

**Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico**

Felipe Knüpfer Bastos

**Resistência de dentes tratados endodonticamente e restaurados com  
pinos metálicos e de fibra de vidro.**

CURITIBA  
2012

Felipe Knüpfer Bastos

Resistência de dentes tratados endodonticamente e restaurados com pinos metálicos e de fibra de vidro.

Monografia apresentada ao  
Instituto Latino Americano de Pesquisa Ensino Odontológico,  
como parte dos requisitos para obtenção do título  
de especialista em Prótese Dentária

Orientadora: Profa. Dra. Sabrina Pavan  
Co-orientadora: Profa. Dra. Ana Cláudia Moreira Melo

CURITIBA  
2012

Felipe Knupfer Bastos

Resistência de dentes tratados endodonticamente e restaurados com pinos metálicos e de fibra de vidro.

Presidente da banca (Orientadora): Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Sabrina Pavan

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Rodrigo Tiozzi

Prof. Dr. Sérgio Bernardes

Aprovado em: 26/06/2012

## **Dedicatória**

Dedico esse trabalho a toda equipe do Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico pela oportunidade, para um grande avanço de conhecimentos e técnicas.

A Juliana Bastos Dalmarco que esteve ao meu lado durante o desenvolvimento do trabalho. Aos meus pais por incentivarem o aperfeiçoamento de técnicas e a Cíntia Beatriz Santos Alcântara, que me auxiliou e me apoiou nas etapas do trabalho.

## **Agradecimentos**

Agradeço desde já, a equipe de ensino do curso de prótese dentária do ILAPEO, onde nos momentos de maior necessidade perante as dificuldades do curso, conseguiram de maneira adequada, me conduzir para que o sucesso tivesse sido alcançado da melhor forma possível.

## Sumário

Resumo	
1. Introdução.....	08
2. Revisão de Literatura.....	11
3. Proposição.....	41
4. Artigo Científico.....	42
5. Referências.....	55
6. Anexo.....	60

## Resumo

A restauração de dentes tratados endodonticamente, é um dos procedimentos odontológicos mais antigos e executados em todo o mundo. Embora este procedimento venha sendo realizado a mais de cem anos, ainda existem muitos problemas e dúvidas relacionados à melhor técnica e aos materiais a serem utilizados. Os núcleos metálicos fundidos foram os primeiros materiais a serem utilizados nesta prática sendo empregados até os dias atuais. Entretanto, a utilização deste material apresenta altos índices de fratura nas raízes e limitações quando restaurações cerâmicas de grande exigência estética são utilizadas. A busca por materiais que minimizem estes problemas vem sendo investigados por muitos pesquisadores. O dente que passou por tratamento endodôntico tem sua resistência diminuída devido a vários fatores tais como; acesso endodôntico, ausência de irrigação sanguínea, perda de estrutura por trauma ou atividade de cárie, remoção desnecessária de dentina no preparo do conduto, e principalmente, a presença de fratura radicular do remanescente dentário, situação que apresenta o prognóstico mais desfavorável. Sendo assim, o desafio de reforçar a estrutura dentária remanescente e dar condições para que a mesma suporte as restaurações protéticas, é atualmente um dos mais intrigantes desafios da odontologia moderna. O objetivo deste trabalho, foi discutir as principais vantagens e problemas relacionados a utilização dos pinos metálicos, comparado a materiais mais modernos, como os pinos de fibra de vidro. Por meio de revisão de literatura foi verificada a resistência à fratura de dentes restaurados com pinos resinosos, reforçados por fibra, em relação aos que utilizaram núcleos metálicos fundidos. Pode-se observar, que tanto os pinos metálicos fundidos quanto os pinos de fibra de vidro promovem uma boa resistência aos dentes despulpados, desde que sejam corretamente empregados. Os pinos de resina reforçados por fibra de vidro podem ser utilizados como alternativa aos núcleos metálicos fundidos quando da presença de remanescente coronário mínimo de 2 mm. Porém, estudos laboratoriais e clínicos de longo prazo deverão ser realizados para que consigamos avaliar se, realmente, os pinos reforçados por fibras poderão substituir os núcleos metálicos fundidos.

Palavra - chave: Fratura por Fadiga, Técnica de Núcleos Metálicos, Endodontia, Falha de Restauração Dentária, Prótese Dentária.

## **Abstract**

The restoration of endodontically treated teeth, one of the oldest and dental procedures performed worldwide. Although this procedure will be performed at more than one hundred years, there are still many problems and questions related to the best technique and the materials to be used. The metallic casts were the first materials to be used and that even today are still the most applied. The use of this material show high rates of root fracture and limitations when porcelain restorations with high aesthetic requirements are used. The search for materials that minimize these problems are being investigated by many researchers. The pulpless tooth is weakness because of loss of structure by trauma or caries activity, endodontic access, lack of blood supply, removal of extra health dentin in the preparation of the canal. Thus, the challenge to strengthen the remaining tooth structure and provide conditions for it to support the prosthetic restorations, is currently one of the most challenges of modern dentistry. The objective of this work is to discuss the main advantages and problems related to use of metal pins, compared to more modern materials such as glass fiber posts. A literature review was performed to compare the fracture resistance of teeth restored with fiber reinforced post to metallic cast. It can be observed that both posts have reinforced pulpless teeth if they are used properly. The pins resin fiber glass posts may be used as an alternative to metallic cast when the presence of 2 mm ferule. But laboratory and clinical long-term studies should be made so that we can conclude that the fiber posts may replace the cast metallic.

Key words: Fracture fatigue, Post and Core Technic, Endodontics, Dental Restoration Failure, Dental prosthesis.



## 1. Introdução

A restauração de dentes tratados endodonticamente ainda representa um desafio à odontologia moderna. Atualmente os procedimentos preventivos e conservadores são cada vez mais enfatizados, evidenciando que, apesar da evolução dos materiais restauradores, a estrutura dental sadia continua sendo insubstituível (MAZZOCATO et al., 2006). Esta filosofia de atuação tem influenciado todas as técnicas restauradoras, inclusive em dentes extensamente destruídos, nos quais se procura respeitar ao máximo o remanescente de estrutura dental.

Dentes tratados endodonticamente apresentam maior fragilidade quando comparados aos dentes vitais, devido à perda de estrutura mineralizada, causada pelo acesso endodôntico ou por sua história pregressa de extensas restaurações (TAKAHASHI et al., 2001; QING et al., 2007). Dessa forma, faz-se necessário a utilização de dispositivos intra-radulares, pois, em certas situações, fortalecem a estrutura dental remanescente, minimizando possíveis fraturas (SALAMEH et al., 2006; GÓMEZ-POLO et al., 2010). Além disso, os retentores intra-canais promovem uma adequada retenção das restaurações protéticas (FOKKINGA et al., 2007). Desde 1899 têm-se relatos da utilização de parafusos de platina introduzidos nos canais radulares com a finalidade de reter extensas restaurações de amálgama (RETTTER, 1899).

Por muitos anos os núcleos metálicos fundidos foram o método mais utilizado para reter restaurações sobre dentes despulpados (SILVA et al., 2011). Apesar da sua capacidade de recuperação da parte coronária, devolvendo estética e função, esta técnica apresenta algumas desvantagens como a necessidade de mais de uma sessão clínica, elevando o custo do procedimento, (PLOTINO et al., 2007; GÓMEZ-POLO et al., 2010) e a remoção de estrutura dental sadia para promover resistência mecânica aos retentores.

Outra desvantagem consiste no alto módulo de elasticidade das ligas utilizadas para sua confecção, que pode levar a um aumento na tensão sobre o remanescente dental (FOKKINGA et al., 2007; GÓMEZ-POLO et al., 2010), culminando no insucesso do tratamento devido à fratura das raízes (PLOTINO et al., 2007).

Com a necessidade de uma facilitação na técnica, surgiram na década de 1970, os núcleos metálicos pré-fabricados, que foram utilizados em larga escala como um método alternativo aos núcleos metálicos fundidos para restaurar dentes tratados endodonticamente (DAWSON, 1970; FOKKINGA et al., 2007).

No início da década de 90 foram introduzidos os retentores radiculares pré-fabricados reforçados com fibras (GIOVANI et al., 2009). Inicialmente houve o desenvolvimento do pino de fibra de carbono (Duret et al., 1990), porém, devido a sua coloração escura, a estética de algumas restaurações de cerâmica pura poderiam ficar comprometidas (KYNA, 2005). Para solucionar estes problemas foram introduzidos no mercado os pinos estéticos de fibra de vidro, com matriz resinosa translúcida, cuja coloração permite a mimetização da cor natural da estrutura dental sadia. (VICHI et al., 2000; HAYASHI et al., 2006;). Sua principal vantagem é que o módulo de elasticidade é similar ao da dentina (PEGORETTI et al., 2002; SALAMEH et al., 2006; PLOTINO et al., 2007), conferindo uma melhor dissipação das cargas oclusais para a estrutura dental remanescente, aumentando a resistência à fratura radicular (PEGORETTI et al., 2002; HAYASHI et al., 2006; ADANIR & BELLI 2007; YAMAMOTO et al., 2009). Outro ponto a favor ao seu emprego é que a instalação pode ser realizada em sessão única diminuindo o tempo operatório, o risco de contaminação do canal radicular e o custo, já que não necessita de fase laboratorial (GRANDINI et al., 2005).

Após 11 anos de avaliação clínica estudos têm demonstrado que os pinos de fibra de vidro apresentam resultados favoráveis (GRANDINI et al., 2005; FERRARI, 2007),

sendo uma boa opção de tratamento. Entretanto, a ocorrência de falhas, como o deslocamento do pino do interior do canal radicular em decorrência da sensibilidade da técnica adesiva e a fratura da porção coronária devido a pequena quantidade de estrutura remanescente (AKKAYAN, 2004), são os principais fatores limitantes para a utilização desta técnica.

Na literatura não existe um consenso sobre a real influência da utilização de pinos intracanaís sobre a resistência à fratura de dentes desvitalizados. Alguns autores acreditam que o emprego de núcleos metálicos enfraquece a estrutura dental devido a maior necessidade de desgaste dentário (FOKKINGA et al., 2007) e ainda podem comprometer a longevidade das restaurações (TAKAHASHI et al., 2001), mas sendo ele o método mais utilizado e seguro por muitos anos (SILVA et al., 2011). Por outro lado, pesquisas tem demonstrado que o uso de pinos reforçados por fibra tem a capacidade de reforçar o dente, pois a combinação entre pino e cimento resinoso formaria uma estrutura homogênea, com módulo de elasticidade semelhante ao da dentina ( PEGORETTI et al., 2002; PLOTINO et al., 2007 GÓMEZ-POLO et al., 2010 ). Dessa forma, o objetivo deste trabalho será comparar, por meio de revisão de literatura, a resistência à fratura de dentes restaurados com pinos resinosos reforçados por fibra em relação à utilização de núcleos metálicos fundidos.

## 2. Revisão de Literatura

Takahashi et al. (2001) avaliaram a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente, restaurados em resina composta, com cobertura de cúspide. Foram utilizados 40 pré-molares superiores humanos que foram extraídos e divididos em 4 grupos: I - dentes hígidos; II - dentes com acesso endodôntico com preparo MOD, restaurados em resina composta e sem cobertura de cúspide; III - dentes com acesso endodôntico com preparo MOD e redução de cúspide, restaurados em resina composta, com cobertura de cúspide; IV - dentes com acesso endodôntico com preparo MOD, sem receber restauração. As amostras foram submetidas a teste de compressão e os resultados foram submetidos a análise de variância e comparados através do teste de Tukey. Pode-se concluir que o grupo III apresentou maior resistência à fratura, em relação aos dentes do grupo II e IV. A restauração em resina composta direta com cobertura de cúspide pode ser considerada uma alternativa viável para restaurar dentes pré-molares, submetidos à terapia endodôntica.

Pegoretti et al. (2002) compararam por meio de análise de elementos finitos, o comportamento mecânico de pinos pré-fabricados reforçados com fibra de vidro, pinos de fibra de carbono e pinos de ouro fundido. Dados foram obtidos por testes de flexão de três pontos sobre protótipos fabricados em laboratório. Os resultados mostraram que o núcleo de ouro produziu a maior concentração de stress na interface pino-dentina. Por outro lado, pinos de resina composta reforçados com fibra apresentaram tensões bastante elevadas na região cervical, devido à sua flexibilidade e também pela presença de um núcleo menos rígido. Os pinos reforçados por fibras de vidro apresentaram um menor pico de tensão no interior da raiz, pois sua rigidez é muito semelhante à dentina. Exceto pela concentração de força na margem cervical, o pino de fibra de vidro induz um campo de tensão bastante

semelhante ao dente natural.

Akkayan (2004) avaliou a resistência a fratura de dentes tratados endodonticamente restaurados com diferentes pinos estéticos com três comprimentos de férulas. Para isso, coroas de 123 caninos superiores humanos foram removidos na junção cimento-esmalte e as raízes foram tratadas endodonticamente. Os dentes foram preparados de forma com que permanecessem com férulas de 1,0 mm, 1,5 mm, e 2,0 mm. Para simular o ligamento periodontal as raízes foram embutidas em resina quimicamente ativada com uma camada de 0,2mm de silicone de impressão. Cada grupo foi subdividido em 4 grupos de 10 espécimes cada e restaurados com 4 diferentes sistemas de pinos estéticos (fibra de quartzo, fibra de vidro, fibra de vidro acrescido de zircônia e zircônia). Todos os pinos foram cimentados com cimento resinoso (RelyX ARC), restauradas com núcleos compostos (Valux Plus), e liga de Ni-Cr (Wiron 99) com coroas totais. Os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de compressão em uma máquina de testes universal a uma velocidade de 1 mm / min até a fratura. Padrões de fratura foram classificados como falhas acima ou abaixo do terço incisal das raízes. Dentes preparados com 2,0 mm de remanescente demonstraram limiares de fratura significativamente maior. Não houve diferenças significativas nos padrões de fratura. O aumento no comprimento da férula de 1mm para 1,5mm dos dentes restaurados com pino de fibra de quartzo e fibra de vidro não produziram aumentos significativos na resistência a fratura. Nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os dentes restaurados com pino de fibra de vidro e fibra de vidro com zircônia com 1,5 mm e 2,0 mm de remanescente. No entanto, as fraturas foram mais elevadas para todos os quatro sistemas de pinos, quando as amostras foram preparadas com um comprimento do remanescente menor de 2,0 mm.

Rosentritt et al. (2004) realizaram um estudo *in vitro*, no qual compararam a resistência à fratura e adaptação marginal de coroas de cerâmica pura em incisivos tratados

endodonticamente. Três grupos, contendo oito incisivos superiores, foram restaurados com um pinos totalmente cerâmicos, pinos de compósito reforçados com fibra de vidro (FRC), pinos de titânio e mais um grupo foi restaurado sem pinos. Os núcleos compostos e as coroas em cerâmica foram adesivamente cimentadas. Após o envelhecimento artificial, a resistência à fratura dos dentes restaurados foi determinada. A adaptação marginal das restaurações nas interfaces entre o cimento-dente-coroa foram avaliadas com microscopia eletrônica de varredura utilizando a amostra antes e após o envelhecimento. Os dentes restaurados sem pinos, não apresentaram diferença estatisticamente significativa em comparação com os dentes com o sistema de titânio. Os pinos de cerâmica e os pinos de FRC produziram uma resistência à fratura significativamente maior que os dentes sem pinos. Antes do envelhecimento, todos os materiais mostraram uma separação de 5% nas margens de cimento-dente ou cimento-coroa. Após o envelhecimento, as interfaces de todos os sistemas se deterioraram com os valores entre 6 e 14% de fenda marginal. A maior fenda marginal foi encontrada com o sistema de titânio (14%) na interface cimento-coroa e com os pinos de cerâmica (12%) na transição entre cimento-dente. Em relação a resistência à fratura e a adaptação marginal, os pinos de cerâmica e FRC podem ser considerados como uma alternativa aos comumente usados nas restaurações de titânio.

Grandini et al. (2005) realizaram um estudo clínico para avaliar a durabilidade de dentes tratados endodonticamente restaurados com pinos de fibra de vidro associados a restaurações diretas em resina composta. Foram selecionados 81 pacientes de 3 consultórios privados, onde 38 eram dentes anteriores e 62 posteriores foram selecionados. O protocolo utilizado incluiu tratamento endodôntico, uso de pino de fibra transparente (pino DT) e o sistema adesivo utilizado foi o One-step Bisco e um cimento de presa química e foto ativado (DuoLink, Bisco). Restaurações com resina direta foram realizadas, utilizando uma resina composta micro-híbrida (Gradia Direct, GC) e uma técnica de

estratificação. Ambas dentinas opacas, esmaltes e esmalte transparente foram utilizados. Os pacientes foram chamados após 6, 12, 24 e 30 meses e as restaurações foram avaliadas de acordo com critérios clínicos pré-determinados e radiografias periapicais. Após o período de 30 meses, foi possível concluir que os dentes tratados endodonticamente e restaurados com pinos de fibra e resina direta é uma boa opção de tratamento, apresentando resultados clínicos favoráveis.

Perdigão et al. (2006) realizaram um estudo para avaliar o efeito do silano na resistência de união de três pinos reforçados por fibra. Cinquenta e quatro dentes humanos foram tratados endodonticamente. DT Light Post (DT, Bisco), FRC Postec (FR, Ivoclar Vivadent), e ParaPost Fiber White (PP, Coltene / Whaledent) foram inseridos usando o sistema adesivo de resina fornecida pelo fabricante. Para metade dos espécimes em cada grupo, os pinos de fibra foram tratados com uma solução de silano (Monobond S, Ivoclar Vivadent). Um teste de resistência a tração foi realizado em três diferentes seções de cada raiz, para medir a resistência de união. O uso de silano não resultou em diferença significativa em qualquer nível da raiz. O uso do silano não apresentou qualquer resultado significativo na resistência de união dos diferentes pinos. Quando os dados foram agrupados, o uso de silano não resultou na diferença de resistência de união,  $P > 0,403$ . Sem silano =  $12,7 \pm 8,4$ ; Silano =  $14,1 \pm 7,0$ . O terço coronal da raiz ( $17,5 \pm 6,7$ ) resultou em resistência adesiva estatisticamente maior do que o terço médio ( $12,9 \pm 6,8$ ) e do que o terço apical ( $9,8 \pm 7,3$ ) em  $P < 0,002$  e  $P < 0,0001$ , respectivamente. O terço médio e terço apical não apresentaram diferença de resistência a união  $P > 0,07$ . O tipo de pino não resultou diferença significativa na resistência de união. O uso de um agente de acoplamento como o silano, não aumentou a resistência de união, nos três tipos de pinos utilizados neste estudo. Todos os pinos obtiveram uma resistência de união da mesma magnitude na dentina radicular. Uma melhor união é mais previsível no nível mais coronal

da raiz.

Stricker e Göring (2006) avaliaram a resistência a fratura de dentes pré-molares, tratados endodonticamente e restaurados com coroas, compostas por diferentes subestruturas. Para isso, 48 dentes de raiz única foram selecionados e divididos em 6 grupos: grupo I, sem tratamento; grupo II, com tratamento endodôntico realizado (RCT), com a cavidade de acesso restaurado com resina composta; grupo III, com RCT, preparo finalizado com broca de diamante resultando em um preparo circular de 0,8mm diâmetro com 2mm de altura de remanescente, sem pino e parte coronária em resina composta padronizada (SRCC), grupo IV, RCT, com preparo intra-radiclar de 10mm e de diâmetro no terço cervical de 1,5mm, pino de fibra de vidro cimentado com cimento resinoso dual, SRCC; grupo V, RCT, profundidade de preparo de 10mm com diâmetro no terço cervical de 1,7mm, pino de zircônia, SRCC, grupo VI, RCT, profundidade de preparo de 10mm com 1,5mm de diâmetro no terço cervical, pino de ouro fundido, SRCC. Todos os dentes foram submetidos a termociclagem e carregamento mecânico (TCML) em um simulador computadorizado de mastigação (1,2 milhões de cargas, 49 N, 1,7 Hz, 3000 ciclos de temperatura de 50-55 °C). A adaptação marginal foi avaliada antes e após TCML com microscopia eletrônica de varredura e depois da TCML, todas as amostras foram submetidas a uma máquina de testes universais com o objetivo de avaliar a resistência à fratura. Após a análise dos resultados, foi verificada uma diminuição significativa na adaptação marginal nos grupos III e IV após TCML. A diminuição significativa da cimentação da coroa foi observada no grupo V. A média de cargas para falha não diferiram significativamente entre os grupos com SRCCs. Dos grupos II, III, e IV não diferiram dos dentes não restaurados. Metade dos espécimes exibiram fraturas parciais da raiz, independente das subestruturas utilizadas. Não foram observadas fraturas radiculares profundas ou verticais em todos os grupos. Todos os pinos estudados tiveram um efeito



positivo sobre a adaptação marginal, mas não sobre os tipos de fratura ou a resistência de fratura de coroas de resina composta.

O módulo de elasticidade do material restaurador é um fator importante quando se irá restaurar dentes tratados endodonticamente, por isso que Salameh et al. (2006), realizaram um estudo que teve como objetivo, comparar a resistência à fratura e padrões de fratura de 90 molares inferiores restaurados com resinas compostas, com ou sem pinos de fibra, com relação ao número de paredes da cavidade residual. Cinco tipos de restaurações foram realizados correspondentes aos diferentes defeitos da parede (grupos 1-5). Os grupos foram divididos em dois subgrupos correspondentes ao uso ou ausência de pinos de fibra. Os dentes foram carregados e a resistência dos espécimes foram medidas, como a carga axial de compressão, para causar padrões de fratura e as fraturas macroscópicas foram observadas. A análise estatística revelou uma diferença significativa na resistência à fratura ( $p < 0,001$ ). Concluiu-se portanto, que a resistência dos molares inferiores tratados endodonticamente e restaurados com resinas compostas é afetada principalmente pelo número de paredes residuais. Usando um reforço com pino de fibra otimizou os padrões de fratura.

Hayashi et al. (2006) testaram a hipótese de que não há diferença na resistência a fratura de dentes despolpados restaurados com diferentes tipos de sistema de pino-parte coronária e com coroas totais. Para isso, pré-molares superiores foram restaurados com pinos de fibra, pinos pré-fabricados metálicos e metálicos fundidos. Dentes com coroa total e sem a utilização de pinos, serviram como controle. Todos os dentes foram restaurados com coroas de cobertura total. Uma carga vertical de 90 graus ou 45 graus foram aplicadas aos dentes restaurados, com uma velocidade de 0,5 mm /min, e a resistência e os modos de fratura foram registrados. A partir das investigações preliminares, concluiu-se que nas condições de cargas verticais e oblíquas, a combinação de um pino de fibra e núcleo de

resina composta com uma coroa completa é mais protetora da estrutura dental remanescente. Com a evolução dos materiais restauradores, novas técnicas que buscam preservar ao máximo a estrutura dentária remanescente de dentes tratados endodonticamente vêm surgindo.

Mazzocato et al. (2006) realizaram um estudo onde o objetivo deste trabalho foi comparar e medir a resistência à flexão entre pinos pré-fabricados metálicos (aço inoxidável) e não metálicos (4 marcas comerciais de pinos de fibra de vidro, 1 de fibra de carbono e 1 marca de fibra de quartzo). Estes pinos foram testados em uma máquina de ensaio universal Pantec 500 (Panambra) de acordo com as especificações da ISO 178 para testes transversais de três pontos. Baseado na análise estatística aplicada aos dados obtidos ao final do estudo concluiu-se que: todos os grupos tiveram valores médios do módulo flexural superiores ao módulo da dentina relatado na literatura; os pinos poliméricos reforçados por fibras obtiveram resistência flexural superior ao pino metálico e não houve diferenças significativas entre os grupos em relação ao módulo de flexão.

Dentes restaurados com tratamento endodôntico são menos prováveis a fratura quando existe uma estrutura dentária axial entre a base do núcleo e a linha do término do preparo. No entanto, um prognóstico exato requer saber se a resistência a fratura depende de uma distribuição circunferencial completa da estrutura dentária ou de um local específico da estrutura do dente, relacionada com a força aplicada. Assim, Clarisse et al. (2006) , realizaram um estudo in vitro para avaliar a resistência a fratura de dentes tratados endodonticamente e restaurados quando a estrutura dentária residual foi limitada à metade da circunferência do preparo da coroa. Para isso, utilizaram 50 dentes anteriores superiores, onde foram seccionados a 18 milímetros de seus ápices. Foram endodonticamente tratados, e pinos de fibra de vidro foram cimentados e divididos em 5 grupos de 10 dentes cada. Quatro grupos foram preparados com o término em ombro e

receberam um preparo para coroa com 2mm de parede axial acima da circunferência do preparo. Em 3 dos grupos com estrutura dentária axial, a metade da estrutura axial do dente foi removido: palatino, vestibular e proximal, onde os grupos foram identificados de acordo com o local da estrutura remanescente. O grupo controle não possuía remanescente. A carga média de ruptura foi 607N, 782N, 358N, 375N e 172 N para a fratura completa, Palatina, Vestibular, Proximal e grupo controle, respectivamente. O tipo de fratura predominante foi uma palatal oblíqua até a face da raiz para os grupos com remanescente dentário. No grupo controle, o deslocamento do núcleo foi a falha principal. Para restaurar os dentes tratados endodonticamente que não têm estrutura dentária circunferencial completa entre o núcleo e a linha do preparo, a localização do remanescente dentário coronal pode afetar sua resistência à fratura.

Seefeld et al. (2007) realizaram um estudo no qual o objetivo foi investigar a ultra-estrutura e a resistência à fratura de oito diferentes tipos de pino de fibra, e verificar a existência de uma correlação entre as características estruturais e resistência à flexão. Foram utilizados oito tipos de pinos de fibra neste estudo; Fiber Kor (Jeneric-Pentron), Para Post Fiber White (Coltène), Anchor Luscent (Dentato), Twin-Luscent Anchor (Dentato), Post-Style (Metalor), DT White-Post (VDW), DT Light-Post (VDW) e ER Dentin Post (Brasseler). Dez pinos de cada grupo experimental foram selecionados para um teste de flexão de três pontos, e foram processados para avaliação SEM (Microscopia eletrônica). Em uma máquina de testes universais uma carga foi programada em um ângulo de 90 ° para realizar o teste de flexão de três pontos. O teste foi realizado até fratura do pino. Após o teste de fratura, os pinos com maiores e menores valores de resistência à flexão de cada sistema foram adicionalmente processadas para análise em microscopia eletrônica de varredura (MEV). A avaliação de MEV foi realizada utilizando um programa de medição PC para avaliar a relação fibra / matriz e as dimensões das fibras.

A carga de fratura dos sistemas testados variou de 60 a 96N e a resistência à flexão de 565 a 898MPa. DT White Post e Light Post (898 e 842MPa, respectivamente) tiveram maior flexão do que os outros cargos. Style post (565MPa) mostrou uma força de flexão significativamente menor do que todos os outros pinos. As diferenças no diâmetro da fibra variou de 8,2 a 21 $\mu$ m e para a relação fibra / matriz 41-76%. Das várias características estruturais investigadas, apenas a relação fibra / matriz mostrou uma correlação significativa para a resistência à flexão ( $r = 0,922$ ,  $p = 0,003$ ). Os pinos de fibra reforçados investigados, exibiram diferenças significativas em relação à fratura de carga e resistência à flexão. Uma correlação forte e linear significativa entre a relação fibra / matriz com a resistência à flexão foi encontrada.

Devido ao alto índice de fratura em raízes restauradas com pinos metálicos fundidos, levando ao fracasso desta técnica, muitos pesquisadores vêm estudando soluções alternativas para substituir este tratamento. Dessa forma, Plotino et al. (2007), avaliaram o módulo de flexão e a resistência à flexão de diferentes tipos de pinos restauradores em comparação com a dentina radicular humana. Foram utilizados três tipos diferentes de pinos reforçados com fibras (FRC) e três pinos metálicos ( $n=10$ ). O teste de flexão de três pontos foi utilizado para determinar o módulo de flexão (GPa) e a resistência à flexão (MPa). O modo de fratura foi avaliado por meio de microscopia eletrônica de varredura. Dados foram submetidos a análise de variância e ao teste de Bonferroni para avaliar as diferenças estatísticas  $P < 0,05$ . Embora os autores concordam com os relatórios publicados de que a umidade pode alterar as propriedades mecânicas de pinos de fibra, foi demonstrado que dentro do dente o comportamento dos pinos é comparável ao de núcleos secos. Todas as amostras de dentina exibiram fratura frágil súbita após o carregamento incremental. Os resultados do presente estudo são semelhantes aos relatados por outros autores, no que diz respeito ao valor do módulo de flexão da dentina ( $15,1 \pm 2,1$  GPa). Os

valores de resistência à flexão, no entanto, foram ligeiramente superior ao que tem sido relatado em outros estudos. As propriedades elásticas da dentina foram indiretamente obtidos nas duas medições de tensão ou compressão. No presente estudo, a propriedade de flexão dos pinos radiculares e da dentina, obtidos pelo mesmo teste, indicam que os pinos de fibra de vidro reforçados, possuem um módulo de elasticidade semelhante ao da dentina. Por outro lado, os pinos metálicos mostraram diferenças maiores para o módulo de flexão quando comparada à dentina. Além disso, a resistência à flexão dos pinos de fibra de vidro e pinos de metal, parecem ser muito diferentes quando comparada a resistência à flexão da dentina radicular. Dentro das limitações do estudo, os autores concluíram que os pinos de fibra de vidro reforçados exibiram propriedades de flexão mais semelhantes aos da dentina em relação aos pinos metálicos.

Qing et al. (2007) realizaram um estudo *in vitro*, no qual investigaram a resistência à fratura de dentes anteriores tratados endodonticamente e preparados com uma broca com a largura de 2 mm, restaurados com pinos de fibras de vidro e pinos de zircônia e parte coronária do núcleo em resina composta. Doze pares de dentes, foram endodonticamente tratados e preparados com uma broca padronizada de 2 mm. De acordo com uma tabela de números aleatórios, os 2 dentes de cada par foram divididos aleatoriamente em dois grupos. O grupo teste consistiu de 12 espécimes restaurados com fibra de vidro e pino de zircônia (Fibio) e parte coronária em resina composta (Durafill). Doze espécimes foram restaurados com um pino de (NiCr) que serviu de controle. As espécimes em ambos os grupos foram cimentados com cimento resinoso (Panavia F). Após a cimentação das coroas fundidas de NiCr, com cimento de policarboxilato de zinco (ShangChi), os espécimes foram carregados com uma força estática incremental em um ângulo de 135 graus ao longo eixo da raiz até a falha. Sistemas de pino e coroa são frequentemente usados para restaurar dentes tratados endodonticamente com extensa perda

de estrutura dentária. Estes dentes restaurados foram encontrados por apresentarem um maior risco de fratura do que os dentes vitais. As causas de fratura incluem dentes enfraquecidos por cárie, trauma ou remoção excessiva de dentina radicular durante o tratamento. A reduzida propriocepção periodontal de dentes despolpados pode resultar em uma sobrecarga de dentes e as fraturas podem ocorrer. Outras causas de fratura incluem forças excessivas em compactação lateral de guta percha e corrosão dos núcleos de metal após a restauração. Com uma broca de 2,0 mm, com tratamento endodôntico anterior, os dentes restaurados com fibra de vidro, de pino de zircônia e parte coronária em resina composta fraturaram quando submetidas a cargas menores do que aqueles restaurados com pinos de liga de NiCr. Todas as amostras exibiram fraturas radiculares, a maioria dos quais foram oblíquas, com rachaduras iniciando a partir da margem palatina da coroa em direção apical.

Adanir e Belli (2007) avaliaram os efeitos de diferentes materiais de pinos na distribuição de tensões em incisivos superiores com tratamento endodôntico. Um modelo tri-dimensional do dente, foi utilizado para análise de elementos finitos, associados a cinco pinos com diferentes propriedades físicas, constituído de aço inoxidável, titânio, liga de ouro, fibra de vidro (Isnowpost) e fibra de carbono (Icomosipost). Uma força de 200 N foi aplicada em duas direções diferentes; uma carga vertical sobre a borda incisal e uma carga de 45 graus em diagonal acima do cingulo. As distribuições de tensões e os valores foram calculadas considerando um critério de stress pseudo tridimensional von Mises. Em duas condições de carga, os pinos de aço mostraram maior concentração de estresse na interface pino / dentina seguido por titânio, liga de ouro, Snowpost e Comosipost. No entanto, Comosipost, apresentou um módulo de elasticidade mais semelhante ao da dentina, no qual, produziu maiores valores de estresse no 1 / 3 da região cervical. Dentro da limitação desta simulação de análise mecânica, foi possível concluir que as

características físicas dos pinos foram importantes na distribuição de tensões nos pinos e suas aplicações. O pino de fibra de vidro revelou ser mais equilibrado na distribuição de tensões sob forças funcionais.

Adanir e Belli (2008) avaliaram a influência de diferentes comprimentos de pinos na resistência à fratura da raiz. Para isso, utilizaram 78 incisivos centrais maxilares com dimensões semelhantes, que foram montados em blocos de acrílico com ligamentos periodontais artificiais de silicone. Combinações de comprimentos de pinos de 6 mm (menor que 1 / 1 comprimento da coroa clínica), 9 mm (1 / 1 comprimento da coroa clínica), e 12 mm (mais de 1 / 1 comprimento da coroa clínica) compostos por seis diferentes grupos que consistem em 13 dentes cada. Os pinos de fibra de vidro (Snowpost) foram cimentados com Super-Bond C & B e com o cimento Panavia F. A parte coronária foi feita em resina composta da marca Clearfil Photo. Os espécimes foram testados em uma máquina de teste universal. A máquina de ensaio aplicou cargas controladas sobre as coroas na localização de 2 mm de sua borda incisal, na face palatina, em um ângulo de 135 graus ao longo eixo da raiz. A máquina de ensaio foi fixada em uma velocidade de 5 milímetros por minuto. Todas as amostras foram carregadas até a fratura. Com estes resultados, foi possível verificar que não houve diferença estatisticamente significativa entre os cimentos ( $P > 0,05$ ). Pinos mais curtos do que o comprimento da coroa clínica, demonstrou fratura radicular sob forças de carga significativamente menor ( $P < 0,05$ ), sendo que os pinos mais curtos do que as coroas clínicas devem ser evitados para eliminar o fracasso clínico.

Segundo Okada et al. (2008) o objetivo deste estudo foi avaliar a influência de pinos pré-fabricados na distribuição de tensões dentro da raiz pela análise de elementos finitos. Pino e parte coronária foram construídos com resina composta e quatro tipos de pinos pré-fabricados: dois tipos de pino de fibra de vidro (GFP1, GFP2), um pino de titânio

(TIP), e um pino de aço inoxidável (SSP). Em todos os modelos, a distribuição de tensões durante a função foram calculados. Houveram diferenças nas concentrações de tensão na raiz de todo o comprimento do pino. As magnitudes de estresse para GFP1, GFP2, TIP, e STP foram 8,7, 9,3, 11,7 e 13,9 MPa respectivamente. De acordo com os resultados obtidos, GFP1 foi o material mais adequado para a restauração, uma vez que este modelo apresentou um valor menor de estresse, significando, portanto, uma menor possibilidade de fratura da raiz.

Nothdurft et al. (2008) realizaram um estudo com de avaliar a influência de diferentes pinos sobre a resistência a fratura e modo de fratura de pré-molares tratados endodonticamente e com cavidades de classe II. Quarenta e oito pré-molares unirradiculares humanos foram tratados endodonticamente e foram realizadas cavidades padronizadas MO (mesio-oclusal). Os dentes foram divididos em grupos (n=8), de acordo com a técnica restauradora: sem pinos e restaurados com resina composta; pino pré-fabricado de titânio (BKS), pinos de fibra de vidro (DentinPost), ou pinos de fibra de quartzo (DT Light SL). Dezesesseis dentes foram restaurados com pinos de dióxido de zircônio (CeraPost). Os pinos de titânio e oito pinos de dióxido de zircônio foram cimentadas convencionalmente com cimento de ionômero de vidro; cimento resinoso Panavia F, foi utilizado para todos os demais grupos. Os espécimes foram restaurados com restaurações diretas. Oito pré-molares hígidos serviram como controle. Após testes de fadiga termomecânica, as amostras foram submetidas ao teste de resistência a fratura utilizando um ângulo de 45°. Todas as amostras foram avaliadas nas linhas de fratura. Os dentes controle mostraram a carga de fratura mais significativa ( $792,50 \pm 210,01$  N). O grupo restaurado com pinos de fibra de quartzo não diferiram significativamente do controle. Nos grupos com pinos de fibra e parafusos de titânio valores significativamente mais elevados de carga de fratura ocorreram, como no grupo com restaurações diretas sem



pinos. Os grupos com pinos de fibra não mostraram um modo de fratura mais favorável do que os outros grupos. O uso de um pino intra-radicular em pré-molares com cavidades de classe II pode aumentar significativamente a resistência em relação as forças extra-axiais.

Grandini et al. (2008) realizaram um estudo que teve como objetivo avaliar e estimar a resistência à fadiga de diferentes pinos de fibra e observar suas ultra-estruturas através de Microscopia eletrônica de varredura (MEV). Seis tipos de pinos de fibra foram utilizados: GC Pinos de Fibra (Grupo 1), ParaPost Fiber White (Grupo 2), FiberKor (Grupo 3), DT Âncoras Light-Post. (Grupo 4), FRC Postec (Grupo 5), e Luscent (Grupo 6). Dez dos 15 pinos de cada grupo, foram utilizados para o teste de fadiga, e os outros cinco foram processados para avaliação em MEV. O teste de fadiga revelou que os grupos 1, 4 e 5 mostraram um desempenho melhor do que todos os outros grupos. Para MEV, os Grupos 1, 4 e 5 também obtiveram melhores resultados. Através da análise de correlação, uma ausência de correlação entre a resistência à fadiga e as características estruturais, sugerem que este último reflete mais da divergência inerente ao processo de fabricação de pinos de fibra.

El-Ela et al. (2008) estudaram a resistência a fratura de dentes tratados endodonticamente e restaurados com um pino não metálico em combinação com adesivos auto condicionantes. Para isso, os dentes maxilares anteriores foram esterelizados com irradiação gama e cada coroa foi cortada 2mm abaixo da junção amelocementária. O tratamento endodôntico foi realizado e os dentes foram divididos em 7 grupos testes de acordo com a combinação de adesivos utilizados (n=8). As raízes de cada dente foram embutidas em uma base acrílica e os dentes foram montados a 135° na horizontal. Os dentes foram colocados em uma máquina de ensaios mecânicos e foi aplicado uma força até ocorrer a fratura. Com isso, foi concluído que o uso de pino de fibra de vidro apresentou maior resistência a fratura independente do agente de união utilizado, enquanto

que o pino de aço inoxidável apresentou menor resistência a fratura.

Soares et al. (2008) realizaram um estudo no qual o objetivo foi avaliar o efeito do desenho da cavidade e pinos de fibra de vidro sobre a distribuição das tensões e resistência à fratura de pré-molares tratados endodonticamente. Cinquenta pré-molares inferiores intactos foram divididos em 5 grupos (n = 10): ST, os dentes controle; MOD, preparo mesio-oclusal-distal e tratamento endodôntico (ET) com restauração de resina composta (CR); MODP, mesio-oclusal-distal + ET + fibra de vidro + CR; MOD2 / 3, mesio-oclusal-distal + dois terços oclusal-cervical perda cúspide + ET + CR, e MODP2 / 3, mesio-oclusal-distal + dois terços de perda cúspide + ET + fibra de vidro pós + CR. Os espécimes foram carregados em um declive da cúspide até a fratura. Os padrões de fratura foram classificados de acordo com quatro tipos de falha. As distribuições de estresse foram avaliadas para cada grupo em uma análise de elementos finitos bidimensionais. A resistência à fratura do MODP, MOD2 / 3, e MODP2 / 3 grupos foi significativamente menor do que o ST e grupos MOD ( $p < 0,05$ ). A perda de estrutura dental e a presença de restauração com pino de fibra reduziu a resistência à fratura e criaram concentrações mais elevadas de estresse no complexo dente-restauração. No entanto, quando houve uma grande perda de estrutura dental (MODP2 / 3), o pino reduziu a incidência de tipos de fraturas catastróficas.

D'Arcangelo et al. (2008) realizaram um estudo para avaliar in vitro a influência da terapia endodôntica, no preparo de facetas, e sua associação na resistência à fratura e deflexão dos dentes anteriores despolpados e avaliar se a restauração com pinos reforçados com fibra de quartzo podem influenciar essas propriedades. Setenta e cinco incisivos centrais superiores humanos recém extraídos foram selecionados. Os dentes foram divididos aleatoriamente em 4 grupos experimentais (preparo de faceta; terapia endodôntica; terapia endodôntica e preparo da faceta; terapia endodôntica; preparo da

faceta e colocação de pino de fibra) e um grupo controle (n = 15). As amostras foram submetidas ao teste de fratura sob carga na coroa, e os dados foram analisados estatisticamente. Os preparos para as facetas e o tratamento endodôntico não influenciou significativamente na resistência a fratura dos incisivos superiores. Pelo contrário, o preparo para a faceta aumentou significativamente a deflexão dos valores dos espécimes. Restaurações de pinos de fibra aumentaram significativamente a média máxima de valores de carga para as amostras que foram preparadas para as facetas. A utilização de pinos reforçados com fibra podem ser sugeridas quando o tratamento endodôntico é associado com a preparação de facetas.

Santos et al. (2009) realizaram um estudo onde pré-molares superiores restaurados com pinos endodônticos, apresentam uma alta incidência de fratura radicular vertical (VRF). Duas hipóteses foram testadas: (1) o menor diâmetro mesiodistal favorece a concentração de tensão na raiz e (2) a falta de uma ligação efetiva entre as raízes e os pinos aumento o risco de VRF. Utilizando análise de elementos finitos, as principais tensões máximas foram analisadas em 3-D segundo modelos superiores de pré-molares. A partir de modelos intactos, novos modelos foram construídos, incluindo pinos intra-radulares de diferentes módulos de elasticidade (E37 ou E200 Gpa) com formato de secção circular ou oval, seja relacionado ou não, a secção transversal circular ou oval dos canais radiculares. A primeira hipótese foi parcialmente confirmada, porque as condições que envolvem a ausência de ligação efetiva entre a raiz e o pino e o baixo módulo de elasticidade, apresentaram menor tensão de tração para os canais ovais em comparação com os canais circulares. Os picos tensil de tensão para os modelos com uma cimentação não efetiva foram de aproximadamente três vezes maiores do que para os modelos intactos, assim confirmando a segunda hipótese.

Giovani et al. (2009) estudaram a resistência à fratura de raízes com fibra de

vidro e pinos de metal de diferentes comprimentos. Foram utilizados sessenta caninos superiores tratados endodonticamente. Os dentes foram embutidos em resina acrílica, com exceção de 4 mm da área cervical, sendo as coroas clínicas removidas. Os espaços dos pinos foram preparados com uma broca cilíndrica em baixa rotação acoplado a um inspetor, resultando em preparos com comprimentos de 6 mm (grupo de 6 mm), 8 mm ( grupo de 8 mm), ou 10 mm (grupo de 10 mm). Cada grupo foi dividido em dois subgrupos de acordo com o material: Núcleo metálico fundido ou pinos de fibra de vidro (n = 30). Os pinos foram cimentados com cimento resinoso de polimerização dual (Panavia F). Os núcleos de Co-Cr, foram e cimentados com fosfato de zinco. As espécimes foram submetidas a um aumento de carga de compressão (N) até a fratura. A análise ANOVA indicou diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre os grupos, e o teste de Tukey revelou que não houve diferença significativa entre os pinos metálicos de 6 mm de comprimento ( $26,5 \text{ N} \pm 13,4$ ), 8 mm de comprimento ( $25,2 \text{ N} \pm 13,9$ ), e 10 milímetros de comprimento ( $17,1 \pm 5,2 \text{ N}$ ). Além disso, no grupo dos pinos de fibra de vidro, não houve diferença significativa quando os pinos de 8 mm de comprimento ( $13,4 \text{ N} \pm 11,0$ ) foram comparados com os grupos de 6 mm ( $6,9 \pm 4,6 \text{ N}$ ) e 10 mm ( $31,7 \text{ N} \pm 13,1$ ). Os pinos de 10 mm de comprimento apresentaram resistência à fratura superior, e os pinos de 6 mm de comprimento mostraram valores médios significativamente mais baixos ( $P < 0,001$ ). Dentro das limitações deste estudo, concluiu-se que o pino de fibra de vidro representa uma alternativa viável em comparação ao de metal fundido, aumentando a resistência à fratura de caninos tratados endodonticamente.

Liu et al. (2009) relataram um estudo clínico no qual descrevem um procedimento para restaurar um dente anterior gravemente danificado, com um pino de fibra de vidro e sua parte coronária, fabricado através do sistema CAD / CAM. Este pino de fibra de vidro e coroa adaptam-se melhor para o canal da raiz do que um pino de fibra de vidro pré-

fabricado, e reduz a espessura da camada de cimento. Além disso, não requer o uso de uma base de resina composta.

Yamamoto et al. (2009) realizaram um estudo no qual o objetivo foi comparar três tipos de sistemas de pino e núcleo através da análise da magnitude de estresse dentro da raiz. Para este fim, foram fabricados dois modelos de simulação dimensionais fotoelásticos de incisivos centrais superiores tratados endodonticamente. Três tipos diferentes de sistemas de pinos e núcleo foram selecionados para este estudo: pino e parte coronária de resina composta, pino de fibra de vidro em combinação com resina composta e pinos metálicos convencionais (pino e parte coronária). Os modelos fabricados foram observados em um polariscópio de transmissão com a força de carga (400 N) em 45° em direção palatina, onde os resultados foram registrados e analisados. Os resultados obtidos neste estudo sugerem que o pino de fibra de vidro associado com a resina composta produziu a menor concentração de estresse e, portanto, é eficaz na prevenção de concentração de tensão no caso de dentes tratados e endodonticamente restaurados.

Kaizer et al. (2006) avaliaram a resistência e o tipo de fratura de dentes tratados endodonticamente com raízes estruturalmente enfraquecidas, reconstruídas com pinos de fibras de polietileno e pinos biológicos. Para isso, após remoção das coroas, sessenta caninos superiores tratados endodonticamente foram distribuídos em quatro grupos: 1) preparo convencional dos condutos e pinos de fibras de polietileno; 2) preparo convencional dos condutos e pinos biológicos; 3) condutos medianamente alargados e pinos biológicos; 4) condutos amplamente alargados e pinos biológicos. Os pinos foram cimentados com cimento resinoso Enforce (Dentsply Ind. e Com., Petrópolis, Rio de Janeiro, Brasil) e construiu-se a porção coronária com resina composta Ti-Core (Essential Dental Systems, S. Hackensack, NJ, EUA). Os espécimes foram testados sob compressão em máquina de ensaios universal. Os valores de resistência à fratura obtidos foram: grupo

1 – 45,46kgf; grupo 2 – 53,30kgf; grupo 3 – 58,67kgf; grupo 4 – 47,91kgf, com diferença estatisticamente significativa entre os grupos 1 e 3 ( $p < 0,05$ ). Observou-se o seguinte padrão de fratura: grupo 1 – ampla predominância de fratura da porção coronária do núcleo; grupos 2 e 3 – padrão variado de fraturas; grupo 4 – todas as raízes fraturaram. Como resultado deste trabalho, ambos os pinos mostraram-se promissores para o uso proposto (adequada resistência à fratura e padrão de fraturas favoráveis). Os pinos biológicos parecem capazes de promover reforço das raízes, porém 100% das raízes amplamente alargadas fraturaram.

Mclaren et al. (2009) realizaram um estudo onde o objetivo foi comparar a resistência à fratura e o tipo de fratura de dentes endodonticamente tratados e restaurados com três sistemas de pinos diferentes, incluindo dois pinos de fibra reforçado (Light Post e Snowlight) e um pino de aço inoxidável. Para a realização deste estudo, setenta pré-molares endodonticamente tratados, foram seccionados na junção cimento-esmalte e, em seguida, tratados endodonticamente. Os dentes foram distribuídos em sete grupos: três pinos diferentes pré-fabricados foram cimentados com 5 ou 10 mm de profundidade, e a parte coronária do núcleo foi fabricado de resina composta (ParaPost automix). Como controle negativo, foi realizado a confecção da parte coronária em resina composta sem a utilização de um pino. As amostras foram carregadas em 90 graus em relação ao eixo longitudinal até a sua falha. Uma carga de ruptura inicial e o tipo de fratura também foram registrados. Os grupos com pinos de ParaPost XP demonstraram significativamente maiores cargas de fracasso inicial e final quando comparados com os grupos do pino de fibra reforçados. A maior média (SD) da carga de fratura inicial foi com o grupo ParaPost XP com um comprimento de 10 mm (170,05 (60,08) N), e a menor estava com o grupo Snowlight com o 5 mm de comprimento (62,85 (18,47) N). Com isso, a rigidez e a carga de ruptura inicial dos dentes restaurados com pinos ParaPost XP foram maiores

comparados com os grupos restaurados com pino de fibra reforçada.

Stewardson et al. (2010) realizaram um estudo onde os objetivos foram, medir a flexão e os módulos de flexão de uma série de materiais atualmente disponíveis de pinos endodônticos e avaliar o efeito sobre essas propriedades flexurais através do cálculo da variação do diâmetro em relação ao comprimento de três amostras através do teste de inclinação. Para isso, amostras com três pontos pré determinados com 2mm de diâmetro, com pino de metal e pino de fibra de vidro reforçada (FRC) e as propriedades mecânicas calculadas em suporte largas de análise de 16mm, 32mm e 64mm. A análise de Weibull foi realizada sobre os dados de força. As forças de flexão de todos os materiais de fibra de vidro excedeu os pontos fortes de rendimento das amostras em relação ao aço inoxidável e ouro; os pontos flexurais mais fortes de dois materiais de fibra de vidro foram comparável com o escoamento de titânio. O aço inoxidável registrou maior flexão enquanto o módulo do titânio e os dois materiais de fibra de carbono apresentaram valores semelhantes, apenas superior ao do ouro. Os materiais de fibra de vidro restantes eram de menor módulo dentro a faixa de 41-57 GPa. Valores de módulo de Weibull para os materiais FRC variou de 16,77 para 30,09. Diminuindo a relação  $L / D$  produziu uma diminuição acentuada do módulo de flexão para todos materiais. Os pinos reforçados com fibras de vidro, exibiram forças de flexão, que geralmente excedem os pontos fortes do rendimento de metais a partir do qual os pinos endodônticos são feitos. Em comparação com a dentina, os valores do módulo de flexão dos pinos de fibra de vidro aqui testados, foram 2 a 6 vezes maior que a dentina. Os módulos de flexão, mas não os pontos fortes à flexão dos pinos reforçados FRC parecem estar relacionados com o tipo de fibra. A medida válida das propriedades de flexão de pinos endodônticos só pode ser alcançado, quando as amostras de largura e diâmetro recomendado são testados.

Schiavetti et al. (2010) realizaram um estudo *in vitro* para avaliar a resistência à

fratura de dentes restaurados com pinos de fibra de quartzo utilizando três diferentes profundidade de preparos intra-canal. Para isso, 30 pré-molares unirradiculares humanos, com comprimento de raiz e diâmetro similares foram tratados endodonticamente e divididos aleatoriamente em três grupos experimentais (n = 10) de acordo com a profundidade do espaço criado: (1) 5 mm, (2) 7 mm; (3) de 9 mm. Os pinos de fibra de quartzo (Endo Luz post) foram cimentados com um cimento resinoso dual e com o sistema adesivo (Prime & Bond NT + Fluorocore 2). Após 24 horas, os espécimes foram incluídos em resina acrílica e carregados em força de compressão contínua na parte coronal do pino em um ângulo de 45 graus em relação ao longo eixo do dente (Velocidade: 0,75 mm / minuto). Os resultados mostraram que a diminuição do comprimento do pino não modificou a propriedade mecânica dos dentes. A retenção dos pinos de fibra de quartzo podem ser alcançada graças a melhora na união dos sistemas adesivos à estrutura dental.

Materiais com propriedades adesivas vêm surgindo como uma alternativa para reforçar o dente, através do uso de cimentos endodônticos adesivos, para obturar o sistema de canais radiculares. Com isso, Garcia e Caldeira (2010) objetivaram avaliar comparativamente, por meio da aplicação de força vertical, a resistência à fratura de dentes obturados com: AH Plus, Real Seal, GuttaFlow, ActiV GP e Thermafil. Foram utilizados sessenta e quatro pré-molares inferiores os quais foram divididos em Grupo-controle (n=4), onde as raízes não foram nem instrumentadas nem obturadas e outros 5 grupos de acordo com os materiais obturadores empregados: Grupo AH Plus (n=12); Grupo Real Seal (n=12); Grupo GuttaFlow (n=12); Grupo ActiV GP (n=12); Grupo Thermafil (n=12). As raízes foram instrumentadas com o sistema Protaper Universal (Dentsply-Maillefer, Suíça), e em seguida foram obturadas com os respectivos materiais. Após a obturação, todos os espécimes foram armazenados a 37°C com 100% de umidade por 72 horas e incluídos em resina acrílica. Os espécimes foram submetidos ao teste de resistência à



fratura em uma máquina de ensaios triaxiais (1,0mm/min). Os valores médios obtidos e o desvio-padrão (em Newtons) em ordem decrescente foram: Grupo-controle –  $394,25 \pm 56,17$  N; Grupo ActiV GP –  $263 \pm 89,32$  N; Grupo Thermafil –  $198,17 \pm 61,65$  N; Grupo AH Plus –  $158,08 \pm 31,56$  N; Grupo Real Seal –  $154,92 \pm 42,64$  N e Grupo GuttaFlow –  $107,92 \pm 20,72$  N. Os dados foram submetidos aos testes ANOVA e Dunett (5%). Dentre os grupos experimentais, as raízes obturadas com ActiV GP mostraram-se mais resistentes à força vertical aplicada, porém similares aos grupos controle e Thermafil. Os grupos AH Plus, Real Seal e Thermafil mostraram-se similares estatisticamente quanto à resistência à fratura. O grupo GuttaFlow, apresentou menores valores médios de resistência à fratura.

Chuang et al. (2011) realizaram um estudo com o propósito de investigar a resposta mecânica de dentes desvitalizados e restaurados com pinos de diferentes materiais e comprimentos. A abordagem foi realizar uma análise da resistência mecânica e por elementos finitos. A hipótese foi mostrar que nem o comprimento e material do pino, teria um efeito sobre a resistência a fratura e a distribuição de tensões, de dentes tratados endodonticamente. Sessenta dentes anteriores superiores extraídos foram divididos em seis grupos. Foi realizado a secção radicular em 2mm acima da junção cimento-esmalte, assim, o tratamento endodontico foi realizado. Três pinos foram selecionados, com diâmetro e comprimento semelhantes e do mesmo fabricante, sendo eles, de fibra de vidro, fibra de carbono e aço inoxidável. Os pinos foram distribuídos aleatoriamente com comprimentos de 5mm e de 10mm. Foi realizado a parte coronária com resina fotopolimerizável através de uma matriz de padronização, então, foi confeccionada uma coroa metalo-cerâmica (NiCr). O tratamento no pino foi realizado e os pinos foram cimentados. Os dentes foram incluídos 2mm abaixo da margem da coroa. Em uma inclinação de 45 graus em relação ao longo eixo do dente, a máquina de teste universal foi usada para testar as amostras, em uma velocidade de 0,5mm/min, o tipo de falha foi avaliado, como a resistência a fratura. O pino de

aço inoxidável, e todos os grupos do pino de fibra, não apresentaram significantes diferenças. O grupo de aço inoxidável de 10mm se apresentou com a menor carga de ruptura e com fraturas mais desfavoráveis. Os pinos de aço inoxidável apresentou alta tensão em torno da extremidade apical quando foram de 10mm, enquanto o maior estresse nas margens da coroa foi encontrada com o pino de fibra de vidro. Dentro das limitações do estudo, os resultados indicam que o dente tratado endodonticamente não foi reforçado pelo aumento do comprimento, tanto pinos de metais e os de fibra. Os padrões de fratura dos dentes, parece estar mais relacionado com o tipo de material, enquanto o comprimento não teve menor influência no tipo de fratura. Os pinos de fibra podem fornecer a resistência mais adequada e os padrões de fratura mais favoráveis na região cervical, em comparação com o pino de metal pré-fabricado.

Santana et al. (2011) realizaram um estudo laboratorial, que teve como objetivo investigar o efeito do sistema de pinos e a quantidade de tecido dentário remanescente na tensão, resistência a fratura e o tipo de fratura de molares inferiores. A hipótese testada foi de que o tipo de pino e a quantidade de remanescente dentário, influencia na tensão, na resistência a fratura e o modo de fratura em molares inferiores. Setenta primeiros molares, inferiores foram extraídos por motivos periodontais, onde os mesmo, não apresentavam rachaduras nem defeitos e de tamanho semelhantes, permitindo um desvio de 10%. Os dentes foram divididos em sete grupos, incluindo o grupo controle, que não receberam nenhum tratamento. Os seis grupos restantes foram divididos pelos dois fatores: Tipo de pino (pino de fibra de vidro; pino de NiCr; sem pinos), e a quantidade de tecido remanescente (2mm de altura e sem remanescente). A desobturação foi realizada em 2/3 do canal radicular, restando em média 5mm de selamento apical. Foi selecionado um pino de fibra número 2 da Angelus. Os canais mesiais não foram preparados para pino, mas foi realizado uma desobturação de 1mm de profundidade. O ligamento periodontal foi

simulado com Impregum – 3M em uma espessura de 0,2 a 0,3mm. A parte coronária do núcleo fundido foi realizada a partir de padrões de resina acrílica. Todos os pinos foram cimentados com cimento auto-condicionante U-100 da 3M, conforme orientações do fabricante. Nos pinos de fibra de vidro, incrementos de resina composta 3M – Z350, foram inseridos para completar a parte coronária. Os dentes foram posicionados 25 graus em relação ao longo eixo do dente. Em uma máquina universal de ensaios, os dentes foram posicionados em 25 graus em relação ao longo eixo do dente, em uma velocidade de 0,5mm/min, até uma força de 100N e os valores de deformação foram anotados. Os dentes foram novamente carregados na mesma inclinação até que sua fratura aconteça. A força necessária para a fratura foi anotada. Os resultados mostraram que, a ausência de estrutura dentária, apresentou resultados mais baixos em relação à resistência à fratura. Molares restaurados com pino de fibra de vidro mostraram resistência maior à fratura do que aqueles sem pinos, independente da altura do remanescente coronal. A análise do modo de fratura, indicou que o grupo controle apresentou fraturas coronais. Nos grupos com remanescente coronal, os dentes restaurados com pinos metálicos, apresentaram 40% de fratura radicular no terço médio e 50% de fraturas verticais. Sendo as duas fraturas, irreparáveis. Dentes com pinos de fibra de vidro ou sem pinos tiveram 60% e 40% de fraturas no terço médio da raiz, respectivamente.

Silva et al. (2011) realizaram um estudo que teve como objetivo comparar em laboratório a tensão da resistência à fratura de raízes tratadas endodonticamente com sistemas de diferentes pinos e técnicas restauradoras. Duas hipóteses foram testadas: se o tipo do pino influencia na resistência à fratura e o tipo de fratura. A outra hipótese foi que se revestir o pino com resina composta poderia aumentar a resistência à fratura e diminuir a tensão na raiz. Cento e cinco dentes bovinos de tamanhos similares foram selecionados, através da medição mesio-distal e vestibulo-lingual, sendo que uma variante de 10%

poderá ocorrer a partir dos tamanhos médios. A porção coronal foi seccionada, a partir de 15mm em sentido ápice-coroa. Os dentes foram preparados com uso de Gates-Glidden no comprimento total das raízes. A Gutta Percha foi removida em um comprimento de 10mm, mantendo um selamento em torno de 4-6mm de material obturador. As raízes foram embutidas em uma matriz de metacrilato, 4mm abaixo da junção cimento-esmalte, onde um material de moldagem de 0,3mm de espessura ficou entreposto entre a matriz e o dente. As raízes foram divididas em sete grupos, sendo dois deles o grupo controle. Os 5 restantes, tiveram seus canais radiculares preparados de forma padronizada. Os grupos controle foram restaurados com liga de NiCr e o outro, restaurado com pino de fibra de vidro. O terceiro grupo foi restaurado com NiCr com preparo padronizado, o quarto foi com pino de fibra de vidro com preparo padronizado, o quinto foi com pino de fibra de vidro e pinos acessórios, o sexto foi com pino de fibra de vidro anatômico reajustado com resina composta, o sétimo grupo com pino de fibra de vidro anatômico e com pinos acessórios. Foi aplicado adesivo Scotch Bond (3M) no interior do canal e polimerizado com foto ativação ao longo eixo do dente. O pino foi higienizado com álcool 70%, após secagem, o silano foi aplicado. A cimentação foi realizada com um cimento autopolimerizável da Angelus. No caso do reajuste, foi realizado com resina da 3M (Z250). A parte coronária no núcleo, foi realizada através de uma matriz de acetato, construído por um plastificante a vácuo. O preparo da porção coronária foi realizada com um remanescente coronário de 1,5mm e 2mm. Cada amostra foi posicionada em 45 graus em relação ao longo eixo do dente, onde em uma velocidade de 0,5m / min, até que a fratura ocorra. Pode-se concluir com este estudo, que não foi encontrado diferenças significativas em valores de deformação entre os grupos. O grupo do Núcleo de NiCr, apresentou menor resistência a fratura e falhas mais catastróficas das raízes e com a transmissão de maior tensão ao longo da raiz. O pino de fibra de vidro associado com

resina composta ou ainda com pinos acessórios, parece ser um método eficaz para melhorar o comportamento biomecânico das raízes enfraquecidas.

Zogheib et al. (2011) realizaram um estudo que teve como objetivo comparar três técnicas de reconstrução radicular utilizando resina composta e pinos de fibra. Testa-se a hipótese de que não há diferença na resistência a fratura e o modo de fratura entre as raízes restauradas com os três diferentes pinos intra-radulares. Quarenta raízes de dentes anteriores, com dimensões semelhantes foram separadas, por razões ortodônticas ou periodontais. As raízes foram preparadas com broca Largo 1mm, sendo número I do pino de fibra de vidro (Reforpost Fiber Glass X Ray, Angelus). As raízes foram divididas em quatro grupos. Grupo I: Grupo controle, que depois do preparo inicial, foi restaurada com pino de fibra de vidro. Grupo II: Resina composta com pino de fibra de vidro. Após o preparo com a Largo, a parte média e coronária, foram preparados com uma broca diamantada em 8mm de profundidade, as paredes ficaram em torno de 1mm de largura. Incrementos de resina composta foram inserido preenchendo em torno do pino, o canal radicular. Grupo III: Raízes restauradas com pino de fibra de vidro e três pinos de fibra de vidro acessórios e preparados conforme grupo II. Grupo IV: Pinos anatômicos são realizados, onde o canal radicular é vaselinado e o cimento é inserido dentro do canal que foram preparados da mesma forma que o grupo II. O pino foi inserido e fotopolimerizado, com o canal expulsivo, o pino saía com o cimento, mantendo a anatomia do canal radicular. Coroas padronizadas de resina composta (3M – Z-250) são fabricadas a partir de uma matriz de silicone, do formato de um canino. Os dentes foram levados ao teste em uma máquina de ensaio universal. Em um ângulo de 45 graus a uma velocidade de 0,5mm/min, os dentes foram posicionados até sua fratura. Os resultados mostram, que entre o grupo controle e os três testados, mostram diferenças significativas, mas que entre os três testados, não houveram marcantes diferenças. Na resistência a fratura o grupo

controle é superior, por segundo o grupo II, grupo IV e por último, pinos acessórios. O modo de fratura mostra que o grupo I, causaram fraturas reparáveis, o grupo IV apresentou 5 fraturas irreparáveis, o grupo III, 4 irreparáveis, grupo II, 2 fraturas irreparáveis. Quando as raízes foram preparadas para receber os pinos, não melhorou a resistência das raízes. A espessura do remanescente dentário é o fator preponderante na manutenção da resistência a fratura.

Castro et al. (2012) realizaram um estudo laboratorial que teve como objetivo avaliar o efeito do sistema de de pinos, quando usado para restaurar incisivos, pré-molares e molares. A hipótese testada, foi de que o sistema de pinos e o grupo de dentes, não influência no comportamento biomecânico das raízes. Oitenta dentes humanos foram extraídos por problemas periodontais e isentos de fratura, onde 20 eram incisivos, 20 caninos, 20 pré-molares e 20 molares. Os dentes possuem dimensões semelhantes tanto mesio-distais, como vestibulo palatais, permitindo um desvio de 10%. Os dentes foram reduzidos de tal forma que tenha restado 2mm de dentina coronal, assim, os incisivos ficaram com 15mm, os caninos com 18mm, pré-molares com 14mm e molares com 14mm. Cada grupo foi subdividido, sendo eles restaurados com pinos de fibra de vidro e de liga metálica, NiCr. Os dentes foram preparados para pinos com lima #80 (Dentsply – Maillefer), e nos dentes que não receberam pinos, ficaram com o diâmetro de #40 (Dentsply – Maillefer). Os dentes foram desobturados em 2/3 dos canais, sendo nos molares somente a raiz distal, nas mesiais somente desobturação de 1mm, nos pré-molares a raiz palatina e 1mm na raiz vestibular e nos dentes anteriores, 2/3 do conduto radicular, as raízes foram incluídas em uma resina auto-polimerizável. Para simular o ligamento periodontal, foi utilizado um material borrachóide (Impregum – 3M). Todos os dentes foram cimentados com cimento autocondicionante U-100, seguindo as instruções do fabricante. Os pinos de fibra de vidro foram limpos com álcool 70% e os de NiCr, foram

jateados com óxido de alumínio. Após a cimentação a parte coronária foi realizada com resina foto-polimerizável (3M-ESPE Z-250). O teste de resistência foi realizado em um várias inclinações, dependendo da direção dos esforços recebidos pelos dentes. Houve diferença significativa na resistência a fratura, dependendo do tipo de dente, mas não para o sistema de pino. A resistência a fratura de incisivos foi significativamente menor, em relação aos outros grupos. Os pré-molares, apresentaram resistência inferior quando comparado com caninos e molares, que estes tiveram resultados semelhantes. Houve diferenças significativas no modo de fratura, onde, pinos de fibra de vidro, apresentaram fraturas, mais facilmente restauráveis. Quando incisivos foram restaurados com pinos de fibra de vidro, obtiveram 70% de fraturas reparáveis, já quando restaurados com metálico, 60% de fraturas irreparáveis. Nos caninos, 100% das fraturas irreparáveis quando restaurados com núcleos fundidos, e quando restaurados com pino de fibra de vidro, 80%, de fraturas irreparáveis. Em pré-molares, 50% das fraturas eram irreparáveis, quando restauradas com pinos de fibra de vidro. Nos molares 60% das fraturas eram reparáveis, já com núcleos metálicos apresentaram dois tipos de fraturas irreparáveis, somando em 90% de fraturas irreparáveis. Assim conclui-se que o modo de fratura foi significativamente mais favoráveis ou reparáveis quando restaurados com pino de fibra de vidro em todos os grupos de dentes, molar, pré-molares, caninos e incisivos.

Zicari et al. (2012) realizaram um estudo que teve como objetivo avaliar após teste de fadiga, o efeito do comprimento de pino de fibra, cimentado adesivamente no canal radicular, se altera a resistência a fratura de dentes tratados endodonticamente. A hipótese testada foi que o comprimento do pino e o tipo de cimento utilizado não afeta a resistência a fratura de dentes tratados endodonticamente. Oitenta pré-molares superiores foram extraídos e armazenados em uma solução de cloramina 0,5% em água, e utilizados os dentes após seis meses da extração. Os critérios de inclusão foram: ausência de cárie, de

fraturas radiculares, ausência de tratamentos endodônticos, pinos ou coroas. Para padronização de procedimentos e materiais, os dentes com comprimentos e larguras semelhantes. Os dentes foram distribuídos em oito grupos de 10 dentes, que foram restaurados pino de fibra com diferentes comprimentos e cimentados com dois tipos de cimento, Panavia F (Kuraray, Japão) e Unicem (3M - ESPE). Os dentes foram seccionados na junção cimento-esmalte, onde o tratamento foi realizado pelo sistema Pro taper (Densply-Maillefer). Depois de 24hrs de armazenamento em água, foi realizada a desobturação do canal radicular. A desobturação foi realizada em diferentes comprimentos; 10mm, 7,5mm, 5mm pequeno diâmetro e 5mm de grande diâmetro. O pino de fibra de vidro utilizado foi o Relyx (3M ESPE) de 1,6mm de diâmetro, sendo que o pino não recebeu nenhum tipo de tratamento, somente álcool. A cimentação foi realizada, seguindo instruções do fabricante. Os dentes foram embutidas em resina de metacrilato a 2mm a partir da junção cimento-esmalte, sendo colocado em uma máquina de simulação de mastigação com 1.200.000 ciclos, simulando 5 anos de função clínica. Após esses testes, os que resistiram, foram carregados em uma máquina de resistência a fratura, sendo realizado em uma velocidade de 0,5mm/min até sua fratura. Quatro por cento dos pinos falharam na carga de fadiga por deslocamento do pino, sendo que dois destes ocorreram no comprimento de 7,5mm, um com o cimento Panavia F (Kuraray, Japão) e o outro com Relyx Unicem (3M – ESPE). Três falhas ocorreram com o pino de 5mm (diâmetro pequeno), sendo que dois foram cimentados com Panavia e o outro com o Rylex Unicem. Pode-se verificar nesse estudo que o grupo controle (10mm), sempre apresentou menor resistência a fratura, tirando os espécimes que falharam durante o teste de fadiga, a maior resistência a fratura foi o de 5mm (pequeno diâmetro), não sendo diferente dos espécimes restaurados com pinos de 5mm (grande diâmetro). O tipo de cimento não alterou a resistência a fratura, confirmando a segunda hipótese. O grupo controle (10mm),



apresentaram fraturas mais catastróficas do que quando se utilizou pinos de menor comprimento.

### **3. Proposição**

- Avaliar a resistência de dentes tratados endodonticamente e restaurados com pinos de fibra de vidro em comparação aos metálicos.
- Verificar a resistência de dentes tratados endodonticamente;
- Resistência dos dentes restaurados com núcleos metálicos;
- Resistência de dentes restaurados com núcleos reforçados com fibra de vidro;
- Analisar fraturas de dentes restaurados com diferentes pinos;

#### **4. Artigo Científico**

Artigo elaborado segundo as normas da Revista Odontológica de Araçatuba - APCD

Resistência de dentes tratados endodonticamente e restaurados com pinos metálicos e fibra de vidro: Revisão de Literatura

Felipe Knupfer **BASTOS**\*

Sabrina **PAVAN**\*\*

\* Aluno do curso de especialização em Prótese Dentária do Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico (ILAPEO), Curitiba-PR.

\*\* Mestre e Doutora em Reabilitação Oral - FOA,UNESP – Araraçua, SP;

Professora do Curso de Especialização em Prótese Dentária do ILAPEO-Curitiba, PR;

Professora da FAI- Adamantina, SP

#### **Endereço do Autor:**

Rua Lauro Muller 102 Sala 04  
Camboriú – SC. CEP: 88340-000  
E-mail: felipebast@gmail.com

## **Resistência de dentes tratados endodonticamente e restaurados com pinos metálicos e fibra de vidro: Revisão de Literatura**

**RESUMO:** Embora a restauração de dentes tratados endodonticamente seja um procedimento que vem sendo realizado a mais de cem anos, ainda existem muitos problemas e dúvidas relacionados à melhor técnica e aos materiais a serem utilizados. Os núcleos metálicos fundidos tem sido a técnica mais difundida, porém, a utilização de ligas metálicas com alto módulo de elasticidade para sua confecção, pode produzir um prognóstico bastante desfavorável. Assim, a busca por materiais que minimizem estes problemas, continua sendo alvo de investigação de muitos pesquisadores. O desafio de reforçar a estrutura dentária remanescente e dar condições para que a mesma suporte as restaurações protéticas, é um dos mais intrigantes desafios da odontologia moderna. Os pinos pré-fabricados reforçados por fibra de vidro vêm sendo desenvolvidos para suprir esta necessidade. O objetivo deste trabalho foi discutir as principais vantagens e problemas relacionados à utilização dos pinos metálicos comparado aos materiais mais modernos, como os pinos resinosos reforçados por fibras. Assim, foi realizada uma revisão de literatura, verificando a resistência à fratura de dentes restaurados com pinos reforçados por fibra, em relação aos núcleos metálicos fundidos.

**UNITERMOS:** Fratura por Fadiga, Técnica de Núcleos Metálicos, Endodontia, Falha de Restauração Dentária, Prótese Dentária.

### **INTRODUÇÃO**

A restauração de dentes tratados endodonticamente ainda representa um desafio à odontologia moderna. Atualmente os procedimentos preventivos e conservadores são cada vez mais enfatizados, evidenciando que, apesar da evolução dos materiais restauradores a estrutura dental sadia continua sendo insubstituível<sup>23</sup>. Esta filosofia de atuação tem influenciado todas as técnicas restauradoras, inclusive em dentes extensamente destruídos, nos quais se procura respeitar ao máximo o remanescente de estrutura dental.

Dentes tratados endodonticamente apresentam maior fragilidade, quando comparados aos dentes vitais, devido à perda de estrutura mineralizada causada pelo acesso endodôntico ou por sua história pregressa de extensas restaurações<sup>30,38</sup>. Dessa forma faz-se necessário a utilização de dispositivos intra-radulares, pois, em certas situações, fortalecem a estrutura dental remanescente, minimizando possíveis fraturas<sup>14,32</sup>. Além

disso, os retentores intra-canal promovem uma adequada retenção das restaurações protéticas<sup>11</sup>. Desde 1899 têm-se relatos da utilização de parafusos de platina, introduzidos nos canais radiculares, com a finalidade de reter extensas restaurações de amálgama<sup>31</sup>.

Por muitos anos os núcleos metálicos fundidos foram o método mais utilizado para reter restaurações sobre dentes despolpados<sup>36</sup>. Apesar da sua capacidade de recuperação da parte coronária, devolvendo estética e função, esta técnica apresenta algumas desvantagens como a necessidade de mais de uma sessão clínica, elevando o custo do procedimento<sup>14,28</sup> e a remoção de estrutura dental sadia para promover resistência mecânica aos retentores. Outra desvantagem consiste no alto módulo de elasticidade das ligas utilizadas para sua confecção, que pode levar a um aumento na tensão sobre o remanescente dental<sup>11,14</sup>, culminando no insucesso do tratamento devido à fratura das raízes<sup>28</sup>

Com a necessidade de uma facilitação na técnica, surgiram na década de 1970, os núcleos metálicos pré-fabricados, que foram utilizados em larga escala como um método alternativo aos núcleos metálicos fundidos para restaurar dentes tratados endodonticamente<sup>7,11</sup>.

No início da década de 90 foram introduzidos os retentores radiculares pré-fabricados reforçados com fibras<sup>13</sup>. Inicialmente houve o desenvolvimento do pino de fibra de carbono<sup>9</sup>, porém, devido à sua coloração escura, a estética de algumas restaurações de cerâmica ficava comprometida<sup>20</sup>. Para solucionar estes problemas, foram introduzidos no mercado os pinos estéticos de fibra de vidro com matriz resinosa translúcida, cuja coloração permite a mimetização da cor natural da estrutura dental sadia<sup>17,39</sup>. Sua principal vantagem é que o módulo de elasticidade é similar ao da dentina<sup>27,28,32</sup>, conferindo uma melhor dissipação das cargas oclusais para a estrutura dental remanescente, aumentando a resistência à fratura radicular<sup>1,17,27,40</sup>. Outro ponto favorável ao seu emprego é que a

instalação pode ser realizada em sessão única, diminuindo o tempo operatório, o risco de contaminação do canal radicular e o custo, já que não necessita de fase laboratorial<sup>16</sup>.

Após 11 anos de avaliação clínica estudos têm demonstrado que os pinos de fibra de vidro apresentam resultados favoráveis<sup>10,16</sup>, sendo uma boa opção de tratamento. Entretanto, a ocorrência de falhas como o deslocamento do pino do interior do canal radicular em decorrência da sensibilidade da técnica adesiva, e a fratura da porção coronária devido a pequena quantidade de estrutura remanescente<sup>2</sup>, vem sendo um dos principais fatores limitantes para a utilização desta técnica.

Na literatura não existe um consenso sobre a real influência da utilização de pinos intra canais, sobre a resistência à fratura de dentes desvitalizados. Alguns autores acreditam que o emprego de núcleos metálicos enfraquece a estrutura dental devido a maior necessidade de desgaste dentário<sup>11</sup> e ainda podem comprometer a longevidade das restaurações<sup>38</sup>. Por outro lado, pesquisas tem demonstrado que o uso de pinos metálicos fundidos apresentam um bom prognóstico à longo prazo<sup>24</sup>.

Alguns estudos mostram que pinos reforçados por fibra tem a capacidade de reforçar o dente, pois a combinação entre pino e cimento resinoso formaria uma estrutura homogênea, com módulo de elasticidade semelhante ao da dentina<sup>14,27,28</sup>. Dessa forma, o objetivo deste trabalho será comparar, por meio de revisão de literatura, a resistência à fratura de dentes restaurados com pinos resinosos reforçados por fibra em relação à utilização de núcleos metálicos fundidos.

## DISCUSSÃO E REVISÃO DE LITERATURA

Vários fatores estão relacionados à resistência mecânica de dentes desvitalizados restaurados com pinos intra-radulares. A quantidade de estrutura dental remanescente, o material de constituição, a forma e comprimento dos retentores intra-radulares, parecem ser os fatores mais relevantes. Além disso, a força que incide sobre os dentes, o cimento empregado para fixação dos pinos, a adaptação dos mesmos ao conduto radicular e a qualidade da dentina remanescente podem também influenciar a resistência destes dentes<sup>41</sup>.

De acordo com vários autores<sup>9,31,36</sup> a utilização de pinos intra canais tem a função exclusiva de reter a futura restauração protética, não promovendo nenhum reforço à estrutura dental remanescente. Quando um dente não apresenta perda de estrutura dental sadia, a utilização de pinos intra-canais é contra indicada<sup>23</sup>, pois o dente seria capaz de suportar as cargas oclusais<sup>38</sup>. Entretanto, um estudo clínico realizado por Schwarz et al.<sup>35</sup> (2012), mostrou que dentes submetidos ao tratamento endodôntico sem a colocação de pinos para reforço apresentaram fraturas longitudinais ao longo da raiz, mesmo quando restaurados com coroas totais. D’Arcangelo et al.<sup>8</sup> (2008), demonstraram que incisivos superiores desgastados e restaurados com coroas totais, apresentaram maior resistência à fratura quando reforçados com pinos de fibra, em relação a dentes hígidos, sem tratamento endodôntico, onde, mesmo com testes mecânicos favoráveis, não está indicado como maneira preventiva de fraturas.

Dessa forma a quantidade de estrutura dental remanescente tanto na região coronária quanto na raiz, parece estar intimamente relacionada com a resistência à fratura destes dentes<sup>2,32</sup>. Dentes que apresentam grande quantidade de estrutura dental radicular e com um remanescente dental de aproximadamente 2 mm possuem resistência à fratura semelhantes, tanto quando restaurados com pinos metálicos fundidos ou com pinos de fibra

de vidro<sup>5,21,33,36,37</sup>. Entretanto, a utilização de pinos de fibra de vidro pode promover maior resistência ao dente quando o mesmo apresenta uma menor quantidade de estrutura dental remanescente<sup>21,22</sup>. Além disso, o índice de fraturas catastróficas parece ser maior em dentes restaurados com pinos metálicos do que com pinos de fibra de vidro<sup>17,26,36,40</sup>.

Por outro lado, dentes enfraquecidos parecem ter um melhor comportamento mecânico quando restaurados com pinos de fibra de vidro. Alguns autores mostram que o uso de pinos reforçados por fibra tem a capacidade de reforçar o dente<sup>5,33,36,42</sup>, pois a combinação entre pino e cimento resinoso formaria uma estrutura homogênea, com um módulo de elasticidade semelhante ao da dentina<sup>14,27,28</sup>. Kaizer<sup>18</sup> (2006) realizou um estudo, onde mostrou que pinos completamente adaptados ao conduto radicular possuem a capacidade de melhorar os padrões de fratura, reforçando a estrutura das raízes. Porém, nestas situações o emprego de núcleos metálicos fundidos poderia enfraquecer a estrutura dental remanescente, pois a utilização de ligas metálicas com um módulo de elasticidade muito superior ao dente, gera maior quantidade de tensão sobre a raiz<sup>1,13,27,40</sup>. Por meio de análise de elemento finito Okada et al.<sup>26</sup> (2008), observaram que o pino mais indicado para restaurar dentes despulpados foi o de fibra de vidro, com uma melhor distribuição de tensão no comprimento do pino e ao longo do dente, o que levaria a uma menor possibilidade de fratura da raiz.

O comprimento do pino a ser utilizado nos dentes despulpados também é considerado um fator de grande importância na resistência dos mesmos. Sabe-se que o emprego de pinos metálicos com comprimento reduzido é uma das principais causas de falhas em dentes desvitalizados, pois promovem a fratura das raízes devido a maior concentração de força sobre as mesmas<sup>6</sup>. Em um estudo realizado por Buttell et al.<sup>4</sup> (2009), mostrou que pinos de fibra de vidro com comprimento de 3mm deixaram os dentes unirradiculares despulpados mais suscetíveis a fratura do que dentes restaurados com pinos



de 6mm. Da mesma forma, Giovani et al.<sup>13</sup> (2009), mostraram que a resistência à fratura de dentes caninos tratados endodonticamente e restaurados com pino de fibra de vidro no comprimento de 2/3 da raiz foi maior em comparação ao núcleo metálico fundido, aumentando a resistência à fratura. Por outro lado, o maior comprimento do pino não aumentou a resistência de pré-molares tratados com pinos de fibra de vidro ou em incisivos restaurados com pinos de fibra ou pinos metálicos<sup>6,34,41</sup>. Além disso, em dentes pré-molares superiores o emprego de pinos com comprimento de 5 mm intra-canal produziu menor quantidade de fraturas não reparáveis quando comparados com pinos de 10mm<sup>41</sup>.

Outros fatores devem ser considerados na resistência destes dentes, como o cimento empregado para fixação dos pinos intra-canais, a adaptação dos mesmos ao conduto radicular e a qualidade da dentina remanescente. Apesar de alguns estudos mostrarem que a boa adaptação do pino ao conduto radicular<sup>4,19</sup> e a técnica de cimentação ou o tipo de cimento,<sup>41</sup> não influenciam diretamente na resistência destes dentes. Uma das principais causas de falhas tanto em pinos de fibra de vidro quanto em pinos metálicos fundidos é a perda de retenção por falha na interface de união. Balkenhol et al.<sup>3</sup> (2007), numa retrospectiva de 10 anos mostraram que 11,2% dos núcleos metálicos fundidos deslocaram, por falta de adaptação no interior do canal<sup>3,15,16</sup>. Um estudo realizado por Naumann et al.<sup>25</sup> (2012), onde realizaram um acompanhamento clínico de 10 anos de dentes restaurados com pinos de fibra de vidro, mostrou que 4,6% das restaurações falharam, por deslocamento do pino, fratura ou problemas endodônticos<sup>25</sup>. Uma camada espessa de cimento apresenta uma menor resistência mecânica, além disso, bolhas e lacunas podem ser incorporadas nesta camada fragilizando dessa forma o sistema<sup>3,15</sup>.

Os pinos pré-fabricados reforçados por fibras vêm sendo amplamente utilizados para restaurar dentes tratados endodonticamente devido ao seu fácil manuseio e baixo custo<sup>14</sup>. Clinicamente estudos tem demonstrado que a utilização destes tipos de pinos

apresenta maiores índices de sucesso quando comparados com dentes restaurados com pinos metálicos fundidos<sup>10,12,29</sup>. Entretanto um estudo retrospectivo mostrou que a maior taxa de falha relacionada aos núcleos metálicos fundidos está associada ao comprimento inadequado com que os pinos foram confeccionados<sup>24</sup>.

A busca por um material que consiga alcançar de maneira adequada a restauração de dentes extensamente destruídos, devolvendo estética e função, está presente no dia-a-dia de pesquisadores, que tentam encontrar um material de ótimo comportamento biomecânico e estético, levando a longevidade das próteses odontológicas.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

De acordo com a literatura consultada, baseada em estudos laboratoriais e clínicos, pode-se observar que tanto os pinos metálicos fundidos quanto os pinos de fibra de vidro promovem uma boa resistência aos dentes despolpados, desde que sejam corretamente empregados. Para utilização dos pinos metálicos fundidos critérios básicos para sua confecção devem ser respeitados, para que não promovam efeitos deletérios sobre os dentes, já que estes pinos apresentam um módulo de elasticidade muito maior que o da dentina. De acordo com os parâmetros avaliados nesta revisão de literatura, os pinos de resina reforçados por fibra de vidro podem ser utilizados de maneira segura quando da presença de um remanescente coronário mínimo de 2mm. Porém, mais estudos clínicos e laboratoriais de longo prazo devem ser realizados para estabelecer um protocolo de utilização destes materiais, a fim de se alcançar cada vez mais sucesso com este tipo de tratamento, reduzindo as chances de fraturas de prognósticos desfavoráveis.

### **Resistance of teeth Endodontically and Restored With Metallic and Glass Fiber Posts: Literature Review**

**ABSTRACT:** Although the pulpless teeth prosthetic treatment has been performed for more than a century, the best technique and material choice to retain the prosthetic restoration has been a concern. The metal casts' posts are the most widely method to retain the restoration on endodontically treated teeth, however, the high elastic modulus of metal used in that appliances can result in catastrophic prognostic. Researchers still searching for an alternative material to the traditional treatment. The main challenge of this new approach is reinforcing the remaining dental structure and support the dental restoration at the same time. The prefabricated glass fiber posts have been developed in order to achieve this goal. The aim of this study was, by a review of literature, compare the fracture resistance of endodontically treated teeth restored with cast and fiber posts.

**UNITHERMS:** Fracture fatigue, Post and Core Technic, Endodontics, Dental Restoration Failure, Dental prosthesis.

## REFERÊNCIAS

1. Adanir N, Belli S. Stress analysis of a maxillary central incisor restored with different posts. *Eur J Dent* 2007;2(1):67-71.
2. 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. *J Prosthet Dent* 2004;92(2):155-62.
3. Balkenhol M, Wostmann B, Rein C, Ferger P. Survival time of cast post and cores: A 10-year retrospective study. *J Dent* 2007;35:50-8.
4. Buttler L, Krasti G, Lorch H, Naumann M, Zitzmann NU, Weiger R. Influence of post fit and post length on fracture resistance. *Int Endod J* 2009; 42(1):47-53.
5. Castro C, Santana F, Roscoe M, Simamoto-Júnior P, Santos-Filho P, Soares C. Fracture resistance and mode of failure of various types of root filled teeth. *Int Endod J* 2012:1-8.
6. Chuang SF, Yaman P, Herrero A, Dennison JB, Chang CH. Influence of post material and length on endodontically treated incisors: an *in vitro* and finite element study. *J Prosthet Dent* 2011; 104(6): 379-88.
7. Dawson PE. Pin-retained amalgam. *Dent clin North Am* 1970; 14: 63-71.
8. D’Arcangelo C, De Angelis F, Vadini M, Zazzeroni S, Ciampoli C, D’Amario M. *In vitro* fracture resistance and deflection of pulpless teeth restored with fiber posts and prepared for veneers. *J Endod* 2008; 34(7):838-41.
9. Duret B, Duret F, Reynaud M. Long-life physical property preservation and postendodontic rehabilitation with the Composipost. *Compend Contin Educ Dent Suppl* 1996; (20):50-6.
10. Ferrari M, Vichi A, García-Godoy F. Clinical evaluation of fiber-reinforced epoxy resin posts and cores. *Am J Dent* 2000;13:15B-18B.
11. Fokkinga W, Kreulen C, Bronkhorst E, Greujers N. Up to 17 year controlled clinical study on post-and-cores and covering crowns. *J Dent* 2007;35:778-86.
12. Fox, K, Wood, DJ, Youngson, CC. A clinical report of 85 fractured metallic post retained crowns. *Int Endod J* 2004; 37:561–73.
13. Giovani A, Vansan L, Neto M, Paulino S. *In vitro* fracture resistance of glass-fiber and cast metal posts with different lengths. *J Prosthet Dent* 2009; 101(3):183-8.
14. Gómez-Polo M, Llidó B, Rivero A, Río J, Celemín A. A 10-year retrospective study of the survival rate of teeth restored with metal pre-fabricated posts versus cast metal post and cores. *J Dent* 2010;38:916-20.

15. Goracci C, Ferrari M. Current perspectives on post systems: a literature review. *Austr Dent J* 2011; 56(Suppl 1):77-83.
16. Grandini S, Goracci C, Tay F, Grandini R, Ferrari M. Clinical Evaluation of the use of fiber posts and direct resin restorations for endodontically treated Teeth. *Int J Prsthodont* 2005;18(5):399-04.
17. Hayashi M, Takahashi Y, Imazato S, Ebisu S. Fracture resistance of pulpless teeth restored with post-cores and crowns. *Dent Mater J* 2006; 22:477-85.
18. Kaizer OB. Evaluation of fracture resistance of teeth with flared root canals reconstructed with prefabricated glass fiber post associated with accessory posts or fiber strips or with anatomic posts. *F Odontol Bauru* 2006. p.1-74.
19. Krastl G, Gugger J, Deyhle H, Zitzmann NU, Weiger R, Muller B. Impact of adhesive surface and volume of luting resin on fracture resistance of root filled teeth. *Int Endod J* 2011;44(5):432-9.
20. Kyna S. Cerâmicas Dentárias. *R Dental Press* 2005;2(2):112-28.
21. Lima A, Spazzin AO, Galafassi D, Correr-Sobrinho L, Carlini-Júnio B. Influence of ferrule preparation with or without glass fiber post and fracture resistance of endodontically treated teeth. *J Appl Oral Sci* 2010;18(4):360-3.
22. Mangold J, Kern M. Influence of glass-fiber posts on the fracture resistance and failure pattern of endodontically treated premolars with varying substance loss: an in vitro study. *J Prosthet Dent* 2011;105(6):387-93.
23. Mazzocato D, Tozatti D, Hirata R Antônio L, Mota E, Moraes L, Mazzocato S. Propriedades flexurais de pinos diretos metálicos e não-metálicos. *Rev Dent Press Estet* 2006;3(3):21-36.
24. Morgano SM, Milot P. Clinical success of cast metal posts and cores. *J Prosthet Dent* 1993;69:11-6.
25. Naumann M, Koelpin M, Beuer F, Meyer-Lueckel H. 10-year survival evaluation for glass-fiber-supported postendodontic restoration: A prospective observational clinical study. *J Endod* 2012;38(4): 432-5.
26. Okada D, Miura H, Suzuki C, Komada W, Shin C, Yamamoto M, Masuoka D. Stress distribution in roots restored with different types of post systems with composite resin. *Dent Mater J* 2008;27(4) 605-11.
27. Pegoretti A, Fambri L, Zappini G, Bianchetti M. Finite element analysis of a glass fibre reinforced composite endodontic post. *B Mater* 2002:2667-82.
28. Plotino G, Grande N, Bedino R, Pameijer C, Somma F. Flexural properties of endodontic posts and human root dentin. *Dent Mater* 2007;23:1129-135.

29. Preethi G, Kala M. Clinical evaluation of carbon fiber reinforced carbon endodontic post, glass fiber reinforced post with cast post and core: A one year comparative clinical study. *J Conserv Dent* 2008; 11: 162-7.
30. Qing H, Zhu Z, Chao Y, Zhang W. In vitro evaluation of the fracture resistance of anterior endodontically treated teeth restored with glass fiber and zircon posts. *The J Prosthet Dent* 2007; 97(2): 93-8.
31. Retter A. Restoring badly broken down molars and bicuspid to usefulness. *Dent. Cosmos* 1899; 41: 857-62. APUD Moro M, Agostinho AM, Matsumoto W. Cast metal posts X pre-fabricated posts. *Rev Ibero-Am Prótese Clin Labor* 2005;7(36):167-72.
32. Salameh Z, Sorrentino R, Papacchini F, Ounsi H, Tashkandi E, Goracci C, Ferrari M. Fracture resistance na failure patterns of endodontically treated mandibular molars restored using resin composite with or without translucent glass fiber posts. *J Endod* 2006;32(8): 752-5.
33. Santana F, Castro C, Simamoto-Júnior P, Soares P, Quagliatto P, Estrela C, Soares C. Influence of post system and remaining coronal tooth tissue on biomechanical behaviour of root filled molar teeth. *Intl Endod J* 2011; 44:386-94.
34. Schiavetti R, Godoy F, Toledano M, Mazzitelli C, Barlattani A, Ferrari M, Osorio R. Comparison of fracture resistance of bonded glass fiber posts at different lengths. *Am J Dent* 2010; 23(4):227-30.
35. Schwartz S, Lohbauer U, Petschelt A, Pelka M. Vertical root fractures in crowned teeth: a report of 32 cases. *Quintessence* 2012;43(1):37-43.
36. Silva G, Santos-Filho P, Simamoto-Júnior P, Martins L, Mota A, Soares C. Effect of post type and restorative techniques on the strain and fracture resistance of flared incisor roots. *Braz Dent J* 2011;22(3):230-7.
37. Silva N, Raposo L, Versluis A, Fernandes-Neto Alfredo, Soares C. The effect of post, core, crown type, and ferrule presence on the biomechanical behavior of endodontically treated bovine anterior teeth. *J Prosthet Dent* 2010;104(5):306-17.
38. Takahashi C, De Cara A, Contin I. Resistência à fratura de restaurações diretas com cobertura de cúspide em pré-molares superiores endodonticamente tratados. *Pesqui Odontol Bras* 2001;15(3):247-51.
39. Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Influence of ceramic and cement thickness on the masking of various types of opaque posts. *J Prosthet Dent* 2000;83:412-7.
40. Yamamoto M, Miura H, Okada D, Komada W, Masuoka D. Photoelastic stress analysis of different post and core restoration methods. *Dent Mater J* 2009;28(2):204-11.
41. Zicari F, Van Meebeek B, Scotti R, Naert I. Effect of fiber post length and adhesive strategy on fracture resistance of endodontically treated teeth after fatigue loading. *J Dent* 2012;40:312-21.

42. Zogheib L, Saavedra G, Cardoso P, Valera C, Araújo M. Resistance to compression of weakened roots subjected to different root reconstruction protocols. *J Appl Oral Sci* 2011; 19(6): 648-54.

## 5. Referências

1. Adanir N, Belli S. Evaluation of different post lengths effect on fracture resistance of a glass fiber post system. *Eur J Dent.* 2008;2(1):23-8.
2. Adanir N, Belli S. Stress analysis of a maxillary central incisor restored with different posts. *Eur J Dent.* 2007;1(2):67-71.
3. 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. *J Prosthet Dent.* 2004;92(2):155-62.
4. Balkenhol M, Wostmann B, Rein C, Ferger P. Survival time of cast post and cores: A 10-year retrospective study. *J Dent.* 2007;35(1):50-8.
5. Buttler L, Krastl G, Lorch H, Naumann M, Zitzmann NU, Weiger R. Influence of post fit and post length on fracture resistance. *Int Endod J.* 2009;42(1):47-53.
6. Castro CG, Santana FR, Roscoe MG, Simamoto PC Jr, Santos-Filho PC, Soares CJ. Fracture resistance and mode of failure of various types of root filled teeth. *Int Endod J.* 2012;45(9):840-7.
7. Chuang SF, Yaman P, Herrero A, Dennison JB, Chang CH. Influence of post material and length on endodontically treated incisors: an *in vitro* and finite element study. *J Prosthet Dent* 2010; 104(6): 379-88.
8. Nq CC, Dumbrigue HB, Al-Bayat MI, Griggs JA, Wakefield CW. Influence of remaining coronal tooth structure location on the fracture resistance of restored endodontically treated anterior teeth. *J Prosthet Dent.* 2006;95(4):290-6.
9. D’Arcangelo C, De Angelis F, Vadini M, Zazzeroni S, Ciampoli C, D’Amario M. *In vitro* fracture resistance and deflection of pulpless teeth restored with fiber posts and prepared for veneers. *J Endod.* 2008;34(7):838-41.
10. Dawson PE. Pin-retained amalgam. *Dent Clin North Am.* 1970;14(1):63-71.
11. Duret B, Duret F, Reynaud M. Long-life physical property preservation and postendodontic rehabilitation with the Composipost. *Compend Contin Educ Dent Suppl.* 1996(20):50-6.
12. Abo El-Ela OA, Atta OA, El-Mowafy O. Fracture resistance of anterior teeth restored with a novel nonmetallic post. *J Can Dent Assoc.* 2008;74(5):441
13. Ferrari M, Cagidiaco MC, Goracci C, Vichi A, Mason PN, Radovic I, Tay F. Long-term retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Am J Dent.* 2007;20(5):287-91.
14. Ferrari M, Vichi A, García-Godoy F. Clinical evaluation of fiber-reinforced epoxy



resin posts and cores. *Am J Dent*. 2000;13:15B-18B.

15. Fokkinga WA, Kreulen CM, Bronkhorst EM, Creugers NH. Up to 17 year controlled clinical study on post-and-cores and covering crowns. *J Dent*. 2007;35(10):778-86.

16. Fox K, Wood DJ, Youngson CC. A clinical report of 85 fractured metallic post retained crowns. *Int Endod J*. 2004;37(8):561-73.

17. Garcia L, Caldeira C. Avaliação da resistência à fratura vertical de dentes tratados endodonticamente com diferentes materiais obturadores. *Rev Odontol Univ São Paulo*. 2010;22(2):104-10.

18. Giovani AR, Vansan LP, de Souza Neto MD, Paulino SM. In vitro fracture resistance of glass-fiber and cast metal posts with different lengths. *J Prosthet Dent*. 2009;101(3):183-8.

19. Gómez-Polo M, Llidó B, Rivero A, Del Río J, Celemín A. A 10-year retrospective study of the survival rate of teeth restored with metal pre-fabricated posts versus cast metal post and cores. *J Dent*. 2010;38(11):916-20.

20. Goracci C, Ferrari M. Current perspectives on post systems: a literature review. *Aust Dent J*. 2011;56(Suppl 1):77-83.

21. Grandini S, Chieffi N, Cagidiaco MC, Goracci C, Ferrari M. Fatigue resistance and structural integrity of different types of fiber posts. *Dent Mater J*. 2008;27(5):687-94

22. Grandini S, Goracci C, Tay FR, Grandini R, Ferrari M. Clinical Evaluation of the use of fiber posts and direct resin restorations for endodontically treated Teeth. *Int J Prosthodont*. 2005;18(5):399-404.

23. Hayashi M, Takahashi Y, Imazato S, Ebisu S. Fracture resistance of pulpless teeth restored with post-cores and crowns. *Dent Mater* . 2006;22(5):477-85.

24. Kaizer OB. Avaliação da resistência à fratura de dentes com condutos alargados e reconstruídos com pinos de fibras de vidro pré-fabricados (associados a pinos acessórios ou fitas de fibras) ou com pinos anatômicos. [tese]. Bauru: Universidade de São Paulo, faculdade de odontologia. 2006:1-174.

25. Krastl G, Gugger J, Deyhle H, Zitzmann NU, Weiger R, Muller B. Impact of adhesive surface and volume of luting resin on fracture resistance of root filled teeth. *Inter Endod J*. 2011;44(5):432-9.

26. Kyna S. Cerâmicas dentárias. *R Dental Press*. 2005;2(2):112-28.

27. Lima AF, Spazzin AO, Galafassi D, Correr-Sobrinho L, Carlini-Júnior B. Influence of ferrule preparation with or without glass fiber post and fracture resistance of endodontically treated teeth. *J Appl Oral Sci*. 2010;18(4):360-3.

28. Liu P, Deng XL, Wang XZ. Use of a cad/cam-fabricated glass fiber post and core to

restore fractured anterior teeth: A clinical report. *J Prosthet Dent.* 2010;103(6):330-3.

29. Mangold JT, Kern M. Influence of glass-fiber posts on the fracture resistance and failure pattern of endodontically treated premolars with varying substance loss: an in vitro study. *J Prosthet Dent.* 2011;105(6):387-93.

30. Mazzocato D, Tozatti D, Hirata R, Antônio L, Mota E, Moraes L, Mazzocato S. Propriedades flexurais de pinos diretos metálicos e não-metálicos. *Rev Dental Press estet.* 2006;3(3):21-36.

31. McLaren JD, McLaren CI, Yaman P, Bin-Shuwaish MS, Dennison JD, McDonald NJ. The effect of post type and length on the fracture resistance of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent.* 2009;101(3):174-82.

32. Morgano SM, Milot P. Clinical success of cast metal posts and cores. *J Prosthet Dent.* 1993;70(1):11-6.

33. Naumann M, Koelpin M, Beuer F, Meyer-Lueckel H. 10-year survival evaluation for glass-fiber-supported postendodontic restoration: A prospective observational clinical study. *J Endod.* 2012;38(4):432-5.

34. Nothdurft FR, Seidel E, Gebhart F, Naumann M, Motter PJ, Popiech PR. The fracture behavior of premolar teeth with class II cavities restored by both direct composite restorations and endodontic post systems. *J Dent.* 2008;36(6):444-9.

35. Okada D, Miura H, Suzuki C, Komada W, Shin C, Yamamoto M, Masuoka D. Stress distribution in roots restored with different types of post systems with composite resin. *Dent Mater J.* 2008;27(4):605-11.

36. Preethi G, Kala M. Clinical evaluation of carbon fiber reinforced carbon endodontic post, glass fiber reinforced post with cast post and core: A one year comparative clinical study. *J Conserv Dent.* 2008;11(4):162-7.

37. Pegoretti A, Fambri L, Zappini G, Bianchetti M. Finite element analysis of a glass fibre reinforced composite endodontic post. *Biomaterials.* 2002;23(13):2667-82.

38. Perdigão J, Gomes G, Lee IK. The effect of silane on the Bond strengths of fiber posts. *Dent Mater.* 2006;22(8):752-8.

39. Plotino G, Grande NM, Bedino R, Pameijer CH, Somma F. Flexural properties of endodontic posts and human root dentin. *Dent Mater.* 2007; 23(9):1129-35.

40. Qing H, Zhu Z, Chao Y, Zhang W. In vitro evaluation of the fracture resistance of anterior endodontically treated teeth restored with glass fiber and zircon posts. *J Prosthet Dent.* 2007;97(2):93-8.

41. Retter A. Restoring badly broken down molars and bicuspids to usefulness. *Dent Cosmos.* 1899;41:857-62. APUD Moro M, Agostinho AM, Matsumoto W. Cast Metal Posts X Pre-Fabricated Posts. *Rev Ibero-Am Prótese Clin Labor.* 2005;7(36): 167-72.

42. Rosentritt M, Sikora M, Behr M, Handel G. In vitro fracture resistance and marginal adaptation of metallic and tooth-coloured post systems. *J Oral Rehabil.* 2004; 31(7): 675-81.
43. Salameh Z, Sorrentino R, Papacchini F, Ounsi H, Tashkandi E, Goracci C, Ferrari M. Fracture resistance na failure patterns of endodontically treated mandibular molars restored using resin composite with or without translucent glass fiber posts. *J Endod.* 2006;32(8):752-5.
44. Santana FR, Castro CG, Simamoto-Júnior PC, Soares PV, Quagliatto PS, Estrela C, et al. Influence of post system and remaining coronal tooth tissue on biomechanical behaviour of root filled molar teeth. *Inter Endod J.* 2011;44(5):386-94.
45. Santos AF, Tanaka CB, Lima RG, Espósito CO, Ballester RY, Braga RR, et al. Vertical root fracture in upper premolars with endodontic posts: Finite element analysis. *J Endod.* 2009;35(1):117-20.
46. Schiavetti R, García-Godoy F, Toledano M, Mazzitelli C, Barlattani A, Ferrari M, et al. Comparison of fracture resistance of bonded glass fiber posts at different lengths. *Am J Dent.* 2010;23(4):227-30.
47. Schwartz S, Lohbauer U, Petschelt A, Pelka M. Vertical root fractures in crowned teeth: a report of 32 cases. *Quintessence Int.* 2012;43(1):37-43.
48. Seefeld F, Wenz HJ, Ludwig K, Kern M. Resistance to fracture and structural characteristics of different fiber reinforced post systems. *Dent Mater.* 2007;23(3):265-71.
49. Silva GR, Santos-Filho PC, Simamoto-Júnior PC, Martins LR, Mota AS, Soares CJ. Effect of post type and restorative techniques on the strain and fracture resistance of flared incisor roots. *Braz Dent J.* 2011;22(3):230-7.
50. da Silva NR, Raposo LH, Versluis A, Fernandes-Neto AJ, Soares CJ. The effect of post, core, crown type, and ferrule presence on the biomechanical behavior of endodontically treated bovine anterior teeth. *J Prosthet Dent.* 2010;104(5):306-17.
51. Silva GR, Santos-Filho PC, Simamoto-Júnior PC, Martins LA, Mota AS, Soares CJ. Effect of post type and restorative techniques on the strain and fracture resistance of flared incisor roots. *Braz Dent J.* 2011;22(3):230-7.
52. Soares CJ, Soares PV, de Freitas Santos-Filho PC, Castro CG, Magalhaes D, Versluis A. The influence of cavity design and glass fiber posts on biomechanical behavior of endodontically treated premolars. *J Endod.* 2008;34(8):1015-9.
53. Stewardson DA, Shortall AC, Marquis PM, Lumley PJ. The flexural properties of endodontic post materials. *Dent Mater.* 2010;26(8):730-6.
54. Stricker EJ, Gohring TN. Influence of different posts ad cores on marginal adaptation,

fracture resistance, and fracture mode of composite resin crowns on human mandibular premolars. An in vitro study. *J Dent.* 2006;34(5):326-35.

55. Takahashi CU, De Cara AA, Contin I. Resistência à fratura de restaurações diretas com cobertura de cúspide em pré-molares superiores endodonticamente tratados. *Pesqui Odontol Bras.* 2001;15(3):247-51.

56. Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Influence of ceramic and cement thickness on the masking of various types of opaque posts. *J Prosthet Dent.* 2000;83(4):412-7.

57. Yamamoto M, Miura H, Okada D, Komada W, Masuoka D. Photoelastic stress analysis of different post and core restoration methods. *Dent Mater J.* 2009;28(2):204-11.

58. Zicari F, Van Meebeek B, Scotti R, Naert I. Effect of fiber post length and adhesive strategy on fracture resistance of endodontically treated teeth after fatigue loading. *J Dent.* 2012;40(4):312-21.

59. Zogheib LV, Saavedra G de S, Cardoso PE, Valera MC, Araújo MA. Resistance to compression of weakened roots subjected to different root reconstruction protocols. *J Appl Oral Sci.* 2011;19(6):648-54.

## **6. Anexo**

Normas da Revista Odontológica de Araçatuba – APCD

<http://www.apcdaracatuba.com.br/revista/norma/Normas.pdf>