

EFEITO FÉRULA NA RESISTÊNCIA À FRATURA DE DENTES TRATADOS ENDODONTICAMENTE

Ferrule effect on fracture resistance of endodontically treated teeth

Luana da Silva Paiva¹
Marcio Alberto Tavares²
Valéria da Penha Freitas³
Ana Paula Camatta do Nascimento³
Daphne Camara Barcellos⁴
Jackeline Coutinho Guimarães⁵

RESUMO

Objetivo: Realizar uma revisão narrativa da literatura sobre o efeito da férula na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente restaurados com pinos intrarradiculares. **Materiais e métodos:** Foi realizada uma pesquisa bibliográfica nas bases de dados, utilizando as palavras chaves “Resistance”, “Fracture Resistance”, “Ferrule”, “Ferrule Effect”, “Endodontically Treated Teeth”, nos últimos 5 anos, com artigos em inglês e português, e obteve-se 22 artigos. **Resultados:** Foi relatado que uma férula com altura de 1.5-3mm de altura, e espessura entre 1-1.5mm aumenta significativamente a resistência à fratura. Nesse sentido, a férula completa promove melhor resistência, seguido da férula parcial. A ausência de férula se mostrou como a pior opção para a resistência à fratura. **Conclusão:** A férula demonstra um papel relevante para o prognóstico restaurador de dentes tratados endodonticamente, contribuindo para o aumento da resistência à fratura desses dentes.

Palavras-chave: Efeito Férula. Resistência à Fratura. Dentes Tratados Endodonticamente.

ABSTRACT

Objective: To conduct a narrative review of the literature on the effect of ferrule on fracture resistance of endodontically treated teeth restored with intraradicular posts. **Materials and Methods:** A bibliographic search was performed using the keywords "Resistance," "Fracture Resistance," "Ferrule," "Ferrule Effect,"

¹ Graduação em Odontologia, Universidade Federal do Espírito Santo.

² Especialista em Prótese Dentária, Universidade Federal do Espírito Santo.

³ Doutora em Ciências Odontológicas pela Faculdade São Leopoldo Mandic.

⁴ Doutora em Odontologia Restauradora pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

⁵ Doutora em Odontologia pela Universidade Federal de Santa Catarina.

"Endodontically Treated Teeth," in the last 5 years, resulting in 22 articles in English and Portuguese. **Results:** It was reported that a ferrule with a height of 1.5-3mm and thickness between 1-1.5mm significantly increases fracture resistance. Complete ferrules provided the highest resistance, followed by partial ferrules, while the absence of a ferrule resulted in the lowest fracture resistance. **Conclusion:** The ferrule gives a relevant role in the restorative prognosis of endodontically treated teeth, contributing to increased fracture resistance of these teeth.

Key words: Ferrule effect. Fracture resistance. Endodontically treated teeth.

INTRODUÇÃO

A falha mais comum observada nos dentes tratados endodonticamente é a fratura, podendo ser coronária ou radicular. A resistência à fratura dos dentes com tratamento endodôntico está diretamente relacionada à quantidade de tecido dental remanescente, onde a quantidade de estrutura coronária residual é crucial para definir o prognóstico do tratamento restaurador (Assiri *et al.*, 2022). Os pinos intrarradiculares são frequentemente indicados para dentes extensamente destruídos, cuja quantidade remanescente de estrutura dentária é insuficiente para retenção do material restaurador (Schwartz; Robbins, 2004).

Há diversos tipos de pinos para o tratamento restaurador de dentes tratados endodonticamente como os núcleos metálicos fundidos e os pinos de fibra (Prado *et al.*, 2014). O tratamento restaurador de dentes desvitalizados requer frequentemente o uso de pinos e núcleo de preenchimento para restabelecer estética e função (Cagidiaco *et al.*, 2008; Ferrari *et al.*, 2012).

Para a restauração intrarradicular de dentes desvitalizados, a férula se mostra como um fator relevante na resistência à fratura desses dentes. Uma altura entre 1.5 e 2mm foi considerada fundamental para melhorar a longevidade da restauração (Gatkal *et al.*, 2021). O efeito férula pode ser definido como uma extensão coronal de paredes paralelas de dentina, que quando circundada por uma coroa, produz um complexo dente/restauração mais resistente (Stankiewicz; Wilson, 2008).

A presença da férula diminui a ação de cunha do pino, resiste às forças funcionais de alavanca e laterais que atuam durante a inserção do pino e aumenta a resistência às cargas oclusais (Sorensen; Engelman, 1990). Entretanto, nem sempre é possível de se obter uma férula uniforme clinicamente, devido a variações de perda do tecido dentário (Elavarasu *et al.*, 2019). Além disso, as informações na literatura acerca da férula parcial ainda são escassas (Pantaleón *et al.*, 2019). Portanto, mostra-se necessário elucidar mais informações acerca do efeito férula em dentes submetidos ao tratamento endodôntico.

OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho foi realizar uma revisão narrativa da literatura sobre o efeito férula na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente restaurados com pinos intrarradiculares.

REVISÃO DE LITERATURA

Dentes tratados endodonticamente

Os dentes obturados são considerados mais enfraquecidos em relação aos dentes vitais, podendo apresentar perda tecidual considerável devido a patologias prévias, fraturas, múltiplas restaurações, muitas vezes com comprometimento das estruturas dentais importantes como cristas marginais, ponte de esmalte e teto da câmara pulpar, além do próprio tratamento endodôntico e da perda de hidratação dentinária. (Prado *et al.*, 2014; Kishen, 2006; Tang; Wu; Smales, 2010).

Durante o preparo químico-mecânico do tratamento endodôntico, os instrumentos e as substâncias irrigadoras promovem a remoção de microrganismos, tecidos degenerados e detritos por meio da ação mecânica da instrumentação, e ação química dos irrigantes, maximizando e controlando a desinfecção (Siqueira Jr *et al.*, 2012).

O tratamento endodôntico promove a limpeza dos canais radiculares, porém, acaba influenciando na resistência à fratura do elemento dentário, tanto pelo desgaste dentário promovido pelo acesso e instrumentação endodôntica, como pelos agentes irrigadores que promovem alterações negativas nas propriedades físicas da dentina e pela obturação onde os materiais selecionados e a técnica podem impactar na resistência final do dente. Além disso, a perda de hidratação da dentina após desvitalização pulpar promove alterações nas propriedades viscoelásticas da dentina, deixando o dente mais suscetível à fratura. (Kishen, 2006; Tang; Wu; Smales, 2010).

Conforme o estudo de Bhuvu *et al.* (2021), o prognóstico de dentes tratados endodonticamente depende de muitos fatores, tais como a presença de férula, paredes e volume residual remanescentes, localização dos dentes, número de contatos proximais, cobertura de cúspides, trincas, tipo de restauração, material restaurador e da utilização de pinos intrarradiculares. Dentre estes fatores, destaca-se a férula e o uso de retentores intrarradiculares com objetivo de aumentar a longevidade do dente restaurado.

Retentores intrarradiculares

Na técnica restauradora convencional para dentes obturados, indica-se o uso de retentores intrarradiculares e núcleos para retenção da coroa e melhor distribuição de forças devido à extensa perda de estrutura (Dutra, Neppelenbroek, 2022; Gateau; Sabek; Dailey, 1999). Entretanto, os pinos não reforçam a estrutura dentária, sendo utilizados a fim de promover a retenção da restauração. (Assif; Gorfil, 1994; Gonzaga; Campos; Barrato-Filho, 2011; Pereira *et al.*, 2006; Sorensen; Engelman, 1990).

Conforme Moro, Agostinho e Matsumoto (2005) os pinos intrarradiculares devem possuir características como biocompatibilidade, fácil instalação, não concentrar tensões nas paredes radiculares, união química e mecânica com o material restaurador de preenchimento, resistência a corrosão, estética adequada e bom custo-benefício. A escolha para selecionar o pino adequado para a situação clínica deve levar em conta a localização do elemento dentário na arcada, a quantidade de estrutura remanescente, saúde periodontal e as forças oclusais que o dente estará sujeito.

De acordo com Assiri *et al.* (2022), o planejamento protético deve considerar a localização do elemento dentário em relação às forças oclusais incididas, a qualidade e quantidade da estrutura dentária remanescente, a anatomia e a função do elemento dentário. Além disso, deve-se levar em consideração a resistência do elemento dentário e a compatibilidade do retentor com os materiais restauradores. (Pereira *et al.*, 2020).

É indicado que o comprimento do pino deva atingir dois terços do tamanho total do remanescente dentário, ou metade do suporte ósseo radicular, mantendo 4mm de material obturador residual, a fim de cumprir a sua função de distribuição homogênea das forças oclusais para evitar fraturas e promover a retenção do núcleo de preenchimento, e este a retenção da restauração final (Pegoraro *et al.*, 2013). No meio de tantos materiais existentes no mercado odontológico,

destacam-se os núcleos metálicos fundidos e os pinos de fibra (Pereira et al., 2020).

Os núcleos metálicos fundidos podem ser indicados em situações em que os pinos pré-fabricados não se adaptam de maneira precisa às paredes do conduto radicular (Prado et al., 2014) e em situações com pouca estrutura coronária remanescente (Fontana et al., 2019; Pergoraro et al., 2013; Schwartz; Robbins, 2004; Stankiewicz; Wilson, 2008). Apesar do núcleo metálico fundido suportar maior carga, ele possui um módulo de elasticidade maior que o da dentina, além disso, tende a concentrar tensões, principalmente no ápice radicular, podendo resultar em fratura radicular (Clavijo et al., 2009).

Dentre as vantagens dos núcleos metálicos fundidos, pode-se citar o custo-benefício, alta radiopacidade, cimentação convencional, longo tempo de aplicação. Suas desvantagens são a estética desfavorável, a corrosão, o alto módulo de elasticidade e o fato de não poderem ser cimentados com técnicas adesivas (Moro; Agostinho; Matsumoto, 2005). Além disso, possuem um padrão de falha mais desfavorável (Falahchai et. al., 2023).

Os pinos de fibra são indicados na reabilitação de dentes obturados, que apresentam aproximadamente metade do remanescente coronário e que necessitam de retenção intrarradicular (Prado et al., 2014). Estes pinos podem ser de carbono ou de vidro, os quais possuem módulo de elasticidade semelhante ao da dentina, permitindo uma melhor distribuição das tensões provenientes do esforço mastigatório, diminuindo as chances de fraturas radiculares.

Além disso, possuem vantagens estéticas, podem ser cimentados com técnicas adesivas, adaptados à morfologia do canal radicular, apresentam ótimo custo-benefício e fácil manipulação. (Garcia et al., 2003). Seu padrão de falha está comumente associado a falhas reparáveis (Falahchai et al., 2023).

Efeito férula

A origem do termo “férula” vem dos termos latinos ‘ferrum’ – ferro, e ‘viriola’ – bracelete, de modo que a férula é considerada como uma faixa envolvente de metal fundido ao redor da superfície coronal do elemento dentário. A inclusão do efeito férula foi aceito na literatura como um dos fundamentos importantes a se considerar no tratamento restaurador de dentes tratados endodonticamente, pois proporciona resistência ao deslocamento e previne fraturas. (Jotkowitz; Samet, 2010). Assiri et al. (2020) reforça que a extensão da estrutura dentária remanescente é um dos fatores mais importantes e críticos para determinar o prognóstico de um dente restaurado.

A férula além de promover maior resistência, tem repercussão positiva na sobrevivência de dentes submetidos ao tratamento endodôntico, pois mantém a integridade da estrutura radicular sob cargas funcionais, transmitindo de maneira homogênea as tensões ao longo do eixo do pino (Elavarasu *et al.*, 2019).

Ela também mantém a integridade na união cimento e coroa e reduz a concentração de tensões na junção do pino e núcleo. Quando a férula está ausente, as forças são suportadas apenas pelo pino, podendo resultar em fratura radicular vertical (Akkayan, 2004).

Segundo Mosharaf *et al.* (2023) as tensões incididas no dente tem a sua força máxima aplicada na região cervical. Desse modo, a altura da férula permite que uma menor força seja aplicada no dente. Da mesma forma, quando a férula é completa e está associada à altura adequada, será alcançada a resistência máxima à fratura.

Gatkal *et al.* (2021) observou em seu estudo de análise de elementos finitos, que conforme o aumento da altura da férula, as forças tendem a ser incididas na extremidade cervical da raiz, evitando a aplicação de forças no terço médio e apical e consequentemente prevenindo fraturas.

O efeito férula em dentes restaurados com pinos intrarradiculares altera a disposição das forças incididas no elemento dentário, deslocando o fulcro no sentido coronal e diminuindo o efeito de flexão, protegendo a peça protética. Este fato explica o porquê de os dentes com a presença da férula possuírem maior resistência à fratura (Fontana *et al.*, 2019).

As medidas da férula são determinadas a partir de medições intraorais do elemento dentário, no sentido vertical e horizontal. A medida vertical, é do topo da margem gengival até o topo da parede do remanescente dentário nos pontos mesial, distal, vestibular e lingual. A medida horizontal é a espessura das paredes dentárias restantes ao nível da futura margem da coroa nos mesmos pontos citados anteriormente (Esteves; Correia; Araújo, 2011).

Vários estudos mostraram que a férula para atingir o seu objetivo deve ter uma altura entre 1,5 e 2mm (Gatkal et al., 2021; Mosharaf et al., 2023; Kumar et al.,

2020; Meng et al., 2023; Pantaleón et al., 2019). Além disso, Gré et al. (2021) concluiu que a ausência de férula de 2mm reduz a resistência de união do pino de fibra de vidro à dentina radicular.

Ainda não há consenso na literatura acerca do desenho da férula. É relatado em diversos estudos que para se obter o efeito férula de maneira adequada é necessária a presença de uma férula completa, e quando é impossível em adquiri-la, a férula parcial é a melhor opção do que a ausência total de férula (Pantaleón et al., 2019; Elavarasu et al., 2019; Al-sanabani et. al., 2023). Foi relatado por Khabadze et al. (2019) em sua revisão sistemática que o aumento da parede lingual poderia aumentar a resistência à fratura em férulas parciais. No entanto, Figueiredo et al. (2019) não observou diferenças estatisticamente significantes entre os grupos com férula uniforme e não uniforme, concluindo que não houve influência do desenho na férula na resistência à fadiga e no modo de falha dos dentes restaurados.

A espessura da férula, pode similarmente influenciar na resistência à fratura de dentes obturados. Foi relatado que a resistência à fratura em férulas com 2mm de altura era maior quando possuíam entre 1 e 1.5mm de espessura de férula (Fontana et al., 2019; Xie et al., 2020). Sendo assim, é importante a preservação da espessura para o melhor desempenho mecânico de dentes tratados endodonticamente.

O quadro 1 sintetiza os principais achados da busca bibliográfica com a identificação do delineamento dos estudos.

Quadro 1 – Principais achados

Estudo	Delineamento do estudo	Objetivos	Metodologia	Principais resultados
Al-dabbagh et al. (2023)	Revisão sistemática e metátese.	Avaliar o impacto da presença ou ausência da férula circunferencial nas taxas de sobrevivência de dentes obturados restaurados com pinos pré-fabricados.	Busca nas bases de dados de artigos publicados até abril de 2023, incluindo estudos clínicos.	A presença da férula completa com 2mm de altura aumentou as taxas de sucesso.

Efeito férula na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente

Al-sanabani <i>et al.</i> (2023)	Metanálise.	Comparar férula parcial com a férula completa ou ausência de férula na resistência em dentes obturados.	Busca nas bases de dados de estudos <i>in vitro</i> publicados até maio de 2022.	Férula completa proporciona a maior resistência. Férula parcial é melhor que a ausência de férula.
Batista <i>et al.</i> (2020)	Revisão sistemática e metanálise.	Avaliar se a presença ou ausência do efeito férula influencia a taxa de falha de restaurações de pino e núcleo de compósito reforçado com fibra em dentes obturados.	Busca nas bases de dados de artigos publicados até maio de 2018, incluindo estudos clínicos (grupo com mínimo 10 participantes e acompanhamento de 6 meses).	O efeito férula não influenciou significativamente na taxa de falha em comparação a sua ausência.
Dotto <i>et al.</i> (2023)	Revisão sistemática e metanálise.	Avaliar as informações disponíveis sobre os fatores relacionados à sobrevivência, falha e sucesso de dentes obturados e restaurados.	Busca nas bases de dados de artigos publicados até setembro de 2021, incluindo estudos clínicos;	Diferentes pinos não influenciam significativamente no desempenho clínico. O efeito férula ainda é controverso. Não há evidência suficiente para indicação de restaurações indiretas ou diretas. Pode-se utilizar <i>endocrowns</i> em dentes posteriores.
Khabadze <i>et al.</i> (2019)	Revisão sistemática.	Determinar a influência do desenho da férula na resistência à fratura de dentes obturados restaurados com pinos de fibra.	Busca nas bases de dados de artigos com intervalo de 10 anos, publicados até outubro de 2019.	Férula completa com altura de 2-3mm obteve a maior resistência à fratura. Em férulas parciais, o aumento da altura na face lingual pode melhorar a resistência.
Assiri <i>et al.</i> (2022)	Revisão de literatura.	Revisão do efeito férula em dentes obturados, classificando os diferentes tipos de férulas, falhas biomecânicas e tratamentos	Não informado pelo autor.	A posição e anatomia do dente, dimensões da férula, periodonto e oclusão importam para as decisões clínicas. A extrusão ortodôntica é mais indicada que os

Efeito férula na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente

		restauradores possíveis.		procedimentos cirúrgicos para obtenção da férula em dentes com estrutura dentária insuficiente.
Bhuva <i>et al.</i> (2021)	Revisão de literatura.	Fornecer uma revisão geral atualizada da literatura clínica existente relacionada a restauração de dentes obturados.	Busca nas bases de dados para identificar artigos publicados até 2020 que relacionavam a sobrevivência de dentes obturados e/ou tipo de restauração.	A longevidade é influenciada pela estrutura dentária residual, contatos proximais, localização do dente, presença de cobertura de cúspides e o uso de pinos e núcleos.
Dutra e Neppelenbroek (2022)	Revisão de literatura.	Revisão do efeito férula na resistência à fratura em dentes obturados com a utilização ou não de pinos intrarradiculares.	Busca nas bases de dados no intervalo de 2010 a 2021, onde se selecionou os artigos conforme os critérios de inclusão.	A férula aumenta a resistência à fratura. Recomenda-se uma espessura acima de 1,5mm e altura de 2mm e restaurações com pinos de fibra de vidro.
Gatkal <i>et al.</i> (2021)	Ensaio mecânico por meio de análise de elementos finitos.	Avaliar o efeito de diferentes alturas de férula na distribuição de tensões em incisivos centrais superiores por meio de análise dos elementos finitos (3D).	Dentes com diferentes alturas de férula (0, 0.5, 1, 1.5 e 2mm), foram restaurados, com pino e núcleo de zircônia e coroa cerâmica.	O aumento da altura da férula, diminuiu as tensões nos pinos de zircônia e na interface pino/dentina e na dentina radicular, promovendo a concentração das tensões para extremidade cervical da raiz.
Gré <i>et al.</i> (2021).	Ensaio mecânico por meio de estudo <i>in vitro</i> .	Avaliar a influência do efeito férula e do envelhecimento por fadiga mecânica na resistência de união à dentina do canal radicular em diferentes terços radiculares de pré-molares.	32 pré-molares restaurados com pinos de fibra de vidro e coroas de resina acrílica. As amostras foram divididas em dois grupos (com férula de 2mm e sem férula), sendo	A ausência de férula de 2mm reduz a resistência de união.

Efeito férula na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente

			submetido ao teste de fadiga.	
Mosharaf <i>et al.</i> (2023)	Ensaio mecânico por meio de análise de elementos finitos.	Avaliar o efeito da relação coroa e férula na resistência de incisivos centrais superiores por meio da análise de elementos finitos.	Dentes restaurados com coroa metalocerâmicas e pinos com comprimento de 11, 13, e 15mm, com alturas de férula de 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 e 2.5 na face lingual e 5.0mm na face vestibular.	O aumento da férula em 2mm melhora a resistência à fratura do dente. Conforme o aumento do tamanho do comprimento pino, maior a tensão aplicada ao dente. Quando a força é aplicada na região incisal, o estresse incidido na raiz também aumenta.
Tanaka <i>et al.</i> (2023)	Ensaio mecânico por meio de análise de elementos finitos.	Avaliar os efeitos dos materiais dos núcleos, estruturas remanescentes e a interface adesiva na distribuição de tensões em dentes obturados por meio da análise de elementos finitos.	6 modelos de pré-molares com férula (2mm de altura e 1.7mm) e sem férula foram restaurados com: núcleo metálico, núcleo de resina ou núcleo de resina com pinos de fibra.	O risco de fratura radicular aumenta quando a interface adesiva falha. A férula, mesmo quando há falha na interface adesiva previne a concentração de tensões na dentina reduzindo a rotação do pilar, evitando fraturas.
Elavarasu <i>et al.</i> (2019)	Ensaio mecânico por meio de estudo <i>in vitro</i> .	Avaliar a resistência à fratura de incisivos centrais superiores obturados e restaurados, com altura uniforme e não uniforme de férula.	Incisivos centrais superiores foram obturados e restaurados com núcleos metálicos fundidos, divididos em 5 grupos de acordo com a altura da férula (2mm; 3mm; 2mm vestibular e 3mm lingual; 2mm vestibular e 4mm lingual; e sem férula) e submetidos ao teste de compressão.	Férula uniforme com 3mm foi mais eficaz que a uniforme de 2mm. Férula uniforme é melhor que a não uniforme.
Falahchai <i>et al.</i> (2023)	Ensaio mecânico por meio de estudo <i>in vitro</i> .	Avaliar a resistência e falha de pré-molares obturados, reconstruídos por	100 pré-molares maxilares foram divididos em 10 grupos conforme a	Maior porcentagem de fraturas favoráveis no grupo de alongamento de

Efeito férula na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente

		técnicas de realocação da margem cervical, alongamento de coroa com férula completa e férula parcial com restaurados com pinos pré-fabricados de fibra, pino de polietileno reforçado por compósito, ou núcleos metálicos fundidos.	técnica reconstrutora e pino utilizados, e submetidos ao teste de compressão.	coroa com férula parcial, seguido por realocação de margem cervical, e a maior porcentagem de fraturas desfavoráveis no grupo de alongamento de coroa com férula completa. Núcleos metálicos fundidos obtiveram a maior taxa de fraturas desfavoráveis, ao passo que os pinos de fibra obtiveram as menores taxas.
Figueiredo <i>et al.</i> (2019)	Ensaio mecânico por meio de estudo <i>in vitro</i> .	Avaliar a sobrevida e o modo de falha de restaurações com pinos de fibra e resina e com diferentes desenhos de férula	50 incisivos bovinos restaurados com pinos de fibra de vidro e coroa de compósito foram divididos em 5 grupos: sem férula, férula uniforme de 2mm, férula vestibular de 2mm, férula lingual de 2mm, férula vestibular e lingual de 2mm, sendo submetidos ao teste de fadiga.	O desenho da férula não afetou significativamente o comportamento biomecânico.
Fontana <i>et al.</i> (2019)	Ensaio mecânico por meio de estudo <i>in vitro</i> .	Avaliar a influência da espessura da férula na resistência à fratura de dentes obturados.	120 incisivos bovinos divididos em 6 grupos: Tipo de pino (fibra de vidro e núcleos metálicos fundidos); Presença da férula: (ausência ou altura de 2mm) e sua espessura (altura de 2mm associada a uma espessura de 0.5mm e 1mm). Os dentes foram restaurados com coroas metálicas e submetidos ao teste de compressão.	Resistência à fratura foi superior com espessura de 1mm. Com espessura de 0,5mm, indica-se núcleos metálicos fundidos. Com espessura de 1mm, os pinos de fibra de vidro são mais indicados.

Efeito férula na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente

Kumar <i>et al.</i> (2020)	Ensaio mecânico por meio de estudo <i>in vitro</i> .	Avaliar a resistência à fratura de dentes restaurados com pinos e diferentes altura de férula.	Dentes obturados foram restaurados com núcleos metálicos fundidos ou pinos pré-fabricados apresentando férulas de 0.5, 1, 1.5 e 2mm de altura, sendo submetidos ao teste de compressão.	Aumentar a altura da férula proporcionou um aumento significativo na resistência à fratura dos dentes em ambos os tipos de pinos.
Maalhashgh-fard <i>et al.</i> (2019)	Ensaio mecânico por meio de estudo <i>in vitro</i> .	Avaliar os efeitos de diferentes diâmetros de núcleos metálicos paralelos, na presença e na ausência da férula, na resistência à fratura do procedimento restaurador.	40 incisivos centrais superiores humanos, foram restaurados com núcleos metálicos fundidos e coroa metalocerâmica, divididos em 5 subgrupos (diâmetro e férula de 1.0, 1.5, e sem férula com diâmetro do núcleo de 1.0 e 1.5mm.) sendo submetidos ao teste de compressão.	Em quantidades mínimas de férula, um pino de diâmetro mais largo e paralelo pode ser indicado para melhorar a resistência à fratura.
Meng <i>et al.</i> (2023)	Ensaio mecânico por meio de estudo <i>in vitro</i> .	Avaliar os efeitos de diferentes alturas de férulas e proporção coroa-raiz na resistência à fratura de pré-molares obturados e restaurados com pinos de fibra ou núcleo metálico fundido.	80 pré-molares humanos foram restaurados com pinos de fibra de vidro ou núcleo metálico fundido e coroas metálicas, sendo divididos em 2 grupos de acordo com o pino, e cada grupo em 5 subgrupos de acordo com o tamanho da férula (0,1,2,3 e 4mm), sendo submetidos ao teste de resistência à fratura.	A proporção coroa raiz deve ser mantida entre 0.9 e 0.92 quando a férula é desenhada para um sistema de pinos de metal fundido ou fibra.
Pantaleón <i>et al.</i> (2019)	Ensaio mecânico por meio de estudo <i>in vitro</i> .	Avaliar o efeito da localização da férula parcial em 2 paredes e a influência da altura da férula nas paredes remanescentes em incisivos centrais	Incisivos centrais restaurados com pinos de fibra de vidro e resina composta, divididos em 6 grupos de acordo com a altura da férula (0mm, 2mm, ausência de	2mm de férula completa aumenta a resistência à fratura. Um aumento na altura de 3 e 4 mm nas paredes remanescentes promoveu um

Efeito férula na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente

		superiores obturados e restaurados.	uma parede lingual e uma proximal remanescente com alturas de 1,2,3,4 mm.) submetidos ao teste de compressão.	aumento insignificante na resistência à fratura e não compensou a ausência de paredes.
Xie <i>et al.</i> (2020)	Ensaio mecânico por meio de estudo <i>in vitro</i> .	Avaliar a influência da espessura da férula na resistência à fratura e no modo de falha.	50 incisivos bovinos foram restaurados com pinos de fibra de quartzo e coroas metálicas, com férula de altura de 2mm foram separados em 5 conforme a espessura: sem férula, 0,5, 1, 1,5 e 2mm e submetidos a teste de fadiga e compressão.	Espessura de 1,5 a 2,0mm obteve uma resistência à fratura superior.
Zahran <i>et al.</i> (2021)	Ensaio mecânico por meio de estudo <i>in vitro</i> .	Avaliar o efeito de diferentes alturas de férulas na resistência à fadiga e à fratura de pré-molares obturados, restaurados com pinos de fibra de vidro e coroas de dissilicato de lítio.	Pré-molares divididos em dois grupos com férula de 2 e 4mm, e 2 subgrupos com uma férula inadequada de 0,5mm na mesial para o subgrupo A, e na mesial e distal do grupo B, sendo submetidos aos testes de fadiga e compressão.	O número de paredes ausentes tem influência resistência à fratura, e não a altura.

Fonte própria.

DISCUSSÃO

A literatura mostra que a resistência de um dente depende da quantidade remanescente de dentina. No caso dos dentes tratados endodonticamente, existem diferentes situações de desgaste da estrutura dentária resultando num desafio para a devolução da função, da estética e permitir a longevidade do elemento dental. É comum a utilização de meios de retenção intrarradicular para a restauração desses dentes. Além dos sistemas metálicos fundidos, os sistemas de pinos e núcleos de resina reforçada com fibra de vidro são bastante utilizados.

Tanaka *et al.* (2024) em seu estudo de análise de elementos finitos

demonstraram que as diferenças do material restaurador e a presença da férula influenciaram de modo significativo os resultados. As amostras com a presença de férula concentraram menores tensões na dentina do que os com ausência de férula. Além disso, a férula limitou a concentração de tensões na dentina mesmo quando ocorre a falha da interface adesiva entre pino e dentina. Nesse sentido, Gré *et al.* (2021) observaram maior número de falhas na interface adesiva quando a férula estava ausente.

A maioria dos estudos demonstram que a resistência à fratura eleva conforme o aumento da altura da férula, a qual deve possuir uma altura entre 1.5mm a 2mm para promover esse efeito (Kumar *et al.*, 2020; Pantaleón *et al.*, 2019; Gatkai *et al.*, 2021; Mosharaf *et al.*, 2023). No entanto, Elavarasu *et al.* (2019), utilizaram uma férula completa de 3mm em sua amostragem, onde se observou uma resistência à fratura superior à férula de 2mm.

Xie *et al.* (2020), observaram um aumento na resistência com espessura da férula acima de 1,5mm em dentes restaurados com pinos de fibra de vidro. Ao passo que Fontana *et al.* (2019) relataram um aumento significativo na resistência quando a férula tinha 1mm de espessura em dentes restaurados com núcleos metálicos fundidos.

Batista *et al.* (2020) em sua metanálise não observaram diferenças estatisticamente significativas em dentes com férula e sua ausência na análise geral de falhas entre os grupos, embora o grupo com ausência de férula obteve o maior número destas. Entretanto, é importante salientar que apenas 4 artigos foram incluídos neste estudo, ou seja, foi conduzido com uma baixa amostragem. Além disso, a análise de risco de viés demonstrou que apenas 1 dos 4 artigos incluídos neste estudo era considerado apropriado.

Figueireido *et al.* (2019) compararam o comportamento biomecânico de dentes sem férula, com férula completa e férula parcial, e não observaram diferenças estatisticamente significantes entre os grupos na resistência à fadiga e no modo de falha. O que contradiz com a maioria dos achados observados em outros estudos utilizados nesta revisão de literatura. Conforme o autor, essa diferença pode ser justificada pois a maioria dos estudos utilizam testes estáticos para

avaliação da resistência, ao passo que este estudo utilizou cargas dinâmicas que simulam de maneira mais precisa as situações clínicas. Desse modo, fica evidente quanto à necessidade de mais estudos para avaliar o efeito da férula sob testes mecânicos dinâmicos, para maior compreensão.

É relatado na maioria dos estudos que o desenho da férula completo é o ideal para promover a melhor resistência à fratura, sendo a férula parcial uma opção melhor que a ausência da férula (Al-dabbagh *et al.*, 2023; Al-sanabani *et al.*, 2023; Elavarasu *et al.*, 2019; Khabadze *et al.*, 2019; Pantaleón *et al.*, 2019). Além disso, Khabadze *et al.* (2019) concluíram que ao aumentar a altura da parede palatina promoveria um melhor desempenho na resistência à fratura em férulas incompletas, visto que o vetor da força mastigatória tem direção principal no sentido vestibulolingual e oclusogengival em 45°. Este achado, corrobora com outros dados presentes na literatura (Haralur *et al.*, 2018; Muangamphan *et al.*, 2015).

Pantaleón *et al.* (2019) observaram que o aumento de altura nas paredes remanescentes promoveu uma melhora insignificante na resistência à fratura do dente, assim como Mosharaf *et al.* (2023) relataram que um aumento acima de 2mm nas paredes de forma não uniforme na férula promove uma melhora insignificante na resistência à fratura. Zahran *et al.* (2021) concluíram que o número de paredes ausentes impacta significativamente na resistência à fratura da férula, não a altura das paredes remanescentes.

Meng *et al.* (2023), observaram uma correlação existente entre a altura da férula e a proporção coroa raiz na resistência à fratura de dentes obturados. De acordo com o autor, uma altura de férula entre 1 e 2mm, mantendo a proporção coroa raiz entre 0,9 e 0,92mm permitiria uma melhor resistência à fratura. Esse achado é um fato importante a ser considerado principalmente em dentes com extensa destruição coronária, onde-se deve lançar mão de procedimentos de aumento de coroa, seja por métodos cirúrgicos ou ortodônticos, para obtenção de tecido coronário supra gengival para realização do tratamento restaurador (Assiri *et al.*, 2022).

Estudos mostraram que os dentes com ausência de estrutura coronal remanescente tendem a sofrer mais efeitos de flexão após restauração com pinos do que aqueles que possuem maior quantidade de estrutura dentária e que os pinos de resina reforçada com fibra de vidro concentram mais tensões na região cervical da dentina (Fontana *et al.*, 2019; Coelho *et al.*, 2009). Por essa razão, alguns autores recomendaram o uso do pino e núcleo metálico fundido para evitar o deslocamento do pino e fratura radicular (Fontana *et al.*, 2019; Pergoraro *et al.*, 2013; Schwartz; Robbins, 2004; Stankiewicz; Wilson, 2008).

Xie *et al.* (2020) relataram que todas as falhas com restaurações em pinos de fibra de vidro em dentes com férula de 2mm de altura e 1.5mm de espessura foram consideradas como reparáveis. Além disso, Fontana *et al.* (2019) observaram que fraturas favoráveis foram associadas a dentes restaurados com pinos de fibra de vidro, com 1mm de espessura e 2mm de altura de férula ou com núcleos metálicos fundidos na ausência de férula. Este dado corrobora com outros achados na literatura que indicam o uso de núcleos metálicos fundidos em situações clínicas com estrutura dentária remanescente insuficiente (Pergoraro *et al.*, 2013; Schwartz; Robbins, 2004; Stankiewicz; Wilson, 2008).

Uma limitação presente nesta revisão de literatura foi a baixa quantidade de estudos clínicos incluídos, em que se obteve apenas 3 revisões sistemáticas feitas de estudos clínicos, onde os resultados destes estudos foram divergentes. Este fato, limita a elucidação do efeito férula em situações clínicas já que, nem sempre, as observações avaliadas em estudos *in vitro* são compatíveis com os casos clínicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar das divergências observadas na literatura férulas com altura de 1,5 a 3 mm permitiram o aumento na resistência à fratura dos dentes tratados restaurados com os pinos intrarradiculares. A espessura da férula também mostrou ter influência nesta resistência, sendo observado um melhor desempenho em espessuras de 1 - 1.5mm. A férula completa conferiu melhor

desempenho na resistência à fratura, mas, a férula parcial se mostrou superior quando comparada a ausência da férula. Na indicação de um pino intrarradicular, os sistemas de pinos de resina reforçada com fibra de vidro apresentam melhor comportamento biomecânico, mas podem apresentar limitações quando instalados na ausência de férula.

REFERÊNCIAS

- AKKAYAN, B. An in vitro study evaluating the effect of ferrule length on fracture resistance of endodontically treated teeth restored with fiber-reinforced and zirconia dowel systems. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 92, n. 2, p. 155-162, ago. 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2004.04.027>. Acesso em: 11 mai. 2024.
- AL-DABBAGH, R. et al. Effect of a circumferential ferrule on the survival and success of endodontically treated teeth restored with fiber posts: A systematic review and meta-analysis. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, jan. 2024. No prelo. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2023.12.002>. Acesso em: 07 abr. 2024.
- AL-SANABANI, F. A. et al. Effect of partial ferrule on fracture resistance of endodontically treated teeth: A meta-analysis of in-vitro studies. **Journal of Prosthodontic Research**, v. 67, n.3, p. 348-359, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.2186/jpr.JPR_D_22_00170. Acesso em: 25 mai. 2024
- ASSIF, D.; GORFIL, C. Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 71, n. 6, p. 565-567, jun. 1994. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(94\)90438-3](https://doi.org/10.1016/0022-3913(94)90438-3). Acesso em: 10 mai. 2024.
- ASSIRI, A. Y. K. et al. Ferrule effect and its importance in restorative dentistry: A literature Review. **Journal of Population Therapeutics & Clinical Pharmacology**, v. 29, n. 4, p. 69-82, nov. 2022. DOI: 10.47750/jptcp.2022.977 Disponível em: <https://doi.org/10.47750/jptcp.2022.977>. Acesso em: 29 mar. 2024.
- BATISTA, V. E. S. et al. Influence of the ferrule effect on the failure of fiber-reinforced composite post-and-core restorations: A systematic review and meta-analysis. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v.123, n.2 p. 239-245, fev. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2019.01.004>. Acesso em: 29 mar. 2024.
- BHUVA, B. et al. The restoration of root filled teeth: a review of the clinical literature. **International Endodontic Journal**, v.59, p.509-535, out. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/iej.13438>. Acesso em: 05 mar. 2024.
- CAGIDIACO, M. C. et al. Placement of fiber prefabricated or custom made posts affects the 3-year survival of endodontically treated premolars. **American Journal of Dentistry**, v. 21, n. 3, p. 179-184, 1 jun. 2008.
- CLAVIJO, V. G. R. et al. Fracture strength of flared bovine roots restored with different intraradicular posts. **Journal of Applied Oral Sciences**, v. 17, n. 6 p.574-578, dez.

2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1678-77572009000600007>. Acesso em: 10 mai. 2024.

COELHO, C. S. M. et al. Finite element analysis of weakened roots restored with composite resin and posts. **Dental Materials Journal**, v. 28, n. 6, p. 671-678, 2009. Disponível em: https://www.jstage.jst.go.jp/article/dmj/28/6/28_6_671/article. Acesso em: 14 jun. 2024.

DOTTO, L. et al. Factors influencing the clinical performance of the restoration of endodontically treated teeth: An assessment of systematic reviews of clinical studies. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, p. 1043-1050, mai. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2022.03.030>. Acesso em: 18 mai. 2024.

DUTRA, J. C.; NEPPELENBROEK, K. Influência da férula na resistência à fratura de restaurações com utilização ou não de retentores intrarradiculares em dentes tratados endodonticamente. **SALUSVITA**, v. 41, n. 01, p. 106-123, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.47296/salusvita.v41i01.273>. Acesso em: 17 mar. 2024.

ELAVARASU, P. et al. An In Vitro Evaluation of Fracture Resistance of Endodontically Treated Maxillary Central Incisor Restored with Custom-Made Cast Post and Core with Uniform and Nonuniform Core Ferrule Heights. **Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences**, v.11, n. 2, p.407-412, mai. 2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6555312/>. Acesso em: 29 mar. 2024.

ESTEVES, H.; CORREIA, A.; ARAÚJO, F. Classification of extensively damaged teeth to evaluate prognosis. **Journal of Canadian dental Association**, v. 77, p. 105, set. 2011. Disponível em: <https://jcda.ca/article/b105>. Acesso em: 08 jun. 2024.

FALAHCHAI, M. et al. Fracture resistance and failure mode of endodontically treated premolars reconstructed by different preparation approaches: Cervical margin relocation and crown lengthening with complete and partial ferrule with three different post and core systems. **Journal of Prosthodontics**, p.1-9, jul. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jopr.13741>. Acesso em: 17 abr. 2024

FERRARI, M. et al. A Randomized Controlled Trial of Endodontically Treated and Restored Premolars. **Journal of Dental Research**, v. 92, n. 7, p. 72S-78S, jul. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0022034512447949>. Acesso em: 13 abr. 2024.

FIGUEIREDO, F. E. et al. Ferrule Design Does Not Affect the Biomechanical Behavior of Anterior Teeth Under Mechanical Fatigue: An In Vitro Evaluation. **Operative Dentistry**, v.44, n.3, p.273-280, mai. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.2341/17-296-L>. Acesso em: 29 mar. 2024.

FONTANA, P. E. 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.E299-E308, nov. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.2341/18-241-L>. Acesso em: 29 mar. 2024.

GARCIA, F. C. P. et al. Reforço de remanescente radicular utilizando-se pino de fibra de vidro. **Revista Ibero-americana de Odontologia Estética & Dentística**, v. 2, n. 8, p.315-324, 2003.

GATEAU, P.; SABEK, M.; DAILEY, B. Fatigue testing and microscopic evaluation of post and core restorations under artificial crowns. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 82, n. 3, p. 341-347, set. 1999. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(99\)70090-9](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(99)70090-9). Acesso em: 05 mai. 2024.

GATKAL, V. S. *et al.* Comparative Evaluation of Effect of Different Ferrule Heights on Stress Distribution in Endodontically Treated Teeth Restored with Zirconia Post and Core System using 3D-Finite Element Analysis. **Journal of Clinical and Diagnostic Research**, v.15, n.12, p. ZC22-ZC28, dez. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.7860/JCDR/2021/51818.15785>. Acesso em: 17 abr. 2024.

GONZAGA, C. C.; CAMPOS, E. A.; BARATTO-FILHO, F. Restoration of endodontically treated teeth. **RSBO (Online)**, v. 8, n. 3, p. 33-46, set. 2011. Disponível em: http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?pid=S1984-56852011000300021&script=sci_abstract&tlng=en. Acesso em: 12 jun. 2024.

GRÉ, C. P. *et al.* Better glass-fiber post preservation in teeth with ferrule when subjected to chewing. **Operative Dentistry**, v.46, n.4 p. 419-427, out. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.2341/20-186-L>. Acesso em: 26 fev. 2024.

HARALUR, S. *et al.* Effect of inadequate ferrule segment location on fracture resistance of endodontically treated teeth. **Indian Journal of Dental Research**, v. 29, n. 2, p. 206-211, 2018. Disponível em: https://journals.lww.com/ijdr/fulltext/2018/29020/effect_of_inadequate_ferrule_segment_location_on.17.aspx. Acesso em: 15 jun. 2024.

JOTKOWITZ, A.; SAMET, N. Rethinking ferrule: A new approach to an old dilemma. **British Dental Journal**, v. 209, n. 1, p. 25-33, jul. 2010. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/sj.bdj.2010.580>. Acesso em: 11 mai. 2024.

JULOSKI, J. *et al.* Ferrule Effect: A Literature Review. **Journal of Endodontics**, v. 38, n. 1, p. 11-19, jan. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.09.024>. Acesso em: 14 abr. 2024.

KHABADZE, Z. *et al.* Effects of the Ferrule Design on Fracture Resistance to Endodontically-Treated Teeth Restored with Fiber Posts: A Systematic Review. **The Open Dentistry Journal**, v.13, p.493-498, dez. 2019. Disponível em: <https://opendentistryjournal.com/VOLUME/13/PAGE/493/>. Acesso em: 30 mar. 2024.

KISHEN, A. Mechanisms and risk factors for fracture predilection in endodontically treated teeth. **Endodontic Topics**, v. 13, n. 1, p. 57-83, set. 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1601-1546.2006.00201.x>. Acesso em: 04 mai. 2024.

KUMAR, S. S. *et al.* Comparative Study on Fracture Resistance of Endodontically Treated Tooth in Relation to Variable Ferrule Heights Using Custom-made and Prefabricated Post and Core: An In Vitro Study. **Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences**, v.12, n.3, p. S554-S559, ago. 2020. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7595541/>. Acesso em: 17 abr. 2024.

MAALHAGH-FARD, A. *et al.* Effects of ferrule and diameter of parallel cast post and core on fracture resistance. **Brazilian Dental Science**, v.22, n.4, p. 538-545, out.

2019. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/bds.2019.v22i4.1720>. Acesso em: 06 jun. 2024.

MENG, Q. et al. The effect of different ferrule heights and crown-to-root ratios on fracture resistance of endodontically-treated mandibular premolars restored with fiber post or cast metal post system: an in vitro study. **BMC Oral Health**, v.23, n.360, p.1-9, jun. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03053-4>. Acesso em: 31 mar. 2024.

MORO, M.; AGOSTINHO, A.; MATSUMOTO, W. Núcleos metálicos fundidos x Pinos pré-fabricados. **PCL - Revista Ibero-americana de Prótese Clínica e Laboratorial**, v. 7, n. 36, p. 167-172, jun. 2005.

MOSHARAF, R. et al. The Effect of Ferrule/Crown Ratio and Post Length on the Applied Stress and Strain Distribution to the Endodontically Treated Maxillary Central Teeth: A Finite Element Analysis. **Frontiers in Dentistry**, v. 20, n.16, p. 1-9, mai. 2023. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10258393/>. Acesso em: 31 mar. 2024.

MUANGAMPHAN, P. et al. The effect of incomplete crown ferrules on fracture resistance and failure modes of endodontically treated maxillary incisors restored with quartz fiber post, composite core, and crowns. **Journal of Conservative Dentistry**, v. 18, n. 3, p. 187, 2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4450521/>. Acesso em: 15 jun. 2024.

PANTALEÓN, D. S. et al. Effect of Ferrule Location with Varying Heights on Fracture Resistance and Failure Mode of Restored Endodontically Treated Maxillary Incisors. **Journal of Prosthodontic**, v. 28, n. 6, p. 677-683, jul. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jopr.13090>. Acesso em: 31 mar. 2024.

PEGORARO, LF. Núcleos Intrarradiculares. In: PEGORARO, L. F. *et al.* **Prótese fixa: bases para o planejamento em reabilitação oral**. 2 ed. São Paulo: Artes Médicas, 2013. cap. 5, p. 135-178.

PEREIRA, A. F. F. et al. Retentores intrarradiculares: pinos de fibra de vidro e pinos metálicos fundidos. **Revista Científica FACS**, v. 20, n. 26, p. 63-69, dez. 2020. Disponível em: <https://periodicos.univale.br/index.php/revcientfacs/article/view/277>. Acesso em: 05 mai. 2024.

PEREIRA, J. R. et al. Effect of a crown ferrule on the fracture resistance of endodontically treated teeth restored with prefabricated posts. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 95, n. 1, p. 50-54, jan. 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2005.10.019>. Acesso em: 12 jun. 2024.

PRADO, M. A. A. et al. Retentores Intrarradiculares: Revisão da Literatura. UNOPAR Científica: **Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 16, n. 1, p. 51-55, jan. 2014. Disponível em: <https://journalhealthscience.pgsskroton.com.br/article/view/564>. Acesso em: 11 mai. 2024.

SCHWARTZ, R. S.; ROBBINS, J. W. Post Placement and Restoration of Endodontically Treated Teeth: A Literature Review. **Journal of Endodontics**, v. 30, n.

5, p. 289-301, mai. 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/00004770-200405000-00001>. Acesso em: 06 jun. 2024.

SIQUEIRA JR, J. F. et al. Princípios biológicos do tratamento endodôntico de dentes com polpa necrosada e lesão perirradicular. **Revista Brasileira de Odontologia**, v. 69, n. 1, p. 8-14, 1 jun. 2012. Disponível em: http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-72722012000100004. Acesso em: 04 mai. 2024.

SORENSEN, J. A.; ENGELMAN, M. J. Ferrule design and fracture resistance of endodontically treated teeth. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 63, n. 5, p. 529-536, mai. 1990. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(90\)90070-S](https://doi.org/10.1016/0022-3913(90)90070-S). Acesso em: 06 mai. 2024.

STANKIEWICZ, N.; WILSON, P. The Ferrule Effect. **Dental Update**, v. 35, n. 4, p. 222-228, mai. 2008. Disponível em: <https://www.magonlinelibrary.com/doi/abs/10.12968/denu.2008.35.4.222>. Acesso em: 14 jun. 2024.

TANAKA, R. et al. Mechanical behavior of endodontically treated teeth: A three-dimensional finite element analysis using displacement vector. **Journal of Prosthodontics**, p. 1-9, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jopr.13810>. Acesso em: 10 abr. 2024.

TANG, W.; WU, Y.; SMALES, R. J. Identifying and Reducing Risks for Potential Fractures in Endodontically Treated Teeth. **Journal of Endodontics**, v. 36, n. 4, p. 609-617, abr. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.12.002>. Acesso em: 17 abr. 2024.

XIE, W. et al. Effect of ferrule thickness on Fracture Resistance of Endodontically treated incisors restored with Fiber Post and Metal Crown. **The International Journal of Prosthodontics**, v.33, n.3, p. 321-327, mai. 2020. Disponível em: https://www.quintessence-publishing.com/usa/en?iss2_id=1677&article_id=20247. Acesso em: 05 mar. 2024.

ZAHARAN, M. et al. Effect of ferrule height and distribution on the fracture resistance of endodontically treated premolars. **Nigerian Journal of Clinical Practice**, v. 24, n. 4 p. 505-510, abr. 2021. Disponível em: https://journals.lww.com/njcp/fulltext/2021/24040/effect_of_ferrule_height_and_distribution_on_the.8.aspx. Acesso em: 17 abr. 2024.