



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
ESCOLA DE MEDICINA E CIÊNCIAS DA VIDA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO CLÍNICA ODONTOLÓGICA INTEGRADA

AUGUSTO GUIMARÃES FERREIRA

**RESISTÊNCIA À FRATURA, RETENÇÃO, E
ADAPTAÇÃO DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO
PERSONALIZADOS POR TECNOLOGIA CAD-CAM OU
ANATOMIZADOS COM RESINA COMPOSTA: UMA
REVISÃO SISTEMÁTICA**

Curitiba

2024



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
ESCOLA DE MEDICINA E CIÊNCIAS DA VIDA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO CLÍNICA ODONTOLÓGICA INTEGRADA

AUGUSTO GUIMARÃES FERREIRA

**RESISTÊNCIA À FRATURA, RETENÇÃO, E
ADAPTAÇÃO DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO
PERSONALIZADOS POR TECNOLOGIA CAD-CAM OU
ANATOMIZADOS COM RESINA COMPOSTA: UMA
REVISÃO SISTEMÁTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Odontologia, Área de Concentração em Clínica Odontológica Integrada (Subárea Dentística).

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo N. Rached

Coorientadora: Prof. Dra. Juliana S. R. Orsi

Curitiba

2024

Curitiba

2024

Dados da Catalogação na Publicação
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/PUCPR
Biblioteca Central
Luci Eduarda Wielganczuk – CRB 9/1118

Ferreira, Augusto Guimarães

F383r Resistência à fratura, retenção, e adaptação de pinos de fibra de vidro

2024 personalizados por tecnologia CAD-CAM ou anatomizados com resina composta: uma revisão sistemática / Augusto Guimarães Ferreira ; orientador: Rodrigo N.

Rached ; coorientadora: Juliana S. R. Orsi. – 2024. 17 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2024

Bibliografia: f. 15-17

1. Odontologia. 2. Desenh assistido por computador. 3. Pinos para retentor intrarradicular. 4. Modelos anatômicos. 5. Fibras de vidro. 6. Resistência à flexão. 7. Resinas compostas. I. Rached, Rodrigo N. II. Orsi, Juliana S. R. III. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. IV. Título.

CDD. 20. ed. – 617.6



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ

Escola de Medicina e Ciências da Vida

TERMO DE APROVAÇÃO

AUGUSTO GUIMARÃES FERREIRA

RESISTÊNCIA À FRATURA, RETENÇÃO E ADAPTAÇÃO DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO PERSONALIZADOS POR TECNOLOGIA CAD-CAM OU ANATOMIZADOS COM RESINA COMPOSTA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como parte dos requisitos parciais para a obtenção do Título de **Mestre em Odontologia**, Área de Concentração em **Clínica Odontológica Integrada - Dentística**.

Orientador(a): Prof. Dr. Rodrigo Nunes Rached Programa de Pós-Graduação em Odontologia, PUCPR

Profa Dra Evelise Machado de Souza
Programa de Pós-Graduação em Odontologia, PUCPR

Prof. Dr. Rafael Torres Brum Curso de Odontologia, UFPR
Curitiba, 30 de agosto de 2024.

SUMÁRIO

Página título	4
Resumo	4
Introdução	5
Material e Métodos	6
Resultados	8
Discussão	14
Conclusão	17
Referências	18

RESISTÊNCIA À FRATURA, RETENÇÃO E ADAPTAÇÃO DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO PERSONALIZADOS POR TECNOLOGIA CAD-CAM OU ANATOMIZADOS COM RESINA COMPOSTA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Ferreira A, Rached R, Orsi J

Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Escola de Medicina e Ciências da Vida, Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Área de concentração em Clínica Odontológica Integrada Subárea Dentística.

Resumo

Objetivo: determinar as evidências científicas disponíveis sobre o efeito da personalização de pinos modelados por tecnologia CAD/CAM em comparação à anatomização com resina composta quanto as propriedades de retenção, resistência à fratura e adaptação. Método: Nove bases de dados foram utilizadas como fontes de busca (PubMed, Scopus, LILACS, SciELO, Embase, Web of Science, Cochrane, Open Access Theses and Dissertations e Google Acadêmico como “literatura cinza”). A pesquisa incluiu estudos laboratoriais realizados em dentes humanos extraídos que foram submetidos ao tratamento endodôntico. Foram considerados estudos que utilizaram como intervenção a tecnologia CAM/CAM e os compararam com pinos pré-fabricados através da anatomização com resina composta. A busca não teve restrição de ano e idioma, além de considerar estudos que mensuraram as propriedades de retenção, resistência à fratura e adaptação. Resultados: A busca forneceu 211 resultados, dos quais seis atenderam aos critérios de elegibilidade e foram incluídos na avaliação qualitativa da presente revisão sistemática. Resultados favoráveis nas propriedades avaliadas foram observadas, apenas as propriedades como retenção e adaptação foram melhores nos pinos personalizados por sistema CAD/CAM. A resistência à fratura teve resultados controversos a partir dos estudos avaliados. Conclusão: resultados mais eficazes foram obtidos em relação às propriedades de retenção, resistência à fratura e adaptação dos pinos intradiculares fabricados por sistema CAD/CAM. Porém, ainda há necessidade de maior evidência científica para comprovar a superioridade dessa técnica, principalmente em relação a propriedade de resistência à fratura.

Palavras-chave: “CAD/CAM”, “pino intrarradicular”, “anatomização”, modelagem anatômica”, “personalização”, “canal radicular”, “fibra de vidro”, “retenção”, “modo de falha”, “adaptação”, “resistência à fratura”.

Introdução

A colocação de pino intrarradicular tem sido considerada como uma técnica para reforçar um dente sem polpa com tratamento de canal realizado, no entanto, a colocação desnecessária de pino pode enfraquecer o dente em vez de reforçá-lo.(1)

A perda substancial da estrutura dentária coronária devido à cáries, fraturas e preparações de acesso aumentam os desafios da restauração de dentes tratados endodonticamente e por sua vez, afetam a capacidade de prever o sucesso da restauração.(2)

Pinos de fibra de vidro minimizam o risco de fratura radicular devido ao módulo de elasticidade próximo da dentina, quando comparados aos pinos e núcleos metálicos por exemplo.(2) No entanto, o uso de pinos de fibra de vidro pré-fabricados em canais radiculares alargados torna a camada de cimento resinoso excessivamente espessa, com um módulo de elasticidade distinto sendo tão prejudicial quanto formação de bolhas para falhas adesivas e predisposição à perda de retenção.(3) Pinos de fibra de vidro pré-fabricados utilizando a técnica de anatomização com resina composta aumenta a adaptação às paredes do conduto e reduz a espessura do cimento resinoso.(4)

A aplicação da odontologia digital atualmente tem ampliado para a fabricação de restaurações odontológicas. Recentemente, essa tecnologia tem permitido a fabricação de pinos intrarradiculares anatomizados em fibra de vidro.(5-7) Apesar da literatura demonstrar a possibilidade de produção de pinos customizados utilizando a tecnologia CAD/CAM, há dúvida sobre a evidência científica de superioridade desses pinos em comparação aos pinos pré-fabricados anatomizados com resina composta quanto as propriedades de retenção, resistência à fratura e adaptação.(8,10)

Desta forma, o objetivo da presente revisão sistemática é levantar as evidências científicas disponíveis sobre o efeito da personalização de pinos pré-

fabricados por tecnologia CAD/CAM em comparação à anatomização com resina composta quanto as propriedades de retenção, resistência à fratura e adaptação em dentes extraídos e tratados endodonticamente. A hipótese nula será por não haver diferença entre a personalização por CAD/CAM e as técnicas de anatomização de pinos intrarradiculares quanto as propriedades de retenção, resistência à fratura e adaptação.

Material e Métodos

Desenho do estudo

A presente revisão sistemática foi elaborada para responder à seguinte questão norteadora de acordo com a estratégia PICO (*participantes, intervenção, comparador e outcome*): Qual o efeito da personalização de pinos pré-fabricados por tecnologia CAD/CAM em comparação à anatomização com resina composta desses pinos intrarradiculares, quanto às propriedades de retenção, resistência à fratura e adaptação em dentes extraídos e tratados endodonticamente?

Critérios de elegibilidade

Participantes: Estudos realizados em dentes unirradiculares extraídos que foram submetidos ao tratamento endodôntico.

Intervenção: Estudos que utilizaram como intervenção a tecnologia CAM/CAM para a confecção de pinos de fibra de vidro.

Comparador: Estudos que utilizaram como comparador pinos pré-fabricados anatomizados com resina composta.

Outcome (Resultados): Retenção, resistência à fratura e adaptação.

Tipos de estudo: A pesquisa incluiu estudos de laboratório com dentes humanos unirradiculares com o objetivo de avaliar o comportamento mecânico de pinos de fibra de vidro. A busca não teve restrição de ano de publicação e idioma. Foram considerados artigos científicos revisados por pares, teses, dissertações, monografias e livros que relatem os participantes, intervenções, comparadores e desfechos de interesse. Os critérios de exclusão foram: 1) Estudos que tenham incluído outros materiais de anatomização dos pinos pré-fabricados que não sejam resina composta ou cimento resinoso. 2) Estudos que tenham um grupo apenas

de pinos pré-fabricados ou de pinos customizados por CAD/CAM. 3) Estudos que não avaliam a resistência à fratura ou adaptação ou retenção.

Estratégia de busca e fontes de informação

A pesquisa bibliográfica foi realizada em março de 2024 e atualizada em junho de 2024. Estratégia de busca foi de maneira abrangente, seguindo no mínimo três etapas: 1- busca nas bases de dados de estudos publicados no PubMed, SciELO, Cochrane, Scopus, Web of Science, Embase, OATD (Open Access Theses and Dissertations), LILACS (Sistema Latino-Americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde) e literatura cinza (Google Acadêmico); as estratégias de busca utilizadas e suas palavras-chaves estão apresentadas na Tabela 1; 2- busca manual nas listas de referências dos estudos; 3- busca nas citações dos estudos selecionados.

O fluxograma da seleção dos estudos foi construído com base no PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses).(12) Todas essas fases de seleção até chegar no resultado final de inclusão dos artigos para a presente revisão estão apresentadas na Figura 1.

Coleta de dados

Antes da coleta dos dados, visando garantir a consistência entre os revisores (AGF e JF), foi feito um exercício de calibração, no qual as informações de um estudo elegível foram extraídas e discutidas com um terceiro revisor (RNR). A extração de informações dos artigos foi realizada de acordo com a autoria do manuscrito, ano de publicação, país de origem, número da amostra, materiais e marcas utilizadas para a personalização, grupo de comparação, agente de cimentação utilizado, ensaios mecânicos utilizados, critérios utilizados, cimento endodôntico, limpeza do canal, relação do preparo do canal, reabilitação da coroa, média e desvio padrão dos valores de resistência à fratura, adaptação, retenção e percentuais dos padrões do modo de falha.

Risco de viés dos estudos

Dois autores (AGF e JF) avaliaram de forma independente e sistemática em relação ao seu risco potencial de viés, conforme recomendado pelo PRISMA.(12)

No caso de discordância, os revisores poderiam discutir e consultar o terceiro revisor (RNR) para uma decisão final.

Os seguintes critérios foram utilizados para a avaliação do risco de viés e da qualidade metodológica dos estudos selecionados.(11):

Q1- Os dentes foram distribuídos aleatoriamente quando divididos nos grupos?

Q2- Os dentes extraídos não tinham cáries ou restaurações?

Q3- Os materiais investigados foram usados de acordo com as instruções dos fabricantes?

Q4- Os dentes utilizados apresentavam dimensões semelhantes?

Q5- O tratamento endodôntico das amostras foi realizado por um único operador?

Q6- Foi realizado um cálculo amostral?

Q7- O operador do teste mecânico foi cego para o tipo de amostra testada?

O risco de viés foi considerado alto quando o estudo apresenta até 49% de respostas “sim”, moderado entre 50% –69% de respostas “sim” e baixo com mais de 70% de “sim” como respostas.(11)

Resultados

O resultado obtido com os 6 artigos selecionados foram criteriosamente avaliados, variando suas datas de publicações no período entre 2019 à 2022.(9,13-16,19) O país que mais encontra-se estudos sobre essa comparação entre tecnologia CAD/CAM e os pinos pré-fabricados é o Líbano.(13,14,16) Nessa revisão, países como Brasil, Tailândia e Irã também estão presente.(9,15,19) Os dentes mais utilizados nos estudos incluídos foram pré-molares inferiores unirradiculares.(9,13,14,16,19)

Seleção de estudos

Inicialmente foram encontrados 211 artigos no total nas bases: Scopus, Pubmed, SciElo, Web of Science, Lilacs, Cochrane, Embase, OATD (Open Access Theses and Dissertations) e Google Acadêmico; eles foram exportados para o software Mendeley no qual as 47 duplicatas foram removidas eletronicamente e 164 artigos seguiram para o processo de inclusão e exclusão. Dois revisores de elegibilidade (AGF e JF) analisaram metodicamente os títulos dos estudos, de forma independente (sem saber o que o outro estava selecionando ou não de artigo

em cada etapa) através do sistema Rayyan, um site que facilita organizar/selecionar os artigos para uma revisão sistemática. 78 estudos foram excluídos devido seus títulos estarem sem referência ao tema da revisão sistemática (razão 1 pela exclusão), neste primeiro momento 86 artigos seguiram para a próxima fase. No segundo momento, os mesmos revisores analisaram os resumos, e 59 estudos não responderam à pergunta da pesquisa e não atenderam aos critérios de elegibilidade foram eliminados (razão 2 pela exclusão), restando 27 para a última fase de seleção dos estudos.

Em um terceiro momento, os 27 estudos preliminares elegíveis que tiveram seus textos completos avaliados quanto aos critérios de elegibilidade. 21 estudos foram rejeitados pela falta de coerência com os critérios de elegibilidade (razão 3 pela exclusão). Dessa maneira, foram incluídos 6 estudos para a presente revisão sistemática, justificado os motivos da exclusão dos demais estudos através das razões. Em todos esses momentos se houvesse alguma discordância entre os revisores (AGF e JF), um terceiro (RNR) seria consultado para a tomada de decisão final.

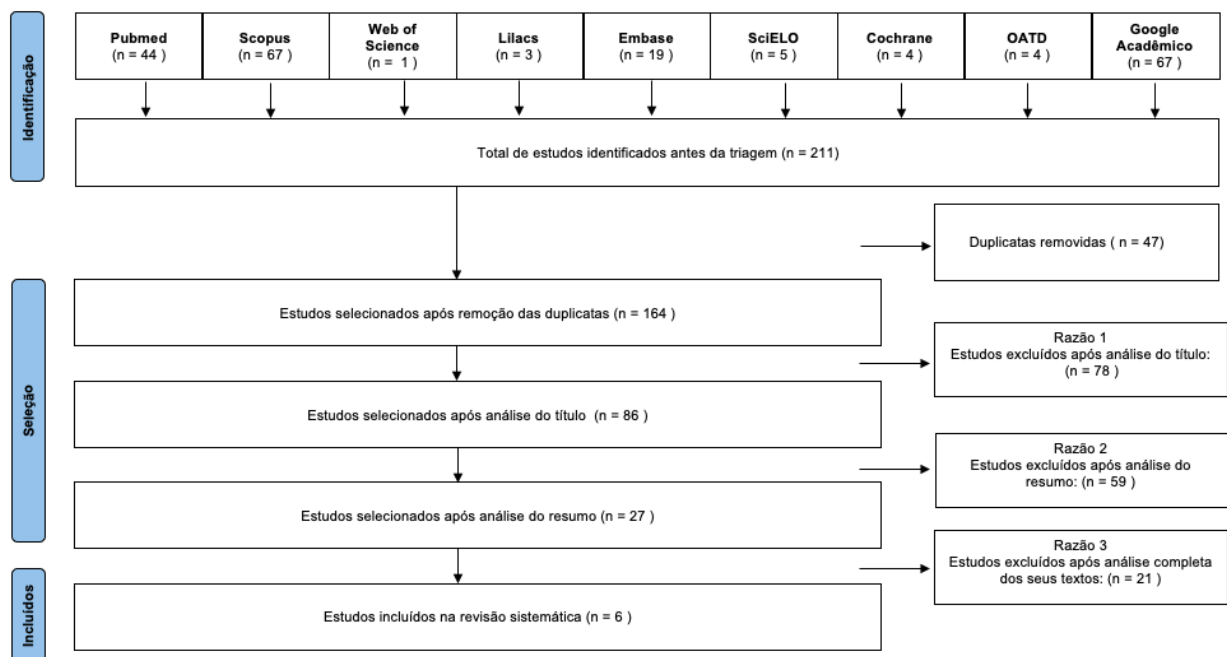


Fig.1. Fluxograma do processo de seleção do estudo de acordo com as diretrizes do PRISMA.(12)

1. Tabela 1: Estratégia de busca das palavras-chaves de cada fonte de base utilizadas nessa revisão sistemática.

Database	Palavras - chaves	Database	Palavras - chaves	Database	Palavras - chaves
Pubmed	"((((((((("tooth, nonvital"[MeSH Terms])) OR ("Nonvital Teeth"[Title/Abstract])) OR ("Devitalized Tooth"[Title/Abstract])) OR ("Pulpless Tooth"[Title/Abstract])) OR ("Pulpless Teeth"[Title/Abstract])) OR ("Devitalized Teeth"[Title/Abstract])) OR ("Endodontically-Treated Teeth"[Title/Abstract])) OR ("Nonvital Teeth"[Title/Abstract])) AND (((("post and core technique"[MeSH Terms]) OR ("Post-Core Technic"[Title/Abstract])) OR ("Post and Core Technic"[Title/Abstract])) OR ("Post Technique"[Title/Abstract])) OR ("Dental Dowel"[Title/Abstract])) AND (((("computer-aided design"[MeSH Terms]) OR ("Computer-Aided Design"[Title/Abstract])) OR ("CAD-CAM"[Title/Abstract])) OR ("Computer Aided Design"[Title/Abstract])) OR ("Computer Aided Manufacturing"[Title/Abstract]))".	SciELO	((tooth, nonvital) OR (Nonvital Teeth) OR (Devitalized Tooth) OR (Pulpless Tooth) OR (Pulpless Teeth) OR (Devitalized Teeth) OR (Endodontically-Treated Teeth) OR (Nonvital Teeth)) AND ((post and core technique) OR (Post-Core Technic) OR (Post and Core Technic) OR (Post Technique) OR (Post Technic) OR (Dental Dowel)) AND ((CAD-CAM)).	OATD	(tooth, nonvital) OR (Nonvital Teeth) OR (Devitalized Tooth) OR (Pulpless Tooth) OR (Pulpless Teeth) OR (Devitalized Teeth) OR (Endodontically-Treated Teeth) OR (Nonvital Teeth) AND (post and core technique) OR (Post-Core Technic) OR (Post and Core Technic) OR (Post Technique) OR (Post Technic) OR (Dental Dowel) AND (computer-aided design) OR (CAD-CAM) OR (Computer Aided Design) OR (Computer Aided Manufacturing).
Scopus	(TITLE-ABS-KEY ('tooth, AND nonvital') OR TITLE-ABS-KEY ('devitalized AND tooth') OR TITLE-ABS-KEY ('pulpless AND tooth') OR TITLE-ABS-KEY ('endodontically-treated AND teeth') AND TITLE-ABS-KEY ('post AND core AND technique') OR TITLE-ABS-KEY ('dental AND dowel') AND TITLE-ABS-KEY ('computer-aided AND design') OR TITLE-ABS-KEY ('cad-cam')).	Web of Science	((ALL=("tooth, nonvital" OR "Nonvital Teeth" OR "Devitalized Tooth" OR "Pulpless Tooth" OR "Pulpless Teeth" OR "Devitalized Teeth" OR "Endodontically-Treated Teeth" OR "Nonvital Teeth")) AND ALL=("post and core technique" OR "Post-Core Technic" OR "Post and Core Technic" OR "Post Technique" OR "Post Technic" OR "Dental Dowel")) AND ALL=("computer-aided design" OR "CAD-CAM" OR "Computer Aided Design" OR "Computer Aided Manufacturing").	LILACS	((tooth, nonvital) OR (Nonvital Teeth) OR (Devitalized Tooth) OR (Devitalized Teeth) OR (Endodontically-Treated Teeth)) AND ((post and core technique) OR (Post-Core Technic) OR (Post and Core Technic) OR (Post Technique) OR (Post Technic) OR (Dental Dowel)) AND ((Computer Aided Design) OR (CAD-CAM) OR (Computer Aided Manufacturing)).
Cochrane	(tooth, nonvital) OR (Nonvital Teeth) OR (Devitalized Tooth) OR (Pulpless Tooth) OR (Pulpless Teeth) OR (Devitalized Teeth) OR (Endodontically-Treated Teeth) OR (Nonvital Teeth) AND (post and core technique) OR (Post-Core Technic) OR (Post and Core Technic) OR (Post Technique) OR (Post Technic) OR (Dental Dowel) AND (computer-aided design) OR (CAD-CAM) OR (Computer Aided Design) OR (Computer Aided Manufacturing).	Embase	('tooth pulp disease'/exp OR 'tooth pulp disease' OR 'tooth root canal'/exp OR 'tooth root canal') AND ('tooth crown'/exp OR 'tooth crown' OR 'fiber post'/exp OR 'fiber post') AND ('computer aided design'/exp AND 'computer aided design' OR 'computer aided manufacturing'/exp OR 'computer aided manufacturing' OR 'computer aided design/computer aided manufacturing'/exp OR 'computer aided design/computer aided manufacturing') AND [embase]/lim.	Google Acadêmico	(tooth, nonvital) OR (Nonvital Teeth) OR (Devitalized Tooth) OR (Pulpless Tooth) OR (Pulpless Teeth) OR (Devitalized Teeth) OR (Endodontically-Treated Teeth) OR (Nonvital Teeth) AND (post and core technique) OR (Post-Core Technic) OR (Post and Core Technic) OR (Post Technique) OR (Post Technic) OR (Dental Dowel) AND (computer-aided design) OR (CAD-CAM) OR (Computer Aided Design) OR (Computer Aided Manufacturing).

O risco de viés de acordo com as informações avaliadas a partir dos materiais e métodos dos 6 estudos selecionados. 5 deles apresentaram baixo risco (13,15,16,17,18) com 85% e com 71%, enquanto 1 apresentou risco moderado (14) com 57% e 0 foram classificados como de alto risco (até 49%). A avaliação do viés foi realizada de acordo com os parâmetros listados na Tabela 2.

Tabela 2: Risco de viés.(11)

	Rita et al. 2019.(13)	Ravivan et al. 2022.(19)	Rita et al. 2019.(14)	MER Gama et al. 2021.(15)	Da Costa et al. 2017.(9)	Rita et al. 2019.(16)
Q1- Os dentes foram distribuídos aleatoriamente quando divididos nos grupos?						
Q2- Os dentes extraídos não tinham cáries ou restaurações?						
Q3- Os materiais investigados foram usados de acordo com as instruções dos fabricantes?						
Q4- Os dentes utilizados apresentavam dimensões semelhantes?						
Q5- O tratamento endodôntico das amostras foi realizado por um único operador?						
Q6- Foi realizado um cálculo amostral?						
Q7- O operador do teste mecânico foi cego para o tipo de amostra testada?						
(Sim =  Não = )	85% - baixo	57% - moderado	85% - baixo	71% - baixo	71% - baixo	85% - baixo

Tabela 3: Mostra as informações detalhadas dos artigos incluídos na revisão sistemática. (“-“ = não menciona).

Identificação	Espécimes	Tipos de pinos	Agente de cimentação	Resultado (resistência à fratura)	Resultado (retenção)	Resultado (adaptação)
Rita et al. 2019; Líbano.(13)	30 pré-molares inferiores unirradiculares	Pinos de fibra de vidro customizados por tecnologia CAD/CAM Pinos de fibra de vidro pré-fabricados	Cimento resinoso autoadesivo (Relyx U200 automix, 3M).	-	Pinos anatomizados com CAD/CAM > Pré-fabricados tradicionais	Pinos anatomizados com CAD/CAM > Pré-fabricados tradicionais
Ravivan et al. 2022; Tailândia.(19)	48 pré-molares inferiores unirradiculares	Pinos de fibra de vidro customizados por tecnologia CAD/CAM Pinos de fibra de vidro pré-fabricados anatomizados com resina composta	Cimento resinoso autoadesivo (Relyx U200 automix, 3M).	Pinos anatomizados com CAD/CAM = Pré-fabricados tradicionais anatomizados com resina composta	-	-
Rita et al. 2019; Líbano.(14)	80 pré-molares inferiores unirradiculares	Pinos de fibra de vidro customizados por tecnologia CAD/CAM Pinos de fibra de vidro pré-fabricados	Cimento resinoso autoadesivo (Relyx U200 automix, 3M).	-	Pinos anatomizados com CAD/CAM > Pré-fabricados tradicionais	-
MER Gama et al. 2021; Brasil.(15)	66 caninos superiores ou inferiores unirradiculares	Pinos de fibra de vidro customizados por tecnologia CAD/CAM Pinos de fibra de vidro pré-fabricados e/ou anatomizados com resina composta	Cimento resinoso autoadesivo (Relyx U200 automix, 3M).	Pinos anatomizados com CAD/CAM < Pré-fabricados tradicionais anatomizados ou não com resina composta	Pinos anatomizados com CAD/CAM = Pré-fabricados tradicionais anatomizados ou não com resina composta	Pinos anatomizados com CAD/CAM > Pré-fabricados tradicionais anatomizados ou não com resina composta
Da Costa et al. 2017; Brasil.(9)	40 pré-molares superiores ou inferiores unirradiculares	Pinos de fibra de vidro customizados por tecnologia CAD/CAM com ou sem coroa Pinos de fibra de vidro pré-fabricados com ou sem coroa	Cimento resinoso dual (Allcem Core ^a)	Pinos anatomizados com CAD/CAM com ou sem coroa = Pré-fabricados tradicionais com ou sem coroa	-	-
Rita et al. 2019; Líbano.(16)	30 pré molares inferiores unirradiculares	Pinos de fibra de vidro customizados por tecnologia CAD/CAM Pinos de fibra de vidro pré-fabricados e/ou anatomizados com resina composta	Cimento resinoso autoadesivo (Relyx U200 automix, 3M).	Pinos anatomizados com CAD/CAM > Pré-fabricados tradicionais anatomizados ou não com resina composta	-	-

Avaliação da resistência à fratura

A resistência à fratura nos diferentes estudos tiveram resultados distintos, sendo eles com o uso dos pinos fabricados com tecnologia CAD/CAM melhor em comparação aos pré-fabricados anatomizados ou não com resina composta.(16) Além disso, estudos mostraram não haver diferença quando comparado as duas formas de fabricação dos pinos.(9,14) Por outro lado, um único estudo observou que os pré-fabricados anatomizados com resina composta se sobressaíram melhor em relação à essa propriedade de resistência à fratura quando comparado aos fabricados por tecnologia CAD/CAM.(15) Esses testes foram realizados através de uma máquina de ensaio universal compressiva avaliando suas medidas de resistência à fratura com velocidade aproximada de 0.5 mm/min até a fratura da amostra, sua força máxima foi calculada em Newtons.(9,14-16,19) A comparação entre os grupos de pinos pré-fabricados sendo eles anatomizados com resina composta ou sem anatomização não houve diferença significativa na mudança da resistência à fratura desses pinos.(15,16) O envelhecimento dos dentes nos testes de termociclagem não afetou significativamente os resultados na avaliação da resistência à fratura, independentemente da fabricação do material dos pinos.(19)

Retenção/Adaptação

As falhas adesivas entre cimento e dentina foram encontradas em todos os grupos,(14,19) exceto para o grupo de pinos CAD/CAM, onde também foi observada falha adesiva entre o cimento e o pino.(19) Houve tipo de falha adesiva entre o pino e a dentina sendo a mais frequente em todos os grupos.(13) Em termos de falhas irreversíveis, nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os grupos testados.(15,16)

Os testes foram conduzidos usando uma máquina de teste universal até a falha. Os valores de resistência de união foram calculados em megapascals (MPa). O modo de falha foi observado usando um estereomicroscópio. Os resultados foram analisados por ANOVA bidirecional. O nível de significância foi estabelecido em $p < 0,05$.(13-15)

Os pinos de fibra de vidro pré-fabricados apresentaram menor retenção em comparação com pinos fabricados com tecnologia CAD/CAM.(13,14) No entanto, notou-se uma igualdade na avaliação da retenção entre os grupos de pinos CAD/CAM e dos pré-fabricados anatomizados ou não com resina composta, além

de não haver diferença entre os pré-fabricados e os pré-fabricados anatomizados com resina composta.(15) Em relação a formação de falhas no cimento resinoso ficou evidente que o grupo de pinos fabricados por tecnologia CAD/CAM obteve uma vantagem apresentando uma espessura de cimento mais fina, consequentemente uma melhor adaptação entre as paredes do canal radicular e o pino intrarradicular. (13,15)

2. Discussão

Essa revisão sistemática teve como objetivo levantar as evidências científicas disponíveis sobre o efeito da personalização de pinos pré-fabricados por tecnologia CAD/CAM em comparação à anatomização com resina composta de pinos intrarradiculares quanto as propriedades de resistência à fratura, retenção e adaptação em dentes extraídos e tratados endodonticamente. Apesar de ser uma revisão sistemática com 6 estudos incluídos, não se sabe ao certo um limite mínimo para produzir uma revisão sistemática, no entanto quanto maior o número de estudos selecionados maior a chance de ter uma análise completa e conclusão sobre o assunto da pesquisa.

O cimento resinoso autoadesivo (Relyx U200 automix, 3M) por ter participação na maioria dos estudos incluídos, se define como o padrão de cimentação utilizado na revisão sistemática.(13-16,19) Já o cimento resinoso dual (Allcem Core^a) foi observado em um único estudo.(9) O que não modifica tanto quando se compara os resultados das propriedades avaliadas dos dois cimentos utilizados.

A realização de 3 estudos foram publicados e descritos por uma mesma autora.(13,14,16) E os 3 observaram sobre as propriedades de resistência à fratura, retenção e adaptação fosse superior nos grupos de pinos fabricados com tecnologia CAD/CAM. Ou seja, metade dos estudos incluídos nessa revisão sistemática foram publicados da mesma autora e com influência nos resultados em geral a favor da utilização dos pinos CAD/CAM.

Adaptação

A personalização CAD/CAM pode ser considerado o melhor sistema para reconstrução de dentes tratados endodonticamente, pois tem uma adaptação mais precisa e controlada, além de deixar a sua camada de cimento resinoso mais fina

e com menos chance de criar bolhas e falhas entre cimento/pino e dentina.(9,13) Esse ajuste mais próximo às paredes do canal, promove uma melhor adesão às paredes do canal radicular,(15) resultando em transmissão favorável da carga aplicada, fazendo com que o dente, o pino e a coroa se comportem como um único corpo.(18)

Retenção

A análise dos modos de falha dos pinos realizados por sistema CAD/CAM mostra falhas na região do núcleo, e que a fratura ocorre de forma paralela à orientação do pino, essas falhas indicam fraturas facilmente reparáveis.(15) As falhas adesivas ocorreram principalmente devido à fraca ligação entre o pino/cimento e a dentina radicular nas regiões medias e apicais, o que podem ser explicadas por menos transmissão de luz nessas regiões, levando a diferentes velocidades de polimerização e consequentemente redução da resistência de união. (14) Entretanto, tem casos onde os resultados da resistência de união não foram afetados devido a falta de polimerização na cimentação dos pinos, mostrando que foi alcançada em toda a extensão da raiz, excluindo o possível efeito de um baixo grau de conversão no resultados da força de união pino-cimento-dentina.(15) Outro comportamento mecânico que pode influenciar a retenção é a orientação de inserção dos pinos.(15) Ou seja, um esquema de padronização seria necessário para definir um plano/ângulo correto de inserção desses pinos (em 90° ao longo eixo do conduto) ou mais estudos avaliando este fator de angulação da inserção dos pinos.

Resistência à fratura

A espessura do remanescente dental pode ser crucial para ter diferenças na resistência à fratura dos pinos, esse pode ser um dos motivos pelo qual divergências foram maiores nesta propriedade. (19) Houve uma contradição da resistência à fratura ser a única propriedade que teve os pinos de fibra de vidro anatomizados ou não com resultados mais favoráveis quando comparado aos pinos CAD/CAM.(15) Porém, esse resultado inferior dos pinos CAD/CAM não interfere nas demais propriedade como retenção e adaptação.(15) Coroas utilizadas nas amostras são um grande diferencial para obter uma melhoria na resistência à fratura, embora não ter tido resultados diferentes entre os grupos dos

pinos personalizados por tecnologia CAD/CAM e os pré-fabricados, a comparação feita dentro dos mesmos grupos sendo a única diferenciação o uso de coroa ou não, observa-se um melhor comportamento mecânico dos pinos retentores feitos por CAD/CAM que foram avaliados com presença de coroa. Isso se deve por uma estrutura à mais ajudar na resistência do conjunto raiz/pino e coroa.(9)

Simulação do ligamento periodontal

O ligamento periodontal foi simulado usando materiais leves de polivinil siloxano (PVS). As superfícies radiculares foram mergulhadas em cera derretida até 2,00 mm abaixo da superfície da raiz, montadas paralelamente ao eixo vertical em policloreto de vinila (PVC) com tubo de 3 a 4 polegadas de diâmetro e 45 mm de altura com resina acrílica autopolimerizável. A superfície superior da resina acrílica e do tubo de PVC ficou 2,00 mm abaixo da superfície da raiz para representar o nível ósseo. Após a remoção da cera, as raízes foram cobertas com PVS de corpo leve e reinseridas nos alvéolos preparados, com uma espessura de 0,20 a 0,30 mm foi então simulada o ligamento periodontal para cada raiz.(19) Embora tenha sido feita essa simulação do ligamento periodontal não ficou claro que a simulação afeta no resultado das propriedades avaliadas.

Risco de viés

A avaliação do risco de viés revelou não haver estudos com alto risco. No entanto, os estudos incluídos são in vitro e devem ser interpretados com cuidado, pois os mesmos não reproduzem totalmente as variáveis clínicas. Além disso, variáveis como tipo de dente, armazenamento, técnica de instrumentação, agente de cimentação, cortes das amostras, plano de inserção dos pinos, tipo de carga aplicada e velocidade da máquina determinam resultados heterogêneos.

A hipótese nula foi rejeitada para as propriedades de retenção e adaptação uma vez que mostrou o uso da tecnologia CAD/CAM sendo superior aos pré-fabricados anatomizados.(13-15) No entanto, a hipótese da resistência à fratura da presente revisão sistemática foi aceita uma vez que a maioria dos estudos não mostrou diferença significativa entre os grupos de pinos intrarradiculares.(9,15,19)

Na busca de precisão e um bom prognóstico do tratamento de canais radiculares alargados, os pinos de fibra de vidro personalizados por tecnologia

CAD/CAM por apresentarem valores superiores nas propriedades de retenção e adaptação, são os mais indicados para esses casos devido sua tecnologia estar mais precisa e trazer um módulo de elasticidade semelhante com a da dentina. Já na busca de conforto e tempo de cadeira tanto do profissional quanto do paciente, muitas vezes os pinos anatomizados com resina composta se torna mais prático e viável quando comparada a tecnologia CAD/CAM, já que por sua vez a forma de preparar um pino intrarradicular por tecnologia CAD/CAM pode ser feita através do preenchimento do conduto radicular com resina acrílica para sua modelagem com os diâmetros do canal. Assim os pinos de resina acrílica são escaneados e projetados com as dimensões internas da raiz.⁽¹⁵⁾ Os pinos fresados por CAD/CAM são preparados e cimentados. Como necessita realizar essa modelagem do conduto radicular e escanear depois, leva mais tempo clínico para finalizar o tratamento. Além de que não são todos os profissionais que possuem essa tecnologia no seu consultório.

3. Conclusão

O comportamento biomecânico de resistência à fratura dos diferentes tipos de retentores intrarradiculares ainda são controversos, pois alguns estudos demonstraram não haver diferenças entre os pinos CAD/CAM e os pré-fabricados anatomizados ou não. Já em relação a retenção e adaptação, dentre os 6 estudos incluídos na presente revisão, conclui-se que os pinos CAD/CAM por serem fabricados tecnologicamente se tornam melhores quando comparados aos pré-fabricados anatomizados ou não com resina composta. Estudos adicionais são necessários para determinar a eficiência dos retentores intrarradiculares fabricados por sistema CAD/CAM, em especial ensaios clínicos randomizados, uma vez que estudos in vitro são limitados em explorar as variáveis clínicas.

Referências

1. Cheung W. A review of the management of endodontically treated teeth. Post, core and the final restoration. J Am Dent Assoc 2005;136(5):611-9.
2. Gopal S, Irodi S, Mehta D, Subramanya S, Govindaraju VK. Fracture resistance of endodontically treated roots restored with fiber posts using different resin cements- An in-vitro study. J Clin Diagnostic Res [Internet]. 2017 Feb 1 [cited 2021 Jul 2];11(2):ZC52–5. Available from: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih.ez1.periodicos.capes.gov.br/28384981/>
3. Clavijo VGR, Reis JM dos SN, Kabbach W, e Silva ALF, de Oliveira Junior OB, de Andrade MF. Fracture strength of flared bovine roots restored with different intraradicular posts. J Appl Oral Sci [Internet]. 2009 [cited 2021 Jul 2];17(6):574–8. Available from: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih.ez1.periodicos.capes.gov.br/20027429/>
4. Macedo VC, Faria E Silva AL, Martins LRM. Effect of cement type, relining procedure, and length of cementation on pull-out bond strength of fiber posts. J Endod [Internet]. 2010 [cited 2021 Jul 2];36(9):1543–6. Available from: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih.ez1.periodicos.capes.gov.br/20728724/>
5. Ruse ND, Sadoun MJ. Resin-composite blocks for dental CAD/CAM applications [Internet]. Vol. 93, Journal of Dental Research. SAGE Publications Inc.; 2014 [cited 2021 Jul 2]. p. 1232–4. Available from: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih.ez1.periodicos.capes.gov.br/25344335/>
6. Al-Harbi FA, Ayad NM, ArRejaie AS, Bahgat HA, Baba NZ. Effect of Aging Regimens on Resin Nanoceramic Chairside CAD/CAM Material. J Prosthodont [Internet]. 2017 Jul 1 [cited 2021 Jul 2];26(5):432–9. Available from: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih.ez1.periodicos.capes.gov.br/26662793/>
7. Yin R, Kim YK, Jang YS, Lee JJ, Lee MH, Bae TS. Comparative evaluation of the mechanical properties of CAD/CAM dental blocks. Odontology [Internet]. 2019 Jul 12 [cited 2021 Jul 2];107(3):360–7. Available from: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih.ez1.periodicos.capes.gov.br/30610399/>
8. Libonati A, Di Taranto V, Gallusi G, Montemurro E, Campanella V. CAD/CAM customized glass fiber post and core with digital intraoral impression: A case report. Clin Cosmet Investig Dent [Internet]. 2020 [cited 2021 Jul 2];12:17–24. Available from: <https://pubmed-ncbi-nlm->

nih.ez1.periodicos.capes.gov.br/32104100/

9. Da Costa RG, Freire A, De Moraes ECC, De Souza EM, Correr GM, Rached RN. Effect of CAD/CAM glass fiber post-core on cement micromorphology and fracture resistance of endodontically treated roots. *Am J Dent*. 2017;30(1):3–8.
10. Perucelli F, Goulart da Costa R, Machado de Souza E, Rached RN. Effect of half-digital workflows on the adaptation of customized CAD-CAM composite post-and-cores. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2020 [cited 2021 Jul 2]; Available from: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih.ez1.periodicos.capes.gov.br/33127081/>
11. Sarkis-Onofre R, Skupien JA, Cenci MS, Moraes RR, Pereira-Cenci T. The role of resin cement on bond strength of glass-fiber posts luted into root canals: A systematic review and metaanalysis of in vitro studies [Internet]. Vol. 39, *Operative Dentistry*. Indiana University School of Dentistry; 2014 [cited 2021 Jul 2]. Available from: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih.ez1.periodicos.capes.gov.br/23937401/>
12. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *J Clin Epidemiol*. 2009 Oct 1;62(10):1006–12.
13. Eid R, Azzam K, Skienhe H, Ounsi H, Ferrari M, Salameh Z. Influence of Adaptation and Adhesion on the Retention of Computer-aided Design/Computer-aided Manufacturing Glass Fiber Posts to Root Canal. *J Contemp Dent Pract*. 2019 Sep;20(9):1003–8.
14. Eid RY, Koken S, Baba NZ, Ounsi H, Ferrari M, Salameh Z. Effect of Fabrication Technique and Thermal Cycling on the Bond Strength of CAD/CAM Milled Custom Fit Anatomical Post and Cores: An In Vitro Study. *J Prosthodont*. 2019;28(8):898–905.
15. Gama M, Balbinot GS, Ferreira GC, Mota EG, Leitune V, Collares FM. CAD/CAM Milled Glass Fiber Posts: Adaptation and Mechanical Behavior in Flared Root Canals. *Oper Dent* [Internet]. 2021 Jul 1 [cited 2022 Nov 21];46(4):438–47. Available from: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih.ez1.periodicos.capes.gov.br/34624118/>
16. Eid R, Juloski J, Ounsi H, Silwaidi M, Ferrari M, Salameh Z. Fracture Resistance and Failure Pattern of Endodontically Treated Teeth Restored with Computer-aided Design/ Computer-aided Manufacturing Post and

- Cores: A Pilot Study. *J Contemp Dent Pract*. 2019 Jan;20(1):56–63.
17. Nodehi D, Moraditalab A, Shafiee S, Sekandari S, Ahrari F. Fracture Resistance of Endodontically Treated Premolars Reconstructed by Traditional Casting and CAD-CAM Milling Post and Cores. *Int J Dent*. 2022 Sep 22;2022:1–7.
 18. Eid R, Tribst JPM, Juloski J, Özcan M, Salameh Z. Effect of material types on the fracture resistance of maxillary central incisors restored with CAD/CAM post and cores. *Int J Comput Dent*. 2021 Feb;24(1):41–51.
 19. Iemsaengchairat R, Aksornmuang J. Fracture resistance of thin wall endodontically treated teeth without ferrules restored with various techniques. *J Esthet Restor Dent [Internet]*. 2022 Jun 28 [cited 2022 Nov 8];34(4):670–9. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jerd.12859>