade de ranhuras retentivas para evitar fratura de cúspide (ATALAY et al., 2016).

5.3 Comparação EverX Posterior versus Retentores Intrarradiculares em dentes não vitais

O uso dos retentores intrarradiculares, em especial os pinos de fibra (PF) de vidro, são amplamente recomendados na literatura com o intuito de fornecer uma maior retenção para os materiais restauradores, considerando o seu módulo de elasticidade mais semelhante à dentina. (SAKER et al., 2015; NOTHDURFT et al., 2018; MENA-ALVAREZ et al., 2020). Porém, novos materiais com propriedades diferentes vêm sendo testados para garantir um melhor prognóstico no tratamento de dentes não vitais sujeitos à endodontia (MORTAZAVI et al., 2012; MENA-ALVAREZ et al., 2020).

MENA-ALVAREZ et al., (2020), em cavidades MOD de pré-molares superiores, compararam a resistência à fratura de PF de vidro e elástico com a EVXP, de maneira isolada e combinada. Considerando a técnica adotada, o preparo do conduto foi realizado deixando o selamento apical de 4mm de guta-percha no canal. As resistências encontradas, em ordem crescente, foram de 2420N para o grupo apenas com PF vidro, 3040N para apenas EVXP, 3510N para o grupo apenas com PF elástico, 3520N para PF elástico com EVXP e 3620N para PF vidro com EVXP. Considerando o grupo controle (3290N), a presença de compósitos reforçados por vidro dentro do canal e como núcleo de preenchimento melhorou o comportamento biomecânico, aumentando a resistência à fratura dos corpos de prova.

Outros estudos também consideraram a EVXP como tratamento de melhor escolha (CIMPEAN et al., 2020; GAINANTZOPOULOU et al.; 2018). CIMPEAN et al. (2020) reforçaram que o novo biomaterial representa ser um bom substituto da dentina em grandes cavidades, como cavidades MOD, em comparação com os PF de vidro. Na sua análise, o uso do CRRF como “bicamada” com uma RC microparticulada, ampliou a resistência à fratura (1159,42N) duas vezes mais do que o valor obtido apenas com o uso do retentor intrarradicular (522,35N). Obviamente que o uso desses materiais aumentam o reforço coronário em comparação com aqueles dentes na ausência do mesmo, mas continuam sendo o elo mais fraco em adesividade (CIMPEAN et al., 2020). Já a EVXP contém as fibras de vidro E multidirecionais evitando a propagação de trincas da restauração, além de possuir

diâmetro de 16 µm e comprimento entre 1 e 2mm, que alteram o modo de fratura e elevam a sua resistência (GARROUSH et al., 2017; ABOUELLEIL et al., 2015).

GAINANTZOPOULOU et al. (2018), verificaram o efeito das restaurações em cúspides linguais de pré-molares sujeitas ao ciclo de carga. Os autores não encontraram diferenças estatisticamente significativas ($p=0,273$) na carga de fratura entre os grupos, sendo de 860N para PF de vidro e 1059N para EVXP, em camada de 4mm e coberta por RC particulada. Mas, curiosamente, 60% das amostras com o primeiro material fraturaram catastróficamente nas raízes e 40% fraturaram de forma mista, na região de cúspide e restauração. Diferente desse resultado, o novo material não apresentou nenhuma fratura radicular, apenas fraturas coronais à JCE ($p=0.004$).

5.4 Comparação EverX Posterior versus Fibra de reforço de polietileno ou de vidro em dentes não vitais

Dentes sujeitos à tratamentos endodônticos são elementos propensos à fratura e, de acordo com a literatura científica já publicada sobre o assunto (GARLAPATI et al., 2017, ESKITASCIOGLU et al., 2002; BELLI et al., 2005), uma forma de prevenção é a utilização de CRRF. Outros materiais utilizados são fibras de polietileno (FP) e de vidro (FV), que apresentam maior resistência à fratura e módulo de flexão (BELLI et al., 2006; VALLITTU et al., 1998; GARLAPATI et al., 2017). Apresentam também a propriedade de absorver e distribuir a força oclusal gerada para o elemento dentário, por funcionar como um “monobloco” posicionado entre o material restaurador direto ou indireto e a dentina (GARLAPATI et al., 2017; AYNA et al., 2009).

GARLAPATI et al. (2017) realizaram uma pesquisa com o objetivo de evidenciar as diferenças entre esses dois materiais. O estudo avaliou a resistência à fratura de cavidades MOD restauradas com EVXP em comparação com as FV, em uma técnica também chamada de “wallpapering technique” (VALIZADEH et al., 2015). Os autores alegaram que, por meio da força aplicada na velocidade de 0,5mm/min, os DTE restaurados com EVXP (1994,8N) apresentaram resistência superior ao outro grupo analisado (1716,7N). Declararam também que as FV apresentam orientação longitudinal, garantindo uma resistência ao cisalhamento da mesma (KALBURGE et al., 2013), já o CRRF apresenta fibras com orientação

aleatória, importantes para suas propriedades mecânicas, como a contração de polimerização (GARLAPATI et al., 2017). Em outro estudo correspondente (OZSEVIK et al., 2015), o biomaterial resinoso reforçado por vidro também apresentou maior resistência em comparação com as demais fibras. OZSEVIK et al. (2015) demonstraram resistência de 2550,7N para EVXP versus 1958,3N para a FP. Adicionalmente, destacaram a diferença de etapa clínica, sendo o novo biomaterial de mais fácil aplicação na cavidade dentária de menores dimensões, ou até mesmo em molares, como no teste feito no trabalho.

Uma avaliação com sobreposição de fibras foi encontrada em 2 estudos in-vitro (ROCCA et al., 2015; SCOTTI et al., 2020). Neles, as amostras foram divididas em condições isoladas, ou seja, algumas restauradas com CRRF como base de reforço e outras com FV, e também em uma condição sobreposta, com FV imersas no biomaterial. No estudo de SCOTTI et al. (2020), as FV apresentavam dimensão de 10mm x 3mm inseridas na cavidade MOD, seguida da EVXP de 2mm e a RC micro-híbrida de cobertura. Os resultados mostraram resistências de 465,36N para EVXP isolada, 499,79N para FV isolada e 515,96N para EVXP com FV, respectivamente, indicando que a utilização do CRRF com FV apresentou resultado positivo como opção de tratamento ($p < 0,05$). Porém, na avaliação do modo de fratura, a presença da fibra foi incapaz de alterar a sua propagação que, em todos os grupos avaliados, ocorreu acima da JCE. De acordo com a literatura ainda escassa sobre o assunto, muitos fatores podem influenciar na função de reforço, como a forma e direção, a relação fibra-resina e a resistência de união entre elas, sendo necessárias mais pesquisas para definição do melhor protocolo a ser empregado (SCOTTI et al., 2020; BELLI et al., 2006).

Já no estudo de ROCCA et al. (2017), 3 camadas de uma rede de FV de 0,06mm de espessura e 6mm x 6mm de proporção largura e comprimento foram inseridas na cavidade do tipo overlay acima da EVXP de 2mm e em seguida a RC híbrida confeccionada no sistema CAD/CAM. Os valores de resistência foram de: 2128,125N e 2429,25N para as condições isoladas de FV e EVXP, respectivamente, e 2577,25N para a sobreposição. Embora os valores tenham apresentado diferença entre os grupos, não houve diferença estatística ($p > 0,05$) entre eles e todos apresentaram falha catastrófica, logo a incorporação de fibras em dentes não vitais não desencadeou nenhum ganho para aumento da capacidade de carga ou melhora do modo de falha. Um outra forma de avaliação descrita por TEKÇE et al. (2017) foi

investigar o efeito do método de polimerização direta e indireta da fibra na resistência à fratura. O tipo de polimerização da fibra sob o compósito BulkFill de 4 mm não alterou os resultados de resistência à fratura, que permaneceram semelhantes ($p > 0,05$) com 2142,9N para EVXP, 2254,1 e 2228,6N para FV polimerizado direta e indiretamente, respectivamente. O requisito de polimerização é um ponto importante para análise do material, visto que as propriedades mecânicas ideais dos compósitos está intimamente relacionada com a polimerização completa dos mesmos (FERRACANE et al., 1986).

5.5 Limitações do estudo

Esta revisão de literatura apresenta suas limitações principalmente por comparar estudos não homogêneos com relação ao dente analisado, ao tamanho da cavidade preparada para restauração, a preparação das espécimes e ao protocolo de restauração, com sistemas adesivos e escolha de resinas compostas diferentes. Aborda também um amplo número de estudo in vitro, no qual as amostras de dentes são submetidas a uma heterogeneidade de testes para envelhecimento por ciclagem térmica e cargas de compressão em diversas forças e direções, portanto apresentam algumas limitações em termo de simulação de condições clínicas intra-oral.

5.6 Considerações adicionais

A respeito do tema abordado nesta revisão de literatura, o pesquisador Pascal Magne e colaboradores, escreveram uma série de quatro trabalhos avaliando formas de restauração de DTE considerando o elemento férula. Embora não sejam específicos para a restauração com o CRRF, a EVXP, eles apresentam descobertas importantes a serem compartilhadas como forma adicional deste trabalho.

Em seu primeiro estudo (MAGNE et al., 2016), foi investigada a efetividade de coroas de cerâmica vítrea em diferentes núcleos de resina com e sem PF de vidro, em molares não vitais sem férula. Em um grupo, foi utilizado como núcleo a RC dual de alta viscosidade (Multicore HB) e, em outro grupo, foi colocado o PF de vidro juntamente com a confecção do núcleo com RC (Multicore Flow). Através dos seus resultados, os autores alegaram que, mesmo na ausência de férula, os pinos não aumentaram a capacidade de resistência ou a sobrevida da coroa confeccionada.

Em um segundo estudo, MAGNE et al. (2017) analisaram, com o mesmo objetivo do estudo anterior, dentes incisivos não vitais, na presença e ausência de férula de 2mm. As amostras foram restauradas com coroas de cerâmica vítrea e núcleo de preenchimento com RC nanohíbrida, com ou sem o PF de vidro e sujeitas ao teste de fadiga acelerada. Os estudos mostraram que nenhuma das amostras sem férula resistiram aos testes executados e que a adição de PF de vidro em dentes incisivos na presença de férula também não foi significativa ($p=0,884$). Com isso, a sobrevivência dos dentes analisados está relacionada com a presença do elemento férula, mas não está relacionada com o PF de vidro, que são prejudiciais ao modo de falha.

Em seu terceiro estudo (LAZARI et al., 2018), ainda foi abordada a temática de incisivos não vitais e sem férula. Os materiais avaliados foram os PF de vidro e de titânio, com núcleos de RC BulkFill ou Duais e restauração final com coroa vitrocerâmica. A partir dos testes aplicados, nenhuma das amostras testadas resistiu ao ciclos de carga, com 100% de falhas catastróficas. Logo, em incisivos, o uso de retentores intrarradiculares não foi suficiente para compensar a ausência da férula ($p<0,001$), que assume uma real importância na efetividade das restaurações. Este dado é relevante para o estudo, visto que em nenhum deles foi feita a comparação da EVXP em dentes anteriores.

Recentemente, foi publicado o último artigo desta série de estudos in vitro, na qual DE CARVALHO et al. (2021) continuaram as análises em incisivos tratados endodonticamente e sem férula, porém investigando a resistência e modo de falha em restaurações do tipo endocrown CAD/CAM, de dissilicato de lítio ou nanocerâmica. Os resultados indicaram que não houve diferença estatística entre os materiais selecionados ($p=0,884$), mas a restauração do tipo endocrown gerou a maioria das falhas não catastróficas. Como conclusão do estudo, para incisivos sem férula, o material CAD/CAM utilizado melhorou a resistência e o modo de falha quando comparadas com as restaurações convencionais de PF de vidro e núcleo de preenchimento.

Todos os artigos descritos nesta parte do trabalho ressaltam a importância da pesquisa científica e do desenvolvimento de novos protocolos “no post” para DTE.

6. CONCLUSÃO

Conclui-se que a utilização do CRRF, em especial a EverX Posterior (GC), apresenta um bom desempenho nas pesquisas in vitro como forma de restauração de dentes posteriores tratados endodonticamente. O material analisado apresentou maior resistência à fratura na maioria dos estudos selecionados nesta revisão de literatura, em comparação com as restaurações diretas, os retentores intrarradiculares e as fibras de reforço de polietileno e de vidro. Contudo, as restaurações indiretas, principalmente do tipo endocrown, apresentaram um comportamento mais promissor nos artigos avaliados, em comparação com o novo biomaterial. Novos estudos clínicos devem ser feitos para comprovar as considerações sobre a filosofia “no post” descrita.

REFERÊNCIAS

- ABOUELLEIL, H.; PRADELLE, N.; VILLAT, C.; ATTIK, N.; LON, P.; GROSGOGEAT, B. **Comparison of mechanical properties of a new fiber reinforced composite and bulk filling composites.** Restor Dent Endod. 2015 Nov;40(4):262-70.
- ALSHIDDI, I. F.; ALJINBAZ, A. **Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with indirect composite inlay and onlay restorations - An in vitro study.** Saudi Dent J. 2016 Jan;28(1):49-55. doi: 10.1016/j.sdentj.2015.09.001. Epub 2015 Dec 2. PMID: 26792970; PMCID: PMC4688433.
- ALTIER, M.; EROL, F.; YILDIRIM, G. et al. **Fracture resistance and failure modes of lithium disilicate or composite endocrowns.** Niger J Clin Pract 2018;21:821-6
- ATALAY, C.; YAZICI, A. R.; HORUZTEPE, A. et al. **Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with bulk fill, bulk fill flowable, fiber-reinforced, and conventional resin composite.** Oper Dent 2016;41:E131-E140
- AYNA, B.; CELENK, S.; AKUL, F.; UYSAL, E. **Three-year clinical evaluation of endodontically treated anterior teeth restored with a polyethylene fibre-reinforced composite.** Aust Dent J 2009;54:136–40.
- BARABA, A.; CIMIC, S.; BASSO, M.; IONESCU, A. C.; BRAMBILLA, E.; MILETIĆ, I. **Microtensile Bond Strength of Fiber-Reinforced and Particulate Filler Composite to Coronal and Pulp Chamber Floor Dentin.** Materials (Basel). 2021 May 5;14(9):2400. doi: 10.3390/ma14092400. PMID: 34063026; PMCID: PMC8124664.
- BEHR, M., ROSENTRITT, M., LATZEL, D., HANDEL, G. **Fracture resistance of fiber- reinforced vs. non-fiber-reinforced composite molar crowns.** Clin. Oral Investig. 2003, 7, 135–139.
- BELLI, S.; COBANKARA, F. K.; ERASLAN, O.; ESKITASCIOGLU, G.; KABHARI, V. **The effect of fiber insertion on fracture resistance of endodontically-treated**

molars with MOD cavity and reattached fracture lingual cusps. J Biomed Mater Res B Appl Biomater 2006;79:35–41.

BELLI, S.; ERDEMIR, A.; OZCOPUR, M.; ESKITASCIOGLU, G. **The effect of fibre insertion on fracture resistance of root filled molar teeth with MOD preparations restored with composite.** Int Endod J 2005;38:73–80.

BELLI, S.; ERDEMIR, A.; YILDIRIM, C. **Reinforcement effect of polyethylene fibre in root-filled teeth: comparison of two restoration techniques.** Int Endod J. 2006 Feb;39(2):136-42. doi: 10.1111/j.1365-2591.2006.01057.x. PMID: 16454794.

BIJELIC-DONOVA, J.; KEULEMANS, F.; VALLITTU, P. K.; LASSILA, L. V. J. **Direct bilayered biomimetic composite restoration: The effect of a cusp-supporting short fiber-reinforced base design on the chewing fracture resistance and failure mode of molars with or without endodontic treatment.** J Mech Behav Biomed Mater. 2020 Mar;103:103554. doi: 10.1016/j.jmbbm.2019.103554. Epub 2019 Nov 24. PMID: 32090948.

CARVALHO, M.A.; LAZARI, P.C.; GRESNIGT, M.; DEL BEL CURY, A.A.; MAGNE, P. **Current options concerning the endodontically-treated teeth restoration with the adhesive approach.** Braz. Oral Res. 2018, 32, e74.

CÎMPEAN, S.I., POP-CIUTRILA, I., BUDURU, S., PAVEL, L.L., FLOREA, D.F., DELEAN, A.G., MOLDOVAN, M., DUDESCU, M.C., BERBECE, S., VOINESCU, D.C., BEZNEA, A., NEGUCIOIU, M., & STEFANESCU, V. **ASSESSING FRACTURE RESISTANCE OF NON VITAL TEETH USING TWO DIFFERENT COMPOSITE SYSTEMS: SHORT-FIBRE-REINFORCED COMPOSITE AND GLASS FIBRE POST WITH MICROFILLED HYBRID COMPOSITE.** MATER. PLAST., 57 (4), 2020, 286-296.

DE CARVALHO, M. A.; LAZARI-CARVALHO, P. C.; DEL BEL CURY, A. A.; MAGNE, P. **Accelerated fatigue resistance of endodontically treated incisors without ferrule restored with CAD/CAM endocrowns.** Int J Esthet Dent. 2021 Oct 29;16(4):534-552. PMID: 34694078.

DELIPERI, S.; ALLEMAN, D.; RUDO, D. **Stress-reduced Direct Composites for the Restoration of Structurally Compromised Teeth: Fiber Design According to the "Wallpapering" Technique.** Oper Dent. 2017 May/Jun;42(3):233-243. doi: 10.2341/15-289-T. PMID: 28467261.

EAPEN, A. M.; AMIRTHARAJ, L. V.; SANJEEV, K.; et al. **Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with 2 different fiber-reinforced composite and 2 conventional composite resin core buildup materials: an in vitro study.** J Endod 2017;43(9):1499–1504. DOI: 10.1016/j.joen.2017.03.031.

ESKITASCIOGLU, G.; BELLI, S.; KALKAN, M. **Evaluation of two post core systems using two different methods (fracture strength test and a finite elemental stress analysis).** J Endod 2002;28:629–33.

FERRACANE, J. L.; GREENER, E. H. **The effect of resin formulation on the degree of conversion and mechanical properties of dental restorative resins.** J Biomed Mater Res 1986; 20: 121–31.

FIGUEIREDO, F. E.; MARTINS-FILHO, P. R.; FARIA-E-SILVA, A. L. **Do metal post-retained restorations result in more root fractures than fiber post-retained**

restorations? A systematic review and meta-analysis. J Endod. 2015 Mar;41(3):309-16. doi: 10.1016/j.joen.2014.10.006. Epub 2014 Nov 11. PMID: 25459568.

FRANKENBERGER, R.; WINTER, J.; DUDEK, M. C.; NAUMANN, M.; AMEND, S.; BRAUN, A.; KRÄMER, N.; ROGGENDORF, M. J. **Post-Fatigue Fracture and Marginal Behavior of Endodontically Treated Teeth: Partial Crown vs. Full Crown vs. Endocrown vs. Fiber-Reinforced Resin Composite.** Materials (Basel). 2021 Dec 15;14(24):7733. doi: 10.3390/ma14247733. PMID: 34947327; PMCID: PMC8706873.

FUSS, Z.; LUSTIG, J.; TAMSE, A. **Prevalence of vertical root fractures in extracted endodontically treated teeth.** Int. Endod. J. 1999, 32, 283–286.

GAINANTZOPOULOU, M. D.; FARMAKIS, E. T.; ELIADES, G.C. **Effect of Load Cycling on the Fracture Strength/Mode of Teeth Restored with FRC Posts or a FRC Liner and a Resin Composite.** Biomed Res Int. 2018 Aug 14;2018:9054301. doi: 10.1155/2018/9054301. PMID: 30186870; PMCID: PMC6112082.

GARLAPATI, T. G.; KRITHIKADATTA, J.; NATANASABAPATHY, V. **Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with short fiber composite used as a core material-An in vitro study.** J Prosthodont Res. 2017 Oct;61(4):464-470. doi: 10.1016/j.jpor.2017.02.001. Epub 2017 Mar 6. PMID: 28279651.

GAROUSHI, S.; GARGOUM, A.; VALLITTU, P. K.; LASSILA, L. **Short fiber-reinforced composite restorations: A review of the current literature.** J Investig Clin Dent. 2018 Aug;9(3):e12330. doi: 10.1111/jicd.12330. Epub 2018 Feb 25. PMID: 29479830.

GAROUSHI, S.; VALLITTU, P. K., LASSILA, L. **Mechanical Properties and Wear of Five Commercial Fibre-Reinforced Filling Materials.** Chin J Dent Res. 2017;20(3):137-143.

GAROUSHI, S.; VALLITTU, P. K.; LASSILA, L.V.J. **Short glass fiber reinforced restorative composite resin with semi-interpenetrating polymer network matrix.** Dent Mater 2007;23:1356–62.

GORDAN, V. V.; SHEN, C.; RILEY, J.; MJÖR, I. A. **Two-year clinical evaluation of repair versus replacement of composite restorations.** J Esthet Restor Dent. 2006;18(3):144-53; discussion 154. doi: 10.1111/j.1708-8240.2006.00007.x. PMID: 16831187.

KALBURGE, V.; YAKUB, S. S.; KALBURGE, J.; HIREMATH, H.; CHANDURKAR, A. **A comparative evaluation of fracture resistance of endodontically treated teeth, with variable marginal ridge thicknesses, restored with composite resin and composite resin reinforced with Ribbond: an in vitro study.** Indian J Dent Res 2013;24:193–8.

KASSIS, C.; KHOURY, P.; MEHANNA, C. Z.; BABA, N. Z.; BOU CHEBEL, F.; DAOU, M.; HARDAN, L. **Effect of Inlays, Onlays and Endocrown Cavity Design Preparation on Fracture Resistance and Fracture Mode of Endodontically Treated Teeth: An In Vitro Study.** J Prosthodont. 2021 Aug;30(7):625-631. doi: 10.1111/jopr.13294. Epub 2021 Jan 6. PMID: 33219727.

KAUR, B.; GUPTA, S.; GROVER, R.; SADANA, G.; GUPTA, T.; MEHRA, M. **Comparative Evaluation of Fracture Resistance of Endodontically Treated Teeth Restored with Different Core Build-up Materials: An In Vitro Study.** *Int J Clin Pediatr Dent.* 2021 Jan-Feb;14(1):51-58. doi: 10.5005/jp-journals-10005-1901. PMID: 34326584; PMCID: PMC8311759.

KEULEMANS, F.; GAROUSHI, S.; LASSILA, L. **Fillings and core build-ups (Book Chapter).** In: Vallittu P, Özcan M, eds. *A Clinical Guide to Principles of Fibre Reinforced Composites (FRCs) in Dentistry.* Duxford: Woodhead Publishing; 2017:131-163.

KIJSAMANMITH, K.; TIMPAWAT, S.; HARNIRATTISAI, C.; MESSER, H.H. **Micro-tensile bond strengths of bonding agents to pulpal floor dentine.** *Int. Endod. J.* 2002, 35, 833–839.

KUMAR, A.; SARTHAJ, S. **In vitro evaluation of fracture resistance of endodontically treated teeth restored with bulk-fill, bulk-fill flowable, fiber-reinforced, and conventional resin composite.** *J Oper Dent Endod* 2018;3(1):12–17. DOI: 10.5005/jp-journals-10047- 0049.

LAZARI, P. C.; DE CARVALHO, M. A.; DEL BEL CURY, A. A.; MAGNE, P. **Survival of extensively damaged endodontically treated incisors restored with different types of posts-and-core foundation restoration material.** *J Prosthet Dent.* 2018 May;119(5):769-776. doi: 10.1016/j.prosdent.2017.05.012. Epub 2017 Sep 18. PMID: 28923548.

LOHBAUER, U.; NIKOLAENKO, S.A.; PETSCHT, A.; FRANKENBERG, R. **Resin tags do not contribute to dentin adhesion in self-etching adhesives.** *J. Adhes. Dent.* 2008, 10, 97–103.

MAGNE, P.; GOLDBERG, J.; EDELHOFF, D.; GÜTH, J. F. **Composite Resin Core Buildups With and Without Post for the Restoration of Endodontically Treated Molars Without Ferrule.** *Oper Dent.* 2016 Jan-Feb;41(1):64-75. doi: 10.2341/14-258-L. Epub 2015 Nov 12. PMID: 26562093.

MAGNE, P.; LAZARI, P. C.; CARVALHO, M. A.; JOHNSON, T. DEL BEL CURY, A. A. **Ferrule-Effect Dominates Over Use of a Fiber Post When Restoring Endodontically Treated Incisors: An In Vitro Study.** *Oper Dent.* 2017 Jul/Aug;42(4):396-406. doi: 10.2341/16-243-L. Epub 2017 Apr 12. PMID: 28402738.

MENA-ÁLVAREZ, J.; AGUSTÍN-PANADERO, R.; ZUBIZARRETA-MACHO, A. **Effect of Fiber-Reinforced Composite and Elastic Post on the Fracture Resistance of Premolars with Root Canal Treatment—An In Vitro Pilot Study.** *Appl. Sci.* 2020, 10, 7616.

MORTAZAVI, V.; FATHI, M.; KATIRAEI, N.; SHAHNASERI, S.; BADRIAN, H.; KHALIGHINEJAD, N. **Fracture resistance of structurally compromised and normal endodontically treated teeth restored with different post systems: An in vitro study.** *Dent. Res. J.* 2012, 9, 185–191.

NOTHDURFT, F.P.; SEIDEL, E.; GEBHART, F.; NAUMANN, M.; MOTTER, P.; POSPIECH, P. **The fracture behavior of premolar teeth with class II cavities restored by both direct composite restorations and endodontic post systems.** *J. Dent.* 2008, 36, 444–449.

OZSEVIK, A. S.; YILDIRIM, C.; AYDIN, U.; CULHA, E.; SURMELIOGLU, D. **Effect of fibre-reinforced composite on the fracture resistance of endodontically treated teeth.** Aust Endod J. 2016 Aug;42(2):82-7. doi: 10.1111/aej.12136. Epub 2015 Nov 27. PMID: 26611674.

PASHLEY, D. H.; TAY, F. R.; BRESCHI, L.; TJÄDERHANE, L.; CARVALHO, R. M.; CARRILHO, M.; TEZVERGIL, A. **State of the art etch-and-rinse adhesives.** Dental Materials 2011; 27: 1-16.

ROCCA, G. T.; SARATTI, C. M.; CATTANI-LORENTE, M.; FEILZER, A. J.; SCHERRER, S.; KREJCI, I. **The effect of a fiber reinforced cavity configuration on load bearing capacity and failure mode of endodontically treated molars restored with CAD/CAM resin composite overlay restorations.** J Dent. 2015 Sep;43(9):1106-1115. doi: 10.1016/j.jdent.2015.06.012. Epub 2015 Jul 3. PMID: 26149065.

SAKER, S.; ÖZCAN, M. **Retentive strength of fiber-reinforced composite posts with composite resin cores: Effect of remaining coronal structure and root canal dentin conditioning protocols.** R J. Prosthet. Dent. 2015, 114, 856–861.

SCOTTI, N.; MICHELOTTO TEMPESTA, R.; PASQUALINI, D.; BALDI, A.; ERGANO, E. A.; BALDISSARA, P.; ALOVISI, M.; COMBA, A. **3D Interfacial Gap and Fracture Resistance of Endodontically Treated Premolars Restored with Fiber-reinforced Composites.** J Adhes Dent. 2020;22(2):215-224. doi: 10.3290/j.jad.a44286. PMID: 32322842.

TANNER, J.; TOLVANEN, M.; GAROUSHI, S.; SÄILYNOJA, E. **Clinical Evaluation of Fiber-Reinforced Composite Restorations in Posterior Teeth - Results of 2.5 Year Follow-up.** Open Dent J. 2018 Jun 29;12:476-485. doi: 10.2174/1874210601812010476. PMID: 30069257; PMCID: PMC6040209.

TEKÇE, N.; PALA, K.; TUNCER, S.; DEMIRCI, M.; SERIM M.E. **Influence of polymerisation method and type of fibre on fracture strength of endodontically treated teeth.** Aust Endod J. 2017 Dec;43(3):115-122. doi: 10.1111/aej.12187. Epub 2016 Nov 25. PMID: 27885743.

VALIZADEH, S.; RANJBAR OMRANI, L.; DELIPERI, S.; SADEGHI MAHOUNAK, F. **Restoration of a Nonvital Tooth with Fiber Reinforce Composite (Wallpapering Technique).** Case Rep Dent. 2020 Jun 5;2020:9619787. doi: 10.1155/2020/9619787. PMID: 32566326; PMCID: PMC7293721.

VALLITTU, P. K. **The effect of glass fiber reinforcement on the fracture resistance of a provisional fixed partial denture.** J Prosthet Dent 1998;79:125–30.

VALLITTU, P. K.; LASSILA, V. P.; LAPPALAINEN, N. R. **Transverse strength and fatigue of denture acrylic-glass fiber composite.** Dent Mater 1994;10:116–21.

YASA, B.; ARSLAN, H.; YASA, E.; AKCAY, M.; HATIRLI, H. **Effect of novel restorative materials and retention slots on fracture resistance of endodontically-treated teeth.** Acta Odontol Scand. 2016;74(2):96-102. doi: 10.3109/00016357.2015.1046914. Epub 2015 May 18. PMID: 25982519.