

Resistência Flexural, Morfologia Superficial E Análise Quimica- Estrutural Por Meio De Mev E Energia Dispersiva De Rx De Pinos Pré-Fabricados Em Fibra De Vidro

Rafael Wermelinger de Onofre
*Faculdade De Odontologia de Nova Friburgo/ FONF
FOAR e Unesp
Odontólogo e Mestrando*

Marcio de Brito Marques Júnior
*Unigranrio e UNESP/ Foar
Odontólogo e Mestrando*

Alailson Domingos dos Santos
*Universidade de São Paulo - USP/Bauru, UNESP e Universidade De Bologna Itália
Odontólogo e Doutor*

José Rodolfo Struc Verbicario dos Santos
*Faculdade de Odontologia Nova Friburgo - Fonf e UNESP/Araraquara
Odontólogo e Doutorando*

Gisela da Silva Coelho
*UERJ e UNESP/Foar
Odontóloga e Doutorando*

Daniela Alves Damião Neiva
*Universidade Estácio de Sá e UNESP Araraquara
Odontóloga e Mestrando*

Fabricio Silva Bianchini Funec
Odontólogo

Rejane Mussoi Dorchete
*Universidade Estácio de Sá e IPPEO
Unesp/ FOAR Odontóloga e Mestrando*

Andréa Abi Rached Dantas
*Universidade de Ribeirão Preto - UNAERP e Unesp
Odontóloga e Doutora*

Resumo

Nos últimos anos a utilização de pinos pré fabricados para reconstrução de dentes tratados endodonticamente vem aumentando consideravelmente. Uma das vantagens destes pinos é a característica de não transferir de modo pontual as forças aplicadas sobre o remanescente dentário. Este estudo visou analisar a força de ruptura, a resistência flexural e a superfície fraturada dos pinos pré-fabricados Exacto (Angelus Produtos Odontológicos-Londrina-Brasil). A resistência flexural e a força de ruptura foram avaliadas com auxílio de máquina de ensaio universal, a análise da morfologia da secção transversal após a fratura foi feita por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV) e a caracterização química por Energia Dispersiva de RX (EDS). Os resultados mostraram valores médios de resistência flexural de 515,5±25,1 Mpa e força de ruptura de 115,6 ±5,6 N. A

análise com MEV mostrou que o material apresenta grande quantidade de fibras de vidro, e o espectro do EDS mostra a presença dos elementos: carbono, oxigênio, sódio, silício, cálcio, e zircônia, que fazem parte da composição da resina epóxi e das fibras de vidro. Com os resultados concluímos que os valores são condizentes com sua indicação clínica.

Palavras-chave: resistência flexural, microscopia, pinos pré-fabricados.

Date of Submission: 20-06-2025

Date of Acceptance: 03-07-2025

I. INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico visa eliminar infecções pulpares e preservar o elemento dentário, mas inevitavelmente altera a anatomia interna do canal radicular e reduz a quantidade de estrutura dental remanescente, condicionando alterações biomecânicas que podem aumentar a suscetibilidade a fraturas verticais ou catastróficas do dente tratado [1,2]. Além disso, dentes endodonticamente tratados apresentam menor resistência à flexão e à fadiga sob carregamentos mastigatórios, devido à remoção de tecido dentinário e à possível alteração de propriedades mecânicas da dentina remanescente [1,3]. Considerando que o remanescente coronário e radicular orienta a estratégia restauradora, a reabilitação de dentes com perdas estruturais significativas frequentemente requer a colocação de um pino intracanal para reforço e retenção da reconstrução, objetivando restaurar tanto a função quanto a estética e prolongar a sobrevida clínica do tratamento [2,4].

Historicamente, pinos metálicos fundidos ou prefabricados em metal foram amplamente utilizados para reter núcleos e restaurações em dentes com grande perda de estrutura. Esses pinos apresentam elevada resistência ao carregamento, contudo seu módulo de elasticidade bastante maior que o da dentina resulta em transferência de tensões concentradas ao longo do canal e aumenta o risco de fratura radicular irreparável [2,5]. Ademais, a estética muitas vezes é comprometida pela coloração metálica, especialmente em dentes anteriores ou em situações de menor espessura de tecido remanescente. Em contrapartida, o advento de pinos fabricados com fibras (vidro, quartzo ou carbono) embutidas em matriz de resina epóxi ou metacrílica introduziu uma alternativa com módulo de elasticidade mais próximo ao da dentina, melhorando a distribuição de tensões e reduzindo falhas radiculares catastróficas, além de prover melhor resultado estético devido à translúcida ou coloração próxima à dentina [1,4–6].

As primeiras publicações sobre sistemas de pinos de fibra surgiram no início da década de 1990, com materiais de fibra de carbono inicialmente empregados, evoluindo posteriormente para fibras de vidro e quartzo que conferem maior translucidez e radiopacificação adequada [1,7]. Estudos clínicos de longo prazo demonstraram taxas de sucesso aceitáveis para pinos de fibra, com falhas muitas vezes reparáveis e associadas mais frequentemente à perda de retenção ou desalinhamentos, em vez de fraturas radiculares extensas [4,5]. Por exemplo, Ferrari et al. realizaram estudo retrospectivo de até 11 anos envolvendo mais de 900 pinos de fibra, evidenciando falha global entre 7% e 11%, com falhas de pino propriamente dito em taxa menor (~2,3%), e destacando que a quantidade de estrutura dentária remanescente e tipo de restauração sobreposta são fatores críticos para a longevidade [4]. Em outro estudo prospectivo de 10 anos com pinos de fibra de vidro, Naumann et al. relataram sobrevida clínica favorável, reforçando o papel biomimético desses materiais ao mimetizar o comportamento elástico da dentina [5].

Do ponto de vista biomaterial, a composição dos pinos de fibra envolve fibras unidirecionais de vidro, quartzo ou carbono embebidas em matriz polimérica, geralmente resina epóxi ou dimetacrilato, com proporções que variam conforme o fabricante, tipicamente na faixa de 60–80% em peso (ou volume) de fibras e o restante de matriz resinoso [3,6,8]. A aderência firme entre fibras e matriz é essencial para a transferência de cargas e para evitar falhas por delaminação interna. Ensaios de microscopia eletrônica de varredura (MEV) e análise por dispersão de energia de raios X (EDS) são frequentemente empregados para caracterizar a morfologia superficial e a composição elementar dos pinos, identificando presença de sílica, sódio, cálcio, zircônia, elementos que confirmam a composição da fibra de vidro e agentes de superfície, além de examinar a homogeneidade da distribuição de fibras e possíveis defeitos que possam atuar como pontos de concentração de tensões [3,9,10].

A avaliação mecânica de pinos de fibra costuma incluir ensaios de flexão em três pontos, segundo normas como ISO 10477, para determinar resistência flexural e módulo de elasticidade, bem como resistência à fratura ou carga de ruptura. Esses parâmetros são fundamentais para entender como o pino se comporta sob esforços mastigatórios, pois devem ser suficientemente elevados para resistir à deformação ou fratura durante a mastigação, mas ao mesmo tempo ter módulo de elasticidade semelhante ao da dentina (cerca de 18–20 GPa) para evitar transferência excessiva de tensões ao remanescente radicular [3,6,11]. Estudos in vitro demonstram variações de

resistência flexural entre diferentes sistemas de pinos de fibra, influenciadas pela proporção e alinhamento das fibras, type de matriz resinosa, tratamentos de superfície e processos de cura; por exemplo, D’Arcangelo et al. observaram que tratamentos superficiais (abrasão, agentes químicos) impactam significativamente propriedades flexurais, evidenciando a importância de caracterizar cada sistema específico [3]. Comparações entre diferentes marcas frequentemente mostram diferenças estatisticamente significativas, o que sugere que generalizações devem considerar o material específico em estudo [11].

Além dos ensaios de flexão estática, a resistência à fadiga sob carregamentos cíclicos e envelhecimento por termociclagem ou imersão em meio aquoso são relevantes, pois reproduzem condições intraorais que podem degradar a matriz resinosa, promover microfaturas em interface fibra-matriz ou degradação por hidrólise, impactando a longevidade clínica [6,12]. A literatura aponta queda de 10–20% nas propriedades flexurais após termociclagem ou ciclos de fadiga, reforçando a necessidade de estudos que avaliem o comportamento dinâmico dos pinos [6,11]. Adicionalmente, a adaptação do pino ao canal radicular e a espessura de cimento resinosa influenciam a distribuição de tensões: pinos com conicidade adequada e possibilidade de relining entalham menor volume de cimento, potencialmente reduzindo vacúolos e falhas de adesão [1,13]. Estudos de elementos finitos e fotoelasticidade corroboram que pinos com módulo de elasticidade similar ao da dentina reduzem picos de tensão concentrada no interior do canal, especialmente na junção cervical, minimizando risco de fratura radicular [1,2].

Um aspecto clínico relevante é a seleção apropriada do sistema de cimentação e protocolo de adesão ao dentina radicular, visto que a interface adesiva com cimento resinosa condiciona a retenção do pino e a transmissão de cargas. A complexidade do canal radicular, com variação de umidade, menor número de túbulos dentinários na porção apical e restrição de acesso, dificulta obtenção de adesão ideal; o uso de adesivos de múltiplas etapas, condicionamento ácido seguido de primer e adesivo, ou sistemas autocondicionantes, tem sido estudado para otimizar a interface, mas mantém desafios maiores que em restaurações coronárias convencionais [1,14]. Nesse sentido, a morfologia superficial do pino (rugosidade, tratamentos com peróxido, jateamento de partículas) também influencia a retenção mecânica e adesiva [3,11].

O pino prefabricado “Exacto” (Angelus, Londrina, Brasil) é composto, segundo o fabricante, por aproximadamente 80% de fibras de vidro unidirecionais e 20% de resina epóxi, com conicidade projetada para melhor adaptação ao conduto radicular. No entanto, evidências científicas específicas sobre propriedades mecânicas, morfologia e composição elementar desse sistema ainda são escassas na literatura, exigindo estudos *in vitro* que avaliem resistência flexural, força de ruptura, análise de fratura por MEV e EDS para confirmar a consistência do material em relação às especificações do fabricante e compará-lo a sistemas previamente validados [3,8]. Este tipo de caracterização fornece base para avaliar se o pino atende requisitos biomiméticos de módulo e resistência, assim como a homogeneidade de fibras e integridade da interface fibra-matriz, fundamentais para desempenho clínico consistente [3,9].

Considerando a relevância desses parâmetros, o presente estudo investigou a resistência flexural em ensaio de três pontos, força de ruptura, além de caracterização morfológica e química por MEV e EDS dos pinos pré-fabricados Exacto. A medição de resistência flexural possibilita comparar com valores de dentina e de outros sistemas de pinos de fibra de vidro já descritos, enquanto MEV/EDS confirmam a distribuição de fibras, diâmetro aproximado (ex.: ~17 µm) e presença de elementos como silício, carbono, oxigênio, sódio, cálcio e zircônia, garantindo conformidade com composição esperada [3,9]. Esses dados são essenciais para fundamentar indicação clínica e para guiar pesquisas futuras de fadiga e envelhecimento.

Em síntese, a introdução de materiais de pinos fibrosos marcou evolução significativa na restauração de dentes endodonticamente tratados, com vantagens biomiméticas e estéticas, mas exige análise criteriosa de propriedades mecânicas e microestruturais para validar cada sistema. Estudos prévios demonstram que características como composição fibra-matriz, tratamentos superficiais, métodos de adesão e conformidade anatômica impactam diretamente o comportamento sob cargas e a longevidade clínica [1–6,11,12,14]. Diante disso, a caracterização abrangente do pino Exacto preenche lacuna importante, fornecendo subsídios para aplicação segura e comparações futuras com outros sistemas, complementando o conhecimento sobre como composições específicas influenciam desempenho e contribuindo para decisões clínicas baseadas em evidências.

II. METODOLOGIA

Para este teste, foram utilizados 12 pinos pré-fabricados Exacto (Angelus - Londrina, Brasil), cuja composição de acordo com o fabricante é de 80% de fibra de vidro e 20% de resina epóxi, figura 1. Os pinos foram centralizados e apoiados horizontalmente em uma matriz metálica com hastes verticais paralelas

arredondadas e distantes 15,6 mm entre si, conforme mostra a figura 2. Foi então aplicada uma carga estática no centro do seu comprimento, do tipo “flexão por três pontos”. Este arranjo estava acoplado a uma máquina de ensaio universal Máquina de Ensaio Universal EMIC, modelo DL 3000, com célula de carga de 200N, com velocidade de 0,5 mm/min.



Figura 1- Pinos exacto

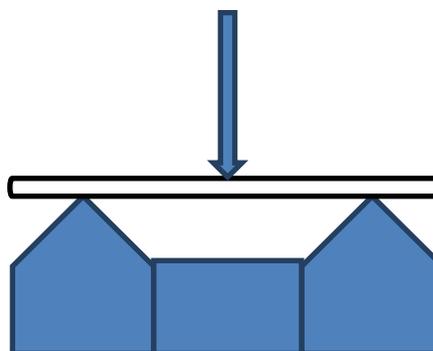


Figura 2 – Matriz metálica com pino posicionado

Os valores de carga no momento da fratura foram registrados em Newton (N), e a resistência flexural (σ_{3p}), foram calculados usando a equação 1 sugerida pela ISO 10477:2004:

$$\sigma_{3p} = \frac{8P_{max} L}{\pi d^3} \text{ – Equação 1}$$

Onde P_{max} é a carga máxima de fratura (em N), L é a distância entre os dois pontos de suporte no teste de flexão (15,6 mm) e d é o diâmetro dos pinos no local da fratura (em mm).

A superfície da fratura foi analisada por Microscopia Eletrônica de Varredura e EDS.

III. RESULTADOS

A tabela 1 apresenta os valores de força de ruptura em Newtons e resistência flexural em Mpa para cada amostra testada e os valores médios associados aos respectivos desvios-padrão.

Tabela 1- Força de ruptura (N), tensão flexural (Mpa) de cada amostra e valores médios com desvião padrão.

Amostra	Força de ruptura (N)	Tensão flexural (Mpa)
1	117,4	523,4
2	109,0	485,9
3	109,9	490,0
4	116,6	519,9
5	109,4	488,0
6	122,6	547,0
7	110,7	493,7
8	117,8	525,6
9	114,7	511,6
10	122,3	545,2
11	125,1	557,9
12	111,6	497,6
Média	115,6 ±5,6	515,5±25,1

Os resultados mostraram valores médios de resistência flexural de 515,5±25,1 Mpa e força de ruptura de 115,6 ±5,6 N.

As figuras 3a, 3b, 3c, e 3d mostram a região da fratura dos pinos em diferentes magnificações, onde é possível visualizar a grande quantidade de fibras presentes nos pinos. onde

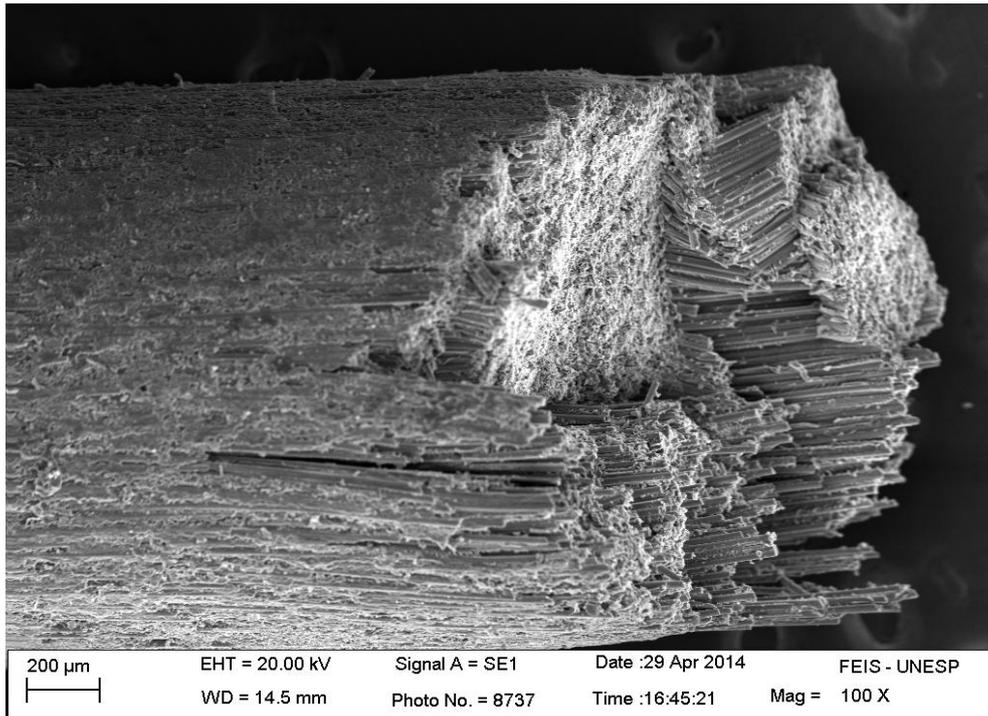


Figura 3a- Presença de grande quantidade de fibras de vidro.

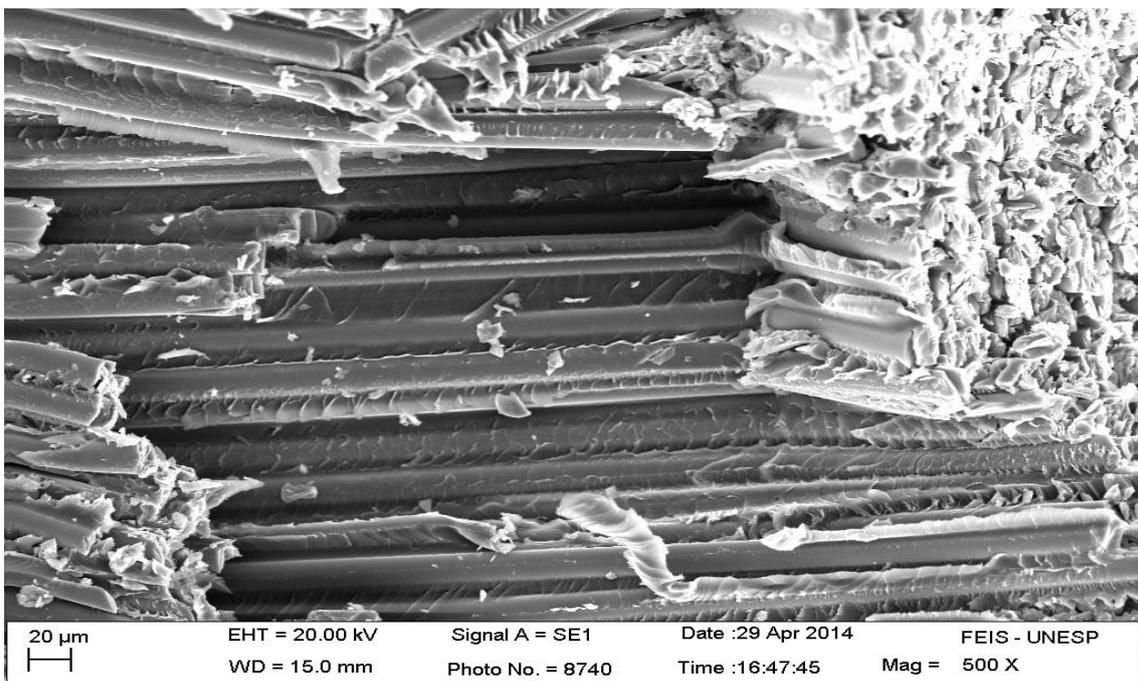


Figura 3b- Presença de resina epóxi entre as fibras.

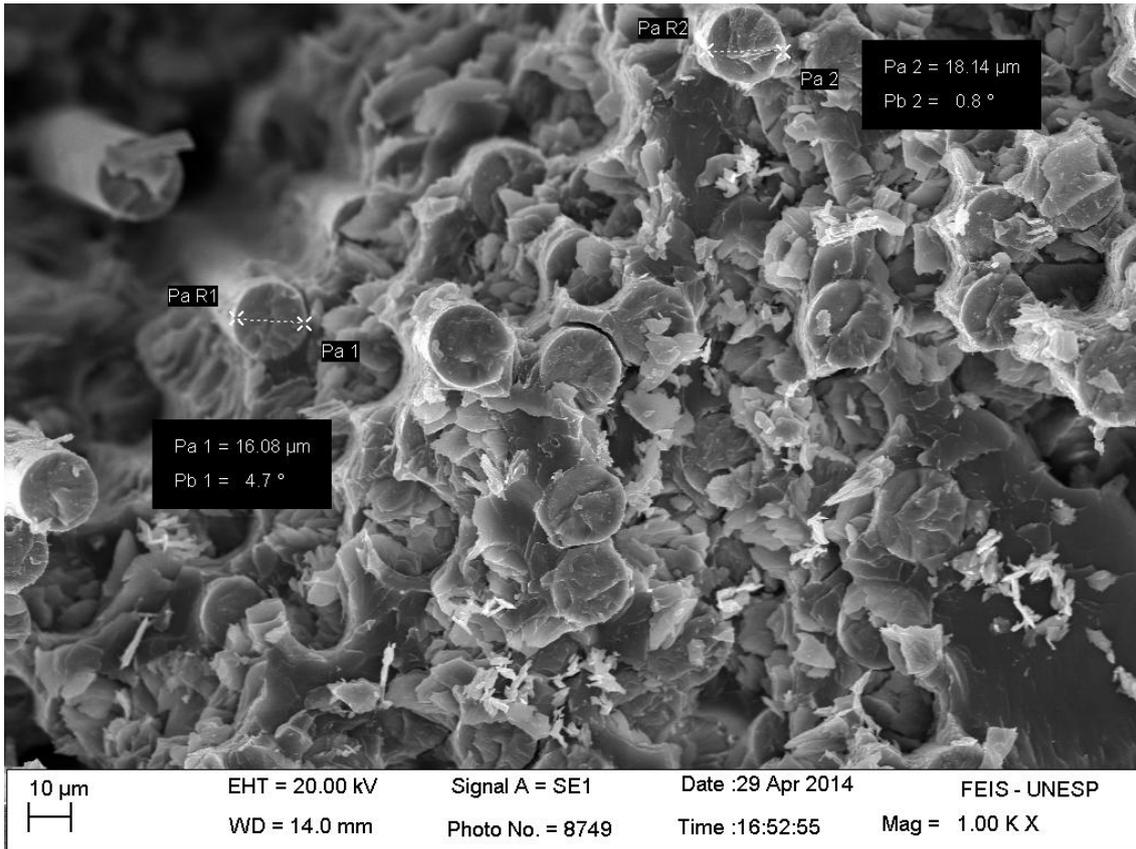


Figura 3c- Visão aproximada da região fraturada, diâmetro das fibras com aproximadamente 17μm.

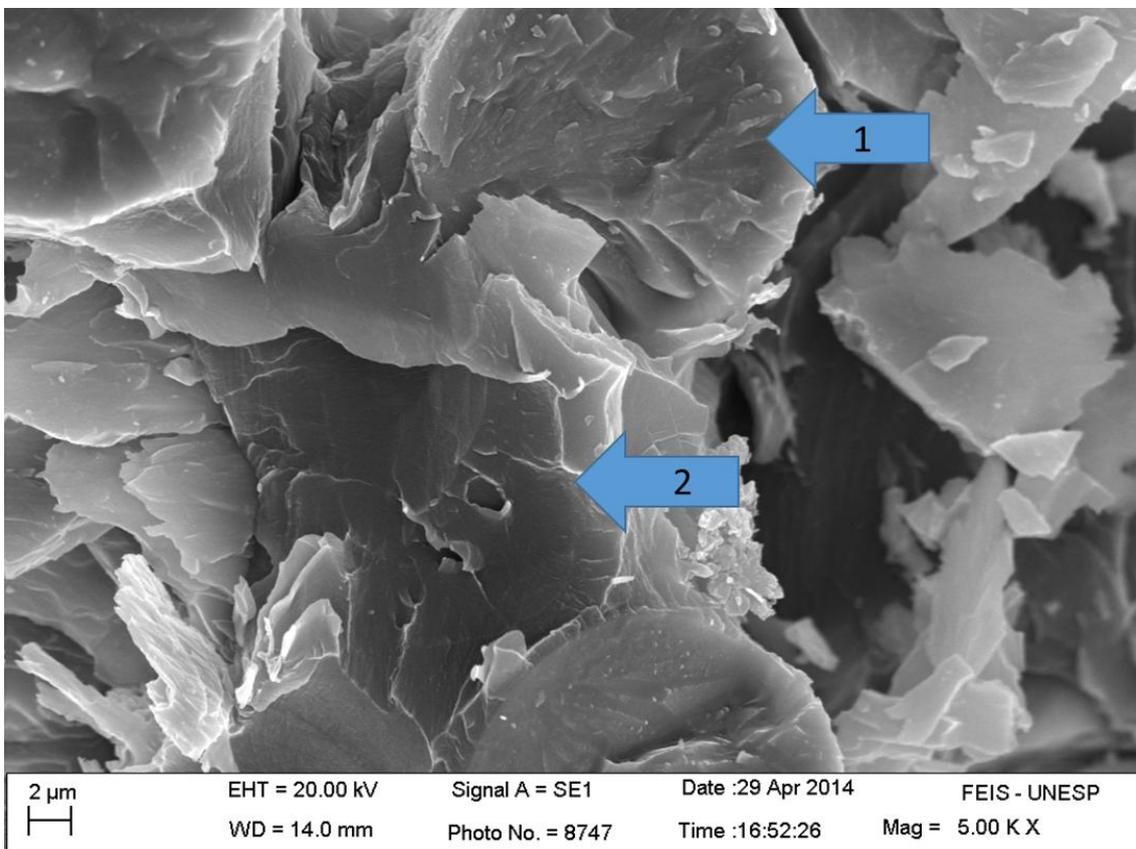
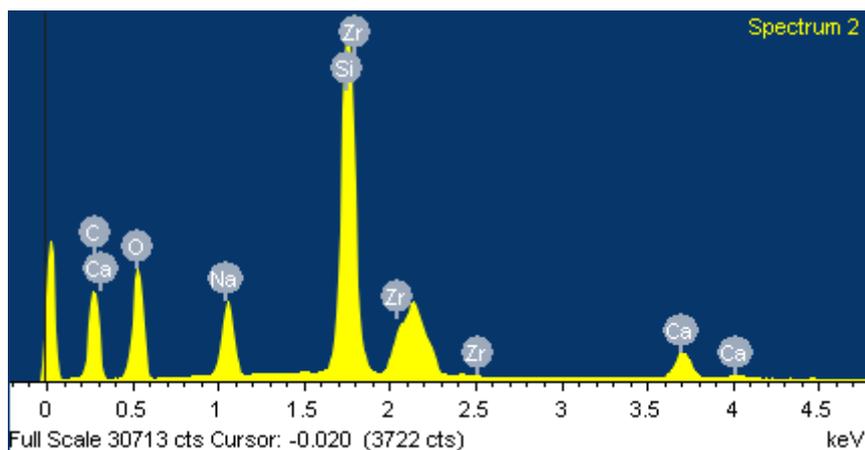


Figura 3d- Aumento de 5000 X, mostrando fibra de vidro (seta1) e massa de resina epóxi (seta2).



A figura 4 mostra o resultado da caracterização química das amostras obtida por Energia Dispersiva de RX (EDS).
 Figura 4- Espectro de Energia dispersiva de RX (EDS), picos correspondentes aos elementos presentes na amostra.

A tabela 2 mostra a porcentagem em volume dos elementos presentes na amostra.

Elemento	% em peso
C	43,93
O	37,33
Na	3,96
Si	9,89
Ca	1,38
Zr	3,51
Total	100,00

IV. DISCUSSÃO

O procedimento clínico de instalação de núcleos intracanaís, tem como objetivo aumentar a retenção ao material restaurador ou à coroa em dentes tratados endodonticamente, entretanto, nem todos os trabalhos científicos são consensuais quanto ao seu uso, alguns autores vêm a necessidade de colocação de pinos intracanaís como obrigatórios em casos de reabilitação (SAPONE, 1981), no entanto outros declaram que esse tipo de tratamento enfraquece a estrutura dental (ASSIF, 1993). Apesar de não aumentarem a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente (GUZ, 1979) eles reduzem as fraturas do tipo III e IV em dentes com uma grande perda de estrutura dental. Em casos de cavidades envolvendo face mesial, oclusal e distal (MOD) associado a uma perda de 2/3 da cúspide no sentido ocluso-cervical, pode ocorrer uma redução de aproximadamente 40% nas fraturas nesses dentes quando da inserção de pinos intra-radulares (SOARES, 2008). Existem vários pinos pré-fabricados no mercado confeccionado com diversos materiais como: dióxido de zircônio, fibras de carbono e fibras de vidro. Os pinos de dióxido de zircônio possuem um comportamento clínico muito semelhante aos pinos pré-fabricados em inox devido a seu elevado valor do módulo de elasticidade (MACCARI, 2003). O conhecimento das propriedades elásticas destes materiais é de extrema importância, pois está relacionada às possíveis fraturas advindas da transmissão de forças para o remanescente dental.

A resistência flexural é uma destas propriedades elásticas, dada em Mpa, esta propriedade representa a resistência máxima ao dobramento de um material antes que ocorra fratura (NASSER, 2005). A importância clínica desta propriedade está relacionada aos esforços aos quais estes elementos são submetidos durante os movimentos mastigatórios e funcionais. A força em N que promove a fratura é chamada de força de ruptura, e é a partir desta força que se determina a resistência flexural do material (FREILICH, 2000). Os núcleos de fibra de vidro possuem uma resistência flexural cerca de 3 vezes maior que os pinos metálicos; quando comparadas a resistência flexural de pinos intracanaís metálicos e os de fibra, verificou-se que as propriedades flexurais dos de fibra se aproximam aos valores da dentina (TORRES-SANCHES, 20013).

A resistência à fratura é o resultado de uma combinação clínica de vários fatores: qualidade e quantidade do remanescente dos elementos dentais, tipo de material restaurador e como este remanescente se integra ao núcleo; todos esses fatores afetam a distribuição da força sobre o elemento dental restaurado (FARIA, 2007). Quando se promove a restauração de um elemento dental, não visamos somente a estética e a funcionalidade, o ideal é que os padrões de estresse sejam também restaurados (VERSLUIS, 2006).

Relacionando-se o modo de fraturas ocorridas quando, dentes restaurados com pinos intra-radulares de fibras, pinos metálicos pré-fabricados e núcleos metálicos fundidos foram submetidos a forças verticais e oblíquas verificou-se que as menores forças oblíquas foram necessárias para fraturar a raiz de dentes restaurados com pinos metálicos pré fabricados. Em relação ao modo como as fraturas ocorrem, verificou-se que, as forças oblíquas atuando sobre dentes restaurados com pinos de fibra provocam fraturas em nível cervical, já essas mesmas forças

aplicadas em pinos metálicos provocam fraturas na porção média da raiz. Embora os pinos metálicos apresentem maiores resistência à fratura, quando essas ocorrem o dente geralmente é condenado à extração devido à localização da fratura, já os restaurados com pinos intra radiculares em fibras não necessariamente são perdidos podendo ser novamente restaurados (HAYASHI, 2006).

A incorporação das fibras em matriz de resina (figura 1d) é a razão da melhoria das propriedades mecânicas dos pinos intra radiculares de fibra (SEEFELD, 2007). No estudo aqui realizado, os resultados foram similares aos obtidos por CARA, A.A (2007) e GALHANO, G.A (2005) para pinos de fibra de vidro. O espectro de Espectroscopia dispersiva de RX mostra a presença dos elementos: carbono, oxigênio, sódio, silício, cálcio, e zircônia, que fazem parte da composição da resina epóxi e das fibras de vidro.

Os pinos aqui testados possuem uma grande quantidade de fibras de vidro (80%) de sua massa, como mostram as imagens deste estudo, o restante conforme o fabricante é uma matriz à base de resina epóxi (20%), poucos estudos com este material estão disponíveis, dificultando resultados comparativos.

V. CONCLUSÃO

A partir dos dados obtidos neste estudo, pode-se afirmar que os pinos pré-fabricados Exacto (Angelus) em fibra de vidro associados à resina epóxi demonstraram propriedades mecânicas compatíveis com sua indicação clínica em reconstruções de dentes tratados endodonticamente. A resistência flexural média de $515,5 \pm 25,1$ MPa e a força de ruptura média de $115,6 \pm 5,6$ N obtidas por ensaio de flexão em três pontos indicam que o material suporta esforços de magnitude significativa antes da fratura, sugerindo adequada capacidade de resistir às cargas mastigatórias encontradas em ambiente intraoral. Essa faixa de valores aproxima-se dos módulos de elasticidade e das características de resistência da dentina, favorecendo uma distribuição de tensões mais uniforme e potencialmente reduzindo o risco de fraturas catastróficas no remanescente dental.

A análise morfológica por MEV evidenciou grande quantidade de fibras de vidro bem distribuídas na matriz de resina epóxi, confirmando a homogeneidade aparente do material e a integridade estrutural no momento da fratura. Observou-se que as fibras mantêm diâmetros em torno de $17 \mu\text{m}$, o que corrobora com as especificações fornecidas pelo fabricante e contribui para a resistência ao dobramento. A caracterização química por EDS revelou a presença dos elementos típicos da composição de fibras de vidro e resina epóxi (carbono, oxigênio, silício, sódio, cálcio e zircônia), ratificando que a fórmula do material está em conformidade com as informações divulgadas pelo fornecedor. Esses achados morfológicos e químicos sustentam que a arquitetura interna do pino é adequada para conferir rigidez e resistência sem gerar descontinuidades que possam atuar como pontos de concentração de tensões.

Do ponto de vista clínico, pinos com módulo de elasticidade semelhante ao da dentina tendem a transferir cargas de forma gradual ao remanescente dental, diminuindo incidência de fraturas radiculares extensas que comprometeriam a viabilidade do elemento restaurado. Além disso, a estética favorecida pela cor translúcida da fibra de vidro confere vantagem em casos em que a espessura de tecido coronário remanescente é reduzida, evitando escurecimento indesejado na restauração final. A conicidade específica do pino Exacto, projetada para melhor adaptação ao conduto radicular, potencializa o contato íntimo entre pino e parede dentinária, o que, aliada ao cimento resinoso adequado, pode otimizar a retenção e a dissipação de cargas.

No entanto, reconhece-se que este estudo apresenta limitações importantes. A avaliação restringiu-se a ensaios de resistência em ensaio estático de flexão e à caracterização de fratura em condições laboratoriais; aspectos como comportamento sob ciclos de fadiga, envelhecimento por umidade e temperatura, interação com diferentes sistemas de cimentação, e análise de fraturas em simulações mais realistas (por exemplo, carga oblíqua ou combinada) não foram contemplados. Da mesma forma, não se avaliou a adesão em condições clínicas variáveis, nem o desempenho em termos de microinfiltração ou de resistência frente a esforços complexos que ocorrem durante a mastigação. Portanto, estudos complementares envolvendo ensaios de fadiga dinâmicos, envelhecimento acelerado, experimentos *in vitro* mais complexos e pesquisas clínicas observacionais ou randomizadas seriam necessários para confirmar a durabilidade e a segurança a longo prazo desses pinos em situações reais de uso.

Em síntese, os resultados obtidos suportam a indicação dos pinos pré-fabricados Exacto em fibra de vidro para reconstrução de dentes com perda coronária considerável, por apresentarem resistência flexural adequada e composição morfoquímica coerente com a proposta de uso. Contudo, recomenda-se que novas investigações ampliem o escopo para incluir avaliações de fadiga e envelhecimento, bem como estudos comparativos com outros sistemas de pinos e diferentes protocolos de cimentação, de modo a aferir a performance em cenários clínicos heterogêneos e garantir maior segurança ao paciente. Finalmente, a adoção desses materiais deve sempre considerar a preservação do remanescente dentário, planejamento restaurador adequado e critérios de seleção baseados na integridade estrutural remanescente, assegurando que os benefícios mecânicos e estéticos se traduzam em prognóstico favorável a médio e longo prazo.

REFERÊNCIAS

- [1]. Alander P, Lassila LV, Tezvergil A, Vallittu PK. Acoustic emission analysis of fiber-reinforced composite in flexural testing. *Dent Mater.* 2004;20:305–312.
- [2]. Assif D, Bitenski A, Pilo R, Oren E. Effect of post design on the resistance to fracture of endodontically treated teeth with complete crowns. *J Prosthet Dent.* 1993;40:36–40.
- [3]. Butz F, Lennon AM, Heydecke G, Strub JR. Survival rate and fracture strength of endodontically treated maxillary incisors with moderate defects restored with different post-and-core systems: an in vitro study. *Int J Prosthodont.* 2001;14:58–64.
- [4]. Cecchin D, Farina AP, Tacca F, Invitti DS, Bona AD, Carlini Júnior B. Flexural strength of glass fiber posts, carbon fiber coated glass fiber posts and carbon fiber posts RFO. [Revista não especificada]. 2007;12:42–45.
- [5]. Faria e Silva AL, Casselli DS, Ambrosano GM, Martins LR. Effect of the adhesive application mode and fiber post translucency on the push-out bond strength to dentin. *J Endod.* 2007;33:1078–1081.
- [6]. Soares JC, Soares PV, Santos-Filho PC, Castro CG, Magalhães D, Versluis A, et al. The influence of cavity design and glass fiber posts on biomechanical behavior of endodontically treated premolars. *J Endod.* 2008;34:1015–1019.
- [7]. Versluis A, Tantvirojn D. Filling cavities or restoring teeth? *J Dent Sci.* 2006;1:1–9.
- [8]. Guzy GE, Nichori SJI. In vitro comparison of intact endodontically treated teeth with and without endo-post reinforcement. *J Prosthet Dent.* 1979;42:394.
- [9]. Courtade GL, Timmermans JJ. *Pins in restorative dentistry.* St. Louis: Mosby; 1979. p. 145–172.
- [10]. Torres-Sánchez C, et al. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with glass fiber reinforced posts and cast gold post and cores cemented with three cements. *J Prosthet Dent.* 2013;110:127–133.
- [11]. Maccari PCA, Conceição EN, Nunes MF. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with three different prefabricated esthetic posts. *J Esthet Restor Dent.* 2003;15:25–31.
- [12]. Freilich MA, et al. Fiber-reinforced composites in clinical dentistry. *Quintessence.* 2000;17:63–70.
- [13]. Mazzocato DT, Hirata R, Pires LAG, Mota E, Moraes LF, Mazzocato SC. Propriedades flexurais de pinos diretos metálico e não metálicos. *Dental Press Estética.* 2003;3:30–45.
- [14]. Sapone J, Lorencki SF. An endodontic-prosthodontic approach to internal tooth reinforcement. *J Prosthet Dent.* 2006;45:164–174.
- [15]. Plotino G, et al. Flexural properties of endodontic posts and human root dentin. *Dent Mater.* 2007;23:1129–1135.
- [16]. Hayashi M, Takahashi Y, Imazato S, Ebisu S. Fracture resistance of pulpless teeth restored with post-cores and crowns. *Dent Mater.* 2006;22:477–485.
- [17]. Seefeld F, et al. Resistance to fracture and structural characteristics of different fiber reinforced post systems. *Dent Mater.* 2007;23:265–271.
- [18]. Fares NH, Nagem Filho H, Pacheco IB, Coutinho KQ, Nagem HD. Resistência flexural e módulo de elasticidade da resina composta. *Rev Clin Pesq Odontol.* 2005;2: (páginas não informadas).
- [19]. Cara AA, Capp CI, Tachibana A, Castanho GM, Barros RX. Resistência à flexão de pinos de fibra de carbono e fibra de vidro. *Rev Odontol Univ Cidade São Paulo.* 2007;19:13–20.
- [20]. Galhano GA, Valandro LF, de Melo RM, Scotti R, Bottino MA. Evaluation of the flexural strength of carbon fiber-, quartz fiber-, and glass fiber-based posts. *J Endod.* 2005;31