

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA
CURSO DE ODONTOLOGIA

Amanda Coelho Brüggemann

**O USO DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO EM DENTES ANTERIORES AINDA É A
MELHOR OPÇÃO RESTAURADORA? REVISÃO DA LITERATURA**

Florianópolis

2023

Amanda Coelho Brüggemann

**O USO DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO EM DENTES ANTERIORES AINDA É A
MELHOR OPÇÃO RESTAURADORA? REVISÃO DA LITERATURA**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Odontologia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Cirurgiã-Dentista.

Orientadora: Profa. Dra. Sheila Cristina Stolf Cupani
Coorientadora: Profa. Me. Roberta Pinto Pereira

Florianópolis

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pela autora, através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Brüggemann, Amanda Coelho

O uso de pinos de fibra de vidro em dentes anteriores ainda é a melhor opção restauradora? Revisão da literatura / Amanda Coelho Brüggemann ; orientadora, Sheila Cristina Stolf, coorientadora, Roberta Pinto Pereira, 2023.

62 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde, Graduação em Odontologia, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Odontologia. 2. Dentes incisivos. 3. Pinos dentários. 4. Materiais restauradores do canal radicular. 5. Dente tratado endodonticamente. I. Stolf, Sheila Cristina. II. Pereira, Roberta Pinto. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Odontologia. IV. Título.

Amanda Coelho Brüggemann

**O USO DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO EM DENTES ANTERIORES AINDA É A
MELHOR OPÇÃO RESTAURADORA? REVISÃO DA LITERATURA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de
“Cirurgiã-Dentista” e aprovado em sua forma final pelo Curso de Odontologia

Florianópolis, 16 de Maio de 2023.

Profa. Dra. Glaucia Santos Zimmermann
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Sheila Cristina Stolf Cupani
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Profa. Dra. Renata Gondo Machado
Avaliadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Profa. Dra. Elisa Oderich
Avaliadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico este trabalho a minha família,
que tanto me ajudaram nessa conquista!

AGRADECIMENTOS

À *Deus* por me conceder o dom da vida e ter me proporcionado muitas bênçãos que me fizeram estar onde estou hoje. Obrigada por Tua bondade e amor.

Aos *meus pais Jaime e Mirian*, por sempre serem meu porto seguro nos momentos difíceis e não medirem esforços para ajudar na minha caminhada de vida. Ao *meu pai*, que sempre incentivou meus estudos, mesmo que as vezes um pouco rígido, mas que me fez, com seu exemplo, aprender sobre disciplina e sem dúvidas alcançar meu tão sonhado diploma. Obrigada *pai*, por proporcionar momentos de descontrações em viagens em família que recarregavam nossas energias e criavam boas memórias que levarei pra sempre comigo. À *minha mãe*, por sempre estar disposta a me ouvir e amparar quando mais precisei. Obrigada *mãe* por todo o carinho e cuidado, desde fazendo marmitas para almoçar na universidade como preparando meu café da manhã para que eu não tivesse que acordar tão cedo, tudo isso com certeza deixou meu dia a dia menos cansativo. Vocês são meus exemplos, sou muito grata por ser sua filha, amo vocês!

Ao *meu irmão Leonardo*, por todos os momentos divertidos que compartilhamos na nossa infância, seja incomodando, como irmã mais nova que sou, ou jogando videogame juntos, são memórias muito gostosas que guardo com imenso carinho. Obrigada *Léo* por também ser exemplo de disciplina e determinação que me deram forças para seguir com minhas escolhas. A minha *cunhada Bruna*, por ter trazido para a família sua alegria e bondade. Obrigada *Bruna*, por me inspirar de que nós mulheres podemos ser o que quisérmos. Ao *meu sobrinho, Bernardo*, que ainda está na barriga mas já traz muita luz e felicidade para nossa família, mal posso esperar para conhecer você. *Léo, Bruna e Bernardo*, amo vocês!

Ao *meu amor Guilherme*, acho que você nunca vai ter ideia do quanto somou na minha vida, sou muito abençoada por te ter ao meu lado. Você, com seu jeito divertido, sempre me faz sorrir naqueles dias mais difíceis e traz leveza para enfrentar os desafios. Obrigada por ter um coração tão grande e bondoso e por compartilhar sua caminhada comigo, te amo! Obrigada também a sua família por me acolher tão bem.

Ao meu querido ‘‘cãoopaneiro’’ *Billy*, que trouxe muita alegria nos 14 anos que viveu ao nosso lado. Obrigada pelos ‘‘lambeijos’’, pela festa que fazia quando chegava em casa, pela companhia nos finais de semana de estudo dormindo em meio aos livros, pelas brincadeiras e risadas que nos proporcionou. Você nos ensinou sobre o amor puro de um cachorrinho e estará para sempre em nossos corações!

Aos *meus avós Irineu e Elza* por tantas memórias afetivas e carinho que me deram. Sinto muita saudade de vocês. Obrigada pelas brincadeiras, principalmente aquelas no verão na casa de praia, e pelas deliciosas batatas frita da ‘‘vó Elza’’. Amo vocês!

Aos *meus colegas de graduação*, pelos conhecimentos compartilhados e pelos momentos de descontração. Especialmente para minhas amigas que estão comigo desde o início dessa jornada acadêmica, *Amanda Nascimento* e *Bruna Bernardino*. Obrigada *minha dupla Amanda*, pelos nossas conversas “filosóficas” sobre a vida e pela parceria no dia a dia de atendimentos na universidade. Obrigada *minha amiga Bruna*, pelo seu jeito bem-humorado trazendo boas risadas e leveza nessa trajetória. Tenho certeza que serão excelentes profissionais pela dedicação e carinho que colocam em tudo que fazem.

A *minha orientadora Sheila Stolf*, obrigada por ter aceitado o convite e podermos ter desenvolvido um trabalho muito instigante e cheio de aprendizados. Obrigada por toda a atenção, gentileza e conhecimentos compartilhados. Você é uma professora incrível!

A *minha co-orientadora Roberta Pereira*, obrigada por seu jeito doce e gentil em ensinar. Seu carisma encanta todos que a cercam. Obrigada por ter aceito o convite, fiquei muito feliz em desenvolver esse trabalho com você! Você me inspira!

Ao *professor Sylvio Monteiro*, por me ensinar além da Odontologia através de seus conselhos e ajuda nos momentos de insegurança. Obrigada por ser esse professor humanizado e por toda a sua dedicação em nos ensinar, é perceptível o amor que você tem pelo que faz. Foi uma honra ser sua aluna!

A *professora Renata Gondo*, por ser uma pessoa iluminada e que traz leveza por onde passa. Obrigada pelo conhecimento compartilhado e por ser um exemplo de pessoa ética e gentil.

A *professora Elisa Oderich*, por não medir esforços para ensinar de forma tão carinhosa. Foi por causa de você que eu confirmei minha afinidade pela prótese, jamais esquecerei. Obrigada por tudo!

Ao *professor Luis André Mezzomo*, *professora Cleonice Teixeira* e *professor Nelson Makowiecky*, obrigada por exercerem a sua profissão com maestria. Aprendi muito com vocês! Agradeço também aos pós-graduandos *Matheus Pompeo* e *Rangel Lidani* por toda ajuda e paciência!

Aos *servidores Batista* e *Luiz*, pelas conversas, risadas e prontidão em nos ajudar!

A oportunidade de estudar na *Universidade Federal de Santa Catarina*, ao seu ensino público e de qualidade que me proporcionou crescimento intelectual e pessoal, eterna gratidão!

Por fim, aos *meus pacientes*, por sua paciência e confiança no meu trabalho, além de terem sido essenciais para minha formação. Foi um prazer atendê-los!

“Todo saber é vão, exceto quando há trabalho. E todo trabalho é vazio, exceto quando há amor.

E quando trabalhais com amor, vós vos unis a vós próprios, e uns aos outros, e a Deus.”

Khalil Gibran

RESUMO

Com os avanços acerca da adesão e do conceito de mínima intervenção na Odontologia, tornou-se uma possibilidade restaurar dentes anteriores severamente destruídos sem a utilização de pinos de fibra de vidro. O objetivo deste trabalho foi apresentar uma revisão narrativa da literatura sobre o uso de pinos de fibra de vidro em dentes anteriores, indicações, vantagens e desvantagens e atuais perspectivas para a não utilização de pinos. Por meio de estratégia de busca nas plataformas online LILACS e PubMed, foram selecionados artigos em língua portuguesa e inglesa, com as palavras-chave: "Fiber Glass Reinforced Pin", "Fiber Glass Reinforced Pins", "Fiber Glass Reinforced Post", "Fiber Glass Reinforced Posts", "Fiber Glass Post", "Fiber Glass Posts", "Dental Pin", "Dental Pins", "Incisor" e "No Post". Foram utilizados como critérios de inclusão artigos publicados no período de 2012 a 2023 e como critérios de exclusão foram descartados os relatos de caso, editoriais, cartas, teses, artigos de opinião ou reflexão, projetos de pesquisa, comentários, ensaios, duplicatas e resumos em anais. A partir da estratégia de busca, 221 artigos foram encontrados, sendo 48 artigos selecionados para leitura e, destes, 34 artigos foram usados para elaboração da revisão de literatura. Ainda, desses 34 artigos, 7 artigos abordaram a possibilidade de não utilização de retentores intrarradiculares. Dessa forma, concluiu-se que os pinos de fibra de vidro apresentam vantagens que justificam seu uso, tais como: módulo de elasticidade próxima da dentina, baixo custo e menor tempo clínico, estética e boa adesão à dentina. Entretanto, a remoção de estrutura dental pode aumentar o risco de falhas catastróficas. A indicação de técnicas restauradoras sem a utilização de pinos ainda é precoce, apesar de se apresentar como uma restauração conservadora, já que não é necessário preparo radicular, e possuir menos interfaces, por se comportar como bloco único, o que pode tornar as falhas mais perceptíveis com resultados promissores.

Palavras-Chave: dentes incisivos; dente tratado endodonticamente; pinos dentários; materiais restauradores do canal radicular; técnica para retentor intrarradicular.

ABSTRACT

With the advances regarding the adhesion and concept of minimal intervention in dentistry, the possibility of restoring anterior teeth severely destroyed without the usage of fiberglass pins has become reality. The objective of the study is presenting a narrative literature review about the usage of fiberglass pins in anterior teeth, indications, advantages and disadvantages as well as current perspectives for the non-usage of pins. By means of search strategies at LILACS and PubMed online platforms, articles in portuguese and english language were selected, with the keywords: "FiberGlass Reinforced Pin", "Fiber Glass Reinforced Pins", "Fiber Glass Reinforced Post", "Fiber Glass Reinforced Posts", "Fiber Glass Post", "Fiber Glass Posts", "Dental Pin", "Dental Pins", "Incisor" and "No Post". Articles published between the periods of 2012 and 2023 were included, however, case reports, editorials, letters, theses, opinion or reflexion articles, research projects, comments, clinical trials, doubles and abstracts in annals were excluded from this study. From the search strategy, 221 articles were found, 48 of those being selected for reading and, of these, 34 articles were used in the elaboration of this literature review. Still, of these 34, 7 articles addressed about the possibility of non-usage of intraradicular retainers. That said, it was concluded that fiberglass pins present advantages that justify its usage, such as: elasticity module next to the dentin, low cost and less clinical time, aesthetics and good adhesion to the dentin. Nonetheless, the removal of the dental structure might raise the risk of catastrophic failures. The indication of restorative techniques without the usage of pins is still premature, even though it presents itself as a conservative restoration, since no radicular preparation is necessary, having fewer interfaces for behaving as a monoblock, which can make more perceptible failures with more promising results.

Keywords: incisor teeth; endodontically treated tooth; dental pin; root canal restorative materials; technique for intraradicular retainer.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Vantagens e desvantagens, indicações e contraindicações do uso de pino de fibra de vidro em dentes anteriores.....	47
Tabela 2 – Resumo dos artigos de revisão que abordam a não utilização de retentores intrarradiculares	49
Tabela 3 - Resumo dos artigos que abordam a não utilização de retentores intrarradiculares em dentes anteriores	50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Co-Cr - Cobalto-Cromo

Cu-Al - Cobre-Alumínio

LILACS - Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde

Mm - Milímetro

Min - Minutos

N - Newtons

Ni-Cr - Níquel-Cromo

P - Probabilidade de erro

PubMed - Serviço da United State National Library of Medicine (NLM)

3D - Tridimensional

LISTA DE SÍMBOLOS

() Parênteses

“ ” Aspas

% Porcentagem

< Menor que

> Maior que

[] Colchete

/ Barra

= Igual a

° Grau

σ_{\max} Estresse Máximo

Cerquilha

± Aproximado

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVOS	16
2.1	OBJETIVO GERAL	16
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3	METODOLOGIA	17
4	REVISÃO DE LITERATURA	18
4.1	BREVE HISTÓRICO DOS RETENTORES INTRARRADICULARES	18
4.2	REMANESCENTE DENTAL	19
4.2.2	Férula	19
4.2.3	Dentina Intrarradicular	24
4.3	PINOS DE FIBRA DE VIDRO	29
4.3.1	Tipos de Pinos de Fibra de Vidro	29
4.3.1.1	<i>Configuração</i>	29
4.3.1.2	<i>Comprimento</i>	32
4.4	PINO DE FIBRA DE VIDRO X DIFERENTES RETENTORES INTRARRADICULARES	36
4.5	AVANÇOS RECENTES	40
5	RESULTADOS	46
6	DISCUSSÃO	51
7	CONCLUSÕES	57
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
	ANEXO A – ATA DE DEFESA	62

1 INTRODUÇÃO

A restauração de dentes severamente destruídos é um desafio para o Cirurgião-Dentista, visto que o dente sofre modificações ao longo do tratamento endodôntico, com a remoção da cárie ou pela presença de falhas na estrutura dental (LAZARI *et al.*, 2013). Em dentes anteriores, as forças que incidem são oblíquas, horizontais e/ou de cisalhamento, o que pode aumentar a complexidade da restauração. Ao contrário dos dentes posteriores, em que apenas a força vertical é incidente (QUAGLIATTO; MOURA; CONCEIÇÃO, 2018). Tradicionalmente, os dentes anteriores submetidos ao tratamento de canal e com grande perda de estrutura dental são restaurados com o auxílio de retentores intrarradiculares, a fim de proporcionar retenção ao material restaurador (QUAGLIATTO; MOURA; CONCEIÇÃO, 2018).

Os retentores intrarradiculares são utilizados quando a estrutura dental remanescente não é suficiente para reter a restauração e para providenciar melhor distribuição das cargas funcionais na raiz. Uma grande variedade de retentores está disponível no mercado, tais como o núcleo metálico fundido e, atualmente, dentre os mais utilizados, o pino de fibra de vidro (SILVA *et al.*, 2010). Também podem ser classificados quanto ao módulo de elasticidade e a técnica de uso clínico em semidiretos, diretos ou indiretos. Já quanto ao modo de confecção podem ser denominados de pinos anatômicos ou pré-fabricados e estão disponibilizados com formatos e composições diferentes (QUAGLIATTO; MOURA; CONCEIÇÃO, 2018).

Entretanto, devido a ocorrência de muitas falhas catastróficas e a uma prática odontológica adesiva cada vez mais inovadora, novos estudos têm demonstrado que é possível restaurar dentes anteriores com comprometimento da estrutura dental sem a utilização de pinos de fibra de vidro (DE CARVALHO, 2018). De Carvalho *et al.* (2018) afirmaram que as técnicas restauradoras sem a utilização de pinos de fibra de vidro têm ganhado popularidade por serem menos invasivas e por apresentarem etapas clínicas mais simplificadas. O conceito de mínima intervenção na Odontologia afim de preservar e conservar a estrutura dental sadia tem grande papel nessa nova abordagem, além das tecnologias adesivas, as quais proporcionam maiores possibilidades quanto a escolha do tipo de restauração a ser utilizada (DE CARVALHO, 2018). Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi apresentar uma revisão narrativa da literatura sobre o uso de pinos de fibra de vidro em dentes anteriores, verificando suas indicações, vantagens e desvantagens e as atuais perspectivas para a não utilização de pinos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar uma revisão narrativa da literatura sobre o uso de pinos de fibra de vidro em dentes anteriores.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar as indicações e as contraindicações dos pinos de fibra de vidro em dentes anteriores;
- Indicar as vantagens e as desvantagens quanto a utilização dos pinos de fibra de vidro em dentes anteriores;
- Apresentar as indicações e as contraindicações quanto a não utilização de pinos de fibra de vidro em dentes anteriores;
- Indicar as vantagens e as desvantagens quanto a não utilização dos pinos de fibra de vidro em dentes anteriores.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho trata-se de uma revisão narrativa da literatura, a fim de evidenciar cientificamente a utilização dos pinos de fibra de vidro em dentes anteriores. A coleta de dados foi realizada nas bases de dados *online* Pubmed (MedLine) e LILACS (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde), além da busca manual. Visando uma busca eficiente e bem planejada foram utilizadas como palavras-chave: "Fiber Glass Reinforced Pin", "Fiber Glass Reinforced Pins", "Fiber Glass Reinforced Post", "Fiber Glass Reinforced Posts", "Fiber Glass Post", "Fiber Glass Posts", "Dental Pin", "Dental Pins", "Incisor" e "No Post". A pesquisa foi limitada aos artigos publicados em língua inglesa e portuguesa, e foi compreendida no intervalo de publicação dos anos 2012 a 2023. Dentre os resultados do levantamento bibliográfico, foram selecionados os artigos e capítulos de livros que continham informações de interesse para o tema. Relatos de caso, editoriais, cartas, teses, artigos de opinião ou reflexão, projetos de pesquisa, comentários, ensaios, duplicatas e resumos em anais não foram considerados. Trinta e quatro artigos foram selecionados, lidos na íntegra e as informações foram condensadas em subtítulos, de modo a sistematizar a pesquisa e facilitar o entendimento.

4 REVISÃO DE LITERATURA

A perda de estrutura dentária devido a presença de lesões cariosas, traumatismos, procedimentos restauradores, associada ao desgaste adicional devido o tratamento endodôntico, pode resultar em perda de suporte dental. O tipo de restauração a ser confeccionada dependerá do grau de destruição da coroa, do dente envolvido, do suporte ósseo, do tipo de prótese e dos tipos de forças às quais os dentes serão submetidos. Para os dentes anteriores, o nível de complexidade do caso pode aumentar, uma vez que as forças que incidem são oblíquas, horizontais e/ou de cisalhamento, ao contrário dos dentes posteriores, em que apenas a força vertical é incidente (QUAGLIATTO; MOURA; CONCEIÇÃO, 2018). Dessa forma, se faz necessário conhecer os sistemas disponíveis e compreender o seu desempenho nas diversas situações clínicas.

4.1 BREVE HISTÓRICO DOS RETENTORES INTRARRADICULARES

Os núcleos metálicos fundidos foram, por muitas décadas, a principal escolha como retentor intrarradicular (PASQUALIN *et al.*, 2012). Contudo, a sua utilização tem sido substituída, uma vez que apresentam alto módulo de elasticidade, o que pode ocasionar alta incidência de falhas catastróficas (QUAGLIATTO; MOURA; CONCEIÇÃO, 2018), além de prejudicar a estética, visto que podem oxidar e transferir a cor metálica para o remanescente dental e para o tecido gengival (PASQUALIN *et al.*, 2012).

Com o intuito de solucionar os problemas do núcleo metálico fundido, os pinos pré-fabricados foram introduzidos no mercado. Podem ser confeccionados em metal, fibra de vidro, fibra de carbono e de zircônia, e ainda, estão disponíveis em várias formas e comprimentos (HALLAK *et al.*, 2022). Destacam-se pela economia de tempo e dinheiro, visto que não é necessária a etapa laboratorial para confecção do pino, diferentemente do núcleo metálico (KAUR, SHARMA E SINGH, 2012).

4.2 REMANESCENTE DENTAL

4.2.1 Férula

A férula consiste em um remanescente dental coronário de paredes paralelas (FONTANA *et al.*, 2019; QUAGLIATTO; MOURA; CONCEIÇÃO, 2018). O ‘efeito férula’ contribuiu para melhora no comportamento mecânico de dentes tratados endodonticamente (MAGNE *et al.*, 2017). Quanto maior a férula, mais homogênea será a distribuição de tensões na estrutura dentária e na interface adesiva entre o pino e a raiz, logo, menor a probabilidade de falhas (QUAGLIATTO; MOURA; CONCEIÇÃO, 2018).

Veríssimo *et al.* (2014) por meio de um estudo *in vitro* e de análise de elemento finito 3D, investigaram o efeito do tipo de retentor intrarradicular, da coroa e da quantidade de dentina coronal presente no comportamento biomecânico de dentes com tratamento de canal. Os pesquisadores utilizaram modelos tridimensionais criados a partir de um incisivo central superior humano hígido, por meio de um *software* de *design* (Rhinoceros 3D 4.0; McNeel North America, EUA). Um modelo hígido e 12 modelos restaurados foram gerados de acordo com técnicas restauradoras e pela quantidade de dentina coronal, tais como: modelos sem dentina coronal presente (WR); modelos com 1 mm de dentina coronal (R1); modelos com 2 mm de dentina coronal (R2); modelos restaurados com pino de fibra de vidro e núcleo de preenchimento de resina composta (G) ou restaurados com núcleo metálico fundido (Cp); modelos com coroa de metal (Mc) ou coroa de cerâmica reforçada por alumina (Cc). Na etapa *in vitro*, foram selecionados 120 incisivos bovinos, os quais foram divididos em 3 grupos (n=40): WR; R1 e R2. Cada grupo foi subdividido em 2 subgrupos de acordo com o tipo de retentor intrarradicular (n=20): WRG; WRCp; R1G; R1Cp; R2G; R2Cp. Por fim, os subgrupos foram divididos novamente em outros 2 subgrupos (n=10): WRGMc; WRGCc; WRCpMc; WRCpCc; R1GMc; R1GCc; R1CpMc; R1Cp Cc; R2GMc; R2GCc; R2CpMc; R2GCpCc. O pino de fibra de vidro utilizado foi o WhitePost DC no.3 (FGM, Brasil), o núcleo metálico fundido foi confeccionado com uma liga de Ni-Cr (FIT CAST-SB Plus; Talmax, Brasil) e o núcleo de preenchimento de resina composta foi confeccionado com Filtek Z350 (3M ESPE, EUA). A cimentação dos dois sistemas de retentores intrarradiculares foi feita com cimento resinoso auto-adesivo (RelyX Unicem; 3M ESPE, EUA). A coroa de metal foi confeccionada com uma liga de Ni-Cr (FIT CAST-SB Plus; Talmax, Brasil) e a coroa cerâmica reforçada por alumina foi a Vitro-Ceram Alumina (Angelus, Brasil). Cinco espécimes de cada subgrupo da etapa *in vitro* foram selecionados para o teste com o medidor de estresse (PA-06-040AB-

120LEN; Excel Sensores, Brasil) e a máquina de teste (DL2000; EMIC, Brasil) foi usada para avaliar a resistência a fratura. Na análise de elemento finito 3D, foi observada a distribuição do estresse no elemento dental. Uma distribuição homogênea de estresse na raiz dos dentes que foram restaurados com Cc e G foi observada. Já, os modelos restaurados com Cp apresentaram estresse concentrado no canal da raiz e na interface retentor intrarradiculardentina, com um alto valor no modelo CcCpWR. Os dentes restaurados com núcleo metálico fundido também exibiram alta concentração de estresse no canal radicular, o que diminuiu com o aumento da altura de dentina coronária remanescente. Ao considerar a dentina coronal remanescente, maior valor de estresse foi observada nos grupos WR, exceto nos grupos Cc/G, nos quais os valores foram estatisticamente similares, independente da quantidade de remanescente coronal. Nos grupos WR, dentes restaurados com retentores intrarradiculares Mc e G apresentaram um maior valor de estresse em relação aos retentores intrarradiculares Cc/G. Os menores valores de resistência à falha foram observados no grupo WR. Os maiores valores de resistência à falha foram observados no grupo R2, embora estes valores foram estatisticamente similares aos do grupo R1. A resistência à fratura dos grupos G foram maiores quando associados com Mc, porém, na ausência de dentina coronal remanescente, os valores foram estatisticamente similares aos do grupo restaurado com Cc. A falha na coroa e no núcleo de preenchimento de resina composta foi dominante (80%) nos grupos com Cc. O grupo Cp associado com o grupo Mc mostrou baixa incidência de falhas do núcleo. No grupo R2, as falhas no retentor intrarradicular/núcleo de preenchimento de resina composta e do terço cervical predominaram. A presença de dentina coronal é um fator importante que pode influenciar de forma positiva na carga, na distribuição do estresse, na resistência à falha e no modo de falha. A presença de 2 mm de férula melhorou o comportamento biomecânico dos espécimes. Os pinos de fibra de vidro em associação com núcleos de preenchimento de resina composta demonstraram uma distribuição homogênea de estresse na dentina radicular. Na ausência de férula, o uso do pino de fibra de vidro associado a coroa cerâmica reforçada por alumina teve o melhor comportamento biomecânico.

Verri *et al.* (2017) avaliaram diferentes tipos de materiais de confecção para retentores intrarradiculares utilizados na restauração de dentes sem a presença da férula. Utilizando os *softwares* InVesalius (Renato Archer Research Center, Brasil) e Rhinoceros 3D 4.0 (NURBS Modeling Windows, EUA) foram criados 5 modelos 3D de incisivos centrais superiores: Modelo A - restaurado com pino de fibra de vidro (Reforpost; Angelus, Brasil) reforçado com resina composta; Modelo B - restaurado com núcleo metálico fundido de liga de ouro; Modelo C - restaurado com núcleo metálico fundido de liga de prata-paládio; Modelo D - restaurado

com núcleo metálico fundido de liga de cobre-alumínio e Modelo E - restaurado com núcleo metálico fundido de liga de níquel-cromo. Todos os modelos foram construídos com coroa não-metálica com *coping* de zircônia e cobertas por cerâmica feldspática. Uma carga oblíqua foi aplicada na superfície palatal em um ângulo de 45° em relação ao longo eixo do dente. O Modelo A apresentou a melhor distribuição de estresse no retentor intrarradicular, seguido do Modelo B, C, D e E. Quando a força oblíqua foi aplicada, o Modelo A apresentou o maior valor de estresse, seguido do Modelo E. Observou-se que o uso do pino de fibra de vidro em dentes sem férula resultou em menor distribuição de estresse ao longo do pino, porém desencadeou um acúmulo de estresse na região coronal, o que pode prejudicar a longevidade da restauração. Ainda, os núcleos metálicos fundidos de liga de ouro, prata-paládio e cobre-alumínio foram recomendados a fim de evitar possíveis falhas radiculares.

O estudo *in vitro* de Lazari *et al.* (2018) teve como intuito avaliar a utilização de coroas cerâmicas vítreas cimentadas em diferentes núcleos de preenchimento de resina composta utilizando 2 tipos de pinos, em dentes tratados endodônticamente e sem férula. Foram utilizados 60 incisivos inferiores bovinos. As coroas dos espécimes foram removidas e, subsequentemente, divididos em 4 grupos (n=15): NfPfB; NfPfP e NfPtB (onde NfPfB = sem férula [Nf] com pino de fibra de vidro [Pf] e núcleo de preenchimento com resina composta *bulk-fill* [B]; NfPfP = sem férula [Nf] com pino de fibra de vidro [Pf] e núcleo de preenchimento de polimerização dual [P]; NfPt = sem férula [Nf] com pino de titânio [Pt] e núcleo de preenchimento de resina composta; e NfPtB = sem férula [Nf] com pino de titânio [Pt] e núcleo de preenchimento com resina composta *bulk-fill* [B]). Dois grupos adicionais de um estudo anterior feito pelos mesmos autores, bem como os dados obtidos foram incluídos no estudo atual para comparação: (FPf = 2 mm de férula [F], pino de fibra de vidro [Pf] e núcleo de preenchimento de resina composta; e NfPf = sem férula [Nf] com pino de fibra de vidro [Pf] e núcleo de preenchimento de resina composta). Para tal, o pino de fibra de vidro utilizado foi ParaPost Fiber Lux (Coltène Whaledent, Suíça) e o pino de titânio ParaPostHX, número 6, 1.5-mm de diâmetro (Coltène Whaledent, Suíça); cimento resinoso auto-adesivo RelyX Unicem 2 Automix (3M ESPE, EUA); resina composta Miris 2 (Coltène Whaledent, Suíça) e resina *bulk-fill* Tetric EvoCeram Bulk Fill (Ivoclar-Vivadent, Alemanha). No teste de resistência à fadiga, as forças mastigatórias foram simuladas utilizando uma máquina eletrodinâmica (Acumen III; MTS Systems, EUA). Após o teste, todos os espécimes foram avaliados por transiluminação (Microlux; AdDent Inc., EUA) e microscópio óptico (Leica MZ 125; Leica Microsystems GmbH, Alemanha) em um aumento de 10 vezes. Como resultados, os autores observaram que a falha completa dos espécimes foi precedida por uma falha inicial entre a base da restauração

do núcleo de preenchimento/conjunto da coroa e raiz. Esse fenômeno de falha inicial foi detectado em 14% dos espécimes no grupo FPF; 81% no grupo NfPf; 86% no grupo NfPfB; 87% no grupo NfPfP; 93% no grupo NfPt e 100% no grupo NfPtB. Na resistência à fadiga, o grupo com férula mostrou uma maior taxa de sobrevivência. Entre os grupos sem férula, o grupo NfPfB apresentou melhor taxa de sobrevivência em relação aos grupos NfPt e NfPtB. A resistência à fadiga dos pinos de fibra de vidro associados a núcleos de preenchimento de resina composta *bulk-fill* foi significativamente maior do que nos grupos com pinos de titânio. Na análise do modo de falha 100% dos espécimes apresentaram falha catastrófica. A presença dos pinos afetou negativamente o modo de falha. Portanto, o uso de pinos não é suficiente para compensar a falta de férula na estrutura dental.

Fontana *et al.* (2019), em um estudo *in vitro*, buscaram avaliar a influência da espessura da férula na resistência à fratura de dentes restaurados com diferentes retentores intrarradiculares. Foram utilizados 120 incisivos bovinos, divididos em 6 grupos (n=20) baseados no tipo de retentor (pino de fibra de vidro [GFP] ou núcleo metálico fundido [CPC]) e nas características da férula: Grupo GFP-0 (pino de fibra de vidro e sem férula); Grupo GFP-0.5 (pino de fibra de vidro, férula com altura de 2 mm e espessura de 0.5 mm); Grupo GFP-1 (pino de fibra de vidro, férula com altura de 2 mm e espessura de 1 mm); Grupo CPC-0 (núcleo metálico fundido e sem férula); Grupo CPC-0.5 (núcleo metálico fundido, férula com altura de 2 mm e espessura de 0.5 mm) e Grupo CPC-1 (núcleo metálico fundido, férula com altura de 2 mm e espessura de 1 mm). O pino de fibra de vidro utilizado foi o Whitepost DC No. 2 (FGM, Brasil) e para cimentação foi utilizado o cimento resinoso dual Allcem (FGM, Brasil). Os núcleos de preenchimento de resina composta foram confeccionados com Opallis (FGM, Brasil). Por fim, todos os grupos receberam uma coroa de liga metálica de Ni-Cr (Wirona light; Bego, Alemanha). Os espécimes foram submetidos a um ciclo mecânico em uma máquina (Erios ER 3000, Brasil) e após, os espécimes que não sofreram falha, foram para o teste de carga de falha em uma máquina universal de testes (DL 2000; EMIC, Brasil). Todos os espécimes foram analisados com um estereomicroscópio no aumento de 103 vezes (Stereomicroscope Discovery V20; Carl Zeiss, Alemanha). No teste de ciclo mecânico, 96,7% dos espécimes não foram afetados. No grupo GFP-0 ocorreram 2 falhas: uma favorável (apresentando uma fenda na face vestibular e descolamento da coroa na região lingual) e outra desfavorável (com fenda nas faces proximais e linguais, além do descolamento da coroa na face lingual). O grupo GFP-0.5, também sofreu falha desfavorável, com fendas nas faces proximais e descolamento da coroa na região lingual. No grupo CPC-0.5 ocorreu apenas falha adesiva na região lingual. Em relação à carga de falha, observou-se diferença significativa entre os grupos CPC-0 e CPC-1 ($p=0.001$),

já os outros grupos não apresentaram diferenças significativas. Sobre a falha que ocorreu nos espécimes, 58,6% das falhas foram desfavoráveis enquanto 41,6% foram favoráveis. Quando foi utilizado o pino de fibra de vidro, o grupo GFP-1 mostrou as falhas mais favoráveis (60%), enquanto entre os grupos que usaram núcleo metálico fundido, o grupo CPC-0 apresentou as falhas mais favoráveis (80%). Após o teste de carga de falha, constataram que a face que apresentou mais fendas no terço radicular foi a face distal, seguida pela mesial. Ainda, o descolamento lingual da coroa ocorreu em 82% dos espécimes. Quando compararam os grupos os quais usaram o mesmo tipo de retentor, mas com diferentes espessuras de férula, observou-se que entre os grupos que utilizaram pino de fibra de vidro, apenas GFP-0.5 e GFP-1 mostraram uma diferença estatisticamente significativa ($p=0.01$). Já os grupos que utilizaram o núcleo metálico fundido, ocorreu uma diferença estatisticamente significativa entre CPC-0 e CPC-0.5 ($p=0.001$) e entre CPC-0 e CPC-1 ($p=0.001$). Por outro lado, quando foram comparados os grupos com diferentes tipos de retentor e com a mesma espessura de férula, os grupos com 0.5 mm de férula não apresentaram diferenças entre si, diferente dos outros grupos. Os autores concluíram que a resistência à fratura aumentou significativamente apenas quando a espessura da férula foi de 1 mm, em espécimes em que o núcleo metálico fundido foi utilizado. A indicação de núcleos metálicos fundidos, quando a férula está ausente, proporciona menor ocorrência de falhas desfavoráveis. Para os espécimes com 0.5 mm de espessura de férula, tanto para pinos de fibra de vidro quanto para núcleos metálicos fundidos a porcentagem foi similar para as falhas desfavoráveis. Já quando a férula apresentar 1 mm, o uso de pino de fibra de vidro parece ser a decisão clínica mais indicada.

Narayanan *et al.* (2019) analisaram, através de análise de elementos finitos 3D, o estresse gerado em dentes com férulas de diferentes alturas e configurações e, restaurados com 3 tipos de retentores intrarradiculares. Foram elaborados 15 modelos 3D de elemento finito de um incisivo central superior com retentor intrarradicular, núcleo de preenchimento em resina composta e coroa metalocerâmica. Posteriormente, adicionaram a esses elementos alturas e configurações de férula diferentes: 0 mm, 2 mm e 4 mm (uniformes); e 2 mm e 4 mm simulando falha oblíqua (não-uniformes). Por fim, os modelos foram divididos em 3 grupos ($n=5$) contendo 5 modelos em cada grupo correspondentes a altura e configuração diferente de férula: GFR - pino de fibra de vidro com núcleo de preenchimento de resina composta; Zr - pino de zircônia com núcleo de preenchimento de resina composta; NiCr - núcleo metálico fundido de níquel-cromo. O grupo Zr apresentou a maior resistência à fratura, porém, na ausência de férula, foi o grupo NiCr que apresentou a maior resistência. A variação na altura da férula não

demonstrou nenhum efeito sobre a resistência à fratura. Apenas quando a férula esteve ausente, os valores da resistência à fratura apresentaram-se mais baixos.

Para avaliar a distribuição do estresse em incisivos centrais superiores, restaurados com pinos de fibra de vidro, núcleos metálicos fundidos, pinos de titânio e pinos de zircônia Jafari *et al.* (2021) elaboraram modelos virtuais 3D dos dentes e das estruturas de suporte, assim como dos retentores intrarradiculares e coroas por meio do *software* CATIA V5R21 SP6 (Computer-Aided 3D Interactive Application, Dassault Systems, France). Todos os modelos foram confeccionados com diferentes alturas de férula (sem férula e férula de 2 mm). Uma força estática de 100 N foi aplicada no terço médio da face palatal do dente em um ângulo de 135° em relação ao longo eixo do dente. Em todos os espécimes os valores mais altos de estresse foram observados no terço médio. A distribuição do estresse foi melhor nos pinos de fibra de vidro do que nos pinos de zircônia e núcleos metálicos fundidos. Nos modelos restaurados com pino de zircônia, titânio e núcleo metálico fundido, houve acúmulo de estresse na região entre o terço médio e coronal. Enquanto nos modelos restaurados com pino de fibra de vidro, o estresse foi acumulado entre a coroa e a junção cimento-esmalte. Nos modelos sem férula, o acúmulo de estresse foi observado no terço coronal, especialmente nos pinos de fibra de vidro. O material do retentor e a altura da férula afetaram a concentração de estresse. Os pinos pré-fabricados (de titânio e de fibra de vidro) e o núcleo de preenchimento de resina composta apresentaram maior concentração de estresse na cervical dos dentes. O uso de pino de fibra de vidro em dentes sem a presença de férula desencadeou menor estresse ao longo do pino, mas um grande estresse foi gerado na região simulada.

4.2.2 Dentina intrarradicular

A quantidade e a qualidade da dentina intrarradicular tem um papel relevante no prognóstico de dentes tratados endodônticamente (LAZARI *et al.*, 2013; BORZANGY, SAKER E AL-ZORDK, 2018). Um tratamento de canal conservador é de suma importância para que tecido dental sadio não seja perdido desnecessariamente, uma vez que a dentina intrarradicular passa por mudanças nas fibras de colágeno ao longo do tempo, o que a deixa seca e a torna mais quebradiça (ABDULRAZZAK *et al.*, 2014), prejudicando a deformação plástica que promove resistência dental (BORZANGY, SAKER E AL-ZORDK, 2018).

Lazari *et al.* (2013), avaliaram, por meio da análise de elementos finitos 3D, o estresse na interface dentina-cimento-pino de fibra de vidro de incisivo central superior tratado endodônticamente, com variação no diâmetro do canal radicular e do pino. Para gerar os

modelos, 1 incisivo central superior humano foi utilizado. Após escaneamento do espécime (CT40; Scanco Medical, Suíça), foram obtidas 720 fatias, das quais 82 foram utilizadas para construir 6 modelos tridimensionais, com o *software* SolidWorks, 2007 (SolidWorks Corp., EUA). Os modelos feitos no computador eram de um dente com pino de fibra de vidro, núcleo de preenchimento de resina composta e restauração com coroa de cerâmica feldspática. Para avaliar a influência do diâmetro do canal (C) na distribuição do estresse na interface dentina-cimento-pino, o diâmetro do pino se manteve constante (P1= 1 mm). O valor de C variou (C1= 1 mm; C2= 2 mm e C3= 3 mm) e resultou em 3 grupos: C1P1, C2P1 e C3P1. Já quando o diâmetro do canal se manteve constante em 2 grupos (C3=3 mm) e diferente em outro (C2= 2mm), o valor de P variou (P1= 1 mm; P2= 2 mm e P3= 3 mm), para avaliar a influência do diâmetro do pino (P) na distribuição do estresse na interface dentina-cimento-pino e, resultou, em mais 3 grupos: C3P2, C3P3 e C2P2. Após a elaboração, os modelos foram transferidos para um *software* de elementos finitos em formato IGES (ANSYS Inc., EUA), onde uma carga de 180 N foi aplicada na superfície lingual dos modelos em uma angulação de 45° em relação ao longo eixo dos modelos. Quando a variação do diâmetro do canal e do diâmetro do pino foi constante, um aumento no estresse foi observado no pino (C1P1, C2P1 e C3P1). O maior valor de σ_{\max} ocorreu em C3P1, seguido de C2P1 e C1P1. Porém, o mesmo não ocorreu na interface de cimentação, pelo contrário, quanto menor foi a espessura da interface de cimentação (diâmetro do canal reduzido), maior o valor de σ_{\max} . Agora, quando ocorreu a variação diâmetro do pino e o diâmetro do canal foi constante, os resultados demonstraram uma diminuição do estresse com o aumento do diâmetro do pino. Quanto maior o diâmetro do pino, maior o estresse na camada de cimento. Por outro lado, quando o diâmetro do canal e do pino variaram simultaneamente (C1P1, C2P2 e C3P3), no grupo C1P1, com a maior quantidade de estrutura dental remanescente, ocorreu o pior comportamento mecânico entre os modelos, com concentração de estresse no pino de fibra de vidro e no cimento. A menor concentração de estresse foi observada no grupo intermediário C2P2. Ao contrário do que foi observado no pino de fibra de vidro e na camada de cimento, o estresse na dentina radicular remanescente permaneceu constante em todos os modelos, independente da quantidade de dentina ou do diâmetro dos pinos. Concluiu-se que quanto maior a diferença entre o diâmetro do pino de fibra de vidro e o diâmetro do canal, mais favorável a concentração de estresse na superfície do pino.

Bacchi *et al.* (2013) pesquisaram, *in vitro*, a influência do material de confecção e do diâmetro dos retentores intrarradiculares na resistência à fratura de dentes com pequena porção coronal. Os pesquisadores selecionaram 40 incisivos centrais superiores, divididos em 4 grupos (n=10): G1 - núcleo metálico fundido com 1,5 mm de diâmetro; G2 - núcleo metálico fundido

com 1,1 mm de diâmetro; G3 - pino de fibra de vidro com 1,5 mm de diâmetro e G4 – pino de fibra de vidro com 1,1 mm de diâmetro. Os núcleos metálicos fundidos foram confeccionados com liga metálica de Ni-Cr (Durabond, Brasil). O pino de fibra de vidro usado foi o Reforpost (Angelus, Brasil), já os pinos acessórios foram o Reforpin (Angelus, Brasil). O núcleo de preenchimento de resina composta foi feito com Z250 (3M ESPE, EUA) e a cimentação dos retentores intrarradiculares foi realizada com RelyX ARC (3M ESPE, EUA). Todos os espécimes receberam uma coroa metálica de Ni-Cr a qual foi cimentada com cimento de fosfato de zinco (SS-White Artigos Dentários Ltda., Brasil). O teste de resistência à fratura foi feito na máquina de testes Instron 1144 (Instron Corporation, EUA), onde uma carga foi aplicada em um ângulo de 135° com o longo eixo do dente. Após o teste, uma lupa binocular X4 (Bioart, Brasil) foi usada para avaliar os espécimes. Os grupos restaurados com núcleo metálico fundido apresentaram diferenças significativas em relação ao pino de fibra de vidro. A maior incidência de falhas nos núcleos metálicos fundidos foi encontrada no terço médio da raiz. Já para os pinos de fibra de vidro, a maior incidência ocorreu no terço cervical e médio. Apenas o núcleo metálico fundido apresentou falhas no terço apical da raiz. Quanto a relação entre o material do retentor intrarradicular e o diâmetro, nenhuma diferença significativa foi observada. Concluiu-se que os dentes restaurados com núcleo metálico fundido apresentaram maior resistência à fratura do que os dentes restaurados com pinos de fibra de vidro, porém os pinos de fibra de vidro ocasionaram falhas menos severas. O aumento na espessura do retentor intrarradicular não aumentou a resistência à fratura.

Borzangy, Saker, Al-Zordk (2018) avaliaram, *in vitro*, a resistência à fratura de dentes anteriores com canais alargados e restaurados com 3 tipos de retentores intrarradiculares: fibra de vidro, núcleo metálico fundido e pino/núcleo CAD/CAM fabricados com VITA Enamic. Foram selecionados 60 incisivos centrais superiores, dos quais 50 tiveram suas raízes alargadas com ponta diamantada #413 (KG Sorensen, Brasil) até atingir a espessura de dentina radicular de 1 mm. Os espécimes foram divididos em 6 grupos (n=10): Grupo C (controle) - sem raízes alargadas e restauradas com pino de fibra de vidro RelyX (3M ESPE, EUA); Grupo AP - com raiz alargada, restaurada com pino de fibra de vidro e reanatomizada com resina composta (Tetric N-Ceram, Ivoclar Vivadent, Alemanha); Grupo RC - com raiz alargada, restaurada com pino de fibra de vidro reanatomizado; Grupo CR - raízes alargadas, pino de fibra de vidro e reforço radicular com resina composta (Tetric N-Flow, Ivoclar Vivadent, Alemanha); Grupo CM - raízes alargadas e núcleo metálico fundido - Ni-Cr (Kera NH; Eisenbacher Dentalwaren, Alemanha) e Grupo CP - raízes alargadas e pino/núcleo CAD/CAM fabricados com VITA Enamic (Wilcos, Brasil). Os retentores intrarradiculares foram cimentados com RelyX Unicem

(3M ESPE, Alemanha), já os núcleos de preenchimento de resina composta, exceto para os grupos CM e CP foram confeccionados com Filtek Z350 (3M ESPE, Alemanha) e todos receberam coroa metálica de Ni-Cr cimentadas com o mesmo cimento resinoso. Uma máquina de testes padrão (Lloyd Instrument, Reino Unido) foi utilizada para aplicar uma carga estática em um ângulo de 135° em relação ao longo eixo do dente na face palatal, até que a falha ocorresse. O modo de falha foi classificado em reparável (descolamento do retentor e núcleo de preenchimento e/ou falha do terço cervical da raiz que poderia ser reparável com a confecção de nova restauração) e irreparável ou catastrófica (falha vertical, horizontal ou falha oblíqua abaixo do terço cervical da raiz que necessitaria da extração dental). O grupo C apresentou maior resistência à fratura, seguido do grupo CP. Enquanto o grupo RC mostrou valores mais baixos de resistência à fratura. O pino/núcleo CAD/CAM proporcionou uma boa resistência à fratura e pode ser usado em incisivos centrais superiores com canais alargados.

Oliveira *et al.* (2022) avaliaram, *in vitro*, a sobrevivência de dentes sem férula, com raízes fragilizadas e restauradas com pino de fibra de vidro fresado no CAD/CAM, núcleo metálico fundido e pino de fibra de vidro pré-fabricado. Foram selecionados 60 incisivos bovinos divididos em 3 grupos (n=20): Grupo 1 – núcleo metálico fundido de Cu-Al (Talmax, Brasil) ; Grupo 2 – pino de fibra de vidro pré-fabricado Exacto 2 (Angelus, Brasil) e núcleo de preenchimento de resina composta Filtek Z350 (3M ESPE, EUA) e Grupo 3 – pino de fibra de vidro e núcleo fresados no CAD/CAM (Fiber Cad Post & Core; Angelus, Brasil). Os grupos foram divididos em 2 subgrupos cada (n=10): Subgrupo A – raízes não-fragilizadas e Subgrupo B – raízes fragilizadas. O protocolo de enfraquecimento das raízes foi realizado com ponta diamantada #4137 (KG Sorensen, Brasil), até a espessura de dentina de 0.5 mm. Os núcleos metálicos e os pinos de fibra de vidro pré-fabricados e fresados foram cimentados com RelyX U200 (3M ESPE, EUA) e a coroa foi confeccionada com liga metálica Ni-Cr e cimentada com RelyX U200. O teste de fadiga foi realizado com a máquina Instron ElectroPlus E3000 (Instron Co., EUA) e as superfícies foram analisadas com o auxílio de um estereomicroscópio Discovery V20 (Zeiss, Alemanha). Nas raízes não-enfraquecidas, o pino de fibra de vidro fresado apresentou performance similar ao do pino de fibra de vidro pré-fabricado, entretando, os dois apresentaram menor desempenho em relação ao núcleo metálico fundido. Já nas raízes enfraquecidas, o tipo de retentor não influenciou na resistência a fadiga, já que um alto número de falhas catastróficas foi observado independente do tipo de retentor selecionado. Nas raízes não-enfraquecidas, a falha catastrófica foi observada somente no núcleo metálico e, os pinos de fibra pré-fabricados e fresados, apresentaram 100% de falhas favoráveis. Os núcleos metálicos fundidos apresentaram a melhor performance na resistência a fadiga quando as raízes não

estavam enfraquecidas, entretanto, as falhas foram sempre catastróficas. Nenhuma diferença significativa foi notada entre os retentores quando a raiz estava enfraquecida, mas a maioria das falhas foi catastrófica, o que indicou que a performance depende da condição dental e não sofre influência da escolha do tipo de retentor.

Maia *et al.* (2023), *in vitro*, compararam a resistência a fratura de dentes fragilizados e restaurados com pino de fibra de vidro fresado no CAD/CAM ou anatomizado. Foram selecionados 70 incisivos bovinos, as quais foram submetidos a um protocolo de enfraquecimento utilizando a ponta diamantada #3018 HL (KG Sorensen, Brasil) para enfraquecimento médio (MW), resultando em 1 mm de dentina remanescente e as pontas diamantadas #3018 HL seguida da #3053 (KG Sorensen, Brasil) para alto enfraquecimento (HW), resultando em 0.5 mm de dentina remanescente. Assim, os espécimes foram divididos em 7 grupos de acordo com o enfraquecimento e o modo de restauração (n=10): NW – dente não enfraquecido restaurado com pino de fibra de vidro Exacto 2 (Angelus, Brasil); MW-Bulk Fill – dente com enfraquecimento médio restaurado com pino de fibra de vidro anatomizado com resina Bulk Fill Filtek One (3M, Brasil); HW-Bulk Fill – dente com alto enfraquecimento restaurado com pino de fibra de vidro anatomizado com resina Bulk-Fill; MW-Z350 – dente com enfraquecimento médio restaurado com pino de fibra de vidro anatomizado com resina composta convencional Filtek Z350 (3M, Brasil); HW-Z350 – dente com alto enfraquecimento restaurado com pino de fibra de vidro anatomizado com resina composta convencional; MW-M – dente com enfraquecimento médio restaurado com pino de fibra de vidro fresado Fiber Cad Post & Core (Angelus, Brasil) e HW-M – dente com enfraquecimento alto restaurado com pino de fibra de vidro fresado. A cimentação dos pinos foi realizada com cimento resinoso U200 (3M ESPE, EUA) e as coroas confeccionadas com resina composta. Para o teste de resistência a fratura, a máquina de testes universal DL 2000 (EMIC, Brasil) foi usada. Os espécimes foram analisados com estereomicroscópio (Discovery V20; Zeiss, Alemanha) e as falhas foram classificadas como tipo I (fratura/descolamento da coroa e/ou pino), tipo II (fratura no terço cervical da raiz), tipo III (fratura acima do terço médio da raiz) e tipo IV (uma ou múltiplas fraturas verticais além do terço médio da raiz). Os tipos I e II foram consideradas falhas reparáveis e os tipos II e III falhas catastróficas. O grupo HW-M obteve o menor valor de resistência a fratura, já o maior valor foi observado no grupo HW-Bulk Fill. O grupo controle (NW) apresentou a maior incidência de falhas favoráveis, enquanto o grupo HW-Bulk Fill apresentou a maior incidência de falhas catastróficas. O pino de fibra de vidro fresado apresentou a menor resistência a fratura, entretanto, o modo de falha foi classificado como favorável. A quantidade de estrutura dental remanescente foi determinante para a sobrevivência

dos elementos dentais, já que os espécimes com enfraquecimento alto apresentaram alta incidência de falhas catastróficas.

4.3 PINOS DE FIBRA DE VIDRO

A conservação de estrutura dental e a escolha do material de restauração são cruciais para um prognóstico favorável de dentes tratados endodonticamente (SILVA *et al.*, 2010; VERÍSSIMO *et al.*, 2014). Dessa forma, os pinos de fibra de vidro ganharam impotância, devido ao módulo de elasticidade próximo ao da dentina, o que resulta em melhor distribuição de cargas oclusais ao longo da raiz (VALDIVIA *et al.*, 2012) e que difere dos retentores intrarradiculares metálicos e cerâmicos que são mais rígidos quando comparados à dentina (FERRO *et al.*, 2016). A melhor distribuição de estresse se deve ao fato de que os pinos de fibra de vidro apresentam fibras longitudinais unidas de forma uniforme por compósitos, as quais transferem menos estresse ao material restaurador (HALLAK *et al.*, 2022). Dessa forma, o Cirurgião Dentista a fim de promover a longevidade da restauração, deve considerar os fatores extrínsecos ao pino, tais como a presença da férula e a qualidade da dentina radicular, além dos fatores intrínsecos, como a configuração e o comprimento do pino (HALLAK *et al.*, 2022).

4.3.1 Tipos de pinos de fibra de vidro

4.3.1.1. Configuração

A escolha do pino deve levar em conta a configuração que preserve o máximo possível de estrutura dental (ZOGHEIB *et al.*, 2012)

A pesquisa *in vitro* de Pasqualin *et al.* (2012) avaliou a resistência à fratura de raízes restauradas com núcleos metálicos fundidos e pinos de fibra de vidro com diferentes tipos de configurações. Foram selecionados 50 incisivos centrais superiores. Apenas 10 incisivos receberam preparo coronário com ponta diamantada #3069 (KG-Sorensen, Brasil), constituindo o grupo controle (Grupo C) (n=10). Os demais tiveram suas coroas seccionadas transversalmente próximo ao limite cimento-esmalte, deixando 4 mm cervical e, foram divididos em 2 grupos de acordo com a configuração do retentor intrarradicular (n=20): Cy-grupo cilíndrico e Co-grupo cônico. Cada grupo foi subdividido em mais 2 subgrupos de

acordo com o material do retentor (n=10): CDC- núcleo metálico fundido fabricado com liga de cobre-alumínio (Goldent; AJE Goldent Ltda, Brasil) e GFD- pino de fibra de vidro FiberKleer (Pentron Clinical Technologies, EUA). Os pinos de fibra de vidro e os núcleos metálicos fundidos foram cimentados com Panavia F (Kuraray Co. Ltd, Japão). Os núcleos de preenchimento de resina composta foram feitos com Z100 (3M ESPE, EUA), já as coroas metálicas foram confeccionadas com liga de Co-Cr (Resilient Plus; Metalúrgica Riosulense SA, Brasil) e cimentadas com cimento de fosfato de zinco (SS White, Brasil). Os espécimes foram submetidos a um teste de compressão em uma máquina universal de testes (Instron 4444; Instron Corp, EUA). O grupo controle apresentou os maiores valores de resistência a fratura (867 ± 243 N), sendo similar ao grupo do pino de fibra de vidro cilíndrico (711 ± 245 N). Não houve diferença significativa entre os grupos de núcleo metálico fundido cônicos e cilíndricos e os pinos de fibra de vidro cônicos. Os pinos de fibra de vidro cilíndricos apresentaram um valor de resistência próximo ao do grupo controle, tornando uma alternativa viável ao núcleo metálico fundido cilíndrico e cônico.

Zogheib *et al.* (2012) compararam, *in vitro*, o efeito de 3 *designs* de pino de fibra de vidro na resistência à fratura e no modo de falha. Foram selecionados 90 incisivos inferiores bovinos, que foram divididos em 3 grupos (n=30) de acordo com o *design* do pino: Grupo 1- cilíndrico (Reforpost X-Ray; Angelus Ind., Brasil); Grupo 2- cônico (Exacto Conical; Angelus Ind., Brasil) e Grupo 3- duplo cônico (White Post DC; FGM, Brasil). Os grupos foram divididos em 3 subgrupos cada (n=10) de acordo com o diâmetro do pino: pequeno, médio e largo. Os pinos foram cimentados com o cimento resinoso Panavia F (Kuraray, Japão) e os núcleos de preenchimento de resina composta foram confeccionados com W3D-Master (Wilcos, Brasil). Os espécimes foram colocados em uma máquina de testes universal DL-1000 (Emic, Brasil), onde a carga foi aplicada na face palatal até a ocorrência de falha. Após, os elementos foram analisados com um estereomicroscópio e o modo de falha foi classificado em favorável (deslocamento do pino, falha do núcleo de preenchimento de resina composta, falha do núcleo de preenchimento de resina composta e do pino, falha da raiz acima da crista óssea) ou catastrófico (falha da raiz abaixo da crista óssea). Os pinos de menor diâmetro apresentaram melhor resistência à fratura. O grupo de pino de *design* cônico e de pequeno diâmetro apresentou a melhor resistência a fratura. Os grupos que apresentaram a maior quantidade de falhas catastróficas tinham o *design* cilíndrico e o diâmetro largo. Independente do *design* no pino de fibra de vidro, os pinos com diâmetro menor apresentaram melhor resistência à fratura.

Por meio da análise de elementos finitos 3D Madfa *et al.* (2014) compararam a distribuição de estresse em incisivos centrais superiores restaurados com retentores

intrarradiculares confeccionados com 5 tipos de materiais diferentes. Um modelo 3D de incisivo central superior foi elaborado por meio do *software* Mimics (Materialise NV, Bélgica) os quais foram divididos e restaurados de 2 formas: Modelo 1 - com retentor intrarradicular cônico e Modelo 2 – com retentor intrarradicular de lados paralelos. Esses modelos foram subdivididos, de acordo com o tipo de material de fabricação: aço inoxidável, titânio, zircônia, fibra de vidro e fibra de carbono. Uma carga oblíqua de 100 N em um ângulo de 45° em relação ao longo eixo do dente foi aplicada, simulando as forças mastigatórias. O retentor intrarradicular com *design* cônico apresentou um estresse significativamente maior do que o retentor de lados paralelos. O valor do estresse máximo foi encontrado na raiz restaurada com o pino de aço inoxidável seguido da zircônia. Enquanto o estresse mínimo foi encontrado nos dentes restaurados com pino de fibra de carbono e de fibra de vidro. Portanto, o pino de fibra de vidro e fibra de carbono apresentaram melhor performance. Em relação ao *design*, os retentores intrarradiculares de lados paralelos obtiveram melhores resultados.

Penteado *et al.* (2023) avaliaram, *in vitro*, a resistência a fadiga e a distribuição de estresse de dentes tratados endodonticamente, sem férula e restaurados com diferentes sistemas de pino de fibra de vidro *versus* um sistema universal de pino de fibra de vidro. Esse sistema apresenta um pino e uma peça acessória cônica acoplada o qual permite melhor adaptação ao canal radicular do terço cervical ao apical. Foram selecionados 39 incisivos bovinos divididos em 3 grupos (n=13): ADP – pino de resina composta reforçado por fibra adaptado ao canal; CTM – pino de fibra de vidro anatomizado com resina composta; UNI – pino universal de resina composta reforçado de duas peças. O pino de resina composta reforçado por fibra usado foi o Exacto (Angelus, Brasil) e o pino universal foi o Splendor SAP (Angelus, Brasil). A resina composta usada na anatomização do pino e na confecção do núcleo de preenchimento foi a Filtek Bulk Fill One (3M ESPE, EUA), o cimento resinoso utilizado para todos os elementos foi o RelyX Unicem 2 Automix (3M ESPE, EUA) e a coroa de resina composta Brava (FGM, Brasil) foi cimentada com Bifix QM (VOCO GmbH, Alemanha). A máquina de testes EMIC DL 1000 (EMIC, Brasil) foi usada para determinar a carga máxima de fratura dos espécimes e a máquina ElectroPuls E3000 (Instron Corp, EUA) para o teste de fadiga. O modo de falha foi analisado com um estereomicroscópio Discovery V20 (Carl Zeiss, Alemanha) e categorizada em falha favorável (sem fratura no remanescente dental) ou desfavorável (fratura do dente). A maior resistência a fadiga e a maior quantidade de ciclos que levaram à falha foram encontradas no grupo UNI. Já os menores valores foram encontrados no grupo CTM. Todos os grupos apresentaram falhas favoráveis. O pino universal apresentou melhor performance em relação aos pinos anatomizados.

4.3.1.2 Comprimento

As orientações acerca do comprimento de retentores intrarradiculares mais difundidas na literatura são aplicáveis para os retentores metálicos e não para aqueles que são cimentados adesivamente, como os pinos de fibra de vidro (PALEPWAD *et al.*, 2020). O comprimento e a configuração do pino utilizado irão influenciar na quantidade de tecido dental que terá que ser removido para sua cimentação (PALEPWAD *et al.*, 2020), logo, é de suma importância uma escolha cautelosa do comprimento do pino.

Jindal *et al.* (2012) avaliaram *in vitro*, o efeito dos sistemas de pino de fibra de vidro e pino de fibra Ribbond e os seus comprimentos na resistência à fratura de dentes anteriores tratados endodônticamente. Foram selecionados 75 incisivos centrais superiores, dos quais 15 espécimes compunham o grupo controle, onde apenas o tratamento endodôntico foi realizado. O restante dos elementos foi dividido em 2 grupos (n=30): GFP- pino de fibra de vidro (Fibrapost no. 2; Produits Dentaires S.A., Suíça) e RFP- pino de fibra Ribbond (Ribbond Inc., EUA). Os grupos foram subdivididos em 2 subgrupos cada, de acordo com o comprimento do pino (n=15): 10 mm e 5 mm. Todos os pinos e coroas foram cimentados com cimento resinoso Monocem (Shofu Dental, Japão), o núcleo de preenchimento de resina composta foi confeccionado com Nexcomp (Meta Bio-Med, Coreia do Sul) e as coroas metálicas foram feitas com liga de Ni-Cr (Bego, Alemanha). Os espécimes foram testados em uma máquina de testes universal Instron LR 100 K (Instron Co., EUA), onde uma carga foi aplicada na superfície palatal em um ângulo de 130° com o longo eixo do dente, até que a falha ocorresse. O modo de falha foi classificado da seguinte forma: favorável (falha do núcleo de preenchimento de resina composta e falha do pino) e desfavorável (todas as falhas envolvendo a raiz). O grupo GFP de 10 mm apresentou a maior resistência à fratura entre todos os grupos e subgrupos. Observou-se que a redução do comprimento do pino causou menor resistência à fratura para o grupo GFP. Enquanto no grupo RFP com 5 mm de comprimento, houve melhor resistência à fratura em relação ao pino com 10 mm. Concluiu-se que dentes tratados endodônticamente e restaurados com pino de fibra de vidro apresentaram melhor resistência à fratura bem como modos de falha mais favoráveis.

Em outro estudo Jindal *et al.* (2013) avaliaram, *in vitro*, o efeito do reforço dos dentes por meio de diferentes sistemas de retentores intrarradiculares com diferentes comprimentos. Foram selecionados 135 incisivos centrais superiores, nos quais 15 dentes formaram o grupo controle e receberam apenas o tratamento endodôntico. Foram selecionados 135 incisivos

centrais superiores, onde 15 dentes formaram o grupo controle e somente o tratamento endodôntico foi realizado. O restante foi dividido em 4 grupos (n=30): GFP – dentes restaurados com pino de fibra de vidro (Fibrapost no.2; Produits Dentaires, Suíça); SSP – dentes restaurados com pino de aço inoxidável (Parapost Systems; Coltène Whaledent, EUA); TTP – dentes restaurados com pino de titânio (Filpost; S J Filhol, Irlanda) e CMP – dentes restaurados com núcleo metálico fundido (liga de Co-Cr; Bego, Alemanha). Cada grupo foi subdividido em 2 subgrupos, de acordo com o comprimento do retentor intrarradicular (n=15): 5 mm e 10 mm. Os núcleos de preenchimento de resina composta dos grupos, exceto para o grupo CMP, foram confeccionados com Nexcomp (Meta Bio-Med, Coreia do Sul) e os retentores intrarradiculares foram cimentados com cimento resinoso dual (Monocem, Shofu Dental, Japão). As coroas foram confeccionadas com liga metálica Ni-Cr (Bego, Alemanha) e cimentadas com o mesmo cimento resinoso. A máquina de testes Instron (Instron Corp., EUA) foi usada para aplicar uma carga na superfície palatal em um ângulo de 13° em relação ao longo eixo do dente, até ocorrer a falha. O modo de falha foi classificado como: favorável (falha do núcleo de preenchimento de resina composta e falha do retentor intrarradicular) e desfavorável (todas as falhas envolvendo a raiz). No comprimento de 10 mm, o grupo SSP apresentou a maior resistência à fratura, enquanto no comprimento de 5 mm, o grupo GFP apresentou a maior resistência. O modo de falha revelou que os espécimes do grupo GFP com 10 mm apresentaram 80% de falhas favoráveis, já no restante dos dentes a maioria das falhas foi desfavorável. Os pinos de fibra de vidro foram resistentes à fratura e apresentaram modo de falha favorável, enquanto os núcleos metálicos fundidos apresentaram falhas desfavoráveis majoritariamente.

Por meio da pesquisa de Santos-Filho *et al.* (2014) foi avaliada, *in vitro*, a influência do comprimento do sistema de retentor intrarradicular e da presença de férula no comportamento biomecânico de dentes anteriores tratados endodônticamente. Os pesquisadores utilizaram 80 incisivos bovinos, divididos em 2 grupos (n=40): Grupo F (com férula de 2 mm) e Grupo AF (sem férula). Subsequentemente, os grupos foram divididos em 2 subgrupos (n=20): colocação de pino de fibra de vidro (Gfp) e colocação de núcleo metálico fundido (Cpc). Por fim, os subgrupos foram divididos novamente em 2 subgrupos (n=10): comprimento do retentor intrarradicular de 7.0 mm e 12.0 mm, respectivamente. O pino de fibra de vidro utilizado foi o White Post DC no. 3 (FGM, Brasil), para cimentação foi usado o cimento resinoso auto-adesivo (RelyX Unicem; 3M ESPE, EUA) e para confecção do núcleo metálico fundido e da coroa metálica foi usada a liga metálica de Ni-Cr (FIT CAST-SB Plus; Talmax, Brasil). Os grupos foram submetidos aos testes de medição de estresse, sendo que 5 espécimes de cada grupo foram selecionados para receber o medidor de estresse (PA-06-

040AB-120LEN; Excel Sensores, Brasil) e ao teste de resistência à fratura na máquina EMIC DL2000 (EMIC, Brasil) e também à análise de elementos finitos, onde foram criados 9 modelos representando todos os grupos e um dente hígido. Os testes foram feitos em um *software* CAE (Computer Assisted Engineering, Femap 10.1, Velocity Series; Siemens PLM Software, EUA). Os autores observaram que o menor comprimento do retentor intrarradicular resultou em maiores valores de estresse nas regiões proximais dos espécimes do grupo Cpc. Já no grupo Cfp, os valores da estresse foram similares nos dois comprimentos. Os grupos restaurados com pino de fibra de vidro e sem férula apresentaram um maior valor de estresse na face vestibular. Na análise de elementos finitos, os grupos com núcleo metálico fundido apresentaram altos valores de carga na férula e na superfície entre retentor intrarradicular-dentina. A resistência à fratura no grupo com férula (F) foi significativamente maior do que no grupo sem férula (AF). O grupo Gfp produziu falhas envolvendo o núcleo de preenchimento e o terço coronal da raiz. Por outro lado, os espécimes do grupo Cpc apresentaram uma alta incidência de falhas catastróficas quando o retentor intrarradicular apresentou comprimento reduzido. Enquanto o grupo Gfp apresentou poucas falhas irreparáveis. Com os resultados obtidos e analisados, os autores concluíram que a presença da férula é um fator determinante no estresse, na distribuição de carga, na resistência à fratura e no modo de falha. Na ausência da férula, o uso de um pino de fibra de vidro é uma alternativa conservadora devido o padrão de falhas não catastróficas. O núcleo metálico fundido deve ter o maior comprimento possível, quando for utilizado. Já o comportamento biomecânico do pino de fibra de vidro foi menos sensível às falhas quando a variação no comprimento foi observada.

Abdulrazzak *et al.* (2014) investigaram, *in vitro*, o efeito combinado entre a altura da férula e o comprimento do pino de fibra de vidro, na resistência a fratura e no modo de falha de incisivos centrais superiores tratados endodônticamente. Foram selecionados 90 incisivos centrais superiores, os quais foram divididos em 3 grupos (n=30) de acordo com a altura de férula: F4 - 4 mm de férula; F2 - 2 mm de férula e F0 - sem férula. Em seguida, os grupos foram subdivididos em 3 subgrupos cada (n=10) de acordo com o comprimento do pino de fibra de vidro: P10 - 10 mm de comprimento; P7.5 - 7.5 mm de comprimento e P5 - 5 mm de comprimento. O pino utilizado foi o RelyX (3M ESPE, EUA), a cimentação foi realizada com cimento resinoso auto-adesivo RelyX Unicem (3M ESPE, EUA), o núcleo de preenchimento de resina composta foi confeccionado com Filtek Z350 (3M ESPE, EUA) e as coroas foram feitas com liga metálica não-preciosa e cimentadas com o mesmo cimento resinoso. Os espécimes foram testados em uma máquina universal Shimadzu (Autograph AG-X, Japão), onde uma carga compressiva foi aplicada na face palatal até a falha dos espécimes. Por fim,

foram analisados em um estereomicroscópio Olympus (U-CMAD3, Japão) para avaliar o modo de falha, que foi classificada em reparável (descolamento parcial ou completo do conjunto pino-núcleo de preenchimento-coroa ou falha do pino-núcleo de preenchimento-dente) e não-reparável (falha do pino-núcleo de preenchimento-raiz, rachaduras na raiz ou falha vertical da raiz). Apenas a altura da férula teve efeito significativo na resistência à falha. O grupo F4 apresentou um valor de resistência à fratura alto em comparação com os outros grupos, seguido do grupo F2 e por último F0. O comprimento do pino não teve efeito significativo na resistência à fratura. Também a interação entre a férula e o comprimento do pino não foi significativa. O modo de falha favorável foi predominante em todos os subgrupos. O aumento da altura da férula ocasionou um aumento significativo de resistência à fratura dos espécimes.

Palepwad; Kulkarni (2020) avaliaram, *in vitro*, e de forma comparativa, a resistência à fratura de dentes restaurados com pinos de zircônia, de fibra de vidro e com núcleos metálicos fundido em 2 comprimentos diferentes. Foram selecionados 60 incisivos centrais superiores, que tiveram as suas porções coronárias removidas, deixando apenas a férula de 2 mm. Os 60 espécimes foram divididos em 3 grupos (n=20): CP - restaurados com núcleo metálico fundido; GFP - restaurados com pino de fibra de vidro e ZP - restaurados com pino de zircônia. Os 3 grupos foram subdivididos em mais 2 subgrupos de acordo com o comprimento do pino (n=10): 6 mm ou 8 mm. O núcleo metálico fundido foi confeccionado com liga metálica de Ni-Cr, já o pino de fibra de vidro usado foi o Hi-Rem (Overfibers S.r.l., Itália) e o de zircônia foi o ER Cera Post (Komet, Alemanha). Para cimentação foi utilizado o cimento resinoso dual LuxaCore Z (DMG, Alemanha) e para a confecção dos núcleos de preenchimento foi usado o cimento resinoso dual LuxaCore Z (DMG, Alemanha). Os espécimes foram testados usando uma máquina de testes universal (Instron), onde uma carga aplicada em uma direção oblíqua foi usada para simular forças mastigatórias. Não houve diferença significativa na resistência à fratura entre os subgrupos. O grupo GFP apresentou um menor valor de resistência à fratura em relação aos grupos CP e ZP, sendo que CP e ZP não apresentaram diferenças significativas quanto à resistência à fratura. O aumento do comprimento do retentor intrarradicular não aumentou de forma significativa a resistência à falha dos dentes restaurados. Quando um núcleo metálico ou um pino de zirconia for utilizado, o comprimento do pino deve corresponder a 1/3 ou metade do comprimento da raiz. Já para os pinos de fibra de vidro, o comprimento mínimo de metade do comprimento da raiz, pode indicar bons resultados. Ainda, o pino de zircônia é uma alternativa viável ao núcleo metálico fundido na restauração estética de dentes anteriores.

4.4 PINOS DE FIBRA DE VIDRO X DIFERENTES RETENTORES INTRARRADICULARES

Diferentes materiais e retentores intrarradiculares têm sido apresentados para a reabilitação de dentes tratados endodônticamente. Os núcleos metálicos fundidos apesar de apresentarem um módulo de elasticidade maior quando comparado ao da dentina foram utilizados por muito tempo. Neste contexto, surgiram os pinos pré-fabricados, dentre os quais os pinos metálicos permaneceram com a estética e o modo de falha desfavorável e os pinos de zircônia os quais aprimoraram a estética, mas o modo de falha permaneceu desfavorável. Então, em resposta a necessidade de utilização de materiais estéticos e com propriedades mecânicas similares as da dentina foram desenvolvidos os pinos de fibra de vidro (KAUR, SHARMA E SINGH, 2012).

Por meio do estudo *in vitro* de Kaur; Sharma; Singh (2012) foi realizada a avaliação da incidência de fratura da raiz, bem como o modo de falha de dentes tratados endodônticamente e restaurados com núcleo metálico fundido e pino de fibra de vidro com núcleo de preenchimento de resina composta. Para tal, selecionaram 40 incisivos centrais superiores, que foram divididos em 2 grupos (n=20): Grupo I- restauração com núcleo metálico fundido de Ni-Cr (Wiron-99; Bego, EUA) e Grupo II- restauração com pino de fibra de vidro Glassix (Nordin, Suíça) e núcleo de preenchimento resina composta Tetric N-Cerem (Ivoclar Vivadent, Alemanha). Os retentores intrarradiculares foram cimentados com cimento resinoso adesivo (3M ESPE, EUA) e receberam coroa metálica de Ni-Cr (Wiron-99; Bego, EUA) que foi cimentada com o mesmo cimento resinoso. Para realização dos testes, utilizaram a máquina de testes universal UTK10 (Krystal Industries, Índia), onde uma carga compressiva foi aplicada na face palatal dos espécimes em um ângulo de 130° com o longo eixo do dente até que ocorresse a falha. O valor médio de resistência a fratura no Grupo I foi maior do que no Grupo II. O modo de falha no Grupo I foi: 90% dos espécimes com falha na raiz e 10% dos espécimes com falha na cimentação. Já no Grupo II: 10% dos espécimes apresentaram falha na raiz e no núcleo de preenchimento e 60% tiveram falha do retentor. Os pinos de fibra de vidro apresentaram um modo de falha mais favorável em relação aos núcleos metálicos fundidos, logo se tornaram mais recomendáveis.

Ambica *et al.* (2013), por meio de estudo *in vitro*, avaliaram e compararam a resistência à fratura de incisivos centrais superiores restaurados com pino de fibra de vidro, pino de fibra de carbono e pinos de dentina experimentais. Foram selecionados 70 incisivos centrais superiores, onde 10 dentes foram usados como grupo controle (n=10), obtendo assim 1 grupo controle e o restante dos espécimes, foi dividido em 3 grupos (n=20): Grupo 1

(controle) – sem o uso de pino e a restauração da abertura endodôntica foi feita com resina composta (Filtek P-60; 3M/ ESPE Dental, Europa); Grupo 2 - restauração com pino de fibra de carbono (Mirafit; Hager & Werken, Alemanha); Grupo 3 - restauração com pino de fibra de vidro (Mirafit; Hager & Werken, Alemanha) e Grupo 4 - restauração com pino de dentina. Estes pinos de dentina foram confeccionados a partir de 10 caninos superiores que foram seccionados longitudinalmente. Após, pontas diamantadas foram usadas para a obtenção de blocos cilíndricos de dentina, os quais foram submetidos ao CAD/CAM afim de padronizar as dimensões dos 20 pinos de dentina. Os pinos foram cimentados com o cimento resinoso auto-adesivo RelyX U100 (3M ESPE, EUA) e o núcleo de preenchimento de resina composta foi confeccionado com dual Biscores (Bisco Dental Products, EUA). Os espécimes foram submetidos a termociclagem e divididos em 2 subgrupos (n=10): Subgrupo 1 - os espécimes foram submetidos a uma carga compressiva estática até a falha (Instron 3369; UKAS Corporation, EUA) e Subgrupo 2 - os espécimes foram submetidos a teste de fadiga até a falha (SATRA Technology Centre, Inglaterra). O grupo controle apresentou maior resistência à fratura no teste de carga estática, seguido do grupo 4, 3 e 2. Nenhum dos espécimes falhou após 1,2 milhões de ciclos de fadiga, mas houve uma redução na resistência à fratura no grupo controle, seguido do grupo 4, 3 e 2. Concluiu-se que a dentina pode ser utilizada como pino sob cargas estáticas e sob fadiga.

Dastjerdi; Chaijan; Tavanafar (2015) trouxeram em seu estudo *in vitro* a comparação da resistência à fratura de incisivos centrais superiores restaurados com diferentes retentores intrarradiculares e núcleos de preenchimento. Selecionaram 48 incisivos centrais superiores, divididos em 4 grupos (n=12): Grupo 1 - restaurados com núcleo metálico fundido de Ni-Cr (Damcast NP; Damcast Dentalloy Co.); Grupo 2 - restaurados com pino de fibra de vidro (Exacto No. 1; Angelus, Brasil) reforçado por resina composta reforçada por fibra e núcleo de preenchimento de resina composta (Clearfil Photocore; Kuraray Noritake Inc., Japão); Grupo 3 - restaurados com pino e núcleo de preenchimento de resina composta (Clearfil Photocore; Kuraray Noritake Inc., Japão) e Grupo 4 – consideraram como grupo controle, onde foi apenas preparado para receber a coroa metálica. Os retentores intrarradiculares dos grupos 1 e 2 foram cimentados com cimento resinoso Panavia F2.0 (Kuraray Noritake Dental Inc., Japão). Os espécimes receberam uma coroa metálica de Ni-Cr (Damcast NP; Damcast Dentalloy Co.,) cimentada com cimento de ionômero de vidro GC Gold Label 1 (GC Co., Japão). Os espécimes foram submetidos ao teste de envelhecimento termo-mecânico (CS 4.2; SD Mechatronik GmbH, Alemanha) (Delta Tpo2; Nemo, Irã) e a uma carga compressiva em uma máquina de testes universal (K – 21046; Walter+bai, Suíça), até que a falha ocorresse. Os modos de falha

foram classificados como restauráveis (linha de falha acima do nível ósseo simulado no estudo) e não-restaurável (linha de falha abaixo do nível ósseo simulado no estudo). O grupo 4 obteve a melhor resistência à fratura, seguido do grupo 1, 2 e 3. Todos os espécimes no grupo 2 e 3 falharam de forma reparável, entretanto, no grupo 1, 58% das falhas foram não-restauráveis. Os pinos de fibra de vidro reforçados por resina composta apresentaram resistência à fratura aceitável e com modo de falha favorável.

Ferro *et al.* (2016) pesquisaram, por meio de estudo *in vitro*, testes dinâmicos e estáticos em relação a resistência a falha de dentes com tratamento de canal e submetidos a técnicas restauradoras. Foram selecionados 40 caninos superiores, tendo suas porções coronárias removidas, para assim padronizar o comprimento dos espécimes em 15 mm. Para simular uma raiz enfraquecida, foi utilizada ponta diamantada esférica #1016 (KG Sorensen, Brasil) na profundidade de 10 mm da raiz e ponta diamantada esférica #3017 (KG Sorensen, Brasil) nos 5 mm finais da raiz, a fim de obter uma espessura de dentina remanescente padronizada em torno de 1 mm. Em seguida, foram divididos em 4 grupos (n=10): GNW (controle) - raiz não-enfraquecida e restaurada com pino de fibra de vidro; GW - raiz enfraquecida e restaurada com pino de fibra de vidro, sem reconstrução da parede interna do canal; GDA - raiz enfraquecida, restaurada com pino de fibra de vidro anatômico direto e GIA - raiz enfraquecida e restaurada com pino de fibra de vidro anatômico indireto. O pino de fibra de vidro utilizado foi o White Post (FGM, Brasil), com cimento resinoso convencional (Rely X ARC; 3M ESPE, EUA) e a resina composta utilizada para a reconstrução interna do canal (Z250, 3M ESPE, EUA). Foram confeccionadas coroas de liga metálica de Ni-Cr (Verabond II; Aalba Dent. Inc., EUA) cimentadas com fosfato de zinco (S.S. White Artigos Dentários Ltda., Brasil). Os espécimes foram submetidos aos testes de fadiga dinâmica em uma máquina desenvolvida no Departamento de Materiais Dentários e Prótese Dentária da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto (USP). Já o teste estático de resistência à fratura foi feito em uma máquina universal de testes (DL 2000; EMIC, Brasil), tendo o modo de falha sido avaliado por meio de análise qualitativa usando exames radiográficos clínicos e estereomicroscópio (Mitutoyo, Japão) com aumento de 40 vezes. No teste de fadiga dinâmica, 7 espécimes falharam: 3 falhas irreparáveis ocorreram no GW, 2 falhas reparáveis no GDA e mais 2 falhas reparáveis no GIA. A porcentagem de sobrevivência no teste foi de 100% no GNW, 70% no GW, 80% no GDA e 80% no GIA. Já no teste estático de resistência à fratura, não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ($p=0.7476$). No modo de falha, observou-se que em GW ocorreu uma incidência de 40% de falhas irreparáveis. Em GDA e GIA 80% das falhas foram reparáveis e 20% irreparáveis. O GNW apresentou 100% de falhas

reparáveis. Os autores concluíram que a resistência à fratura foi similar tanto nos espécimes enfraquecidos quanto nos não-enfraquecidos, independente de restauração da parede interna do canal. Ainda, os espécimes enfraquecidos sem a restauração da parede interna do canal apresentaram maior incidência de falhas catastróficas.

A pesquisa de Fadag *et al.* (2018) avaliou, *in vitro*, a resistência à fratura de incisivos centrais superiores tratados endodônticamente e restaurados com diferentes sistemas de retentores intrarradiculares. Foram selecionados 56 incisivos centrais superiores, os quais foram divididos em 7 grupos (n=8): UHT - grupo controle, com tratamento endodôntico e sem pino; ZRP - pino de zircônia (Nordin; Swiss Dental Products of Distinction, Suíça); GFP - pino de fibra de vidro (RelyX; 3M ESPE, EUA); CFP- pino de fibra de carbono (Nordin; Swiss Dental Products of Distinction, Suíça); CPC - núcleo metálico fundido de Co-Cr (Wironit; Bego, Alemanha); TIP- pino de titânio (Dentatus, EUA) e MIP - pino de fibras de carbono e fibra de vidro (Angelus, Brasil). Os retentores intrarradiculares foram cimentados com cimento resinoso auto-adesivo RelyX Unicem (3M ESPE, EUA) e os núcleos de preenchimento de resina composta foram confeccionados com Filtek Z250 XT (3M ESPE, EUA). Os espécimes foram testados em uma máquina de testes universal (Lloyd Instruments Ltd., Reino Unido), onde uma carga foi aplicada na superfície palatal em um ângulo de 135 ° em relação ao longo eixo do dente, até ocorrência de falha. O modo de falha foi avaliado por inspeção visual e classificado de tal forma: favorável (fratura do terço cervical) e desfavorável ou catastrófica (falha do terço médio e apical). As cargas médias em que ocorreram as falhas dos grupos CFP, UHT e CPC foram significativamente mais baixas do que as cargas médias de falha dos grupos GFP, TIP, MIP e ZRP. Nos grupos CFP, GFP e MIP a maioria dos espécimes apresentou falhas favoráveis (75%, 62.5% e 75%, respectivamente). Já nos grupos UHT, ZRP, CPC e TIP a maioria apresentou falhas desfavoráveis. Os dentes tratados endodônticamente que foram restaurados com pinos de zircônia, fibra de vidro, titânio ou fibra de vidro e carbono foram mais resistentes à fratura do que aqueles não restaurados (UHT) ou restaurados com pino de fibra de carbono ou núcleo metálico fundido.

Ranjakesh *et al.* (2022) avaliaram, *in vitro*, a resistência à fratura de pinos de fibra de vidro e de pino de fibra de vidro *bundled*, que consiste em múltiplos pinos de fibra menores projetados para oferecer propriedades físicas melhores, bem como melhor adaptação ao canal radicular e um preparo do canal mais conservador. Foram selecionados 24 incisivos centrais e laterais superiores para o estudo, divididos em 2 grupos (n=12): Grupo 1 - restaurados com pino de fibra de vidro Rebuilda Post System (Voco, Alemanha) e Grupo 2 - restaurados com pino de fibra de vidro *bundled* Rebuilda Post GT (Voco, Alemanha). Os pinos foram cimentados e os

núcleos de preenchimento foram confeccionados com o cimento resinoso dual Rebilda DC (Voco, Alemanha). O teste de resistência à falha foi feito por meio de uma máquina universal de testes Instron (EUA), onde uma carga compressiva estática foi aplicada. Os tipos de falhas a serem avaliadas foram: A) falha do núcleo de preenchimento, apenas; B) falha da raiz – com ou sem falha do núcleo de preenchimento e C) falha do pino – com ou sem falha do núcleo de preenchimento ou raiz. A análise estatística revelou uma diferença insignificante na resistência à fratura entre os dois grupos. O tipo de falha dominante foi a falha radicular. Os autores concluíram que a resistência à fratura de incisivos superiores endodônticamente tratados, restaurados com pino de fibra de vidro ou pino de fibra de vidro *bundled* não apresentou diferenças significativas.

O estresse gerado em dentes restaurados com coroa de dissilicato de lítio e dois diferentes tipos de pinos foi avaliado na pesquisa de Hallak *et al.* (2022). Modelos tridimensionais de incisivo central superior para análise de elemento finito foram criados baseados em imagem de tomografia computadorizada (i-CAT Cone Beam 3D Dental Imaging System; Imaging Sciences International, Norcross, GA, EUA). Foram criados 2 modelos: Modelo 1 - restaurado com pino de fibra de vidro e coroa de dissilicato de lítio; Modelo 2 - restaurado com pino de polieteretercetona e coroa de dissilicato de lítio. Em cada modelo, cargas de 100 N diferentes foram aplicadas (cervical, média, incisal e axial) na face palatal. Na avaliação do estresse principal máximo, o Modelo 2 apresentou maiores valores em relação ao Modelo 1, em todas as cargas e com similaridade qualitativa. Para o estresse principal mínimo, os Modelos 2 e 1 apresentaram similaridades qualitativas e quantitativas, exceto na carga axial. Dessa forma, os incisivos centrais superiores restaurados com pino de fibra de vidro ou pino de polieteretercetona e coroa de dissilicato de lítio, no geral, apresentaram intensidade e distribuição de estresse similar durante o teste de carga oclusal principal.

4.5 AVANÇOS RECENTES

O uso de retentores intrarradiculares em dentes anteriores apresenta, como desvantagem, a possibilidade de falha catastrófica (MAGNE *et al.*, 2017; DE CARVALHO *et al.*, 2022). Com isso, muitos pesquisadores levantaram a hipótese se o uso de pino de fibra de vidro é, ainda, a melhor opção restauradora para dentes anteriores. A evolução dos sistemas adesivos somado a uma odontologia cada vez mais conservadora, trouxe uma nova possibilidade de reabilitação para dentes anteriores com comprometimento de estrutura dental com a não utilização de retentores intrarradiculares (MAGNE *et al.*, 2017; DE CARVALHO *et al.*, 2022).

Os pesquisadores Bindl e Mormann, segundo Güngör *et al.* (2017), descreveram pela primeira vez as *endocrowns* como sendo “coroas encaixadas em molares na parte interna da câmara pulpar, nas margens e que recobrem todas as cúspides”. São restaurações conservadoras e estão indicadas para dentes que apresentam canais curtos, obliterados, dilacerados, frágeis, com perda excessiva de tecido dental e pouco espaço interoclusal (GÜNGÖR *et al.*, 2017).

A revisão sistemática de Sedrez-Porto *et al.* (2016) teve como objetivo comparar por meio de estudos clínicos e *in vitro* as restaurações do tipo *endocrown* com as restaurações convencionais envolvendo retentores intrarradiculares. Dos 103 artigos elegíveis, apenas 8 estudos foram incluídos na análise qualitativa (3 ensaios clínicos e 5 estudos *in vitro*). Os ensaios clínicos mostraram um sucesso da restauração *endocrown* variando entre 94% a 100%. A análise global em dentes anteriores e posteriores mostrou que a *endocrown* apresenta uma resistência a fratura maior do que as restaurações convencionais. Porém, em dentes posteriores ao comparar a *endocrown* com as restaurações convencionais nenhuma diferença estatística significativa foi encontrada. A literatura sugeriu que a *endocrown* pode ter uma performance similar ou melhor em relação às restaurações convencionais. Entretanto, deve-se ter cautela ao interpretar os resultados dos estudos *in vitro*. Além disso, mais estudos são necessários para confirmar que as restaurações *endocrown* são uma opção viável.

Aurélio *et al.* (2016) em uma revisão sumarizaram a literatura disponível no que diz respeito a utilização ou não de retentor intrarradicular em dentes anteriores e posteriores com perda tecidual limitada. Foi feita uma busca na base de dados PubMed, entre os anos 2000 e 2014. Os artigos incluídos no estudo apresentavam pelo menos um grupo com dentes tratados endodonticamente sem retentor intrarradicular, um grupo com endodontia e perda tecidual limitada e, quando se tratava de um estudo *in vitro*, um teste mecânico cíclico performado antes do teste de resistência a fratura era realizado. Os autores observaram que pré-molares e molares com perda tecidual limitada podem ser restaurados sem a utilização de retentores intrarradiculares. Porém, para os pré-molares sem proteção de cúspide, a cimentação do retentor mostrou-se mais vantajosa a fim de melhorar a resistência a fratura. Dessa forma, a evidência científica sobre qual a melhor restauração indicada para os incisivos tratados endodonticamente mostrou-se controversa, já que quando uma coroa total foi confeccionada o uso da resina composta e sem retentor intrarradicular apresentou bons resultados. A literatura ainda não mostrou estudos com diretrizes precisas em relação às restaurações de dentes tratados endodonticamente e com perda de tecido limitada.

Naumann; Schmitter; Krastl (2018), por meio de uma revisão sistemática, analisaram o desempenho de dentes restaurados com ou sem retentores intrarradiculares. A pergunta específica PICO foi desenvolvida e a pesquisa na base de dados Medline foi realizada em janeiro de 2017, a fim de identificar os estudos comparando o sucesso e a sobrevivência de restaurações com ou sem o uso de retentores. Ainda, as bases de dados “Opengrey”, “BBO”, “LILAC” e “IBECS” foram acessadas e uma pesquisa manual de referências cruzadas de artigos e revisões originais foi realizada. A qualidade metodológica dos estudos incluídos foi verificada individualmente usando a habilidade de avaliação crítica (CASP) e checklist da Cochrane (versão 5.1.0). Um total de 14 estudos foram incluídos, entre eles 11 ensaios randomizados controlados, 2 ensaios clínicos prospectivos e 1 ensaio clínico retrospectivo. Entretanto, a avaliação Cochrane mostrou que em 7 artigos, o risco de viés foi alto em torno de > 40% dos itens, indicando um alto nível de falha metodológica. Apenas 3 estudos mostraram um nível baixo de viés em > 80% dos itens. A maioria dos artigos (10 de 14 trabalhos clínicos) tiveram dificuldade em mostrar os efeitos positivos da cimentação dos retentores intrarradiculares. Não houve evidências clínicas para apoiar na decisão de cimentar ou não um retentor intrarradicular, mesmo na ausência do remanescente dental. O efeito positivo do retentor foi observado em apenas 4 estudos, onde não havia remanescente dental. Observou-se falta de evidência clínica sobre a influência da localização do dente no arco dental, na sobrevivência de dentes com ou sem retentores intrarradiculares.

Sobre os dentes anteriores, o uso de pinos de fibra de vidro, apesar de apresentarem módulo de elasticidade semelhante ao da dentina, não excluem a possibilidade de ocorrência de falha catastrófica (DE CARVALHO *et al.*, 2018). Ainda, o preparo do canal para a cimentação do pino pode reduzir a resistência do dente (MAGNE *et al.*, 2017). Os avanços em relação a adesão e aos materiais restauradores tornaram a não utilização de pino de fibra de vidro uma alternativa restauradora a ser explorada.

Magne *et al.* (2017) realizaram um estudo *in vitro* com intuito de investigar a utilização de coroas cerâmicas vítreas cimentadas em núcleos de preenchimento de resina composta, com ou sem pino de fibra de vidro em incisivos tratados endodônticamente. Foram utilizados 45 incisivos bovinos (n=15) subsequentemente divididos em três grupos: FP = com férula, pino de fibra de vidro reforçado e núcleo de preenchimento de resina composta; FNp = com férula e núcleo de preenchimento de resina composta; e NfP = sem férula, com pino de fibra de vidro e núcleo de preenchimento de resina composta. O pino de fibra de vidro utilizado foi o Parapost Fiber Lux (Coltène Whaledent, Suíça), o núcleo de preenchimento de resina composta foi confeccionado com Miris 2 (Coltène Whaledent, Suíça) e a coroa com E.MAX CAD (Ivoclar-

Vivadent, Alemanha) e cimentada com Variolink Esthetic DC (Ivoclar-Vivadent, Alemanha). As forças mastigatórias foram simuladas utilizando um sistema eletrodinâmico de malha fechada (Acumen 3; MTS Systems, EUA). O número de ciclos suportados, carga de falha e modo de falha de cada espécime foi gravado. Após os testes, cada espécime foi avaliado por trans iluminação (Micro lux; Addent, EUA) e por microscópio óptico (Leica MZ 125; Leica Microsystems, Alemanha) em aumento de 10 vezes. As falhas iniciais foram detectadas em 81% (12/15) dos espécimes no grupo sem férula e 14% (2/15) e 7% (1/15) nos grupos com férula e pino e com férula sem pino, respectivamente. O fenômeno inicial de falha pôde ser descrito como a abertura de uma fenda larga entre o conjunto núcleo de preenchimento/coroa e raiz. A fenda foi sempre localizada na margem lingual. Observou-se uma sobrevivência significativa dos grupos com férula quando comparado com os grupos sem férula ($p < 0.001$). Nenhuma diferença foi encontrada entre os grupos com férula ($p = 0.488$). Quando considerado a falha inicial, os mesmos resultados citados acima foram encontrados: uma maior sobrevivência dos grupos com férula e sem diferenças estatísticas entre os grupos com férula. Os grupos com pino apresentaram 100% de falhas catastróficas, enquanto o grupo sem pino apresentou 47% de falha não-catastrófica. A colocação de um pino de fibra de vidro reforçado não aumentou a capacidade de suportar cargas e não melhorou a sobrevivência de coroas cerâmicas. Na presença de pino de fibra de vidro, as falhas catastróficas dos espécimes foram, muitas vezes, precedidas pela abertura de uma fenda na margem entre o conjunto núcleo de preenchimento/coroa e raiz (falha inicial), afetando significativamente a taxa de sobrevivência. As falhas restauráveis foram encontradas no grupo com núcleos de preenchimento de resina composta diretos sem pino de fibra de vidro. Portanto, a ausência de férula não foi compensada pelo uso de um pino de fibra de vidro.

A pesquisa *in vitro*, de Güngör *et al.* (2017) avaliaram e compararam a resistência à fratura e o modo de falha de restaurações *endocrowns*, pinos de zircônia e pinos de fibra de vidro. Foram selecionados 60 incisivos centrais superiores com férula de 2 mm, divididos em 6 grupos ($n=10$): ZrRNC - restaurado com pino de zircônia (Incoris TZI; Sirona, Alemanha) e coroa de resina nanocerâmica (Lava Ultimate; 3M ESPE, Alemanha); ZrLDS - restaurado com pino de zircônia e coroa cerâmica de dissilicato de lítio (IPS e.max CAD; Ivoclar-Vivadent, Alemanha); FbRNC - restaurado com pino de fibra de vidro (Ika-Dent; Kutno, Polônia) e coroa de resina nanocerâmica; FbLDS - restaurado com pino de fibra de vidro e coroa cerâmica de dissilicato de lítio; EndoRNC - *endocrown* de resina nanocerâmica (Lava Ultimate; 3M ESPE, Alemanha); EndoLDS - *endocrown* de cerâmica de dissilicato de lítio (IPS e.max CAD; Ivoclar-Vivadent, Alemanha). Os pinos foram cimentados com cimento resinoso adesivo dual-

cure (Panavia F 2.0; Kuraray, Japão), já para as coroas foi utilizado cimento dual resinoso transparente (Bifix SE; Voco, Alemanha). Os núcleos de preenchimento de resina composta das restaurações foram confeccionados com resina composta dual (Charisma; Heraeus Kulzer, Alemanha). Foi aplicada uma carga compressiva na superfície palatal em uma velocidade de 1 mm/min, até ocorrer a falha. O modo de falha foi examinado em cada grupo e categorizado da seguinte forma: Tipo 1 - falha da restauração; Tipo 2 - falha do pino com ou sem falha da restauração; Tipo 3 - deslocamento do pino sem falha; Tipo 4 - falha do dente. O grupo EndoLDS apresentou o maior valor de resistência à fratura, seguido do grupo ZrRNC e EndoRNC. Os grupos FbRNC e FbLDS demonstraram os menores valores de resistência à fratura. Porém, os resultados não foram significativamente diferentes entre todos os grupos ($p > 0.05$). Quanto ao modo de falha, os grupos com pino de fibra de vidro (FbRNC e FbLDS) apresentaram o Tipo 1 ou o Tipo 3; já os grupos com pino de zircônia (ZrRNC e ZrLDS) o Tipo 1 e Tipo 2 foi observado e com as *endocrowns* (EndoRNC e EndoLDS) o Tipo 4 foi encontrado. Os dentes tratados endodonticamente podem ser restaurados com *endocrowns*, entretanto, as falhas dentais devem ser consideradas já que podem afetar a confiabilidade da *endocrown*.

Li *et al.* (2020) investigaram, através da análise de elementos finitos 3D, a distribuição do estresse de um incisivo central superior com falha oblíqua restaurado por meio de 3 técnicas diferentes. Para confecção do modelo 3D foi utilizado 1 incisivo central superior, no qual foi simulada uma falha oblíqua na coroa e, então, 5 grupos experimentais foram divididos de acordo com a restauração: Grupo A - pino de fibra de vidro, núcleo de preenchimento de resina composta e coroa; Grupo B - núcleo metálico fundido; Grupo C - *endocrown* com 3 mm de profundidade; Grupo D - *endocrown* com 4 mm de profundidade e Grupo E - *endocrown* com 5 mm de profundidade. Em seguida, os grupos foram subdivididos em 2 grupos, de acordo com a altura da férula: A1, B1, C1, D1 e E1 para os dentes com 1 mm de férula e A2, B2, C2, D2 e E2 para os dentes com 2 mm de férula. Para o estudo, foram utilizados o pino de fibra de vidro RelyX (3M ESPE, EUA) e a restauração *endocrown* foi feita de dissilicato de lítio (IPS e.max CAD; Ivoclar-Vivadent, Alemanha). Na etapa de teste, aplicaram uma carga estática oclusal de 100 N em um ângulo de 45° em relação ao longo eixo do dente. Na área de férula, o grupo A apresentou o maior valor de estresse Von Mises. Ainda, o pico de estresse aumentou com o aumento da profundidade da *endocrown* nos grupos C, D e E, respectivamente. Na camada adesiva, o grupo A apresentou o maior valor de estresse Von Mises e estresse principal máximo, enquanto o grupo B apresentou menor valor. A presença da férula com altura suficiente é um pré-requisito para restaurar incisivos centrais superiores severamente danificados utilizando pino de fibra de vidro ou núcleo metálico fundido. Com a férula de 1 mm de espessura, a

distribuição de estresse com a *endocrown* é mais favorável em relação a utilização do núcleo metálico fundido. Dessa forma, o uso da *endocrown* com profundidade de 3 mm pode ser uma melhor alternativa restauradora. Já para as restaurações utilizando retentor intrarradicular e coroa, a escolha do núcleo metálico fundido torna a distribuição do estresse mais uniforme.

De Carvalho *et al.* (2022) trouxeram uma análise, *in vitro*, da resistência à fadiga e do modo de falha de dentes severamente destruídos, tratados endodônticamente, sem a presença de férula, sem a utilização de retentor intrarradicular e restaurados com 3 tipos de materiais diferentes. Foram selecionados 45 incisivos bovinos, divididos em 3 grupos experimentais (n=15): Nd – restauração com resina composta convencional (Miris 2; Coltène, Suíça); NdB – restauração com resina composta *bulk-fill* (Tetric EvoCeram Bulk Fill; Ivoclar Vivadent, EUA) e NdFR – restauração com resina composta *bulk-fill* reforçada por fibras curtas (EverX Posterior; GC Corp, Japão). Uma coroa cerâmica de dissilicato de lítio (IPS e.max CAD; Ivoclar Vivadent, EUA) foi confeccionada para os espécimes. Um grupo controle (D) de um estudo realizado pelos mesmos autores foi adicionado para fins de comparação, o qual era composto por dentes restaurados com pino de fibra de vidro e núcleo de preenchimento de resina. Uma carga isométrica cíclica (Acumen III; MTS Systems, EUA) foi aplicada na superfície incisal em um ângulo de 30° até a falha ou até completar 140.000 ciclos. Após, cada espécime foi transluminado (Microlux; Addent, EUA) e avaliado em um microscópio óptico (Leica MZ; Leica Microsystems, Alemanha) em aumento de 10 vezes. O modo de falha foi categorizado como reparável (acima do preparo cervical), possivelmente reparável (falha entre o limite do preparo cervical e base cervical do acrílico) e catastrófico (falha longitudinal que se propaga abaixo da base cervical do acrílico). Todos os espécimes falharam antes dos 140.000 ciclos. Apesar de não terem sido observadas diferenças significativas entre os grupos experimentais sem a utilização do retentor intrarradicular, a restauração com resina composta reforçada por fibras produziu ciclos de falha com média de desvio padrão mais altos (46 023 \pm 4326) em comparação com o grupo Nd (38 899 \pm 2975) e NdB (39 751 \pm 2998). No grupo NdFR, no entanto, a restauração superou o uso do pino de fibra de vidro (35 026 \pm 2687). Nos grupos onde não foi utilizado retentor intrarradicular a maior parte das falhas observadas foram restauráveis, entretanto, nos grupos com retentor, 100% das falhas foram catastróficas. Concluiu-se que o uso da resina composta reforçada por fibras curtas e sem a presença de retentor intrarradicular demonstrou melhor desempenho na resistência à fratura em relação às restaurações com a utilização de pinos de fibra de vidro, além de minimizar a ocorrência de falhas catastróficas.

5 RESULTADOS

De 221 artigos encontrados com a estratégia de busca, 48 artigos foram selecionados para leitura, sendo que destes, 34 artigos foram usados para elaboração da revisão de literatura. Ainda, desses 34 artigos, 7 artigos abordaram a possibilidade de não utilização de retentores intrarradiculares. De modo a facilitar o entendimento sobre a nova abordagem foram elaboradaa tabelas de forma a resumir e sistematizar os artigos (TABELA 1, TABELA 2 e TABELA 3):

Tabela 1 – Vantagens e desvantagens, indicações e contraindicações do uso de pino de fibra de vidro em dentes anteriores

(continua)

Autores	Ano	Tipo de Estudo	Vantagem	Desvantagem	Indicação	Contraindicação
Jasjit Kaur, Navneet Sharma, Harpal Singh	2012	<i>In vitro</i>	Modo de falha mais favorável em relação aos núcleos metálicos fundidos, logo se tornaram mais recomendáveis.	-	-	-
Fábio Henrique PasqualinAlessandro Rogério GiovaniManoel Damiano de Sousa NetoSilvana Maria PaulinoLuiz Pascoal Vansan	2012	<i>In vitro</i>	-	-	Pinos de fibra de vidro cilíndricos apresentaram um valor de resistência próximo ao do grupo controle, tornando uma alternativa viável.	-
Sahil Jindal, Ritu Jindal, Sandeep Mahajan, Rohini Dua, Namita Jain, Sunila Sharma	2012	<i>In vitro</i>	Proporciona melhor resistência à fratura bem como modos de falha mais favoráveis.	-	-	-
Maryam Rezaei Dastjerdi, Kamran Amirian Chaijan, Saeid Tavanafar	2015	<i>In vitro</i>	-	-	Os pinos reforçados por resina composta apresentaram resistência à fratura aceitável e modo de falha favorável.	-
Mariana Carolina de Lara Ferro, Vivian Colucci, Artur Gaiotto Marques, Ricardo Faria Ribeiro, Yara T C Silva-Sousa, Erica Alves Gomes	2016	<i>In vitro</i>	-	-	-	Maior incidência de falhas catastróficas em dentes enfraquecidos sem restauração da parede interna do canal.
Fellippo Ramos Verri, Marlice Hayumi Theles Okumura, Cleidiel Aparecido Araujo Lemos, Daniel Augusto de Faria Almeida, Victor Eduardo de Souza Batista, Ronaldo Silva Cruz, Hiskell Francine Fernandes Oliveira, Eduardo Piza Pellizzer	2017	<i>Análise de elementos finitos 3D</i>	-	-	-	Em dentes sem férula desencadeou um acúmulo de estresse na região coronal, o que pode prejudicar a longevidade da restauração.

Tabela 1 – Vantagens e desvantagens, indicações e contraindicações do uso de pino de fibra de vidro em dentes anteriores

							(conclusão)
Autores	Ano	Tipo de Estudo	Vantagem	Desvantagem	Indicação	Contraindicação	
Pascal Magne, Priscilla C. Lazari, Marco A. Carvalho, Taoheed Johnson, Altair A. Del Bel Cury	2017	<i>In vitro</i>	-	Os grupos com pino apresentaram 100% de falhas catastróficas.	-	A ausência de férula não foi compensada pelo uso de um pino de fibra de vidro.	
Abdulrahman Fadag, Maged Negm, Abdulaziz Samran, Ahlam Samran, Girdaldine Ahmed, Ali Alqerban, Mutlu Özcan	2018	<i>In vitro</i>	Maioria das falhas que ocorreram foram favoráveis e com boa resistência a fratura.	-	-	-	
Priscilla Cardoso Lazari, Marco Aurélio de Carvalho, Altair A Del Bel Cury, Pascal Magne	2018	<i>In vitro</i>	-	-	-	O uso de pinos não é suficiente para compensar a falta de férula na estrutura dental.	
Xixi Li, Ting Kang, Danting Zhan, Jing Xie, Ling Guo	2020	<i>Análise de elementos finitos 3D</i>	-	-	A presença da férula com altura suficiente é um pré-requisito para restaurar incisivos centrais superiores severamente danificados utilizando pino de fibra de vidro	-	
Sina Jafari, Mohammad Alihemmati, Ali Jamali Ghomi, Sayed Shojaedin Shayegh, Kamran Kargar	2021	<i>Análise de elementos finitos 3D</i>	-	-	-	O uso de pino de fibra de vidro em dentes sem a presença de férula desencadeou um grande estresse na região cervical.	

Tabela 2 – Resumo dos artigos de revisão que abordam a não utilização de retentores intrarradiculares

Autores	Ano	Tipo de Estudo	Objetivo	Resultados	Conclusão
José Augusto Sedrez-Porto, Wellington Luiz de Oliveira da Rosa, Adriana Fernandes da Silva, Eliseu Aldrighi Münchow, Tatiana Pereira-Cenci	2016	Revisão Sistemática	Avaliar estudos clínicos e <i>in vitro</i> sobre restauração <i>endocrown</i> comparada com restaurações convencionais envolvendo retentores intrarradiculares	Os ensaios clínicos mostraram um sucesso da <i>endocrown</i> variando de 94 a 100%. A análise global em dentes anteriores e posteriores mostrou que a <i>endocrown</i> possuía uma resistência a fratura maior do que restaurações convencionais.	A literatura encontrada sugere que a <i>endocrown</i> pode ter uma performance similar ou melhor do que restaurações convencionais. Entretanto, deve-se ter cautela na hora de interpretar os resultados dos estudos <i>in vitro</i> . Mais estudos são necessários para confirmar que as restaurações <i>endocrown</i> são uma opção viável.
Iana Lamadrid Aurélio, Sara Fraga, Marília Pivetta Rippe Luiz Felipe Valandro	2016	Revisão da Literatura	Sumarizaram a literatura disponível no que diz respeito a inserção ou não de retentor intrarradicular em dentes com perda tecidual limitada.	Evidência científica quanto a melhor restauração para incisivos tratados endodonticamente foi controversa, já que quando a restauração com coroa total foi necessária, a restauração apenas com resina composta, sem retentor, teve bons resultados. Entretanto, alguns artigos afirmaram que a cimentação de um retentor melhorou a resistência a fratura.	A literatura ainda não tem estudos com diretrizes mais precisas para as diferentes situações clínicas quanto a restauração de dentes tratados endodonticamente com perda tecidual limitada.
Michael Naumann, Marc Schmitter, Gabriel Krastl	2018	Revisão Sistemática	Analisaram evidência clínica na performance de dentes restaurados com retentor intrarradicular ou sem retentor.	A maioria (10 de 14 artigos clínicos) tiveram dificuldade de mostrar um efeito positivo na cimentação de retentores intrarradiculares. Não houve evidência clínica para apoiar a cimentação de retentor intrarradicular ou não, mesmo em situações sem parede dental. Um efeito positivo do retentor foi observado em apenas 4 estudos, onde não havia parede dental.	Falta evidência clínica na influência da localização do dente no arco dental na sobrevivência de dentes com retentores ou sem retentores.

Tabela 3 – Resumo dos artigos que abordam a não utilização de retentores intrarradiculares em dentes anteriores

Autores	Ano	Tipo de Estudo	Objetivo	Resultados	Conclusão
Pascal Magne, Priscilla C. Lazari, Marco A. de Carvalho, Taoheed Johnson, Altair A. Del Bel Cury	2017	<i>In vitro</i>	Investigaram a utilização de coroas cerâmicas vítreas cimentadas em núcleos de preenchimento de resina composta com ou sem pino de fibra de vidro em dentes anteriores com ou sem férula.	Falhas iniciais foram detectadas em 81% dos espécimes no grupo sem férula e 14% e 7% nos grupos com férula e pino e com férula sem pino, respectivamente. Observou-se uma sobrevivência significativa dos grupos com férula quando comparado com os grupos sem férula. Grupos com pino de fibra de vidro apresentaram 100% de falhas catastróficas, enquanto o grupo sem pino de fibra de vidro apresentou 47% de falha não-catastrófica.	A colocação de um pino de fibra de vidro reforçado não aumenta a capacidade de suportar cargas e sobrevivência de coroas cerâmicas. As falhas restauráveis foram encontradas no grupo com núcleos de preenchimento diretos confeccionados com resina composta sem pino de fibra de vidro. A ausência de férula não foi compensada pelo uso de um pino de fibra de vidro.
Merve Bankoğlu Güngör, Bilge Turhan Bal, Handan Yilmaz, Cemal Aydin, Seçil Karakoca Nemli	2017	<i>In vitro</i>	Avaliaram e compararam a resistência à falha e modo de falha de restaurações utilizando <i>endocrowns</i> , pinos de zircônia e pinos de fibra de vidro.	O grupo da <i>endocrown</i> de dissilicato de lítio apresentou o maior valor de resistência à fratura. Em relação ao modo de falha, os grupos com pino de fibra de vidro apresentaram falhas na restauração ou deslocamento do pino. Já os grupos com pino de zircônia, apresentaram falhas no pino com ou sem falha na restauração. Por fim, os grupos com as <i>endocrowns</i> , a falha observada foi do tipo catastrófica.	Há a possibilidade de se restaurar os dentes anteriores utilizando <i>endocrowns</i> , porém as falhas dentais devem ser consideradas já que afetam a confiabilidade da restauração.
Xixi Li, Ting Kang, Danting Zhan, Jing Xie, Ling Guo	2020	Análise de elementos finitos 3D	Investigaram a distribuição do estresse de um incisivo central superior com falha oblíqua restaurado por meio de 3 técnicas diferentes.	Na área de férula, o grupo restaurado com pino de fibra de vidro apresentou o maior valor de estresse Von Mises e Principal Máximo. Ainda, o pico de estresse aumentou com o aumento da profundidade da <i>endocrown</i> .	Com a férula de 1 mm de espessura, a distribuição de estresse com a <i>endocrown</i> é mais favorável em relação a utilização do núcleo metálico fundido. O uso da <i>endocrown</i> com profundidade de 3 mm pode ser uma melhor alternativa restauradora.
Marco Aurelio de Carvalho, Priscilla Cardoso Lazari-Carvalho, Altair Antoninha Del Bel Cury, Pascal Magne	2022	<i>In vitro</i>	Investigaram, a resistência à fadiga e o modo de falha de incisivos severamente destruídos, tratados endodônticamente, sem férula, restaurados sem a utilização de retentor intrarradicular e com 3 tipos de materiais restauradores diferentes.	A restauração com resina composta <i>bulk-fill</i> reforçada por fibras curtas superou o uso de pino de fibra de vidro. Nos grupos onde não foi utilizado retentor a maior parte das falhas observadas foram restauráveis, entretanto, nos grupos com retentor, 100% das falhas foram catastróficas.	O uso de resina composta reforçada por fibras curtas sem retentor intrarradicular teve melhor desempenho na resistência à falha do que pinos de fibra de vidro, além de minimizarem a ocorrência de falhas catastróficas.

6 DISCUSSÃO

Com a constante evolução e o desenvolvimento de novos materiais e técnicas, a Odontologia adesiva vem conquistando espaço nas mais diversas especialidades. Em dentes tratados endodônticamente, na maioria dos casos, são necessários procedimentos restauradores mais complexos, devido a extensa perda de estrutura dentária, tornando o dente fragilizado e mais suscetível a falhas.

Os retentores intrarradiculares podem ser utilizados na reabilitação de dentes tratados endodônticamente extensamente destruídos, dentre os quais destacam-se os núcleos metálicos fundidos ou de pinos de fibra de vidro. Os núcleos metálicos fundidos apresentam alta rigidez (QUAGLIATTO; MOURA; CONCEIÇÃO, 2018), custos adicionais por conta da etapa laboratorial e não são materiais estéticos (PASQUALIN *et al.*, 2012). Nesse contexto, os pinos de fibra de vidro estão substituindo cada vez mais o uso dos núcleos metálicos fundidos quando se trata de restaurações em dentes anteriores, devido ao seu módulo de elasticidade próximo ao da dentina (KAUR, SHARMA E SINGH, 2012; DASTJERDI, CHAIJAN E TAVANAFAR, 2015; FERRO *et al.*, 2016; FAGAG *et al.*, 2018; HALLAK *et al.*, 2022; RANJKESH *et al.*, 2022), o que acaba por diminuir o estresse na interface dente-restauração (HALLAK *et al.*, 2022).

O módulo de elasticidade do pino, do cimento resinoso, da resina do núcleo de preenchimento e da dentina são próximos, o que pode criar um efeito de “bloco único”, capaz de dissipar de forma mais homogênea o estresse gerado pelas cargas funcionais, e evitar, assim, a ocorrência de fraturas dentais (KAUR, SHARMA E SINGH, 2012; FERRO *et al.*, 2016). Ainda, devido a distribuição homogênea de estresse, os modos de falha dos pinos de fibra de vidro são determinados, em geral, como favoráveis, uma vez que permitem que haja reparo da restauração (KAUR, SHARMA E SINGH, 2012; DASTJERDI, CHAIJAN E TAVANAFAR, 2015; FADAG *et al.*, 2018).

Em dentes anteriores o fator estético é relevante na escolha do tipo de retentor durante a confecção da restauração. Os núcleos metálicos podem sofrer mudanças de cor devido ao processo de corrosão, o que pode proporcionar um aspecto acinzentado ao dente (KAUR, SHARMA E SINGH, 2012; AMBICA *et al.*, 2013; DASTJERDI, CHAIJAN E TAVANAFAR, 2015; HALLAK *et al.*, 2022; RANJKESH *et al.*, 2022). Com a utilização de pinos de fibra de vidro é possível que a transmissão da luz ocorra através da raiz e da gengiva sobrejacente, o que elimina a alteração de cor na restauração, e proporciona melhores resultados estéticos (KAUR, SHARMA E SINGH, 2012).

Para o sucesso das restaurações com o uso de pinos de fibra de vidro alguns fatores extrínsecos ao pino devem ser levados em consideração (HALLAK *et al.*, 2022). O primeiro deles é a presença da férula, que é essencial para a resistência à fratura dos incisivos superiores (MAGNE *et al.*, 2017; DE CARVALHO *et al.*, 2022). O comportamento do pino de fibra de vidro na ausência de férula não foi positivo (VERRI *et al.*, 2017; LAZARI *et al.*, 2018; FONTANA *et al.*, 2019; NARAYANAN *et al.*, 2019; JAFARI *et al.*, 2021) a começar pelo modo de falha, que apresentou-se mais favorável quando da presença do remanescente dental coronal (FONTANA *et al.*, 2019). Assim, quando a férula estiver presente, as grandes flexões do conjunto coroa-núcleo-pino na região coronal podem ser evitadas, o que é relevante, visto que ocorre concentração de estresse na região onde os materiais com diferentes módulos de elasticidade se encontram (VERRI *et al.*, 2017; FONTANA *et al.*, 2019; JAFARI *et al.*, 2021). Ainda, por apresentarem módulo de elasticidade semelhante ao da dentina, o comportamento biomecânico dos pinos de fibra de vidro pode ser visto como uma desvantagem, já que a flexão do conjunto pode levar à microinfiltrações, facilitar a contaminação por bactérias e o aparecimento de cáries secundárias, que ao progredirem, podem levar à fratura do dente. Logo, a presença de férula é importante a fim de evitar grandes movimentos de flexão (LAZARI *et al.*, 2018).

A cimentação de um pino de fibra de vidro pode não compensar a ausência da férula (LAZARI *et al.*, 2018), uma vez que é melhor realizar um preparo conservador, a fim de proporcionar o efeito férula, o qual é dado pela característica de abraçamento da estrutura dental coronária remanescente pela coroa utilizada como restauração (LAZARI *et al.*, 2018). Em contrapartida, os resultados de Veríssimo *et al.* (2014) obtiveram um bom comportamento biomecânico do pino de fibra de vidro na ausência da férula. Entretanto, este estudo trouxe a análise de outra variável, a qual não foi incluída neste trabalho: o tipo de coroa utilizada em associação ao retentor intrarradicular. Esta variável pode ter influenciado nos resultados obtidos pelos autores, uma vez que a associação entre o pino de fibra de vidro e a coroa cerâmica reforçada por alumina, independente da presença de férula, obteve uma distribuição de estresse mais homogênea ao longo da dentina, entretanto, proporcionou maior concentração de estresse na região do *coping*. Assim, apesar dos resultados apresentaram menor resistência a fratura obtiveram melhor modo de falha (VERÍSSIMO *et al.*, 2014).

Ainda, em relação aos fatores extrínsecos está a dentina intrarradicular. A espessura da parede de dentina intrarradicular é determinante para o prognóstico dos dentes restaurados com pinos (MAIA *et al.*, 2023). Isso porque a dentina sofre deformação plástica, o que faz com que ocorra resistência dental quando cargas mastigatórias incidem de diferentes ângulos durante a função normal, logo, quanto mais dentina estiver presente, melhor a resistência a fratura

(BORZANGY, SAKER E AL-ZORDK, 2018). Por isso que durante o preparo radicular para a cimentação de um pino é recomendado que se preserve ao máximo o tecido dental (BORZANGY, SAKER E AL-ZORDK, 2018). Os trabalhos de Oliveira *et al.* (2022) e Maia *et al.* (2023) concluíram que a quantidade de remanescente dentinário intrarradicular teve mais influência na performance do dente do que os retentores utilizados. A maioria das falhas que ocorreram nos dentes com pouca dentina intracanal foi classificada como catastrófica, independente do tipo de retentor utilizado (OLIVEIRA *et al.*, 2022). Já para os dentes com boa quantidade de dentina, nem todas as falhas foram desfavoráveis (OLIVEIRA *et al.*, 2022). Quando não é possível realizar um preparo conservador devido a presença de cárie, por exemplo, a reanatomização dos pinos de fibra de vidro com resina composta torna-se uma alternativa, uma vez que os pinos pré-fabricados apresentam um formato padrão, e muitas vezes não é possível a adaptação às conformações do canal. (BORZANGY, SAKER E AL-ZORDK, 2018; MAIA *et al.*, 2023). Além disso, a desadaptação do pino pode gerar uma camada espessa de cimento, e gerar estresse na raiz devido a contração de polimerização (BORZANGY, SAKER E AL-ZORDK, 2018; MAIA *et al.*, 2023). Borzangy, Saker e Al-Zordk (2018) observaram que o uso de pinos anatomizados melhorou a resistência a fratura dos dentes.

Somado a isso, os fatores intrínsecos ao pino de fibra de vidro devem ser apontados para atingir um melhor resultado restaurador. Dentre eles está a configuração interna e a morfologia da raiz, uma vez que a escolha do pino está na dependência destes aspectos (PASQUALIN *et al.*, 2012). Pasqualin *et al.* (2012) e Madfa *et al.* (2014) alegaram que os pinos de fibra de vidro cilíndricos demonstraram desempenho superior aos pinos cônicos, já que apresentam maior resistência à fratura por possuírem maior volume, permitirem a distribuição do estresse de forma mais homogênea e serem retentivos (PASQUALIN *et al.*, 2012). Os pinos cônicos, por sua vez, geram o chamado ‘efeito cunha’, ocasionando maior estresse interno durante a função mastigatória o que pode levar a fratura radicular (PASQUALIN *et al.*, 2012). No estudo de Zogheib *et al.* (2012), os pinos cônicos e cilíndricos de menor diâmetro obtiveram melhores resultados de resistência a fratura, enquanto os piores resultados foram encontrados para os pinos cilíndricos de maior diâmetro. Estes resultados corroboraram com os dados encontrados por Pasqualin *et al.* (2012) e Madfa *et al.* (2014), nos quais o uso dos pinos cilíndricos nem sempre irão apresentar um bom resultado, uma vez que sucesso do tratamento depende também do diâmetro. Ainda, Zogheib *et al.* (2012) resgataram a questão da dentina intrarradicular, já discutida anteriormente, ao afirmar que o preparo do canal radicular realizado para a cimentação de um pino cilíndrico de diâmetro largo pode gerar grande perda de dentina apical e enfraquecer a estrutura dental. Logo, a seleção do pino deve ser realizada de acordo com o diâmetro do canal, já que independente da configuração, os pinos de diâmetro menor

mostraram-se mais resistentes, possivelmente por terem sido submetidos a um preparo de canal mais conservador.

A determinação do comprimento ideal do pino ainda é controversa, devido a grande variedade de sistemas de pinos pré-fabricados disponíveis no mercado (PALEPWAD E KULKARNI, 2020). Pinos de fibra de vidro curtos, por apresentarem menor volume, não absorverem tanto o estresse gerado durante a função mastigatória e transferirem o estresse para o dente, o que pode levar a falhas catastróficas (JINDAL *et al.*, 2012; JINDAL *et al.*, 2013). Logo, pinos de fibra de vidro devem apresentar no mínimo metade do comprimento da raiz, porque, por outro lado, um comprimento exagerado do pino pode comprometer a raiz, pela maior remoção de tecido dentinário (PALEPWAD E KULKARNI, 2020). Ainda, a cimentação de pinos muito longos pode comprometer a adesão, visto a diminuição dos túbulos dentinários e a complexidade anatômica da região apical (PALEPWAD E KULKARNI, 2020). A férula, mais uma vez, mostrou ser o principal fator que pode alterar a resistência a fratura de incisivos superiores, já que a variação do comprimento do pino não teve influencia como demonstrado nos estudos de Abdulrazzak *et al.* (2013) e Santos-Filho *et al.* (2014).

Apesar da discussão sobre os fatores extrínsecos e intrínsecos ao pino de fibra de vidro os quais podem influenciar no sucesso do tratamento, a restauração dos dentes anteriores submetidos ao tratamento endodôntico ainda é tópico de muitas discussões acerca de qual é a melhor opção restauradora. Atualmente, a Odontologia apresenta uma visão biomimética, onde a preservação e a conservação da estrutura dentária são essenciais para o equilíbrio biológico, mecânico, adesivo, funcional e estético (DE CARVALHO *et al.*, 2018). Logo, quando se trata da restauração de dentes tratados endodônticamente, o uso de pinos de fibra de vidro tem sido questionado como a melhor alternativa restauradora, já que para a cimentação, torna-se necessário o preparo do remanescente dental, o que pode comprometer as propriedades mecânicas do dente. Ainda, os pinos de fibra de vidro apresentam o risco de falhas catastróficas, o que pode levar a perda completa do elemento dental.

Em dentes anteriores é esperado um número maior de falhas quando da confecção de restaurações sem o uso de retentores intrarradiculares, uma vez que sobre esse grupo de dentes incidem forças não axiais, as quais são diferentes daqueles incidentes nos dentes posteriores (SEDREZ-PORTO *et al.*, 2016). Entretanto, o único artigo que analisou os dentes anteriores usado do trabalho dos autores Sedrez-Porto *et al.* (2016), observou um desempenho similar dos dentes que não usaram pino e dos que usaram. Há uma tendência em indicar o uso de retentores intrarradiculares nos incisivos em função de limitações anatômicas tais como câmara pulpar pequena e pouca espessura de dentina. Essas limitações podem comprometer a adequada retenção e resistência do conjunto (AURÉLIO *et al.*, 2016).

Em dentes posteriores, a cimentação do pino demonstrou não influenciar o aumento da resistência a fratura quando comparado aos dentes restaurados com *endocrown*, onde a coroa utiliza a câmara pulpar como retenção sem que os condutos radiculares estejam envolvidos (MAGNE *et al.*, 2017). A conclusão de Magne *et al.* (2017) foi similar ao alegarem que a utilização de pinos de fibra de vidro em dentes anteriores precisa ser avaliada, uma vez que os autores não observaram diferenças significativas na resistência a fratura entre os grupos restaurados com férula e, com ou sem o uso do pino. Esse achado reafirmou o consenso de que a férula é um fator crucial para um bom prognóstico (MAGNE *et al.*, 2017; DE CARVALHO *et al.*, 2022).

De Carvalho *et al.* (2022) observaram que nas restaurações onde não foram utilizados pinos houve uma performance superior em relação a resistência a fratura e o modo de falha. Quando um pino de fibra de vidro é cimentado em um dente anterior, podem ocorrer falhas iniciais imperceptíveis, as quais podem consistir em microinfiltrações que propiciam a entrada de bactérias, que pode progredir para cárie e, conseqüentemente, levar a falha completa da restauração (GÜNGÖR *et al.*, 2017; DE CARVALHO *et al.*, 2022). Quando da utilização de restaurações do tipo *endocrown* em dentes anteriores, as falhas iniciais podem não ocorrer, justamente pela restauração ser constituída por uma peça única que ao falhar, rompe de forma favorável (DE CARVALHO *et al.*, 2022).

Em contrapartida, Güngör *et al.* (2017) afirmaram que é possível restaurar dentes anteriores sem a cimentação de pinos de fibra de vidro. As *endocrowns* de dissilicato de lítio apresentaram melhor resistência a fratura dentre os outros materiais e técnicas utilizadas no estudo, porém na análise do modo de falha foram observadas falhas desfavoráveis e fraturas dentais (GÜNGÖR *et al.*, 2017). As restaurações as quais não utilizam pinos, apresentam como vantagem o fato de se constituírem como um “bloco único”. Os autores Kaur, Sharma e Singh (2012) e Ferro *et al.* (2016) foram enfáticos em enumerar o “bloco único” como uma das vantagens quanto a utilização dos pinos de fibra de vidro, entretanto, é na interface entre o pino e o cimento resinoso que ocorreram o maior número de falhas devido a possível incompatibilidade dos materiais (GÜNGÖR *et al.*, 2017). As restaurações *endocrowns* tem menor número de interfaces em relação as interfaces apresentadas pelos pinos, o que pode reduzir as chances das falhas ocorrerem nas regiões de contato entre os materiais com propriedades físicas e químicas diferentes, visto que a dissipação do estresse ocorre de forma mais homogênea (SEDREZ-PORTO *et al.*, 2016; GÜNGÖR *et al.*, 2017; LI *et al.*, 2020). Assim, as propriedades físicas e mecânicas dos materiais desenvolvidos em função dos avanços da Odontologia adesiva, devem ser levadas em consideração a fim de otimizar a performance das restaurações (DE CARVALHO *et al.*, 2022).

Poucos estudos foram encontrados na literatura em relação ao uso das restaurações do tipo *endocrowns* em dentes anteriores (AURÉLIO *et al.*, 2016; SEDREZ-PORTO *et al.*, 2016; NAUMANN, SCHIMITTER E KRSTL, 2018). Existe falta de evidência clínica em relação a influência da localização do dente no arco, uma vez que em cada dente ou grupos de dentes forças diferentes incidem durante a função mastigatória, e esse fator pode influenciar diretamente na performance das restaurações.

7 CONCLUSÕES

De acordo com esta revisão narrativa da literatura conclui-se que:

- A utilização de pinos de fibra de vidro favorece a longevidade do tratamento restaurador, sendo uma boa alternativa em casos de reabilitações que exigem o uso de retentores intrarradiculares. O comportamento biomecânico da restauração apresenta-se favorável na presença de férula, quando da utilização de pinos de fibra de vidro cilíndricos, os quais apresentam, pelo menos, metade do comprimento do dente;

- Os pinos de fibra de vidro apresentam indicações e vantagens que justificam seu amplo uso, dentre elas: módulo de elasticidade próximo ao da dentina, baixo custo e menor tempo clínico, estética e boa adesão à dentina. Entretanto, a remoção de estrutura dental pode aumentar o risco de falhas catastróficas ao longo do tempo;

- Apesar dos resultados promissores, a indicação de técnicas restauradoras sem a utilização de pinos de fibra de vidro em dentes anteriores ainda é precoce, visto que poucos estudos estão disponíveis na literatura científica. Ainda, como vantagem destaca-se como uma restauração conservadora, uma vez que não é necessário preparo radicular e apresenta menos interfaces por se comportar como “bloco único”, o que pode tornar as falhas mais perceptíveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDULRAZZAK, S. S. *et al.* Effect of ferrule height and glass fiber post length on fracture resistance and failure mode of endodontically treated teeth. **Australian Endodontic Journal: The Journal of the Australian Society Inc.**, v. 40, n. 2, p. 81-86, 2014.

AMBICA, K. *et al.* Comparative evaluation of fracture resistance under static and fatigue loading of endodontically treated teeth restored with carbon fiber posts, glass fiber posts, and an experimental dentin post system: an *in vitro* study. **Journal of Endodontics**, v. 39, n. 1, p. 96-100, 2013.

AURÉLIO, I. L. *et al.* Are posts necessary for the restoration of root filled teeth with limited tissue loss? A structured review of laboratory and clinical studies. **International Endodontic Journal**, v. 49, n. 9, p. 827-835, 2016.

BACCHI, A. *et al.* Influence of post-thickness and material on the fracture strength of teeth with reduced coronal structure. **Journal of Conservative Dentistry**, v. 16, n. 2, p. 139-143, 2013.

BORZANGY, S. S.; SAKER, S. M.; AL-ZORDK, W. A. Effect of restoration technique on resistance to fracture of endodontically treated anterior teeth with flared root canals. **Journal of Biomedical Research**, v. 33, n. 2, p. 131-138, 2018.

DASTJERDI, M. R.; CHAIJAN, K. A.; TAVANAFAR, S. Fracture resistance of upper central incisors restored with different posts and cores. **Restorative Dentistry & Endodontics**, v. 40, n. 3, p. 229-235, 2015.

DE CARVALHO, M. A. *et al.* Current options concerning the endodontically-treated teeth restoration with the adhesive approach. **Brazilian Oral Research**, v. 32, n. 18, p. 147-158, 2018.

DE CARVALHO, M. A.; LAZARI-CARVALHO, P. C.; DEL BEL CURY, A. A.; MAGNE, P. Fatigue and failure analysis of restored endodontically treated maxillary incisors without a dowel or ferrule. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, 2022.

FADAG, A. *et al.* Fracture resistance of endodontically treated anterior teeth restored with different post systems: an *in vitro* study. **European Endodontic Journal**, v. 3, n. 3, p. 174-178, 2018.

FERRO, M. C. L. *et al.* Fracture strength of weakened anterior teeth associated to different reconstructive techniques. **Brazilian Dental Journal**, v. 27, n. 5, p. 556-561, 2016.

- FONTANA, Pe. *et al.* Effect of ferrule thickness on fracture resistance of teeth restored with a glass fiber post or cast post. **Operative Dentistry**, v. 44, n. 6, p. 299-308, 2019.
- GÜNGÖR, M. B. *et al.* Fracture strength of CAD/CAM fabricated lithium disilicate and resin nano ceramic restorations used for endodontically treated teeth. **Dental Materials Journal**, v. 36, n. 2, p. 135-141, 2017.
- HALLAK, A. G. *et al.* Stress distribution in restorations with glass fiber and polyetheretherketone intraradicular posts: An in silico analysis. **Dental Materials Journal**, v. 41, n. 3, p. 376-381, 2022.
- JAFARI, S. *et al.* Stress distribution of esthetic posts in the restored maxillary central incisor: Three-dimensional finite-element analysis. **Dental Research Journal**, v.18, n.10, 2021.
- JINDAL, S. *et al.* In vitro evaluation of the effect of post system and length on the fracture resistance of endodontically treated human anterior teeth. **Clinical Oral Investigations**, v. 16, n. 6, p. 1627-1633, 2012.
- JINDAL, S. *et al.* Comparative evaluation of the reinforcing effect of different post systems in the restoration of endodontically treated human anterior teeth at two different lengths of post space preparation- an in vitro study. **Journal of Dentistry**, v. 10, n. 2, p. 124-133, 2013.
- KAUR, J.; SHARMA, N.; SINGH, H. *In vitro* evaluation of glass fiber post. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, v. 4, n. 4, p. 204-209, 2012.
- LAZARI, P. C. *et al.* Stress distribution on dentin-cement-post interface varying root canal and glass fiber post diameters. A three-dimensional finite element analysis based on micro-CT data. **Journal of Applied Oral Science**, v. 21, n. 6, p. 511-517, 2013.
- LAZARI, P. C. *et al.* Survival of extensively damaged endodontically treated incisors restored with different types of posts-and-core foundation restoration material. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 119, n. 5, p. 769-776, 2018.
- LI, X. *et al.* Biomechanical behavior of endocrowns vs fiber post-core-crown vs cast post-core-crown for the restoration of maxillary central incisors with 1mm and 2 mm ferrule height. **Medicine**, v. 99, n. 43, p. e22648, 2020.
- MADFA, A. A. *et al.* Stress distributions in maxillary central incisors restored with various types of post materials and designs. **Medical Engineering & Physics**, v. 36, n. 7, p. 962-967, 2014.

- MAGNE, P. *et al.* Ferrule-Effect dominates over use of a fiber post when restoring endodontically treated incisors: an in vitro study. **Operative Dentistry**, v. 42, n. 4, p. 396-406, 2017.
- MAIA, B. G. O. *et al.* Fracture resistance of weakened roots restored with relined or milled CAD-CAM glass fiber posts. **Dental Materials Journal**, v. 24, n. 1, p. 92-98, 2023.
- NARAYANAN, L. *et al.* Stress analysis of maxillary central incisors endodontically treated with varying ferrule heights and three different post dowel materials - a finite element analysis. **Journal of Oral Research**, v. 8, n. 2, p. 108-115, 2019.
- NAUMANN, M; SCHMITTER, M; KRATSL, G. Postendodontic restoration: endodontic post-and-core or no post at all? **Journal of Adhesive Dentistry**, v. 20, n. 1, p. 19-24, 2018.
- OLIVEIRA, G. R. *et al.* Fatigue Properties of Weakened and Non-weakened Roots Restored with CAD-CAM Milled Fiber Post, Prefabricated Fiber Post, or Cast Metal Post. **Operative Dentistry**, v. 47, n. 6, p. 658-669, 2022.
- PALEPWAD, A.B.; KULKARNI, R. S. *In vitro* fracture resistance of zirconia, glass-fiber, and cast metal posts with different lengths. **The Journal of Indian Prosthodontic Society**, v. 20, n. 2, p. 202-207, 2020.
- PASQUALIN, F. H. *et al.* In vitro fracture resistance of glass-fiber and cast metal posts with different designs. **Revista Odonto Ciência**, v. 27, n.1, p. 52-57, 2012.
- PENTEADO, M. M. P. *et al.* Fatigue survival of endodontically treated teeth restored with different fiber-reinforced composite resin post strategies versus universal 2-piece fiber post system: An in vitro study. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 129, n. 3, p. 456-463, 2023.
- QUAGLIATTO, P.; MOURA, G. F.; CONCEIÇÃO, E. N. Como Restaurar Dentes Tratados Endodonticamente. In: CONCEIÇÃO, Ewerton Nocchi. **Dentística: Saúde e Estética**. 3. ed. São Paulo: Santos, 2018. Cap. 18. p. 493-525.
- RANJKESH, B. *et al.* Fracture resistance of endodontically treated maxillary incisors restored with single or bundled glass fiber-reinforced composite resin posts. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, v. 14, n. 4, p. 329-333, 2022.
- SANTOS-FILHO, P. C. F. *et al.* Influence of ferrule, post system, and length on biomechanical behavior of endodontically treated anterior teeth. **Journal Of Endodontics**, v. 40, n. 1, p. 119-123, 2014.
- SEDREZ-PORTO, J. A. *et al.* Endocrown restorations: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Dentistry**, v. 52, p. 8-14, 2016.

SILVA, N. R. *et al.* The effect of post, core, crown type, and ferrule presence on the biomechanical behavior of endodontically treated bovine anterior teeth. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 104, n. 5, p. 306-317, 2010.

VALDIVIA, A. D. C. M. *et al.* The effect of fiber post presence and restorative technique on the biomechanical behavior of endodontically treated maxillary incisors: an in vitro study. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 108, n. 3, p. 147-157, 2012.

VERÍSSIMO, C. *et al.* Effect of the crown, post, and remaining coronal dentin on the biomechanical behavior of endodontically treated maxillary central incisors. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 111, n. 3, p. 234-246, 2014.

VERRI, F. R. *et al.* Three-dimensional finite element analysis of glass fiber and cast metal posts with different alloys for reconstruction of teeth without ferrule. **Journal of Medical Engineering & Technology**, v. 41, n. 9, p. 644-651, 2017.

ZOGHEIB, L. V. *et al.* Fracture resistance of bovine incisors restored with different glass fiber posts: effect of the diameter of fiber post. **Indian Journal of Dental Research**, v. 23 n. 5, p. 623-627, 2012.

ANEXO A - ATA DE DEFESA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
CURSO DE ODONTOLOGIA
DISCIPLINA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ODONTOLOGIA

ATA DE APRESENTAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos 16 dias do mês de Maio de 2023, às 16 horas, em sessão pública no (a) **Auditório de Graduação do Centro de Ciências da Saúde** desta Universidade, na presença da Banca Examinadora presidida pela Professora **Sheila Cristina Stolf Cupani**

e pelos examinadores:

1 – **Renata Gondo Machado,**

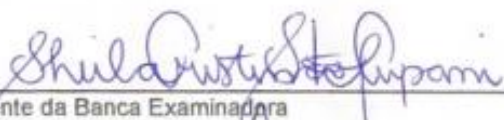
2 – **Elisa Oderich,**

a aluna **Amanda Coelho Brüggemann**

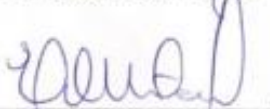
apresentou o Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação intitulado:

"O uso de pinos de fibra de vidro em dentes anteriores ainda é a melhor opção restauradora? Revisão da Literatura"

como requisito curricular indispensável à aprovação na Disciplina de Defesa do TCC e a integralização do Curso de Graduação em Odontologia. A Banca Examinadora, após reunião em sessão reservada, deliberou e decidiu pela aprovação do referido Trabalho de Conclusão do Curso, divulgando o resultado formalmente ao aluno e aos demais presentes, e eu, na qualidade de presidente da Banca, lavrei a presente ata que será assinada por mim, pelos demais componentes da Banca Examinadora e pelo aluno orientando.



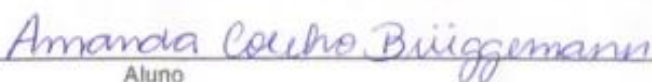
Presidente da Banca Examinadora



Examinador 1



Examinador 2



Aluno