

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CAMPUS GOVERNADOR VALADARES
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA VIDA
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA**

Milla Gabrielle Vieira Gomes

**Resistência à fratura de restaurações em resina composta direta reforçadas
com fibras de polietileno em fita: uma revisão sistemática e meta-análise**

Governador Valadares
2025

Milla Gabrielle Vieira Gomes

Resistência à fratura de restaurações em resina composta direta reforçadas com fibras de polietileno em fita: uma revisão sistemática e meta-análise

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Odontologia, do Instituto de Ciências da Vida, da Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Odontologia.

Orientadora: Prof^a Dr^a Tuélita Marques Galdino

Governador Valadares
2025

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração
automática da Biblioteca Universitária da UFJF,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Vieira, Milla Gabrielle Gomes.

Resistência à fratura de restaurações em resina composta direta
reforçadas com fibras de polietileno em fita : uma revisão sistemática
e meta-análise / Milla Gabrielle Gomes Vieira. -- 2025.

65 p. : il.

Orientadora: Tuélita Marques Galdino
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade
Federal de Juiz de Fora, Campus Avançado de Governador
Valadares, Instituto de Ciências da Vida - ICV, 2025.

1. Resina composta. 2. Fibras de Polietileno. 3. Resistência à
fratura . 4. Dentes tratados. 5. Revisão sistemática e meta-análise. I.
Galdino, Tuélita Marques, orient. II. Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

Milla Gabrielle Gomes Vieira

Resistência à fratura de restaurações em resina composta direta reforçadas com fibras de polietileno em fita: uma revisão sistemática e meta-análise

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Odontologia, do Instituto de Ciências da Vida, da Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Odontologia.

Aprovado em 17 de dezembro de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a Dr^a Tuélita Marques Galdino – Orientadora
Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares

Prof^a Dr^a Carla de Souza Oliveira
Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares

Prof^a Dr^a Carolina Oliveira de Lima
Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares



Documento assinado eletronicamente por **Tuélita Marques Galdino, Professor(a)**, em 18/12/2025, às 09:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Carla de Souza Oliveira, Professor(a)**, em 14/01/2026, às 15:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Carolina Oliveira de Lima, Professor(a)**, em 15/01/2026, às 15:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **2785211** e o código CRC **BB13EB0C**.

Referência: Processo nº 23071.955255/2025-30

SEI nº 2785211

Dedico este trabalho àqueles que caminharam ao meu lado em cada etapa desta jornada. À minha família, por ser minha base, meu porto seguro e minha maior motivação. Aos amigos que, com gestos simples e verdadeiros, me ajudaram a seguir em frente nos dias difíceis. Aos professores que compartilharam conhecimento e deixaram marcas de inspiração. A Deus, por me sustentar em silêncio nos momentos de cansaço, por me dar forças quando pensei em desistir e por guiar cada escolha com sabedoria. E, com carinho especial, a mim mesma, por ter acreditado, por ter persistido e por ter me permitido crescer, mesmo diante dos medos e incertezas. Que este trabalho represente mais do que uma conclusão: que seja um símbolo de fé, superação e amor pelo caminho que escolhi trilhar.

AGRADECIMENTOS

Chegar até aqui foi uma construção feita com muitos desafios, renúncias, aprendizados e, principalmente, com o apoio de pessoas que levarei para sempre comigo.

Agradeço, de coração, à minha orientadora Dra. Tuélita Marques Galdino, por ter acreditado no meu potencial desde o início. Sua orientação foi mais do que acadêmica, foi um apoio constante, uma inspiração e uma força tranquila nos momentos em que mais precisei. Obrigada por me guiar com paciência, firmeza e sabedoria.

À minha amiga Steffany, meu carinho e gratidão eternos. Você não foi apenas parte essencial dessa pesquisa, mas também um apoio emocional em cada etapa do processo. Obrigada por estar presente com leveza, dedicação e generosidade. Sua ajuda fez toda a diferença.

À minha família, meu alicerce. Obrigada por me segurarem firme mesmo quando eu quis desistir, por acreditarem em mim com tanta fé e amor. Cada palavra, abraço e silêncio compartilhado foram fundamentais para que eu não perdesse o rumo.

Aos amigos que estiveram por perto, ou mesmo de longe, torcendo por mim, oferecendo palavras de incentivo e dividindo angústias e alegrias, meu sincero agradecimento.

E, acima de tudo, agradeço a Deus, por ser meu sustento nos momentos de cansaço, por ouvir minhas orações silenciosas e por me mostrar, dia após dia, que tudo tem seu tempo, seu propósito e seu valor.

Este trabalho é resultado de muitas mãos, corações e fé. Obrigada a todos que fizeram parte disso.

“O correr da vida embrulha tudo. A vida é assim: esquenta e esfria, aperta e daí afrouxa, sossega e depois desinquieta. O que ela quer da gente é coragem.” (Guimarães Rosa)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Diagrama de fluxograma evidenciando a síntese da revisão sistemática, de acordo as diretrizes PRISMA .Pré-molar com perda de 2 paredes. 19
- Figura 2 - Meta-análise avaliando se o uso da fibra de polietileno em fitas em cavidades MOD aumentam a resistência à fratura em restaurações em resina composta direta. 34

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Quadro 1	- Componentes da questão principal da pesquisa	14
Quadro 2	- Unitermos (DeCS MeSH) para formulação das estratégias de busca utilizadas em cada base de dados eletrônica	15
Tabela 1	- Resumo dos dados dos estudos <i>in vitro</i> incluídos (n= 12).	22
Tabela 2	- Avaliação da qualidade dos estudos <i>in vitro</i> utilizando a ferramenta QUIN	32

SUMÁRIO

SUMÁRIO	8
RESUMO	9
ABSTRACT	10
1. INTRODUÇÃO	11
2. MATERIAIS E MÉTODOS	14
2.1. Critérios de Inclusão, Critérios de Exclusão e Elegibilidade	14
2.2. Estratégia de Busca	15
2.2.1. Fontes de Informação e Termos de Busca	15
2.2.1.1 Busca Eletrônica	15
2.2.1.2 Busca manual	16
2.2.2. Triagem e Seleção de Estudos	16
2.2.3. Dados do estudo	17
2.3. Risco de viés	17
2.4. Síntese de Dados e Análise Estatística	17
3. RESULTADOS	18
3.1 Fluxograma e seleção de estudos	18
3.2 Análise descritiva	20
3.2. Avaliação da Qualidade dos Ensaios in vitro incluídos	31
3.3. Resultados quantitativos do estudo - Meta-análise	34
4. DISCUSSÃO	35
5. CONCLUSÃO	47
MATERIAL SUPLEMENTAR	48
CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES	48
REFERÊNCIAS	49
ANEXOS	54

RESUMO

Embora a resina composta seja universalmente indicada como material de escolha para restaurações diretas, falhas biomecânicas ainda ocorrem em cavidades extensas. O reforço com fibras de polietileno tem sido sugerido para mitigar essas falhas, e aprimorar as propriedades mecânicas das restaurações. O objetivo desta metanálise foi avaliar a resistência à fratura de pré molares com preparos classe II restaurados com resina composta reforçadas com fibras de polietileno. Comparou-se a resistência à fratura de dois grupos: (1) restaurações em resina composta com reforço de fita de fibras de polietileno e (2) restaurações em resina composta nanohíbrida e microhíbrida. Foi realizada uma busca nas bases de dados *Medline (PubMed)*, *Web of Science*, *Scopus*, *Lilacs* e *Google Scholar*, de 06 de março a 28 de novembro de 2025. Apenas estudos *in vitro* de resistência à fratura de pré-molares foram incluídos nesta análise sistemática. A variável de desfecho para cada estudo foi a carga máxima de resistência à fratura expressa em Newtons ($\text{kg} \times \text{m/s}^2$). Este estudo seguiu as diretrizes PRISMA com protocolo registrado no PROSPERO e utilizou a ferramenta QUIN para análise de risco de viés. A síntese quantitativa foi realizada através da Diferença de Média Padronizada (SMD) com modelo de efeitos aleatórios (IC 95%; $p < 0,05$). De doze estudos elegíveis, sete foram incluídos na meta-análise. Os resultados indicaram que o uso de fibras de polietileno aumentou significativamente a resistência à fratura ($SMD = 1.66$; $p = 0.002$) em relação aos grupos controle, apesar da alta heterogeneidade ($I^2 = 87\%$) atribuída a variações metodológicas. Conclui-se que a incorporação de fibras de polietileno em restaurações classe II de resina composta direta nanohíbrida de polimerização convencional ou bulk fill em dentes pré-molares é uma estratégia eficaz para elevar a resistência mecânica e otimizar a redistribuição de tensões no remanescente dental de maneira mais eficiente.

Palavras-chave: Dente tratado endodonticamente; Polietileno; Resinas Compostas; *In vitro*; Resistência à fratura; Compósitos reforçados com fibra.

ABSTRACT

Although composite resin is universally indicated as the material of choice for direct restorations, biomechanical failures still occur in extensive cavities. Reinforcement with polyethylene fibers has been proposed to mitigate these failures and enhance the mechanical properties of restorations. The aim of this meta-analysis was to evaluate the fracture resistance of premolars with class II preparations restored with polyethylene fiber-reinforced composite resin. Fracture resistance was compared between two groups: (1) composite resin restorations reinforced with polyethylene fiber tape and (2) nanohybrid and microhybrid composite resin restorations. A literature search was conducted in the Medline (PubMed), Web of Science, Scopus, LILACS, and Google Scholar databases from March 6 to November 28, 2025. Only in vitro studies evaluating fracture resistance of premolars were included in this systematic review. The primary outcome measure for each study was the maximum fracture load, expressed in Newtons ($\text{kg} \times \text{m/s}^2$). This study followed the PRISMA guidelines, with a protocol registered in PROSPERO, and used the QUIN tool to assess risk of bias. Quantitative synthesis was performed using the standardized mean difference (SMD) under a random-effects model (95% confidence interval; $p < 0.05$). Of the twelve eligible studies, seven were included in the meta-analysis. The results indicated that the use of polyethylene fibers significantly increased fracture resistance ($\text{SMD} = 1.66$; $p = 0.002$) compared with control groups, despite high heterogeneity ($I^2 = 87\%$) attributed to methodological variations. It is concluded that the incorporation of polyethylene fibers into direct class II nanohybrid composite resin restorations, whether conventionally polymerized or bulk-fill, in premolar teeth is an effective strategy to enhance mechanical resistance and optimize stress redistribution within the remaining tooth structure.

Keywords: Endodontically treated teeth; Polyethylene; Composite Resins; In vitro; Fracture resistance; Fiber-reinforced composites.

1. INTRODUÇÃO

A preservação da estrutura dentária em dentes tratados endodonticamente é um desafio clínico frequentemente enfrentado na Odontologia. A perda de tecido dentário associada a esses tratamentos compromete significativamente a resistência estrutural do dente, aumentando sua susceptibilidade a fraturas (Shah *et al.*, 2021). A perda de tecido dentário afeta o comportamento biomecânico do dente e, inherentemente, dos dentes remanescentes. Tanto preparamos cavitários extensos e restaurações, quanto tratamentos de canal radicular, podem resultar em aumento da fragilidade estrutural do dente, o que pode levar à perda do órgão (Gaeta *et al.*, 2021). O estudo clássico de Franco (1981) demonstra um declínio biomecânico progressivo proporcional à perda de paredes dentais. Enquanto um dente hígido suporta 175 Kgf (1.715 N), a perda de uma face (occlusal) reduz essa resistência para 126 Kgf (1.235 N). Esse enfraquecimento agrava-se substancialmente com a extensão da lesão, caindo para 78 Kgf (764,4N) em cavidades proximais, 49 Kgf (408,2N) com o envolvimento da crista marginal e atingindo níveis críticos de apenas 21 Kgf (206 N) em preparamos mésio-occluso-distal (MOD) com acesso endodôntico. Embora restaurações indiretas com recobrimento de cúspide (onlays/overlays) possam elevar essa resistência para níveis suprafisiológicos (305 Kgf ou 2.989N), a odontologia restauradora moderna busca abordagens adesivas diretas e minimamente invasivas. Nesse contexto, a inserção de fibras de reforço nos materiais restauradores surge como uma estratégia promissora para recuperar a resistência e restabelecer a integridade estrutural do elemento dental (Escobar *et al.*, 2023).

As resinas compostas convencionais, amplamente utilizadas em restaurações diretas, apresentam limitações em cavidades extensas devido ao seu módulo de elasticidade e à contração de polimerização, que podem gerar tensões na interface adesiva e falhas catastróficas (Shah *et al.*, 2021). Como alternativa, o uso de fibras de polietileno de ultra-alto peso molecular tem sido emergido como alternativa promissora para mimetizar a dentina e mitigar a dinâmica de fratura. O mecanismo de reforço baseia-se na capacidade dessas fibras – que possuem baixo módulo de elasticidade e alta resistência ao impacto – atuarem como dissipadores de tensão (stress-breakers) (Miao *et al.*, 2016; Scribante *et al.*, 2018). Teoricamente, a interface

matriz/fibra transfere as cargas oclusais, interceptando a propagação de trincas e transformando potenciais fraturas radiculares irreparáveis em falhas restauráveis (efeito de "monobloco") (Vallittu *et al.*, 2015; Zotti *et al.*, 2023).

O reforço por diferentes tipos de fibras não é um conceito inovador, sendo aplicado na odontologia desde a década de 1960 (Vallittu *et al.*, 2015). Fundamenta-se estruturalmente que as fibras apresentam três componentes diferentes: a matriz ou fase contínua, as fibras ou fase dispersa e a interface matriz/fibra permitindo a transferência de tensão da matriz polimérica para as fibras. O efeito de reforço baseia-se na transferência de carga-tensão da matriz polimérica para as fibras, que atuam como dissipadores de tensão, fortalecendo internamente a estrutura dentária comprometida e servindo como uma camada de prevenção de fraturas quando cargas são aplicadas (Scribante *et al.*, 2018). A eficácia do reforço de fibra depende de variáveis, como o tipo de compósito, o número de fibras na matriz de resina, o tipo, comprimento, forma, orientação (unidirecional, bidirecional, multidirecional) da fibra, a adesão à matriz polimérica e a impregnação de resina na fibra (Vallittu *et al.*, 2015).

As fibras de polietileno como o Ribbond destacam-se por suas cadeias poliméricas alinhadas com baixo módulo de densidade que possibilita maior resistência ao impacto, amortecimento de vibração e distribuição multidirecional de forças (Zotti *et al.*, 2023). A arquitetura de fibra de polietileno de ultra-alto módulo permite a distribuição uniforme da força em mais de uma direção, com propriedades mecânicas aprimoradas, alta resistência ao impacto, excelente resistência química, baixa absorção de umidade, capacidade de amortecimento de vibração e baixo coeficiente de atrito (Miao *et al.*, 2016). A associação fibras + compósitos favorece a neutralização de efeitos adversos como as tensões de contração de polimerização das resinas e consequentemente a proteção dos tecidos remanescentes (Aggarwal *et al.*, 2018), demonstrando benefícios significativos especialmente em cavidades amplas tipo MOD (Zotti *et al.*, 2023). Clinicamente, essa abordagem biomimética consolida-se como uma alternativa promissora, menos invasiva e mais econômica que as técnicas indiretas para o restabelecimento biomecânico de dentes posteriores através das restaurações (Deliperi *et al.*, 2017).

Apesar da plausibilidade biológica e das vantagens teóricas, a evidência sobre a eficácia clínica e mecânica das fibras de polietileno permanece controversa. Enquanto alguns estudos relatam aumentos de até 40% na resistência à fratura e

predominância de falhas favoráveis (Shah *et al.*, 2021; Deliperi *et al.*, 2017), outros estudos questionam se o ganho de resistência é estatisticamente superior ao obtido por resinas compostas de alta performance com as com fibras curtas isolada ou associada, ou se o benefício limita-se apenas à modificação do padrão de falha. Diante dessa inconsistência na literatura, torna-se necessário sintetizar os dados disponíveis para validar a indicação clínica desse material em cenários de alto risco biomecânico. Portanto, o objetivo desta revisão sistemática foi avaliar, com base em estudos laboratoriais, a resistência à fratura de pré-molares humanos tratados endodonticamente com cavidades amplas, comparando restaurações de resina composta reforçadas com fibras de polietileno versus restaurações convencionais sem reforço, além de realizarmos uma metanálise focada em estudos com cavidades MOD.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo sistemático foi registrado (CRD000000000000) no Registro Internacional Prospectivo de Revisões Sistemáticas (PROSPERO) e seguiu as diretrizes PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis*). A questão de pesquisa, baseada no modelo PICO, foi a seguinte: restauração MOD de dentes pré-molares endodonticamente tratados em resina composta reforçada com fibras de polietileno em fita apresenta valores de resistência à fratura semelhantes aos de dentes posteriores restaurados com resina composta não reforçada com fibras?

2.1. Critérios de Inclusão, Critérios de Exclusão e Elegibilidade

Critérios de Inclusão: Todos os estudos *in vitro* que realizaram testes de resistência à fratura em restaurações em resina composta classe II reforçada com fibra de polietileno em pré-molares extraídos por razões ortodônticas e periodontais tratados endodonticamente com grupo comparativo de restaurações com resina composta sem reforço, sem restrição de idioma, foram incluídos no presente protocolo. Os critérios de inclusão foram definidos pela estratégia PICO(T):

Quadro 1. Componentes da questão principal da pesquisa

P	Dentes pré molares permanentes tratados endodonticamente com até duas paredes perdidas
I	Restauração de resina composta MOD com reforço com fibras de polietileno em fita (Ribbond ou Ribbond Ultra) ou similares (compósito reforçado com fibras curtas (SFRC))
C	Restauração direta em resina composta sem reforço (nanohibrida de polimerização convencional, ou bulk fill)
O	Resistência à fratura medida em Newtons
T	Estudo laboratorial (<i>in vitro</i>) submetidos à Maquina Universal de Testes

Critérios de exclusão: Todos os estudos em que foram realizadas restaurações indiretas, reforço de fibras de polietileno em outros grupos de dentes ou que utilizam como comparação outros tratamentos para dentes endodonticamente tratados tais como pinos de fibra foram excluídos do protocolo atual.

2.2. Estratégia de Busca

2.2.1. Fontes de Informação e Termos de Busca

Descreve as fontes de informação e os termos de busca utilizados nesta revisão sistemática, sendo estruturado em dois subitens complementares. O primeiro refere-se à busca eletrônica realizada nas bases de dados selecionadas, enquanto o segundo aborda a busca manual, conduzida com o objetivo de identificar estudos adicionais relevantes que não tenham sido recuperados pela estratégia eletrônica, garantindo maior abrangência e rigor metodológico ao processo de identificação dos estudos.

2.2.1.1 Busca Eletrônica

Uma busca conduzida de maneira eletrônica foi realizada 06 de março de 2025 por uma das revisoras (TMG) em cinco bases de dados: *Medline (PubMed)*, *Web of Science*, *Scopus*, *Lilacs* e *Google Scholar* e foi mantido um alerta de novos trabalhos até 28 de novembro de 2025. Também foi realizada uma busca pela literatura cinzenta (*OpenGrey*). A busca foi realizada utilizando uma combinação dos descritores MeSH e livres através da combinação de operadores booleanos (“OU” e “E”) de acordo com a relevância da pergunta, e estão apresentados no quadro 2 abaixo.

Quadro 2. Unitermos (DeCS MeSH) para formulação das estratégias de busca utilizadas em cada base de dados eletrônica.

P	Tooth, Nonvital; Endodontically Treated Teeth; Dentition, Permanent;
I	Polyethylene; HDPE; High Density Polyethylene; High-Density Polyethylene; LDPE; Low Density Polyethylene; Low-Density; Polyethylene; Polyethylene, High-Density; Polyethylene, Low-Density; Polythene;
C	Composite Resins; Composite Resin; Resin, Composite; Resins, Composite; Dental Restoration, Permanent; Dental Filling, Permanent; Dental Fillings, Permanent; Dental Permanent Filling; Dental Permanent Fillings; Dental Restorations, Permanent; Filling, Dental Permanent; Filling, Permanent Dental; Fillings, Dental Permanent; Fillings, Permanent Dental; Permanent Dental Filling; Permanent Dental Fillings; Permanent Dental

	Restoration; Permanent Dental Restorations; Permanent Filling, Dental; Permanent Fillings, Dental; Restoration, Permanent Dental; Restorations, Permanent Dental
O	Flexural Strength; Tooth Fractures; Fracture Resistance;
T	In vitro Techniques

Os termos de busca foram incluídos no título e/ou no resumo, e foram adaptados adequadamente para cada base de dados. Não foram aplicadas restrições quanto ao idioma e à data de publicação. A estratégia de busca foi adaptada para cada uma das outras bases de dados. O EndNote Web foi usado para organizar a lista com a busca bibliográfica, e remoção automática das duplicatas.

2.2.1.2 Busca manual

Revistas relevantes (*Journal of Endodontics*, *International Journal of Endodontics*, *Journal of Prosthetic Dentistry*) foram analisadas por um revisor independente (TMG), que avaliou todas as edições de janeiro de 1985 a novembro de 2025. Outras fontes incluem revisões narrativas e referências de artigos relevantes.

2.2.2. Triagem e Seleção de Estudos

Os títulos e resumos foram avaliados independentemente quanto à relevância por dois revisores calibrados (índice kappa de Cohen não ponderado de 0,90) (MGGV e SOV). A organização de todas as publicações encontradas foi com o auxílio de um gerenciador de referências 'Rayyan QCRI' para verificação de duplicatas, sendo essas removidas no próprio gerenciador.

Uma primeira triagem dos títulos e resumos foi realizada por dois examinadores independentes (MGGV e SOV), considerando os critérios de inclusão e exclusão, os objetivos desta pesquisa e a abordagem PICOT. Posteriormente, os artigos pré-selecionados foram analisados na íntegra por ambos os revisores, de acordo com os critérios de elegibilidade e síntese qualitativa por meio da leitura completa dos textos. Qualquer discordância em qualquer etapa (título/resumo ou texto completo) foi resolvida por meio de discussão com um terceiro autor (TMG) para se chegar a um consenso. Um número de identificação foi atribuído a cada estudo elegível.

2.2.3. Dados do estudo

A coleta de dados foi realizada por meio de uma ficha de extração por dois revisores independentes (MGGV e SOV) durante a análise do texto completo. As características dos estudos incluídos abrangearam: os autores e o ano de publicação, título do estudo, número e grupo dos dentes, tipo de fibra de reforço (tamanho comprimento x largura x espessura), grupos que os estudos compararam, quantidade de estrutura dental remanescente, tipo de teste de resistência à fratura, e os valores médios de resistência à fratura e com os respectivos desvios padrão (expressos em Newtons) de todos os grupos experimentais e de controle.

2.3. Risco de viés

O risco de viés foi testado para cada estudo *in vitro* utilizando a Ferramenta de Avaliação da Qualidade para Estudos *In Vitro*, QUIN (Sheth *et al.*, 2024) que consiste em 12 critérios com pontuações para cada domínio. Especificação adequada = 2 pontos; especificação inadequada = 1 ponto; não especificado = 0 pontos; não aplicável = critérios excluídos). A pontuação final para cada estudo foi obtida utilizando a fórmula: pontuação total \times 100/2 \times número de critérios aplicáveis; um valor que permite a classificação dos estudos: >70% = baixo risco de viés, 50% a 70% = risco médio de viés e <50% = alto risco de viés.

2.4. Síntese de Dados e Análise Estatística

Os dados foram analisados utilizando o programa Review Manager versão 5.4. O grau de confiança foi de 95% em todos os testes (alfa igual a 0,05). Foram determinados a heterogeneidade, o tamanho de efeito, o ponto central com o maior número de ocorrências, a mediana e os desvios-padrões. Os valores medianos de resistência à fratura foram avaliados para o grupo experimental (restaurações direta de resina composta reforçado com fibra) e para o grupo controle (restaurações direta de resina composta sem reforço com fibra) com um intervalo de confiança de 95%. Para a comparação pareada de variáveis independentes numéricas discretas, dentro de cada grupo (grupos experimental e controle) e também entre os grupos experimental e controle, foram aplicados testes não paramétricos, com um limiar de significância estatística de $p < 0,05$.

3. RESULTADOS

3.1 Fluxograma e seleção de estudos

A busca eletrônica inicial recuperou um total de 2455 referências preliminares nas bases de dados. Após a exclusão de duplicatas, 2435 artigos foram triados por título e resumo, além de 100 outros registros adicionais identificados através de outras fontes (Busca Livre e Google Scholar), resultando em 2535 artigos submetidos à leitura e discussão do resumo. Na fase de elegibilidade, 16 artigos foram avaliados na íntegra. Destes, 4 foram inicialmente excluídos por não atenderem aos critérios de elegibilidade (sem grupo controle apenas com resina composta). Após a leitura completa, 12 estudos *in vitro* atenderam aos critérios de elegibilidade e 7 foram incluídos para a síntese qualitativa e quantitativa (metanálise) dos dados. A concordância inter-examinadores para a inclusão dos artigos demonstrou alta confiabilidade, resultando em um índice *kappa* de Cohen de 0,90. O detalhamento do processo de seleção está representado na Figura 1, e as características dos estudos incluídos, na Tabela 1.

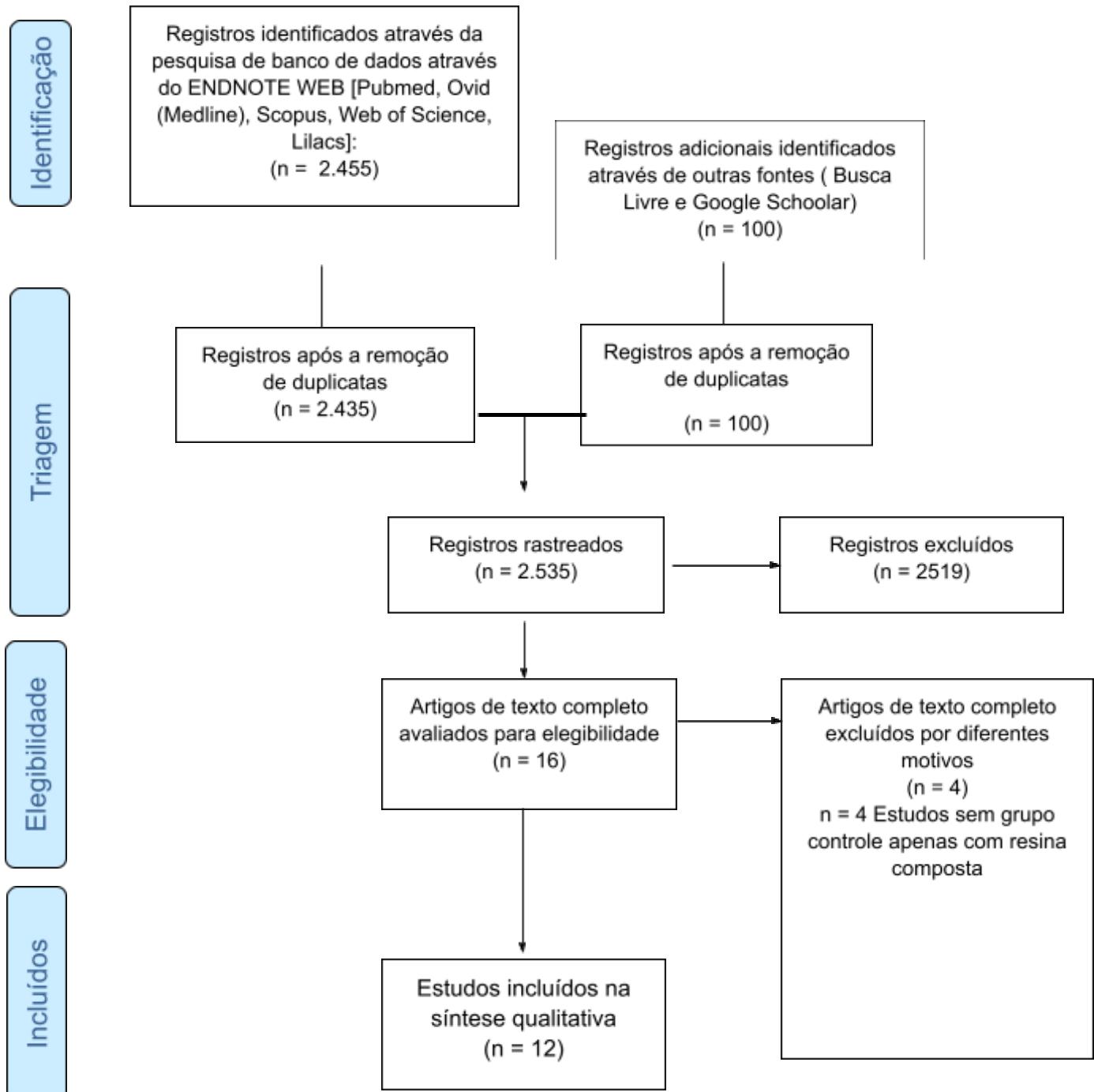


Figura 1. Diagrama de fluxograma evidenciando a síntese da revisão sistemática, de acordo as diretrizes PRISMA .

3.2 Análise descritiva

Dos 12 estudos 07 (Canobra *et al.*, 2024, Kemaloglu *et al.*, 2015, Oskoee *et al.*, 2011, Balkaya *et al.*, 2022, Hshad *et al.*, 2018, Rahman *et al.*, 2016, Shah *et al.*, 2020) foram selecionados para meta-análise. Trabalhos estes que tiveram o grupo experimental o uso de fibra de polietileno em formato de tira embebida em resina flow de baixa viscosidade, posicionada no preparo com geometria da cavidade mésio-ocluso-distal em formato de U ligando as paredes vestibular e lingual passando pela pulpar e restauração da cavidade acima da fibra com resina composta nanohíbrida ou microhíbrida. O grupo controle foi restaurado com resina composta direta nanohíbrida ou microhíbrida e o teste de resistência à fratura sendo o com carga axial.

Dos estudos identificados, 07 trabalhos não puderam ter seus dados agregados para a combinação dos resultados em uma medida sumária (metanálise). A exclusão desses estudos se deu pela heterogeneidade metodológica e por diferenças que impediam a comparação direta dos grupos. Os motivos para a exclusão dos oito artigos da metanálise primária foram: Soto-Cadena *et al.*, (2023) e Rohym *et al.*, (2024) foram excluídos por não apresentarem um grupo controle estritamente restaurado com resina composta nanohíbrida ou microhíbrida sem fibras. Nesses estudos, o grupo controle foi restaurado com uma resina que já continha fibras curtas em sua composição, inviabilizando a comparação isolada do reforço com polietileno. O trabalho de Ramírez-Gómez *et al.*, (2024) foi excluído, pois apesar do grupo experimental incluir a fibra de polietileno, esta não estava posicionada no formato de "U" , que era o padrão da intervenção dos demais estudos, apresentando diferentes conformações de posicionamento de inserção da fibra. Gürel *et al.*, (2016) e Kivanç *et al.*, (2010) foram excluídos por apresentarem preparos cavitários não MOD, com a remoção de uma cúspide (cúspide palatina), e por utilizarem a fibra de polietileno no formato de pino, e não em tira como nos estudos incluídos. Já o trabalho de Basaran *et al.*, (2018) foi excluído porque o grupo que utilizou a fibra de polietileno foi restaurado com resina composta mas por técnica indireta, enquanto a metanálise focava na restauração direta. E por fim Shivanna; Gopeshetti (2012) não entrou para a meta-análise devido à incompletude dos dados estatísticos. Embora o estudo apresentou os valores de media, os

desvios-padrão não foram reportados, impedindo o cálculo do efeito combinado. As características dos estudos incluídos estão descritas na tabela 1.

Tabela 1. Resumo dos dados dos estudos *in vitro* incluídos (n= 12).

AUTOR/ANO	TÍTULO	Nº e tipos de dentes	TIPO DE FIBRA DE POLIETILENO – tamanho comprimento x largura x espessura	GRUPO DE ESTUDO	ESTRUTURA RESTANTE	DESFECHO – RESULTADO AVALIADO	RESISTÊNCIA MÉDIA À FRATURA
Canobra LF, Parra-Gatica E, Sanhueza V, Medina C, Wendler M (2024)	Fracture Resistance and Failure Mode of Polyethylene Fiber-reinforce d Resin-based Restorations in Structurally Compromised Premolars: an in Vitro Study.	54 - Pré-molares superiores	Tira de fibra de polietileno entrelaçada, com 3 mm de largura sem especificações de comprimento e espessura.	G1 - Incremental com resina composta (I) Filtek Z350 nanohíbrida - camada oblíqua G2 - Ribbond H (RH) - fibra inserida na horizontal + Z350 nanohíbrida camada oblíqua G3 - Ribbond U (RU) - fibra inserida em formato U + Z350 nanohíbrida camada oblíqua	Cúspide vestibular de 2 mm de espessura, cúspide palatina de 1,5 mm de espessura e no assoalho cervical das cavidades proximais foi deixado 1 mm acima da junção amelocementária (JCE). Selamento da câmara pulpar de todos os grupos com resina composta fluida (Filtek Z350 Flow)	Resistência à fratura e modo de fratura.	Grupo I(A): 824.7 N / 125.9 SD Grupo RH(A): 552.8 N / 183.2 SD Grupo RU(A): 690.1 N / 117.7 SD Grupo I(PA): 661.7 N / 155.9 SD Grupo RH(PA): 563.4 N / 119.9 SD Grupo RU(PA): 542.2 N / 114.6 SD A - resistência à fratura axial PA - resistência à fratura paraxial
Kemaloglu H, Emin Kaval M, Turkun M, Micoogullari Kurt S (2015)	Effect of novel restoration techniques on the fracture resistance of teeth treated endodontically : An in vitro study.	48 - pré-molares mandibulares	Tira de fibra com 2 mm de espessura sem especificações de largura e comprimento.	G1 - Compósito de resina nano-híbrida - Filtek Z550 camada oblíqua G2 - Fibra de polietileno trançada (Ribbond) umedecida com resina umectante (Ribbond wetting resin) inserida em formato U + resina composta nano-híbrida G3 - Resina composta reforçada com fibras curtas +	Não especificado.	Resistência à fratura.	Grupo 1: 823,35 N / 34.05 SD Grupo 2: 919,86 N / 47.67 SD Grupo 3: 889,43 N / 72.87 SD Grupo 4: 817,10 N / 60.82 SD

				resina composta nano-híbrida			
Oskoee PA, Chaharom ME, Kimyai S, Oskoee JS, Varasteh S (2011)	Effect of two types of composite fibers on fracture resistance of endodontically treated maxillary premolars: an in vitro study.	45 - pré-molares	Tira de fibra com 0.3 mm de espessura sem especificações de largura e comprimento.	G1 - Resina composta microhíbrida (Filtek Z250) camada oblíqua G2 - Fibra de vidro (Interlig, Angelus) + resina composta G3 - Fibra de polietileno (NSI, Hornsby, Australia) inserida em formato U embebida na resina composta Filtek Flow + Resina composta microhíbrida (Filtek Z250) camada oblíqua	Assoalho gengival 1,5 mm coronal à junção amelocementária.	Resistência à fratura e modo de falha.	Grupo 1: 622.07 N / 67.18 SD Grupo 2: 507.77 N / 100.63 SD Grupo 3: 694.60 N / 157.56 SD
Ramírez-Gómez JF, Ortiz-Magdaleno M, Zavala-Alonso NV (2024)	Effect of polyethylene fiber orientation on fracture resistance of endodontically treated premolars.	100 - pré-molares superiores	Fragmento de de 4 x 3 mm sem especificações de espessura.	G1 - Cavidade MOD G1.1 - Sem fibras, controle - Resina composta convencional IPS Empress Direct camada oblíqua G1.2 - Fibra unidirecional horizontal embebida fluida (Clearfil AP-X Esthetics F) + resina composta convencional IPS Empress Direct G1.3 - Fibra unidirecional vertical embebida fluida (Clearfil AP-X Esthetics F) + resina composta convencional IPS Empress Direct G1.4 - Fibra bidirecional embebida fluida (Clearfil AP-X Esthetics F) + resina composta convencional IPS Empress Direct	Não especificado.	Resistência à fratura em diferentes posições e orientações das fibras	Grupo 1.1: 293,12 N / 75.94 SD Grupo 1.2: 560.31 N / 83.36 SD Grupo 1.3: 534.68 N / 184.44 SD Grupo 1.4: 473.43 N / 104.84 SD Grupo 1.5: 477.18 N / 139.52 SD Grupo 2.1: 252,18 N / 51.41 SD Grupo 2.2: 446,87 N / 141.52 SD Grupo 2.3: 502,81 N / 66.52 SD Grupo 2.4: 575,31 N / 101.55 SD

					G1.5 - Fibra circular embebida fluida (Clearfil AP-X Esthetics F) + resina composta convencional IPS Empress Direct		Grupo 2.5: 464,06 N / 202,25 SD
					G2 - Cavidade OV		
					G2.1 - Sem fibras, controle - Resina composta convencional IPS Empress Direct camada oblíqua		
					G2.2 - Fibra unidirecional horizontal embebida fluida (Clearfil AP-X Esthetics F) + resina composta convencional IPS Empress Direct camada oblíqua		
					G2.3 - Fibra unidirecional vertical embebida fluida (Clearfil AP-X Esthetics F) + resina composta convencional IPS Empress Direct camada oblíqua		
					G2.4 - Fibra bidirecional embebida fluida (Clearfil AP-X Esthetics F) + resina composta convencional IPS Empress Direct camada oblíqua		
					G2.5 - Fibra circular embebida fluida (Clearfil AP-X Esthetics F) + resina composta convencional IPS Empress Direct camada oblíqua		
Balkaya H, Topçuoğlu HS, Demirbuga S, Kafdağ Ö, Topçuoğlu G (2022)	Effect of different coronal restorations on the fracture resistance of teeth with simulated	120 pré-molares inferiores	Tira de fibra com uma largura de 2 mm e comprimento de 8 mm	G1 - Controle negativo - hígidos não restaurados G2 - Controle positivo - dente com acesso endodôntico e sem nenhum material restaurador (cavidade aberta)	As espessuras das paredes vestibulares e linguais restantes foram padronizadas para $2,5 \pm 0,3$ mm	Resistência à fratura.	Grupo 1: 952 N / 111 SD Grupo 2: 219 N / 48 SD Grupo 3: 440 N / 102 SD Grupo 4: 447 N / 101 SD

regenerative endodontic treatment: An in vitro study.				G3- Filtek Z550 nanohíbrida - camadas horizontais G4 - Resina composta bulk-fill de alta viscosidade (Filtek bulk fill restorative) - FBR G5 - Resina composta bulk-fill de baixa viscosidade (SDR flow) SDR + Filtek Z550 nanohíbrida G6 - Resina composta reforçada com fibra curtas (EverX) + Filtek Z550 nanohíbrida G7 - Fibra de polietileno (Ribbond) + FBR (rc alta viscosidade Filtek Bulk fill Restorative) G8 - Fibra de polietileno (Ribbond) + SDR (rc bulk-fill baixa viscosidade) + Z550 nanohíbrida		Grupo 5: 459 N / 126 SD Grupo 6: 464 N / 115 SD Grupo 7: 601 N / 133 SD Grupo 8: 658 N / 116 SD
Gürel MA, Helvacioğlu Kivanç B, Ekici A, Alaçam T (2016)	Fracture Resistance of Premolars Restored Either with Short Fiber or Polyethylene Woven Fiber-Reinforced Composite.	48 - pré-molares maxilares	O trabalho apresenta a utilização do material Ribbond, não indicando o tamanho do recorte utilizado da fibra	G1- (all SFRC) Compósito reforçado com fibras curtas foi usado para restauração tanto da cavidade profunda quanto da parte coronal. G2 - (SFRC + CFC) Compósito reforçado com fibras curtas foi colocado dentro da cavidade profunda e da parte central da restauração. A restauração coronal foi restaurada usando compósito de preenchimento convencional. G3 - (all CFC) Tanto as cavidades profundas quanto as partes coronais foram construídas usando	Espessura de 1.5 mm na superfície oclusal da parede vestibular, 2 mm na junção amelocementária no sentido vestibulo-lingual e 4 mm no sentido mesio-distal.	Resistência à fratura Grupo 1: 870.2 N / 404.7 SD Grupo 2: 733.3 N / 252.3 SD Grupo 3: 677.2 N / 194.3 SD Grupo 4: 737.6 N / 196.3 SD

				compósito de preenchimento convencional.		
Hshad ME, Dalkılıç EE, Ozturk GC, Dogruer I, Koray F (2018)	Influence of Different Restoration Techniques on Fracture Resistance of Root-filled Teeth: In Vitro Investigation.	48 - pré-molares mandibulares	Três pedaços de fibra de polietileno com 3 mm de comprimento e 2 mm de largura sem especificações de espessura.	G IN - Grupo controle, coroas intactas G CR - Resina Composta híbrida Clearfil AP-X G FRC - Resina composta fluida alta viscosidade Clearfil Majesty Flowabl + resina composta híbrida Clearfil AP-X G PRF - Fibra de Polietileno umedecidas com Clearfil Liner Bond 2V + resina composta fluida de baixa viscosidade + resina composta híbrida Clearfil AP-X	Margem cavo-superficial gengival mesial e distal de 1,5 mm na JCE	Resistência à fratura Grupo IN: 2156,79 N / 628.04 SD Grupo CR: 1315.83 N / 352.38 SD Grupo FRC: 1445,35 N / 506.18 SD Grupo PRF: 1951,64 N / 330.94 SD
Rahman H, Singh S, Chandra A, Chandra R, Tripathi S (2016)	Evaluation of fracture resistance of endodontically treated teeth restored with composite resin along with fibre insertion in different positions in vitro.	40 - pré-molares	Fita com 6 mm de comprimento e 2 mm de largura sem especificações de espessura.	GI - Sem fibra - restauração em rc Filtek microhíbrida Z250 GII - Fibra oclusal - restauração em rc Filtek microhíbrida Z250 preparo no sentido vestibulo-lingual nas pontas das cúspides na oclusal de um sulco de 2 mm de largura e 1 mm de profundidade	Margem cavo-superficial gengival mesial e distal de 1,5 mm na JCE	Resistência à fratura Grupo I: 653,40 N / 74.01 SD Grupo II: 1236,82 N / 83.49 SD Grupo III: 879,31 N / 98.22 SD Grupo IV: 1482,09 N / 74.57 SD

				GIII - Fibra base - após procedimentos de adesão, as paredes internas das cavidades foram revestidas com resina composta fluida e antes da polimerização inseriu-se um fragmento de fibra de polietileno + restauração em rc Filtek microhíbrida Z250			
				GIV - fibra dupla (oclusal e basal) - associação das 2 técnicas anteriores			
Kivanç BH, Alaçam T, Görgül G (2010)	Fracture resistance of premolars with one remaining cavity wall restored using different techniques	48 - pré-molares maxilares	O trabalho apresenta a utilização do material Ribbond, não indicando o tamanho do recorte utilizado da fibra	<p>G1- Fibra de polietileno trançada (Ribbond) em configuração de pino. O material da fita de polietileno embebido em resina (Clearfil SE Bond) após a fibra saturada com a resina foi envolvida e condensada firmemente no canal radicular com um condensador endodôntico. O pino de fibra-resina foi então fotopolimerizado por 40 segundos.</p> <p>G2- Pino FRC personalizado (everStick)</p> <p>G3- Pino de titânio (Filpost)</p> <p>G4- Todas as restaurações compostas (Grupo controle)</p>	<p>Espessura de 1.5 mm na superfície oclusal da parede vestibular, 2 mm na junção amelocementária no sentido vestibulo-lingual e 4 mm no sentido mesio-distal.</p>	Resistência à fratura	<p>Grupo 1: 827,25 N / 275.52 SD</p> <p>Grupo 2: 936,58 N / 299.83 SD</p> <p>Grupo 3: 891,50 N / 243.17 SD</p> <p>Grupo 4: 920,33 N / 162.24 SD</p>
Shah S, Shilpa-Jain DP, Velmurugan N, Sooriaprakas C, Krishikadatta J. (2020)	Performance of fibre reinforced composite as a post-endodontic restoration on different endodontic cavity designs-	110 - pré-molares superiores	10 mm de comprimento e 3 mm de largura, sem especificações de espessura.	<p>G1.1- EverX Posterior (classe I)</p> <p>G1.2- EverX Posterior (classe II MO)</p>	<p>Parede vestibular na superfície oclusal vestibular — 2 mm; Junção cemento-esmalte vestibular — 2,5 mm; Superfície oclusal palatina —</p>	Resistência à fratura	<p>Grupo 1.1: 879.9 N / 36.3 SD</p> <p>Grupo 1.2: 873.6 N / 38.3 SD</p> <p>Grupo 1.3: 922.6 N / 23.3 SD</p> <p>Grupo 2.1: 797.9 N / 17.7 SD</p>

	an in-vitro study.		G1.3- EverX Posterior (classe II MOD)	1,5 mm; Junção cimento-esmalte palatina — 1,5 mm		Grupo 2.2: 834.7 N / 26.3 SD
			G2.1- Ribbond (classe I)			Grupo 2.3: 843.9 N / 39.8 SD
			G2.2- Ribbond (classe II MO)			Grupo 3.1: 697.7 N / 34.9 SD
			G2.3- Ribbond (classe II MOD)			Grupo 3.2: 705.4 N / 18.5 SD
			G3.1- Resina composta híbrida (classe I)			Grupo 3.3: 713.0 N / 11.6 SD
			G3.2- Resina composta híbrida (classe II MO)			Grupo 4: 669.6 N / 15.0 SD
			G3.3- Resina composta híbrida (classe II MOD)			Grupo 5: 1207.4 N / 90.6 SD
			G4- Controle negativo (preparo de acesso mésio-ocluso-distal classe II sem restauração)			
			G5- Controle positivo (dente hígido)			
Basaran ET, Gokce Y (2018)	Evaluation of the influence of various restoration techniques on fracture resistance of endodontically treated teeth with different cavity wall thickness	210 - pré-molares	10 mm de comprimento e 4 mm de largura, sem especificações de espessura	A: 2 mm B: 1.5 mm C: 1 mm GK- Resina composta direta GKT- Resina composta com fibra no assoalho da cavidade GKO- Compósito com fibra no nível oclusal GFP- Pino de fibra e compósito GL- Inlay LT- Fibra no assoalho da cavidade e inlay	As margens do assoalho das cavidades MOD foram finalizadas 1 mm coronalmente à junção cimento-esmalte (JCE).	Resistência à fratura Grupo K(A): 0.98 N / 0.41 SD Grupo K(B): 0.81 N / 0.37 SD Grupo K(C): 0.68 N / 0.24 SD Grupo KT(A): 0.86 N / 0.22 SD Grupo KT(B): 0.84 N / 0.24 SD Grupo KT(C): 0.76 N / 0.22 SD Grupo KO(A): 1.03 N / 0.33 SD Grupo KO(B): 1.35 N / 0.38 SD Grupo KO(C): 0.88 N / 0.24 SD

				LO- Inlay e fibra no nível oclusal		Grupo FP(A): 0.91 N / 0.19 SD
						Grupo FP(B): 0.86 N / 0.49 SD
						Grupo FP(C): 0.88 N / 0.19 SD
						Grupo L(A): 0.89 N / 0.27 SD
						Grupo L(B): 1.01 N / 0.36 SD
						Grupo L(C): 0.68 N / 0.14 SD
						Grupo LT(A): 0.82 N / 0.11 SD
						Grupo LT(B): 0.66 N / 0.28 SD
						Grupo LT(C): 0.66 N / 0.28 SD
						Grupo LO(A): 0.99 N / 0.26 SD
						Grupo LO(B): 1.05 N / 0.38 SD
						Grupo LO(C): 0.90 N / 0.19 SD
Shivanna, Vasundhara, Gopeshetti, Pallavi B (2012)	Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with composite resin reinforced with polyethylene fibres	80 - pré-molares superiores	O trabalho apresenta a utilização do material Ribbon THM, não indicando o tamanho do reorte utilizado da fibra	G1- Dentes hígidos - controle negativo G2- Sem restauração após o preparo da cavidade MOD G3- Resina composta (Filtek™ P 90, 3M ESPE) G4- Fibra de polietileno + Resina composta (Filtek™ P 90, 3M ESPE)	As cavidades não apresentavam degraus proximais, com assolo plano; uma largura de 1/3 da distância intercusípidea para o preparo da porção oclusal e 1/3 da dimensão faciolingual total foram utilizadas para determinar a largura das caixas proximais. As paredes vestibular e lingual foram	Resistência à fratura Grupo 1: 1098.3 N Grupo 2: 171.2 N Grupo 3: 440.9 N Grupo 4: 524.8 N Não consta desvio padrão no trabalho

mantidas paralelas
entre si.

3.2. Avaliação da Qualidade dos Ensaios *in vitro* incluídos

A avaliação detalhada da qualidade metodológica dos estudos é apresentada no quadro 3. Nove estudos apresentaram risco baixo risco de viés, e três risco médio. Nenhum único estudo apresentou alto risco de viés.

Tabela 2. Avaliação da qualidade dos estudos *in vitro* utilizando a ferramenta QUIN

Primeiro autor, ano	1 Objetivos claramente definidos	2 Cálculo do tamanh o da amostr a	3 Explic ação técnica da amostr agem	4 Grupo de compara ção	5 Meto dologi a	6 Detalhe s do operado r	7 Rando mizaçã o	8 Método de medição do resultad o	9 Detalh es do avaliad or do resultad o	10 Cegam ento	11 Análise estatísti ca	12 Apresen tação de resultad os	* Risco de Viés
Balkaya <i>et al.</i> , 2022	2	2	2	2	2	0	2	2	1	0	2	2	(19/24) Baixo risco
Basaran 2018	2	2	2	2	2	0	2	2	1	0	2	2	(19/24) Baixo risco
Canobra 2024	2	0	1	2	2	1	2	2	1	0	2	2	(17/24) Baixo risco
Gürel 2016	2	0	2	2	2	0	2	2	1	0	2	2	(17/24) Baixo risco
Hshad <i>et al.</i> , 2018	2	0	2	2	2	0	2	2	1	0	2	2	(17/24) Baixo risco
Kemaloglu <i>et al.</i> , 2015	2	0	2	2	2	0	2	2	0	0	2	2	(16/24) Risco médio
Kivanç 2010	2	0	2	2	2	0	2	2	1	0	2	2	(17/24) Baixo risco
Oskoee <i>et al.</i> , 2011	2	0	2	2	2	0	2	2	0	0	2	2	(16/24) Risco médio

Rahman <i>et al.</i> , 2016	2	0	2	2	2	0	2	2	1	0	2	2	(17/24) Baixo risco
Ramírez- Gómez 2024	2	0	1	2	2	2	1	2	1	0	2	2	(17/24) Baixo risco
Shah <i>et</i> <i>al.</i> , 2020	2	0	2	2	2	0	1	2	1	0	2	2	(18/24) Baixo risco
Shivanna 2012	2	0	2	2	2	0	1	2	1	0	2	2	(16/24) Risco médio

* Pontuação: adequadamente especificado = 2; inadequadamente especificado = 1; não especificado (NS) = 0; não aplicável (NA). Final 4. 8. Risco * 6. 10. 9. 3. 7. 5. 11. 1. 2. 12. Pontuação: pontuação total \times 100/2 \times número de critérios aplicáveis. >70% = baixo risco de viés; 50–70% = risco médio de viés; e <50% = alto risco de viés.

3.3. Resultados quantitativos do estudo - Meta-análise

Uma meta-análise realizada com 07 estudos e 14 grupos mostrou uma heterogeneidade muito alta ($I^2 = 87\%$) indicando que os resultados das medianas dos estudos eram muito diferentes entre si (Figura 2). Apesar da alta heterogeneidade, a combinação dos resultados mostrou o efeito global que a fibra de polietileno aumenta em média 1.66 SDM a força de resistência à fratura média que os pré molares restaurados com tira de fibra quando comparados aos dentes restaurados com resina composta direta sem reforço e a diferença foi estatisticamente significativa ($Z= 3.04, p=0.002, [0.59 \quad 2.73]$).

Os estudos de Shah *et al.*, (2020) e Rahman *et al.*, (2016) mostraram as maiores resistências à fratura pela inserção das fibras de polietileno (*Std. mean* 4.28 e 2.49 respectivamente), enquanto o trabalho de Oskoee *et al.* (2011) mostrou o menor benefício pelo uso da técnica (*Std. mean*=0.58).

Os estudos com maior tamanho amostral são Balkaya *et al.* (2022) e Oskoee *et al.* (2011), cada estudo com 30 corpos de prova influenciando mais no resultado das médias finais, porém apresentando intervalos de confiança amplos demonstram menor precisão estatística, sendo que o segundo estudo não apresentou diferença estatisticamente significativa. Já Canobra *et al.* (2024) possui tamanho amostral menor com grande intervalo de confiança indicando que este estudo tem pouco poder estatístico influenciando pouco na média final da meta-análise.

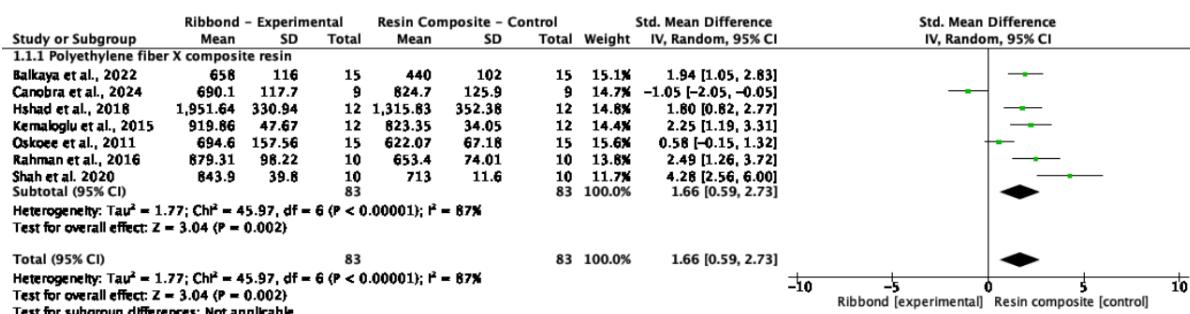


Figura 2. Meta-análise avaliando se o uso da fibra de polietileno em fitas em cavidades MOD aumentam a resistência à fratura em restaurações em resina composta direta.

4. DISCUSSÃO

A escolha por uma abordagem *in vitro* neste estudo mostra-se adequada diante da escassez de evidências *in vivo* que avaliem de forma sistemática o desempenho clínico de longo prazo de diferentes técnicas e materiais restauradores em dentes tratados endodonticamente. Apesar da relevância clínica da resistência à fratura, os estudos *in vivo* são limitados pela dificuldade de controle de variáveis, como as tensões térmicas, químicas e físicas (Shivanna; Gopeshetti, 2012). Nesse sentido, os estudos *in vitro* permitem padronizar parâmetros como tipo de dente, dimensão da cavidade e direção das cargas aplicadas, o que possibilita a análise isolada de variáveis específicas, como o tipo de reforço utilizado e o comportamento do material restaurador sob carga (Canobra *et al.*, 2024; Rohym *et al.*, 2024). Essa padronização experimental reduz a influência de fatores biológicos e oclusais presentes em ambiente clínico, fornecendo dados comparativos mais confiáveis sobre a resistência à fratura (RF), parâmetro frequentemente associado ao desempenho estrutural e à durabilidade de dentes tratados endodonticamente (Balkaya *et al.*, 2022; Soto-Cadena *et al.*, 2023).

Os pré-molares superiores apresentam elevada propensão à fratura em decorrência da interação entre suas características anatômicas e as forças funcionais às quais estão submetidos durante a mastigação, especialmente forças de cisalhamento e compressão (Tamse *et al.*, 1998; Gurel *et al.*, 2016; Oskoee *et al.*, 2011; Ramírez-Gómez *et al.*, 2024). O formato dentário estreito, o reduzido volume dentinário, a presença frequente de cúspides delgadas, o estreitamento coronário-radicular e a inclinação das cúspides dificultam a dissipação eficiente das tensões oclusais, favorecendo sua concentração em regiões críticas, como cristas marginais, fundo de cavidades e fóssulas (Mannocci *et al.*, 2022; Shahrabaf *et al.*, 2007). Esse cenário biomecânico contribui para a iniciação e propagação de trincas, especialmente em dentes com perda estrutural significativa (Gurel *et al.*, 2016; Oskoee *et al.*, 2011; Ramírez-Gómez *et al.*, 2024). Evidências apontam que os pré-molares superiores são os dentes mais acometidos por fraturas radiculares verticais, com destaque para o segundo pré-molar superior, apresentando maior suscetibilidade quando comparados aos pré-molares inferiores, em função da morfologia radicular mais estreita associada à intensidade das forças funcionais na maxila (Hegde *et al.*, 2011).

Cavidades MOD agravam esse cenário ao remover cristas marginais e reduzir em mais de 50% a resistência mecânica, aumentando a deflexão cuspidiana (Rahman *et al.*, 2015; Reeh *et al.*, 1989). Assim, a frequência elevada de fraturas em pré-molares reflete fragilidade anatômica e maior exposição a preparamentos invasivos, destacando a importância de técnicas restauradoras que preservem a biomecânica dental (Rocha *et al.*, 2019; Balkaya *et al.*, 2022).

A relevância clínica desta revisão sistemática reside na necessidade de protocolar técnicas restauradoras que visem recuperar não somente a estética dental, mas que seja capaz de restabelecer a integridade biomecânica de pré-molares severamente comprometidos. Assim, a elevada incidência de fraturas, em segundos pré-molares superiores, reflete não apenas a fragilidade anatômica, mas a frequente exposição a intervenções restauradoras com cavidades amplas e complexas pela grande perda estrutural dos dentes. O reconhecimento desses fatores é importante para o desenvolver estratégias que preservam o remanescente dental, mitigando o risco de fraturas radiculares em dentes tratados endodonticamente.

O teste de resistência à fratura permanece um método experimental comum para avaliar o procedimento restaurador em dentes tratados endodonticamente, apesar das limitações apontadas em relação à carga fisiológica correta, direção de carga, aos dentes utilizados no experimento e às diferenças nas condições de teste (Ernest *et al.*, 1989). O padrão de carregamento desempenha um papel crucial no teste de resistência à fratura, pois tende a simular as forças oclusais na boca. A direção e a localização da ponta de carregamento, bem como a forma e o diâmetro, podem influenciar os resultados do teste. Geralmente, a direção das forças aplicadas, utilizadas neste teste *in vitro*, é axial nas cúspides vestibulares e palatinas com uma inclinação de 30/45°, e isso pode influenciar sensivelmente o resultado do teste (Uzunoglu-Özyürek *et al.*, 2019).

Nesse contexto, Canobra *et al.* (2024) destacaram a importância de avaliar diferentes vetores de aplicação da carga, comparando o carregamento axial (força perpendicular ao plano oclusal) com o carregamento paraxial (inclinação de 30° em relação ao eixo do dente). Os autores observaram que a mudança no eixo de aplicação altera o comportamento mecânico da restauração, com o carregamento oblíquo gerando tensões concentradas na cúspide vestibular e provocando fraturas mais próximas às condições funcionais clínicas. Esses achados reforçam que a

direção e o tipo de carregamento são variáveis críticas nos ensaios de resistência à fratura, devendo ser cuidadosamente padronizadas e relatadas, pois influenciam não apenas o valor numérico da carga de ruptura, mas também o modo e a localização da falha no espécime.

A prevalência de baixo risco de viés observada nos 9 estudos primários é inerente ao delineamento *in vitro*. A ausência de alto risco de viés reflete a capacidade do modelo *in vitro*, uma vez que o ambiente laboratorial controla e minimiza variáveis de confusão, permitindo uma padronização dos parâmetros tais como geometria do preparo, materiais restauradores (fibras de polietileno de tamanho e espessura similar e sua forma de inserção da cavidade) e condições de carga aplicando a mesma carga e no(s) mesmo(s) eixos. Ao isolar o fator de exposição e eliminar a variabilidade biológica, aumenta-se a validade interna, a reprodutibilidade e a consistência dos achados. Diferente do cenário clínico, este delineamento possibilita o controle preciso sobre a geometria cavitária, espessura de materiais e simulação de forças (Ramírez-Gómez *et al.*, 2024; Balkaya *et al.*, 2022). Essa estabilidade experimental assegura alta validade interna e robustez aos resultados, ao excluir flutuações comportamentais ou biológicas.

Adicionalmente, o que contribui para o baixo risco de viés é a clareza metodológica e estatística com que os estudos incluídos foram conduzidos, um requisito fundamental que foi avaliado pela ferramenta QUIN. Observou-se que quase todos os trabalhos descrevem de forma detalhada o objetivo, o delineamento dos grupos experimentais, o teste de resistência à fratura e a análise estatística, que são critérios positivamente pontuados na ferramenta de avaliação de risco de viés (Dietschi *et al.*, 2008; Canobra *et al.*, 2024). Ainda que todos os estudos não tenham informado aspectos como o cegamento do avaliador e Kemaloglu *et al.*, 2015 e Oskooee *et al.*, 2011 não informaram detalhes do operador, tais omissões não comprometeram o conjunto, já que o teste de resistência à fratura é um método com a variável objetiva e instrumental, minimizando a influência subjetiva na aferição dos resultados.

Além disso, há uma evolução metodológica recente nos ensaios de resistência à fratura, impulsionada pelo uso de protocolos mais padronizados e ferramentas de avaliação de risco de viés adaptadas especificamente para estudos laboratoriais, como demonstrado por Delgado *et al.*, (2022). A crescente adoção de protocolos padronizados para ensaios biomecânicos e a utilização de ferramentas de avaliação

de risco de viés adaptadas para estudos laboratoriais favorecem uma maior uniformidade metodológica e reduzem a probabilidade de viés dos achados. Portanto, a ausência de estudos classificados como de alto risco de viés decorre de uma combinação do rigoroso controle experimental *in vitro*, da descrição detalhada dos métodos, e amadurecimento metodológico da área, que tem adotado protocolos de qualidade cada vez mais robustos para estudos *in vitro* em odontologia restauradora.

Os três estudos classificados com risco médio (Kemaloglu *et al.*, 2015; Oskooe *et al.*, 2011; Shivanna; Gopeshetti, 2012) apresentaram limitações pontuais, sobretudo falhas de relato em critérios-chave do QUIN Tool, como ausência de informações sobre cegamento do avaliador, detalhes do operador ou cálculo do tamanho amostral. Ainda assim, mantiveram controle experimental adequado, com padronização do preparo, seleção consistente das amostras e simulação parcial das condições fisiológicas com a termociclagem. Essas lacunas não anulam o rigor laboratorial, mas reduzem a confiança absoluta na interpretação estatística e na reproduzibilidade. Assim, o panorama geral da revisão revela que a predominância de estudos com baixo risco é atribuída à capacidade do ambiente *in vitro* de controlar variáveis críticas e ao cumprimento rigoroso dos critérios avaliativos do QUIN Tool, garantindo robustez metodológica e confiabilidade das conclusões sobre o desempenho das restaurações reforçadas com fibras de polietileno.

A metanálise mostrou que a inserção de fibras de polietileno aumentou em 1,66 SMD (diferença média padronizada) a resistência à fratura de pré-molares restaurados, um valor estatisticamente significativo ($Z = 3.04$; $p = 0.002$) em favor do grupo reforçado com fibras de polietileno. Sendo o SMD um indicador da magnitude do efeito da intervenção, o valor $>$ a 0,8 é classificado como tamanho de efeito grande (Cohen, 2002). Portanto, o valor de 1,66 demonstra uma superioridade expressiva da técnica com fibras de polietileno sobre o controle. Indicando que, independentemente da variabilidade dos métodos de ensaio ou das dimensões dentais entre os estudos primários, a inserção da fibra deslocou consistentemente a resistência à fratura para valores significativamente mais altos, conferindo uma previsibilidade biomecânica melhorada ao dente tratado endodonticamente restaurado com a associação da resina composta associada à fibra de polietileno. A relevância clínica real das fibras de polietileno (Ribbond) não deve ser associada somente ao aumento numérico da "carga máxima para quebrar" (Load to Failure),

mas sim: 1) a mudança no modo de falha, uma vez que transforma fraturas radiculares (catastróficas/perda do dente) em fraturas de cúspide ou restauração que são reparáveis. 2) Tenacidade (Toughness) - a capacidade de absorver energia antes de quebrar, mantendo os fragmentos unidos (efeito "para-brisa laminado").

A interpretação dos resultados exige cautela devido à alta heterogeneidade estatística ($I^2=87\%$), a qual reflete a influência das discrepâncias metodológicas entre os estudos primários. Essa variabilidade não advém do acaso, mas pode ser atribuída à falta de padronização em variáveis críticas, tais como: a espessura das paredes remanescentes (variando de 1,5 mm a 2,5 mm); a anatomia específica (pré-molares superiores apresentam maior risco biomecânico de VRF); a idade do substrato dentário; e a diversidade nas técnicas de inserção da fibra (base, oclusal, dupla ou formato em 'U') (Oskooee *et al.*, 2011; Kemaloglu *et al.*, 2015; Rahman *et al.*, 2015). Adicionalmente, inconsistências nos protocolos de carregamento mecânico (estático vs. oblíquo) dificultam a comparação direta das médias de resistência. Portanto, a heterogeneidade metodológica limita a precisão na estimativa da magnitude exata do ganho de resistência, embora a direção do efeito positivo permaneça consistente.

A padronização das amostras constitui um elemento fundamental para a validade interna de estudos laboratoriais, uma vez que a variabilidade biológica e morfológicas inerente ao substrato dental pode enviesar significativamente os resultados experimentais (Sheth *et al.*, 2024). Diferenças nas dimensões coronárias, idade e volume dentinário impactam diretamente a resistência à fratura, introduzindo o fato de confusão (Shah *et al.*, 2020). Embora estudos como de Rohym *et al.* (2024) busquem controlar essas variáveis, padronizando dimensões dentárias com rigor micrométrico, o estudo de Oskooee *et al.* (2011) utilizaram critério de seleção menos rigoroso dentes com tamanhos “quase semelhantes”. Essa discrepância nos critérios de inclusão das amostras primárias contribui para a heterogeneidade observada nesta revisão, dificultando a extração direta dos resultados.

Além disso, a diversidade nos protocolos de preparos cavitários e nos ensaios de carga de resistência à fratura exerce forte influência e determinante sobre a magnitude dos valores de resistência à fratura observados. As variedades nas espessuras das paredes remanescentes é crítica: enquanto Kemaloglu *et al.* (2015) adotou 2,5 mm, Basaran e Gokce (2019) demonstraram que reduções para 2 mm a 1,5 mm ou os diferentes níveis, alteram drasticamente a necessidade de reforço

resultando em conclusões divergentes sobre a necessidade de reforço com fibras. Além disso, diferenças no tipo de cavidade, como observado por Shah *et al.* (2020) ao comparar acessos Classe I, MO e MOD, contribuem para resultados contrastantes entre estudos. Da mesma forma, a configuração do teste mecânico, especificamente o ângulo da incidência de carga pode modificar o padrão de falha e eficácia percebidas das fibras, como evidenciado pela comparação entre o ângulo de carregamento axial vs. paraxial (Canobra *et al.* 2024) altera as conclusões sobre o benefício da fibra (Ramírez-Gómez *et al.* 2024) mesmo utilizando carregamento oblíquo similar. Soma-se a isso a falta de consenso nos protocolos de envelhecimento (termociclagem), que variaram de 5.000 ciclos (Rohym *et al.* 2024) a 10.000 ciclos (Kemaloglu *et al.* 2015). Assim, torna-se evidente que detalhes nas características das amostras e forma como são aplicados os ensaios é um fator que pode comprometer a comparabilidade dos estudos incluídos.

A variabilidade no desenho do preparo cavitário constitui um fator de confusão crítico, uma vez que a geometria e o volume de estrutura remanescente determinam o comportamento biomecânico do dente. A literatura diverge sobre a influência da configuração cavitária: enquanto Shah *et al.*, (2020) sugerem que o reforço niveia o desempenho entre classes I e classe II MOD, Kemaloglu *et al.*, (2015) indicam benefícios maximizados em cavidades extensas. Destaca-se ainda o papel determinante da espessura das paredes, onde um limiar crítico de 1,5 mm parece ditar a obrigatoriedade do reforço (Basaran & Gokce, 2019), e a distinção entre abordagens intracoronárias (inalys) versus recobrimento cuspídeo (onlays e overlays). Essa falta de padronização morfológica elucida a alta heterogeneidade estatística detectada, dificultando a comparação direta entre os desfechos.

A idade do substrato dental constitui uma covariável metodológica crítica, visto que o envelhecimento dentinário promove alterações microestruturais progressivas, como esclerose tubular e aumento da mineralização, que modificam o módulo de elasticidade e a tenacidade do dente (Ryou *et al.*, 2014). Buscando homogeneidade biomecânica Ramírez-Gómez *et al.*, (2024), Kemaloglu *et al.*, (2015) e Canobra *et al.*, (2024) delimitaram faixas etárias jovens (18 a 30 anos) ou utilizaram dentes com finalidade ortodôntica para garantir um substrato com maior capacidade de deformação elástica. Em contrapartida, a omissão dessa variável no estudo de Rohym *et al.*, (2024) e Oskoee *et al.*, (2011) introduz um viés de seleção substancial. A comparação direta entre dentina jovem (mais resiliente) e dentina

senil (mais friável) pode mascarar o real efeito do reforço com fibras, sendo um fator provável para a inconsistência dos dados de resistência à fratura observada.

A procedência e o manejo dos espécimes são determinantes para a integridade do substrato dentário e a fidedignidade dos ensaios de fratura. A predileção por dentes extraídos por motivos ortodônticos justifica-se pela ausência de patologias prévias e fadiga mecânica crônica (Canobra *et al.*, 2024; Rohym *et al.*, 2024), diferindo de amostras de origem periodontal ou protética que podem apresentar microtrincas e alterações estruturais (Oskoee *et al.*, 2011; Ramírez-Gómez *et al.*, 2024). Somado a isso, o emprego de técnicas de exodontia atraumática é imperativo para evitar danos iatrogênicos que subestimam a resistência estrutural (Arashiro *et al.*, 2019). Complementarmente, a triagem rigorosa pós-extração, por meio de transiluminação ou magnificação, para a exclusão de lesões não cariosas e trincas preexistentes (Kemaloglu *et al.*, 2015) assegura que as falhas observadas decorram estritamente das variáveis experimentais. Portanto, a padronização desde a seleção clínica até a inspeção microscópica é essencial para mitigar vieses de seleção e garantir a comparabilidade entre estudos de alta evidência.

O preenchimento endodôntico representa uma variável de confusão crítica, não pelo reforço estrutural, dado o baixo módulo de elasticidade da guta-percha, mas pela capacidade do material obturador de interagir mecânica e quimicamente com o sistema restaurador. A presença de vazios ou falhas na compactação atua como concentradores de tensão, precipitando fraturas radiculares (Uzunoglu-Özyürek *et al.*, 2018). Mais determinante é a natureza química do cimento endodôntico: estudos que empregaram cimentos à base de óxido de zinco e eugenol (Canobra *et al.*, 2024; Rohym *et al.*, 2024) introduzem um potencial viés, visto que o eugenol pode inibir a polimerização de sistemas adesivos resinosos subsequentes, comprometendo a interface dente-restauração. Em contrapartida, a omissão dessa especificação como nos trabalhos de Oskoee *et al.*, (2011) e Kemaloglu *et al.*, (2015) impede a avaliação desse risco químico. Portanto, a padronização do protocolo obturador, preferencialmente com cimentos livres de eugenol em abordagens adesivas, e a garantia de um preenchimento hermético são essenciais para isolar o real efeito das técnicas restauradoras avaliadas.

A seleção do material restaurador, especificamente a viscosidade e o módulo de elasticidade da resina composta, atua como um cofator determinante na

mecânica de fratura. Embora a literatura aponte uma equivalência de desempenho entre compósitos nanohíbridos convencionais e resinas bulk fill de alta viscosidade (Kemaloglu *et al.*, 2015; Balkaya *et al.*, 2021), indicando que a simplificação da técnica incremental não compromete a resistência, o uso isolado de forramentos fluidos (flowable liners) mostrou-se ineficaz para o reforço estrutural (Hshad *et al.*, 2018). O ganho biomecânico real reside na estratificação racional dos materiais: a associação de uma subestrutura de alta tenacidade (fibras de polietileno ou compósitos reforçados com fibras curtas - SFRC) recoberta por uma resina particulada de superfície (nanohíbrida) promove um efeito sinérgico. Essa abordagem biomimética permite que a base reforçada absorva a tensão enquanto a cobertura oferece resistência ao desgaste, resultando em um comportamento superior ao uso de monoblocos de um único material (Soto-Cadena *et al.*, 2023; Rohym *et al.*, 2024). Portanto, a eficácia clínica do reforço depende intrinsecamente da interação elástica entre a fibra de base e o tipo de compósito eleito para o recobrimento.

O protocolo de fotoativação representa uma co-variável crítica na longevidade restauradora, pois modula o equilíbrio antagônico entre o grau de conversão polimérica e o estresse de contração gerado na interface adesiva. A literatura analisada revela uma heterogeneidade substancial nos parâmetros de irradiação e técnica, enquanto alguns autores priorizaram a modulação do estresse via modos de 'partida suave' ou pulso (Astralis 7, ~ 750 mW/cm 2) para preservar a integridade marginal (Oskooe *et al.*, 2011), outros empregaram protocolos de alta potência contínua com equipamentos de amplo espectro (ex: VALO, >1000 mW/cm 2) visando maximizar as propriedades mecânicas do compósito (Soto-Cadena *et al.*, 2023; Kemaloglu *et al.*, 2015). Essa variabilidade estende-se à densidade de energia total entregue, com tempos de exposição oscilando entre 20 e 40 segundos por incremento (Balkaya *et al.*, 2021; Rohym *et al.*, 2024). Tais discrepâncias introduzem um viés metodológico relevante, uma vez que a resistência à fratura reportada pode ser influenciada não apenas pela presença do reforço de fibra, mas também pela qualidade da polimerização e pela magnitude das tensões residuais induzidas por diferentes unidades fotopolimerizadoras.

O volume do remanescente coronário é um preditor biomecânico determinante, uma vez que a preservação das cristas marginais e a manutenção de paredes axiais são essenciais para a rigidez do dente tratado endodonticamente

(Reeh *et al.*, 1989). A análise dos estudos incluídos revelou um limiar crítico de espessura: Rohym *et al.* (2024) consideram 1,5 mm a espessura mínima de paredes para oferecer suporte mínimo adequado, Basaran; Gökçe (2019) 2 mm, enquanto Oskoee *et al.*, (2011) e Kemaloglu *et al.*, (2015) consideram como mínimo 2,5 mm de suporte estrutural. Espessuras reduzidas (< 1,5 mm) resultam em deflexão de cúspide excessiva, incapaz de resistir às tensões mastigatória, tornando indicado o uso de reforço intrarrestaurador (Basaran & Gökçe, 2019; Rohym *et al.*, 2024). Simultaneamente, a altura das paredes proximais acima da JCE (junção cimento-esmalte) desempenha papel crucial na dissipação de tensões da restauração (Ibrahim *et al.*, 2016). A variabilidade metodológica oscilando entre cenários conservadores e de perda severa, introduz heterogeneidade significativa, dificultando a extração direta sobre a eficácia das fibras em diferentes desafios mecânicos.

A técnica de inserção da fibra de polietileno atua como modulador primário do desempenho biomecânico, especialmente na altura cérvico-oclusal em que são posicionadas, estabelecendo uma hierarquia de eficácia baseada na altura cérvico-oclusal. Enquanto a aplicação exclusivamente basal (terço gengival) favorece a obtenção de falhas reparáveis (efeito de monobloco cervical) sem ganhos expressivos de resistência à carga ($p=0.25$) (Oskoee *et al.*, 2011), em cavidades MOD com a margem 1,5 mm acima da JCE a fibra na base oferece reforço modesto (Rahman *et al.* 2015). O posicionamento oclusal ou a técnica de dupla aplicação (base + oclusal) aumenta significativamente a resistência, sendo esta última a técnica com maior FR registrada (1482,09 N), demonstrando superioridade mecânica estatisticamente significativa (Rahman *et al.*, 2015). Esse fenômeno justifica-se pela proximidade da fibra ao ponto de aplicação de carga, reduzindo o braço de alavanca e a deflexão de cúspide, o que se torna crítico em paredes com espessura limítrofe de 1,5 mm (Basaran & Gökçe, 2019). Quanto à configuração espacial, a mera presença do reforço parece sobrepor-se ao padrão de orientação (horizontal, vertical, bidirecional ou circular), visto que não houve diferença estatística entre essas variações (Ramírez-Gómez *et al.*, 2024). Todavia, designs complexos como o envelopamento em 'U' podem induzir concentrações de estresse deletérias na interface adesiva, deslocando o modo de falha para a interface adesiva (67% de falhas interfaciais) (Canobra *et al.*, 2024). Portanto, as dimensões da fibra (largura/comprimento) são secundárias à sua arquitetura leno-woven e,

crucialmente, à sua localização estratégica: fibras basais protegem a raiz, enquanto fibras oclusais resistem à fratura.

A integridade do sistema adesivo constitui um ponto crítico para a eficácia do reforço intracoronário, uma vez que a dissipação de energia proposta pelo conceito de 'monobloco' depende intrinsecamente da estabilidade dessa união químico-mecânica (Rohym *et al.*, 2024). Há uma heterogeneidade nos protocolos de hibridização, oscilando entre estratégias de condicionamento total (Oskoee *et al.*, 2011; Soto-Cadena *et al.*, 2023) e sistemas universais passo único (Balkaya *et al.*, 2021). Essa variabilidade é determinante, pois a incorporação de fibras altera a dinâmica de distribuição de tensão: ao elevar a tenacidade do corpo restaurador, o estresse tende a ser deslocado para a interface dente-restauração. Conforme evidenciado por Canobra *et al.* (2024), se a capacidade adesiva for superada pelas tensões funcionais ou de contração, ocorre a delaminação interfacial, anulando o benefício estrutural da fibra de polietileno. Portanto, a resistência final à fratura não depende isoladamente pelo material de reforço, mas é limitada pela qualidade da camada híbrida e sua resistência à fadiga.

O protocolo de armazenamento da amostra atua como uma covariável determinante na preservação das propriedades viscoelásticas do substrato dentário. Esta revisão evidenciou uma dicotomia metodológica: estudos que optaram por solução salina (NaCl 0,9%) em intervalos curtos (24h) priorizaram a manutenção da hidratação fisiológica sem interações químicas (Canobra *et al.*, 2024; Rohym *et al.*, 2024), enquanto investigações que empregaram agentes bacteriostáticos como Timol 0,1% ou Cloramina-T por períodos estendidos (até 7 dias) introduziram potenciais alterações na matriz orgânica e na permeabilidade tubular (Oskoee *et al.*, 2011; Kemaloglu *et al.*, 2015). Essa falta de padronização é crítica, pois a desidratação ou a modificação química do colágeno dentinário eleva o módulo de elasticidade do dente, tornando-o mais friável. Consequentemente, a variação no meio de armazenamento pode mascarar a real eficácia dos materiais reforçados, uma vez que o comportamento de falha do espécime passa a depender tanto da técnica restauradora quanto do grau de degradação estrutural do dente armazenado.

Os resultados corroboram a premissa de que a incorporação de fibras de polietileno eleva a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente. A eficácia desse reforço reside na capacidade da rede fibrosa de mimetizar a histerese

do ligamento periodontal e a arquitetura da dentina intertubular, atuando como um dissipador de energia cinética (*stress-breaker*). Ao formar uma malha interna de alta tenacidade, as fibras promovem o fenômeno de 'ponte de trincas' (*crack bridging*), interceptando a propagação de falhas e redistribuindo as forças mastigatórias de maneira uniforme (Vallittu, 2015; Garoushi *et al.*, 2013). Essa abordagem biomimética não visa apenas o aumento quantitativo da carga de resistência à fratura, mas a modificação qualitativa do comportamento biomecânico, transformando o padrão de falha catastrófico em fraturas reparáveis, fundamentais para a sobrevida clínica do elemento dental (Balkaya *et al.*, 2022).

Contudo, a heterogeneidade dos desfechos, apresentando estudos com ausência de significância estatística ($p=0.25$), elucida as limitações técnicas dos detalhes metodológicos dos estudos. O benefício do reforço é anulado quando a interface adesiva se torna o “elo fraco” do sistema: a transferência de tensão para as paredes cavitárias pode superar a resistência de união, resultando em delaminação interfacial antes que a capacidade de reforço da fibra seja solicitada (Canobra *et al.*, 2024). Fibras mal impregnadas ou inseridas com técnica adesiva deficiente atuam como corpos de inclusão (falhas estruturais) em vez de elementos de reforço (Oskooe *et al.*, 2011). Adicionalmente, os estudos sugerem que apenas a orientação das fibras (horizontal, vertical, bidirecional ou circular) é secundária à qualidade da integração adesiva e à presença de cobertura de cúspides, sendo esta última variável para garantir resistência à fadiga comparável a restaurações indiretas (Rohym *et al.*, 2024; Ramírez-Gómez *et al.*, 2024).

Sob a ótica metodológica, a validade interna dos estudos primários é assegurada pelo rigor na padronização das amostras, permitindo o isolamento das variáveis testadas. Entretanto, a validade externa permanece limitada pela dificuldade de reprodução da complexidade do sistema estomatognático *in vitro*. A predominância de ensaios de carga estática monotônica axial em detrimento de ciclos de fadiga, somada a protocolos de envelhecimento insuficientes, tende a superestimar a eficácia de restaurações diretas reforçadas quando comparadas à indiretas (Rohym *et al.*, 2024). Portanto, embora o modelo laboratorial comprove o potencial das fibras em modificar o padrão de falha e elevar a resistência imediata, a extração para a longevidade clínica exige cautela diante da sensibilidade técnica e dos desafios da degradação hidrolítica da interface adesiva.

Apesar de todas as limitações apontadas, os achados deste estudo oferecem subsídios para a compreensão da resistência à fratura de restaurações em resina composta direta reforçadas com fibras de polietileno e aponta para a necessidade de estudos clínicos, randomizados e controlados que possibilitem um acompanhamento da longevidade dessas restaurações reforçadas por fibras de polietileno.

5. CONCLUSÃO

Dentro das limitações desta revisão sistemática e meta-análise, pode-se concluir:

A incorporação de fibras de polietileno em restaurações em resina composta nano ou microhíbrida aumenta significativamente a resistência à fratura de pré-molares tratados endodonticamente, apresentando um expressivo tamanho de efeito, sendo uma estratégia efetiva para aumentar a resistência à fratura em dentes com cavidades extensas, superando o desempenho de resinas compostas convencionais diretas isoladas.

MATERIAL SUPLEMENTAR

Tabelas com avaliação do risco justificada de cada um dos estudos está disponível no anexo 01:

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES:

Conceitualização, TMG e MGGV;

Metodologia: TMG;

Software: TMG;

Estudos de validação *in vitro*: MGGV e SOV;

Investigação: TMG, MGGV e SOV;

Curadoria de dados: TMG;

Redação – preparação do rascunho original: TMG, MGGV e SOV;

Redação – revisão e edição: TMG;

Visualização: TMG, MGGV e SOV;

Supervisão: TMG.

Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

Financiamento: Esta pesquisa não recebeu financiamento externo.

Conflitos de interesse: Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

REFERÊNCIAS

- Aggarwal V, Singla M, Miglani S, Sharma V, Kohli S. Effect of polyethylene fiber reinforcement on marginal adaptation of composite resin in Class II preparations. *Gen Dent.* 2018;66(6):e6-e10.
- Arashiro FN, De-Deus G, Belladonna FG, Cavalcante DM, Coelho MS, Silva EJNL, Pereira KFS, da Silva PG, Lopes RT, Souza EM. Dentinal microcracks on freshly extracted teeth: the impact of the extraction technique. *Int Endod J.* 2020;53(4):440-446. doi: 10.1111/iej.13239.
- Aydin B, Pamir T, Baltaci A, Orman MN, Turk T. Effect of storage solutions on microhardness of crown enamel and dentin. *Eur J Dent.* 2015;9(2):262-266. doi: 10.4103/1305-7456.156848.
- Balkaya H, Topçuoğlu HS, Demirbuga S, Kafdağ Ö, Topçuoğlu G. Effect of different coronal restorations on the fracture resistance of teeth with simulated regenerative endodontic treatment: An in vitro study. *Aust Endod J.* 2022;48(2):331-337. doi: 10.1111/aej.12573.
- Basaran ET, Gokce Y. Evaluation of the influence of various restoration techniques on fracture resistance of endodontically treated teeth with different cavity wall thicknesses. *Niger J Clin Pract.* 2019;22(3):328-334. doi: 10.4103/njcp.njcp_346_18.
- Billoo MS, Khan MAK, Khalid T, Kazmi SMR. Effect of storage medium of extracted human teeth on the result of in vitro studies - a scoping review. *Biomater Investig Dent.* 2025 22;12:44183. doi: 10.2340/biid.v12.44183.
- Blanca MJ, Alarcón R, Arnau J, Bono R, Bendayan R. Non-normal data: Is ANOVA still a valid option? *Psicothema.* 2017;29(4):552-557. doi: 10.7334/psicothema2016.383.
- Canobra LF, Parra-Gatica E, Sanhueza V, Medina C, Wendler M. Fracture Resistance and Failure Mode of Polyethylene Fiber-reinforced Resin-based Restorations in Structurally Compromised Premolars: an in Vitro Study. *Oper Dent.* 2024 1;49(4):455-464. doi: 10.2341/23-138-L.
- Cohen BI, Volovich Y, Musikant BL, Deutsch AS. The effects of eugenol and epoxy-resin on the strength of a hybrid composite resin. *J Endod.* 2002;28(2):79-82. doi: 10.1097/00004770-200202000-00007.
- Delgado AH, Sauro S, Lima AF, Loguercio AD, Della Bona A, Mazzoni A, Collares FM, Staxrud F, Ferracane J, Tsoi J, Amato J, Neuhaus KW, Ceballos L, Breschi L, Hannig M, Melo MA, Özcan M, Scotti N, Opdam N, Yamaguchi S, Paris S, Turkun LS, Doméjean S, Rosa V, Palin W, Schwendicke F. RoBDEMAT: A risk of bias tool and guideline to support reporting of pre-clinical dental materials research and assessment of systematic reviews. *J Dent.* 2022;127:104350. doi: 10.1016/j.jdent.2022.104350.

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;42(3):233-243. doi: 10.2341/15-289-T.

Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature, Part II (Evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in vivo studies). *Quintessence Int.* 2008;39(2):117-29.

Ernest S. R, Harold H. M, William H. D. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures, *Journal of Endodontics*, 1989;15(11):512–516. doi:10.1016/S0099-2399(89)80191-8.

Escobar LB, Pereira da Silva, L, Manarte-Monteiro, P. Resistência à fratura de restaurações de compósito reforçado com fibras: uma revisão sistemática e meta-análise. *Polymers* 2023 , 15 , 3802. <https://doi.org/10.3390/polym15183802>

Gaeta C, Marruganti C, Mignosa E, Franciosi G, Ferrari E, Grandini S. Influence of Methodological Variables on Fracture Strength Tests Results of Premolars with Different Number of Residual Walls. A Systematic Review with Meta-Analysis. *Dent J (Basel)*. 2021;9(12):146. doi: 10.3390/dj9120146.

Garoushi S, Mangoush E, Vallittu M, Lassila L. Short fiber reinforced composite: a new alternative for direct onlay restorations. *Open Dent J.* 2013 30;7:181-5. doi: 10.2174/1874210601307010181.

Goodis HE, Marshall GW Jr, White JM. The effects of storage after extraction of the teeth on human dentine permeability in vitro. *Arch Oral Biol.* 1991;36(8):561-6. doi: 10.1016/0003-9969(91)90105-4.

Gürel MA, Helvacıoğlu Kivanç B, Ekıcı A, Alaçam T. Fracture Resistance of Premolars Restored Either with Short Fiber or Polyethylene Woven Fiber-Reinforced Composite. *J Esthet Restor Dent.* 2016 12;28(6):412-418. doi: 10.1111/jerd.12241.

Hegde, Mithra N, Hegde, Nidarsh D, Haldar, C. Vertical root fractures: Review and case report. *Journal of Interdisciplinary Dentistry* 1(2):p 101-104, 2011. | DOI: 10.4103/2229-5194.85027

Hşhad ME, Dalkılıç EE, Ozturk GC, Dogruer I, Koray F. Influence of Different Restoration Techniques on Fracture Resistance of Root-filled Teeth: In Vitro Investigation. *Oper Dent.* 2018;43(2):162-169. doi: 10.2341/17-040-L.

Ibrahim AM, Richards LC, Berekally TL. Effect of remaining tooth structure on the fracture resistance of endodontically-treated maxillary premolars: An in vitro study. *J Prosthet Dent.* 2016;115(3):290-5. doi: 10.1016/j.jprostdent.2015.08.013.

Kamourieh N, Faigenblum M, Blizzard R, Leung A, Fine P. Fracture Toughness of Short Fibre-Reinforced Composites-In Vitro Study. *Materials (Basel)*. 2024 2;17(21):5368. doi: 10.3390/ma17215368.

Kemaloglu H, Emin Kaval M, Turkun M, Micoogullari Kurt S. Effect of novel restoration techniques on the fracture resistance of teeth treated endodontically: An in vitro study. *Dent Mater J.* 2015;34(5):618-22. doi: 10.4012/dmj.2014-326.

Kivanç BH, Alaçam T, Görgül G. Fracture resistance of premolars with one remaining cavity wall restored using different techniques. *Dent Mater J.* 2010;29(3):262-7. doi: 10.4012/dmj.2009-061.

Mannocci F, Bitter K, Sauro S, Ferrari P, Austin R, Bhuva B. Present status and future directions: The restoration of root filled teeth. *Int Endod J.* 2022;55 Suppl 4(Suppl 4):1059-1084. doi: 10.1111/iej.13796.

Miao Y, Liu T, Lee W, Fei X, Jiang G, Jiang Y. Fracture resistance of palatal cusps defective premolars restored with polyethylene fiber and composite resin. *Dent Mater J.* 2016;35(3):498-502. doi: 10.4012/dmj.2015-394.

Miola AC, Miot HA. P-valor e dimensão do efeito em estudos clínicos e experimentais. *J Vasc Bras.* 2021;20:e20210038.

Oskooe PA, Chaharom ME, Kimyai S, Oskooe JS, Varasteh S. Effect of two types of composite fibers on fracture resistance of endodontically treated maxillary premolars: an in vitro study. *J Contemp Dent Pract.* 2011;12(1):30-4. doi: 10.5005/jp-journals-10024-1006.

Rahman H, Singh S, Chandra A, Chandra R, Tripathi S. Evaluation of fracture resistance of endodontically treated teeth restored with composite resin along with fibre insertion in different positions in vitro. *Aust Endod J.* 2016;42(2):60-5. doi: 10.1111/aej.12127.

Ramírez-Gómez JF, Ortiz-Magdaleno M, Zavala-Alonso NV. Effect of polyethylene fiber orientation on fracture resistance of endodontically treated premolars. *J Prosthet Dent.* 2024;131(1):92.e1-92.e8. doi: 10.1016/j.prosdent.2023.10.006.

Reeh ES, Messer HH, Douglas WH. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *J Endod.* 1989 Nov;15(11):512-6. doi: 10.1016/S0099-2399(89)80191-8.

Restor Dent Endod 2019;44(2):e15. DOI: <https://doi.org/10.5395/rde.2019.44.e15>

Rocha DM da, Tribst JPM, Ausiello P, Dal Piva AMO, da Rocha MC, Di Nicoló R, Borges ALS. Effect of the restorative technique on load-bearing capacity, cusp deflection, and stress distribution of endodontically treated premolars with MOD restoration. *Restor Dent Endod.* 2019;44(3):e33. doi:10.5395/rde.2019.44.e33.

Rohym SM, Badra H, Nassar H. Comparative evaluation of marginal adaptation and fatigue resistance of endodontically treated premolars restored with direct and indirect coronal restorations: an in vitro study. *BMC Oral Health.* 202415;24(1):696. doi: 10.1186/s12903-024-04382-8.

Ryou H, Romberg E, Pashley DH, Tay FR, Arola D. Importance of age on the dynamic mechanical behavior of intertubular and peritubular dentin. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2015;42:229-42. doi: 10.1016/j.jmbbm.2014.11.021.

Scribante A, Vallittu PK, Özcan M, Lassila LVJ, Gandini P, Sfondrini MF. Travel beyond Clinical Uses of Fiber Reinforced Composites (FRCs) in Dentistry: A Review of Past Employments, Present Applications, and Future Perspectives. *Biomed Res Int.* 2018 22;2018:1498901. doi: 10.1155/2018/1498901.

Shah S, Shilpa-Jain DP, Velmurugan N, Sooriaprakas C, Krithikadatta J. Performance of fibre reinforced composite as a post-endodontic restoration on different endodontic cavity designs- an in-vitro study. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2020;104:103650. doi: 10.1016/j.jmbbm.2020.103650.

Shah EH, Shetty P, Aggarwal S, Sawant S, Shinde R, Bhol R. Effect of fibre-reinforced composite as a post-obturation restorative material on fracture resistance of endodontically treated teeth: A systematic review. *Saudi Dent J.* 2021;33(7):363-369. doi: 10.1016/j.sdentj.2021.07.006.

Shahrabaf, S., Mirzakouchaki, B, Oskoui, S. S, Kahnamouli, M. A. The effect of marginal ridge thickness on the fracture resistance of endodontically-treated, composite restored maxillary premolars. *Operative Dentistry*, v. 32, n. 3, p. 285-290,. 2007. doi:10.2341/06-83.

Sheth VH, Shah NP, Jain R, Bhanushali N, Bhatnagar V. Development and validation of a risk-of-bias tool for assessing in vitro studies conducted in dentistry: The QUIN. *J Prosthet Dent.* 2024;131(6):1038-1042. doi: 10.1016/j.prosdent.2022.05.019.

Shivanna, V, Gopeshetti, P B. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with composite resin reinforced with polyethylene fibres. *Endodontontology* 24(1):p 73-79, 2012. | DOI: 10.4103/0970-7212.352071

Soto-Cadena SL, Zavala-Alonso NV, Cerdá-Cristerna BI, Ortiz-Magdaleno M. Effect of short fiber-reinforced composite combined with polyethylene fibers on fracture resistance of endodontically treated premolars. *J Prosthet Dent.* 2023;129(4):598.e1-598.e10. doi: 10.1016/j.prosdent.2023.01.034.

Tamse A, Zilburg I, Halpern J. Vertical root fractures in adjacent maxillary premolars: an endodontic-prosthetic perplexity. *Int Endod J.* 1998;31(2):127-32. doi: 10.1046/j.1365-2591.1998.00129.x.

Uzunoglu-Özyürek E, Küçükkaya Eren S, Karahan S. Effect of root canal sealers on the fracture resistance of endodontically treated teeth: a systematic review of in vitro studies. *Clin Oral Investig.* 2018;22(7):2475-2485. doi: 10.1007/s00784-018-2540-9.

Uzunoglu-Özyürek, E.; Eren, SK; Eraslan, O.; Belli, S. Critical evaluation of fracture strength testing for endodontically treated teeth: a finite element analysis study. *Restor Dent Endod.* 2019 18;44(2):e15. doi: 10.5395/rde.2019.44.e15.

Vallittu PK. High-aspect ratio fillers: fiber-reinforced composites and their anisotropic properties. *Dent Mater*. 2015;31(1):1-7. doi: 10.1016/j.dental.2014.07.009.

Zotti F, Hu J, Zangani A, Albanese M, Paganelli C. Fracture strength and ribbond fibers: In vitro analysis of mod restorations. *J Clin Exp Dent*. 2023 1;15(4):e318-e323. doi: 10.4317/jced.60334.

ANEXOS

Anexo 1. Tabelas com avaliação do risco justificada de cada um dos estudos.

Fracture Resistance and Failure Mode of Polyethylene Fiber-reinforced Resin-based Restorations in Structurally Compromised Premolars: an in Vitro Study.

Critérios	Classificação	Pontuação (0–2)	Justificativa curta
Objetivos/metas claramente definidos	Especificado adequadamente	2	O objetivo e a hipótese nula foram claramente descritos.
Cálculo do tamanho da amostra	Não especificado	0	Número de dentes informado, mas sem cálculo, poder ou justificativa.
Técnica de amostragem	Especificado de forma inadequada	1	Descreve a origem dos dentes e critérios, mas não o método de seleção.
Detalhes do grupo de comparação	Especificado adequadamente	2	Três grupos (I, RH, RU) bem definidos, com protocolos detalhados.
Metodologia	Especificado adequadamente	2	Descrição completa dos procedimentos, materiais e condições de teste.
Detalhes do operador	Especificado de forma inadequada	1	Falta informação sobre o operador ou treinamento.
Aleatorização	Especificado adequadamente	2	Dentes alocados aleatoriamente aos grupos, embora sem detalhar método.
Método de medição do resultado	Especificado adequadamente	2	Teste mecânico bem descrito (máquina, velocidade, força, unidade).
Detalhes do avaliador de resultados	Especificado de forma inadequada	1	Aparelhos citados, mas sem cegamento ou calibração de avaliadores.
Cegamento	Não especificado	0	Nenhuma menção a cegamento de operador ou avaliador.
Análise estatística	Especificado adequadamente	2	Testes, software e nível de significância bem descritos.
Apresentação dos resultados	Especificado adequadamente	2	Resultados apresentados com médias, DP, p-valor e figuras claras.

(Canobra LF et al., Operative Dentistry, 2024)

Effect of polyethylene fiber orientation on fracture resistance of endodontically treated premolars.

Critérios	Classificação	Pontuação (0–2)	Justificativa curta
Objetivos/metas claramente definidos	Especificado adequadamente	2	Objetivo e hipótese nula estão explícitos (efeito da orientação das fibras sobre resistência à fratura).
Cálculo do tamanho da amostra	Não especificado	0	Informa n total e n por subgrupo (n=10), mas sem cálculo amostral, poder ou justificativa.
Técnica de amostragem	Especificado de forma inadequada	1	Origem das amostras e critérios descritos (dentes extraídos, medidas padronizadas, armazenamento), mas não detalha método de seleção (conveniência vs. aleatória).
Detalhes do grupo de comparação	Especificado adequadamente	2	Grupos e subgrupos bem descritos (tipos/orientações das fibras e controle).

Metodologia	Especificado adequadamente	2	Preparo, materiais (tabela de materiais), protocolos de restauração e condições de armazenamento bem descritos.
Detalhes do operador	Especificado adequadamente	2	Procedimentos realizados por um único operador identificado (J.F.R.G.), o que facilita reproduzibilidade.
Aleatorização	Especificado de forma inadequada	1	Dentes “divididos” em grupos; não há descrição de processo explícito de randomização (método).
Método de medição do resultado	Especificado adequadamente	2	Ensaio em universal testing machine; protocolo (velocidade, preparação, unidade) descrito.
Detalhes do avaliador de resultados	Especificado de forma inadequada	1	Modos de fratura descritos; não há informação sobre número de avaliadores, cegamento ou medidas de concordância.
Cegamento	Não especificado	0	Nenhuma menção a cegamento de avaliadores/analistas.
Análise estatística	Especificado adequadamente	2	Teste estatístico claramente indicado (1-way ANOVA; $\alpha=.05$).
Apresentação dos resultados	Especificado adequadamente	2	Médias, DP, p-values, tabelas/figuras e análise de falhas apresentadas.

(Ramírez-Gómez et al., *J Prosthet Dent* , 2024)

Effect of two types of composite fibers on fracture resistance of endodontically treated maxillary premolars: an in vitro study.

Critérios	Classificação	Pontuação (0–2)	Justificativa curta
Objetivos/metas claramente definidos	Especificado adequadamente	2	Objetivo claro: comparar glass vs polyethylene fibers sobre resistência à fratura.
Cálculo do tamanho da amostra	Não especificado	0	Usaram $n=45$ (3 grupos de 15) mas sem relato de cálculo de tamanho amostral.
Técnica de amostragem	Especificado adequadamente	2	Dentes extraídos para orto, critérios de seleção e padronização descritos.
Detalhes do grupo de comparação	Especificado adequadamente	2	Três grupos (sem fibra, glass fiber, polyethylene fiber) descritos com protocolo restaurador.
Metodologia	Especificado adequadamente	2	Preparo, materiais, termociclagem e teste de fratura relatados (padronização adequada).
Detalhes do operador	Não especificado	0	Não localizei referência a operador(es) ou treinamento responsável pelos procedimentos.
Aleatorização	Especificado adequadamente	2	Relatam que os dentes foram randomly divided em grupos (aleatorização citada).
Método de medição do resultado	Especificado adequadamente	2	Medição da resistência em N após termociclagem e método de cravação/ensaio descrito.

Detalhes do avaliador de resultados	Não especificado	0	Falta informação sobre número de avaliadores, cegamento ou reproduzibilidade nas medidas de falha.
Cegamento	Não especificado	0	Não há menção de cegamento.
Análise estatística	Especificado adequadamente	2	ANOVA + Tukey descritos; nível de significância informado.
Apresentação dos resultados	Especificado adequadamente	2	Resultados com valores médios, comparações estatísticas e discussão das modalidades de fratura.

(Oskoee et al., *J Contemp Dent Pract*, 2011)

Effect of novel restoration techniques on the fracture resistance of teeth treated endodontically: An in vitro study.

Critérios	Classificação	Pontuação (0–2)	Justificativa curta
Objetivos/metas claramente definidos	Especificado adequadamente	2	Objetivos e hipóteses (comparar técnicas/restaurações) claramente apresentados.
Cálculo do tamanho da amostra	Não especificado	0	Número de espécimes (n=48, 4 grupos n=12) informado, sem cálculo amostral relatado.
Técnica de amostragem	Especificado adequadamente	2	Seleção de dentes com dimensões padronizadas, procedimentos e armazenamento descritos.
Detalhes do grupo de comparação	Especificado adequadamente	2	Grupos e protocolos de restauração bem definidos (nano-hybrid, PWF+composite, SFRC+composite, bulk-fill).
Metodologia	Especificado adequadamente	2	Preparo, instrumentação endodôntica, restauração e cura relatados; procedimentos padronizados.
Detalhes do operador	Não especificado	0	Não há indicação clara sobre quem realizou todas as etapas (operador único/treinado).
Aleatorização	Especificado adequadamente	2	Atribuição aleatória dos espécimes aos grupos é mencionada.
Método de medição do resultado	Especificado adequadamente	2	Ensaio de fratura com parâmetros descritos; equipamento e procedimento indicados.
Detalhes do avaliador de resultados	Não especificado	0	Não há descrição sobre avaliadores independentes, cegamento ou medidas de concordância na análise de falhas.
Cegamento	Não especificado	0	Não é mencionado cegamento de avaliadores/analistas.
Análise estatística	Especificado adequadamente	2	ANOVA e Tukey post-hoc relatados; métodos estatísticos claros.
Apresentação dos resultados	Especificado adequadamente	2	Dados apresentados com comparações estatísticas e discussão dos resultados.

(Kemaloğlu et al., *Dental Materials Journal*, 2015)

Fracture resistance of premolars with one remaining cavity wall restored using different techniques.

Critérios	Classificação	Pontuação (0–2)	Justificativa curta
Objetivos/metas claramente definidos	Especificado adequadamente	2	Objetivo claro: comparar sistemas de pinos/postes e reconstruções.
Cálculo do tamanho da amostra	Não especificado	0	Informa n=48 e divisão em grupos, sem cálculo amostral ou poder.
Técnica de amostragem	Especificado adequadamente	2	Origem (dentes extraídos), critérios de seleção e armazenamento descritos.
Detalhes do grupo de comparação	Especificado adequadamente	2	Grupos bem definidos (3 + controle) e protocolos.
Metodologia	Especificado adequadamente	2	Preparo, cimentação/restauração, ensaio mecânico e categorização de falha descritos.
Detalhes do operador	Não especificado	0	Não há menção a operador(es) responsáveis ou treinamento.
Aleatorização	Especificado adequadamente	2	Dentes randomly assigned aos grupos (aleatorização mencionada).
Método de medição do resultado	Especificado adequadamente	2	Ensaio em máquina universal; velocidade e carga relatadas; esfera de contato descrita.
Detalhes do avaliador de resultados	Especificado de forma inadequada	1	Modos de falha relatados, mas não há informação sobre número de avaliadores, cegamento ou reproduzibilidade.
Cegamento	Não especificado	0	Não encontrado relato de cegamento.
Análise estatística	Especificado adequadamente	2	ANOVA aplicada e p-values relatados.
Apresentação dos resultados	Especificado adequadamente	2	Tabelas/valores médios/DP e análise das falhas apresentadas.

(Kıvanç et al., *Dent Mater J* , 2010)

Performance of fibre reinforced composite as a post-endodontic restoration on different endodontic cavity designs- an in-vitro study.

Critérios	Classificação	Pontuação (0–2)	Justificativa curta
Objetivos/metas claramente definidos	Especificado adequadamente	2	Objetivo claro: comparar materiais de núcleo/postes em diferentes configurações de cavidade.
Cálculo do tamanho da amostra	Não especificado	0	Grande amostra (n=110) descrita, porém sem cálculo amostral/poder relatado.
Técnica de amostragem	Especificado adequadamente	2	Fonte (dentes extraídos), critérios, medidas e armazenamento bem descritos.
Detalhes do grupo de comparação	Especificado adequadamente	2	Grupos definidos por material (EverX, Ribbond, híbrido) e distribuições por cavidade.
Metodologia	Especificado	2	Procedimentos, restaurações,

	adequadamente		termociclagem e ensaios bem documentados.
Detalhes do operador	Não especificado	0	Não há menção a operador(es) ou padronização por operador.
Aleatorização	Especificado de forma inadequada	1	Amostras “divididas” em grupos; não há descrição explícita do método de randomização.
Método de medição do resultado	Especificado adequadamente	2	Ensaio com universal testing machine; protocolo (esfera, velocidade) descrito.
Detalhes do avaliador de resultados	Especificado de forma inadequada	1	Fraturas e modo de falha avaliados; não há detalhes sobre múltiplos avaliadores, cegamento ou ICC/Kappa.
Cegamento	Não especificado	0	Sem menção a cegamento.
Análise estatística	Especificado adequadamente	2	ANOVA e testes post-hoc indicados; procedimento estatístico claro.
Apresentação dos resultados	Especificado adequadamente	2	Médias, DP, comparações e discussão de modos de falha relatados.

(Shah et al., *J Mech Behav Biomed Mater* , 2020)

Evaluation of fracture resistance of endodontically treated teeth restored with composite resin along with fibre insertion in different positions in vitro.

Critérios	Classificação	Pontuação (0–2)	Justificativa curta
Objetivos/metas claramente definidos	Especificado adequadamente	2	O objetivo foi claramente descrito.
Cálculo do tamanho da amostra	Não especificado	0	n=40 (4 grupos de 10) informado, sem cálculo amostral/poder.
Técnica de amostragem	Especificado de forma inadequada	2	Fonte dos dentes e critérios de exclusão/armazenamento descritos.
Detalhes do grupo de comparação	Especificado adequadamente	2	Grupos bem descritos.
Metodologia	Especificado adequadamente	2	Preparo, técnica restauradora, termociclagem e ensaio mecânico detalhados.
Detalhes do operador	Não especificado	0	Não há indicação de operador(es) ou treinamento.
Aleatorização	Especificado adequadamente	2	Dentes randomly assigned aos grupos (aleatorização citada).
Método de medição do resultado	Especificado adequadamente	2	Ensaio em máquina universal (0.5 mm/min) e categorização de fraturas descritos.
Detalhes do avaliador de resultados	Especificado de forma inadequada	1	Falta informação de avaliadores independentes/cegamento.
Cegamento	Não especificado	0	Sem menção a cegamento.
Análise estatística	Especificado adequadamente	2	ANOVA e post-hoc (Tukey) relatados.

Apresentação dos resultados (Rahman et al., <i>Aust Endod J</i> , 2016)	Especificado adequadamente	2	Resultados com médias, DP e análise estatística apresentados.
--	----------------------------	---	---

Fracture Resistance of Premolars Restored Either with Short Fiber or Polyethylene Woven Fiber-Reinforced Composite.

Critérios	Classificação	Pontuação (0–2)	Justificativa curta
Objetivos/metas claramente definidos	Especificado adequadamente	2	Objetivo claro
Cálculo do tamanho da amostra	Não especificado	0	n=48 (4 grupos n=12) informado, sem cálculo amostral/poder.
Técnica de amostragem	Especificado de forma inadequada	2	Critérios de seleção, padronização e armazenamento descritos.
Detalhes do grupo de comparação	Especificado adequadamente	2	Grupos e protocolos de restauração descritos.
Metodologia	Especificado adequadamente	2	Procedimentos padronizados, inserção de fibras e ensaio descritos.
Detalhes do operador	Não especificado	0	Não menciona operador(es) ou treinamento.
Aleatorização	Especificado adequadamente	2	Dentes randomly assigned (aleatorização mencionada).
Método de medição do resultado	Especificado adequadamente	2	Ensaio em máquina universal; protocolo e registro de carga descritos.
Detalhes do avaliador de resultados	Especificado de forma inadequada	1	Falta informação sobre avaliadores/cegamento.
Cegamento	Não especificado	0	Sem menção sobre cegamento.
Análise estatística	Especificado adequadamente	2	ANOVA e testes estatísticos citados.
Apresentação dos resultados	Especificado adequadamente	2	Dados e análise de falhas apresentados.

(Gürel et al., *J Esthet Restor Dent* , 2016)

Effect of different coronal restorations on the fracture resistance of teeth with simulated regenerative endodontic treatment: An in vitro study.

Critérios	Classificação	Pontuação (0–2)	Justificativa curta
Objetivos/metas claramente definidos	Especificado adequadamente	2	Objetivo e hipóteses claramente descritos.
Cálculo do tamanho da amostra	Especificado adequadamente	2	Cálculo de amostra relatado (power = 0.80; efeito; n por grupo definido).
Técnica de amostragem	Especificado adequadamente	2	Fonte das amostras, critérios de inclusão e padronização relatados.
Detalhes do grupo de comparação	Especificado adequadamente	2	Grupos (vários tipos de restauração) e protocolos claramente descritos.

Metodologia	Especificado adequadamente	2	Procedimentos (RRT simulado), preparo, materiais e ensaio bem descritos.
Detalhes do operador	Não especificado	0	Não há informações claras sobre operador(es) que executaram os procedimentos..
Aleatorização	Especificado adequadamente	2	Amostras randomly divided entre os grupos; randomização mencionada.
Método de medição do resultado	Especificado adequadamente	2	Teste de carga vertical e procedimentos de envelhecimento/thermocycling descritos.
Detalhes do avaliador de resultados	Especificado de forma inadequada	1	Medições e análises realizadas; falta clareza sobre avaliadores independentes/cegamento.
Cegamento	Não especificado	0	Cegamento não relatado explicitamente.
Análise estatística	Especificado adequadamente	2	Metodologia estatística descrita (testes e parâmetros).
Apresentação dos resultados	Especificado adequadamente	2	Resultados apresentados com análises estatísticas e interpretação.

(Balkaya *et al.*, *Aust Endod J* , 2022)

Influence of Different Restoration Techniques on Fracture Resistance of Root-filled Teeth: In Vitro Investigation.

Critérios	Classificação	Pontuação (0–2)	Justificativa curta
Objetivos/metas claramente definidos	Especificado adequadamente	2	O objetivo foi claramente descrito.
Cálculo do tamanho da amostra	Não especificado	0	n=48 (4 grupos de 12) informado, sem cálculo amostral/poder publicado no texto disponível.
Técnica de amostragem	Especificado de forma inadequada	2	Fonte dos dentes, medidas padronizadas e critérios descritos.
Detalhes do grupo de comparação	Especificado adequadamente	2	Grupos bem caracterizados (CR, FCR, PRF, controle).
Metodologia	Especificado adequadamente	2	Preparo, restauração e ensaio de fratura descritos e padronizados.
Detalhes do operador	Especificado de forma inadequada	0	Não há identificação de operador(es) ou treinamento.
Aleatorização	Especificado adequadamente	2	Dentes divididos aleatoriamente entre grupos (aleatorização mencionada).
Método de medição do resultado	Especificado adequadamente	2	Ensaio em universal testing machine com protocolo descrito.
Detalhes do avaliador de resultados	Especificado de forma inadequada	1	Fraturas e modos relatados; falta informação sobre verificadores independentes/cegamento.
Cegamento	Não especificado	0	Não há relato de cegamento.

Análise estatística	Especificado adequadamente	2	Testes estatísticos descritos; comparações e p-values apresentadas.
Apresentação dos resultados	Especificado adequadamente	2	Resultados com médias, DP e discussão das implicações.
(Hshad <i>et al.</i> , <i>Oper Dent</i> , 2018)			

Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with composite resin reinforced with polyethylene fibres.

Critérios	Classificação	Pontuação (0–2)	Justificativa curta
Objetivos/metas claramente definidos	Especificado adequadamente	2	O objetivo e a hipótese nula foram claramente descritos.
Cálculo do tamanho da amostra	Não especificado	0	Número de dentes informado, mas sem cálculo, poder ou justificativa.
Técnica de amostragem	Especificado adequadamente	2	Descreve a origem dos dentes, critérios de seleção e armazenamento.
Detalhes do grupo de comparação	Especificado adequadamente	2	Grupos bem definidos, com protocolos detalhados.
Metodologia	Especificado adequadamente	2	Descrição completa dos procedimentos, materiais e condições de teste.
Detalhes do operador	Não especificado	0	Falta informação sobre o operador ou treinamento.
Aleatorização	Especificado de forma inadequada	1	Amostras “atribuídas” a grupos, sem descrição de método de randomização.
Método de medição do resultado	Especificado adequadamente	2	Ensaio em máquina universal com velocidade, carga e ponto de aplicação informados.
Detalhes do avaliador de resultados	Especificado de forma inadequada	1	Modos de fratura avaliados, mas sem informação de avaliadores cegos ou independentes.
Cegamento	Não especificado	0	Não há relato de cegamento do operador ou avaliador.
Análise estatística	Especificado adequadamente	2	Testes não paramétricos (Kruskal-Wallis e Mann-Whitney) bem descritos.
Apresentação dos resultados	Especificado adequadamente	2	Resultados claros com tabelas, gráficos e discussão coerente.

(Shivanna & Gopeshetti, *Endodontontology*, 2012)

Evaluation of the influence of various restoration techniques on fracture resistance of endodontically treated teeth with different cavity wall thickness.

Critérios	Classificação	Pontuação (0–2)	Justificativa curta
Objetivos/metas claramente definidos	Especificado adequadamente	2	O objetivo foi formulado de modo explícito e coerente.
Cálculo do tamanho da amostra	Especificado adequadamente	2	Cálculo de poder estatístico descrito ($\alpha=0.05$, 80% poder, $n=10$).

Técnica de amostragem	Especificado adequadamente	2	Origem e critérios dos dentes bem definidos.
Detalhes do grupo de comparação	Especificado adequadamente	2	Descrição completa dos 21 subgrupos (3 espessuras x 7 técnicas).
Metodologia	Especificado adequadamente	2	Procedimentos, materiais e ensaio descritos detalhadamente.
Detalhes do operador	Não especificado	0	Falta informação sobre o operador ou treinamento.
Aleatorização	Especificado adequadamente	2	Relata que os dentes foram divididos aleatoriamente.
Método de medição do resultado	Especificado adequadamente	2	Uso de máquina universal de ensaio descrito em detalhe.
Detalhes do avaliador de resultados	Especificado de forma inadequada	1	Análise microscópica mencionada sem detalhes de cegamento.
Cegamento	Não especificado	0	Não há referência ao cegamento dos avaliadores.
Análise estatística	Especificado adequadamente	2	Testes de normalidade, Kruskal-Wallis e Mann-Whitney bem descritos.
Apresentação dos resultados	Especificado adequadamente	2	Resultados claros, tabelas completas e interpretação estatística.

(Basaran e Gokce, Nigerian Journal of Clinical Practice, 2018)