

Influência do diâmetro na resistência flexural de pinos de fibra de vidro

Influence of diameter on flexural strength of fiberglass pins

Influencia del diámetro en la resistencia a la flexión de postes de fibra de vidrio

Recebido: 16/11/2022 | Revisado: 25/11/2022 | Aceitado: 27/11/2022 | Publicado: 05/12/2022

Sabrina Rocha Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4572-0234>
Centro Universitário de Patos de Minas, Brasil
E-mail: sabrina.rocha.731@hotmail.com

Victor da Mota Martins

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6631-6161>
Centro Universitário de Patos de Minas, Brasil
E-mail: victormota@unipam.edu.br

Leonardo Bíscao Pereira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9790-9082>
Centro Universitário de Patos de Minas, Brasil
E-mail: leonardobiscaro@unipam.edu.br

Resumo

Os elementos dentários que possuem destruição coronária e são tratados endodonticamente tornam-se mais frágeis. O uso de retentores intrarradiculares tem se tornado uma opção viável para reabilitação de dentes comprometidos parcialmente. O objetivo deste trabalho foi avaliar se o diâmetro dos pinos apresenta resistência flexural semelhante quando comparado com diferentes marcas comerciais. Foram selecionados (n=05) pinos de fibra de vidro (PFV) de quatro marcas (FGM, ANGELUS, INDUSBELLO e SUPERPOST), nos respectivos diâmetros 0,5; 1 e 2. Os pinos foram submetidos a um teste de flexão de três pontos em uma máquina de ensaio universal (EMIC - Laboratório de Mecânica do Centro Universitário de Patos de Minas- MG), com vão de 10,0 mm, velocidade de 0,5 mm/min⁻¹, com diâmetro da seção transversal de 2 mm da ponta de carregamento, com uma célula de carga de 500 N. Foram utilizados os testes estatísticos de Kruskal Wallis, QuiQuadrado e Dunnett. O grupo ANGELUS foi o que apresentou maior resistência flexural, no qual nota-se diferença significativa comparado ao grupo SUPERPOST 0,5 (p=0,001) e comparado ao grupo INDUSBELLO 2 (p=0,015). Houve diferença significativa entre os diâmetros dentro do mesmo grupo ANGELUS 2 e ANGELUS 0,5 (p<0,0005). Houve diferença significativa entre os grupos SUPERPOST 2 e ANGELUS 0,5 (p = 0,026). Dentro do grupo SUPERPOST, houve diferença apenas entre os diâmetros 0,5 e 2. Dentro das marcas comerciais disponíveis no mercado, é possível perceber que com o aumento do diâmetro há um aumento da resistência flexural.

Palavras-chave: Odontologia; Pinos de fibra de vidro; Resistência flexural.

Abstract

Dental elements that have coronal destruction and are endodontically treated become more fragile. The use of intraradicular retainers has become a viable option for the rehabilitation of partially compromised teeth. The objective of this work was to evaluate whether the diameter of the posts presents similar flexural strength when compared to different commercial brands. Fiberglass posts (FGP) (n=05) of four brands (FGM, ANGELUS, INDUSBELLO and SUPERPOST) were selected, in the respective diameters 0.5; 1 and 2. The posts were subjected to a three-point bending test in a universal testing machine (EMIC - Mechanics Laboratory of the University Center of Patos de Minas-MG), with a span of 10.0 mm, speed of 0.5 mm/min⁻¹, with a cross-sectional diameter of 2 mm of the loading tip, with a load cell of 500 N. The Kruskal Wallis, Chi-Square and Dunnett statistical tests were used. The ANGELUS group presented the highest flexural resistance, in which a significant difference was observed compared to the SUPERPOST 0.5 group (p=0.001) and compared to the INDUSBELLO 2 group (p=0.015). There was a significant difference between the diameters within the same group ANGELUS 2 and ANGELUS 0.5 (p<0.0005). There was a significant difference between the SUPERPOST 2 and ANGELUS 0.5 groups (p = 0.026). Within the SUPERPOST group, there was difference only between diameters 0.5 and 2. Within the commercial brands available on the market, it is possible to notice that with the increase in diameter there is an increase in flexural resistance.

Keywords: Dentistry; Fiberglass posts; Flexural strength.

Resumen

Los elementos dentales que presentan destrucción coronal y son tratados endodónticamente se vuelven más frágiles. El uso de retenedores intrarradiculares se ha convertido en una opción viable para la rehabilitación de dientes comprometidos. El objetivo de este trabajo fue evaluar si el diámetro de los postes presenta una resistencia a la flexión

similar al compararlos con diferentes marcas comerciales. Se seleccionaron postes de fibra de vidrio (GFP) (n=05) de cuatro marcas (FGM, ANGELUS, INDUSBELLO y SUPERPOST), en los respectivos diámetros 0,5; 1 y 2. Los postes fueron sometidos a ensayo de flexión de tres puntos en una máquina de ensayo universal (EMIC - Laboratorio de Mecánica del Centro Universitario de Patos de Minas-MG), con luz de 10,0 mm, velocidad de 0,5 mm/min-1, con un diámetro de sección transversal de 2 mm de la punta de carga, con una celda de carga de 500 N. Se utilizaron las pruebas estadísticas de Kruskal Wallis, Chi-Square y Dunnett. El grupo ANGELUS presentó la mayor resistencia a la flexión, observó una diferencia significativa frente al grupo SUPERPOST 0,5 (p=0,001) y frente al grupo INDUSBELLO 2 (p=0,015). Hubo diferencia significativa entre los diámetros dentro del mismo grupo ANGELUS 2 y ANGELUS 0,5 (p<0,0005). Hubo una diferencia significativa entre los grupos SUPERPOST 2 y ANGELUS 0,5 (p = 0,026). Dentro del grupo SUPERPOST hubo diferencia solo entre los diámetros 0.5 y 2. Las marcas comerciales disponibles en el mercado, es posible notar que a medida que aumenta el diámetro aumenta la resistencia a la flexión.

Palabras clave: Odontología; Postes de fibra de vidrio; Resistencia a la flexión.

1. Introdução

O cirurgião-dentista constantemente se depara com a necessidade de restaurar dentes tratados endodonticamente. Estes mesmos elementos demandam, em muitos casos, restaurações indiretas que estão associadas a retentores intrarradiculares (Cecchin *et al.*, 2007; Pereira *et al.*, 2012; Mishra *et al.*, 2020). Os retentores intrarradiculares metálicos eram os mais utilizados para as estruturas que possuíam perda de coroa dentária acentuada, mas, atualmente depois das inovações que ocorreram no mercado os mais utilizados e indicados são os pinos de fibra de vidro (Goyatá *et al.*, 2008; Gbadebo *et al.*, 2014.). Entretanto, foi constatado os percentuais de fracassos e danos irreversíveis que poderiam gerar como fratura radicular, problemas no enfraquecimento da raiz, falta de retenção, possibilidade de corrosão, transmissão de estresse à estrutura dental, dificuldade de remoção, longo tempo de trabalho, custos laboratoriais e módulo de elasticidade maior que o da estrutura dentária (Feuser *et al.*, 2005), com alto potencial de causar dano irreparável.

Devido à necessidade de substituir o pino metálico, surgiram os pinos de fibra de vidro (PFV), utilizados atualmente por possuírem inúmeras vantagens em relação à estética, pois apresentam translucidez e naturalidade às próteses de cerâmica pura, as quais possuem as estruturas translúcidas (Cecchin *et al.*, 2007; Cecchin *et al.*, 2016; Pengfei *et al.*, 2021; Aydin *et al.*, 2022), alta resistência mecânica e à corrosão; podem ser cimentados em única consulta, o que diminui o tempo clínico; tem módulo de elasticidade semelhante à dentina, distribuindo assim a carga oclusal aplicada no dente e diminuindo a chance de fratura. Possuem alta resistência ao impacto, absorção de choques, alta resistência à fadiga, exigem menor desgaste de dentina radicular, impedindo que a raiz se fragilize e são fáceis de remover caso necessário (Keul *et al.*, 2016; Leal *et al.*, 2018).

Não obstante, para ter indicação de pino é necessário observar a oclusão do paciente, posição do dente na arcada, sua função, configuração do canal e a quantidade de estrutura dental remanescente (Feuser *et al.*, 2005; Veeraganta *et al.*, 2020; Gré *et al.*, 2021).

Pode ser observada nos PFV a resistência à flexão, sendo está a habilidade de um material para resistir às forças que provocam a sua curvatura, sem fraturar ou sem sofrer deformação excessiva. O ensaio de resistência flexural consiste, basicamente, em um teste de resistência de uma barra apoiada em ambas as extremidades, submetidas a uma carga estática no centro do seu comprimento. A amostra é submetida ao teste de flexão de três pontos. A propriedade de resistência flexural deve ser tal que resulte em altos valores de resistência, sem que para isso haja deformação excessiva do pino. Esse excesso de deformação pode exercer efeitos deletérios sobre a interface de união pino/adesivo, produzindo falhas, perda de retenção e fratura (Cecchin *et al.*, 2007; Natarajan & Thulasingham, 2013; Senem & Zeynep, 2021).

Pesquisas têm sido desenvolvidas com o intuito de estudar a resistência e o padrão de fratura de dentes tratados endodonticamente, analisando os efeitos que podem levar os diferentes retentores intrarradiculares a falhas ou ao seu sucesso, pois, quando a estrutura dental é sujeita a aplicação direta de carga, no seu interior podem ocorrer diversos fenômenos interdependentes, gerando concentração e/ou dissipação de tensões. Estas tensões, dependendo da intensidade da carga aplicada,

das propriedades mecânicas e geometria da estrutura, podem gerar deformações capazes de promover colapso da estrutura (Cara *et al.*, 2007; Cecchin *et al.*, 2007; Eronat *et al.*, 2009; Skupien *et al.*, 2015).

Portanto, esse trabalho faz-se necessário para direcionar o cirurgião dentista quanto à escolha ideal dos pinos intrarradiculares de acordo com o diâmetro de cada um, avaliando se os diâmetros dos pinos de fibra de vidro interferem diretamente na resistência flexural. Sendo assim, será possível verificar se os materiais produzidos por diferentes empresas apresentam comportamentos semelhantes entre si.

2. Metodologia

Este estudo laboratorial é de caráter exploratório, transversal, de abordagem quantitativa e qualitativa (Pereira *et al.*, 2018). Foram selecionados (n=05) pinos de fibra de vidro (PFV) de 04 (quatro) marcas diferentes, nos respectivos diâmetros 0,5, 1 e 2 da FGM (Joinville, Santa Catarina, Brasil), 0,5, 1 e 2 da ANGELUS (Londrina, Paraná, Brasil), 0,5, 1 e 2 da SUPERPOST (Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil) e 0,5, 1 e 2 da INDUSBELLO (Londrina, Paraná, Brasil). A Tabela 1 apresenta o formato geométrico das respectivas amostras.

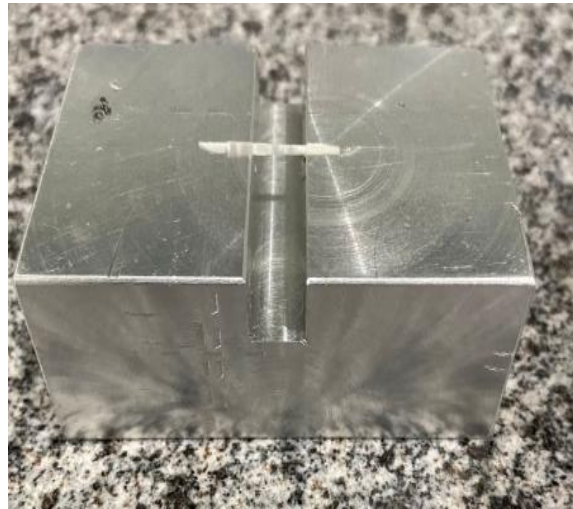
Tabela 1 - Descrição dos Pinos de Fibra de Vidro.

EMPRESA	TAMANHO	FORMA/MODELO	LOTE
ANGELUS	0,5	Formato cônico.	102917
	1	Formato cônico.	100912
	2	Formato cônico.	102448
FGM	0,5	Formato cilíndrico no terço cervical e duplo formato cônico nos terços médio e apical.	170122
	1	Formato cilíndrico no terço cervical e duplo formato cônico nos terços médio e apical	141021
	2	Formato cilíndrico no terço cervical e duplo formato cônico nos terços médio e apical	021221
INDUSBELLO	0,5	Formato duplo cônico.	L069120
	1	Formato duplo cônico.	L069119
	2	Formato duplo cônico.	L067076
SUPERPOST	0,5	Formato tronco cônico.	4584
	1	Formato tronco cônico.	4618
	2	Formato tronco cônico.	4607

Fonte: próprio autor. Legenda: Dados dos pinos seguindo as informações dos fabricantes.

Foi desenvolvida uma peça piloto em madeira no Laboratório de Fabricação (FabLab) - UNIPAM com as seguintes dimensões (comprimento: 3,1cm; altura: 2,1cm e espessura: 1,2cm), essa peça foi utilizada como modelo para a construção da original (Figura 1) que foi fabricada em alumínio. Foi confeccionada uma ponta que permitisse uma aplicação da força ao encostar nos pinos de fibra de vidro, gerando assim a mensuração da deformação. A peça em alumínio possui as seguintes medidas (comprimento: 7,0 cm; altura: 4,4 cm e espessura: 2,7 cm).

Figura 1 - Peça de alumínio.



Fonte: próprio autor. Legenda: Pino de fibra de vidro posicionado no espaço prévio ao teste, na base de alumínio desenvolvida.

A ponta aplicadora que entra em contato com os corpos de prova equivale a 0,2 cm de largura, cobrindo 10% da área total do pino (Figura 2). Definiu-se um ponto central na canaleta da peça de alumínio e uma marcação no centro dos pinos de fibra de vidro. Os mesmos foram divididos de acordo com seus formatos (cônico, troncocônico ou cilíndrico), foram divididos também em seus respectivos diâmetros e marca. Posteriormente, foram levados a Máquina de Ensaio Universal (EMIC- Modelo: 20000; NO: 10612; NS: 073; São José dos Pinhais- PR)- Laboratório de Mecânica - UNIPAM. A média do diâmetro dos PFV foi mensurada utilizando um paquímetro digital, sendo estabelecido um ponto central e um em cada extremidade.

Figura 2 - Ponta aplicadora de carga no centro do PFV.



Fonte: próprio autor. Legenda: base e ponteira de alumínio direcionada no centro pino de fibra de vidro durante teste mecânico.

Estes pinos foram submetidos a um teste de três pontos em uma máquina de ensaio universal (Figura 3) com 10,0 mm, velocidade de $0,5 \text{ mm/min}^{-1}$, o diâmetro da seção transversal de 2 mm da ponta de carregamento com uma célula de carga de 500 N. Os mesmos foram centralizados de acordo a marcação feita nos próprios PFV e no centro da canaleta.

Figura 3 - Máquina de Ensaio Universal (EMIC).



Fonte: próprio autor. Legenda: EMIC com célula de carga no momento da realização dos testes

O teste de resistência flexural (σ), consistiu em posicioná-los em um suporte com a uma distância de 10 mm entre si. Onde a força foi aplicada no ponto central. A resistência à flexão (σ) e Módulo de flexão (E) dos pinos foram calculadas de acordo com as fórmulas:

$$\sigma = \frac{8F_{\max} L}{\pi d^3}, \text{ (em MPa)}$$

$$E = 4F_{\max} \frac{L^3}{D^3 \pi d^4}, \text{ (em GPa)}$$

Onde: F_{\max} é o ponto de carga máximo da curva carga-deflexão (em N), L é a distância entre os pontos de suporte (10,0 mm), d é o diâmetro dos corpos de prova (em mm) e D é a deflexão (em mm) em F_{\max} em um ponto na parte em linha reta do traço.

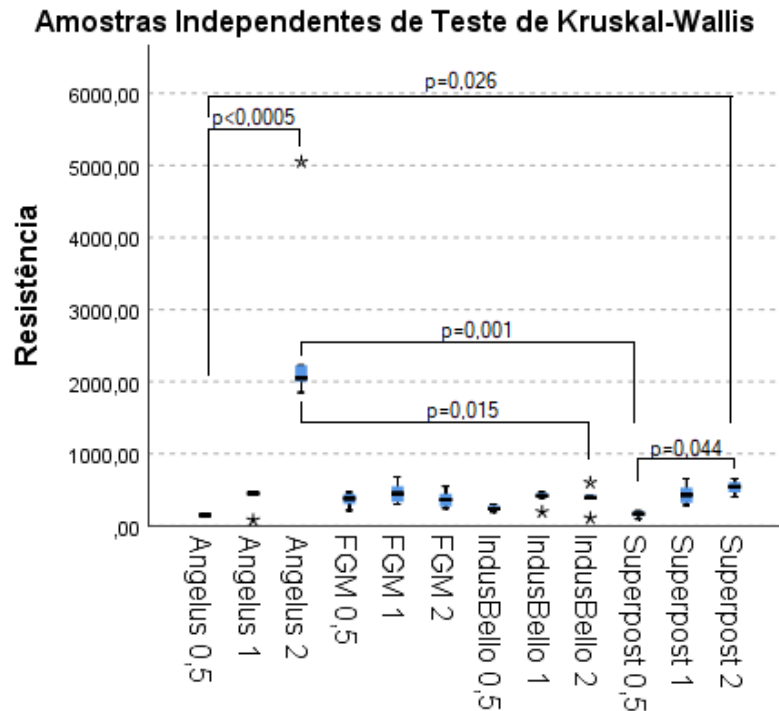
2.1 Análise Estatística

Para análise estatística foram utilizados os testes de Kruskal Wallis ($\alpha=0,05$) para comparar dois grupos independentes, sendo iguais ou não, obtendo então uma resposta quantitativa, seguido do método QuiQuadrado e Dunnett's, para avaliar a diferença entre os grupos.

3. Resultados

Para análise estatística comparando todos os grupos, com seus respectivos diâmetros e marcas foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis que mostrou diferença significativa entre grupos para Resistência a Flexão (Gráfico 1) e Módulo de flexão (Gráfico 2) ($p<0,0005$) para ambos. As análises pareadas ajustadas estão representadas nos gráficos, mostrando apenas as diferenças significativas:

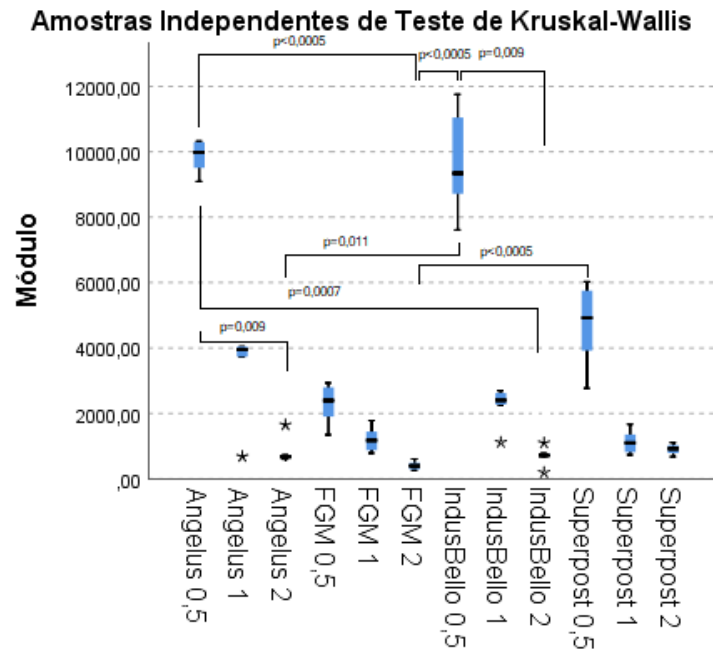
Gráfico 1 - Resistência a Flexão dos Pinos de Fibra de Vidro em Mpa.



Fonte: próprio autor. Legenda: Os asteriscos mostram diferenças entre os dados e seus comparativos entre as marcas e diâmetros dos pinos de fibra de vidro.

O grupo ANGELUS 2 foi o que apresentou maior resistência flexural, no qual nota-se diferença significativa comparado ao grupo SUPERPOST 0,5 ($p=0,001$) e comparado ao grupo INDUSBELLO 2 ($p=0,015$). Houve diferença significativa entre os diâmetros dentro do mesmo grupo ANGELUS 2 e ANGLEUS 0,5 ($p<0,0005$). Houve também uma diferença significativa entre os grupos SUPERPOST 2 e ANGELUS 0,5 ($p=0,026$). Dentro do grupo SUPERPOST, houve diferença apenas entre os diâmetros 0,5 e 2 ($p=0,044$).

Gráfico 2 - Módulo de flexão dos Pinos de Fibra de Vidro em GPa.

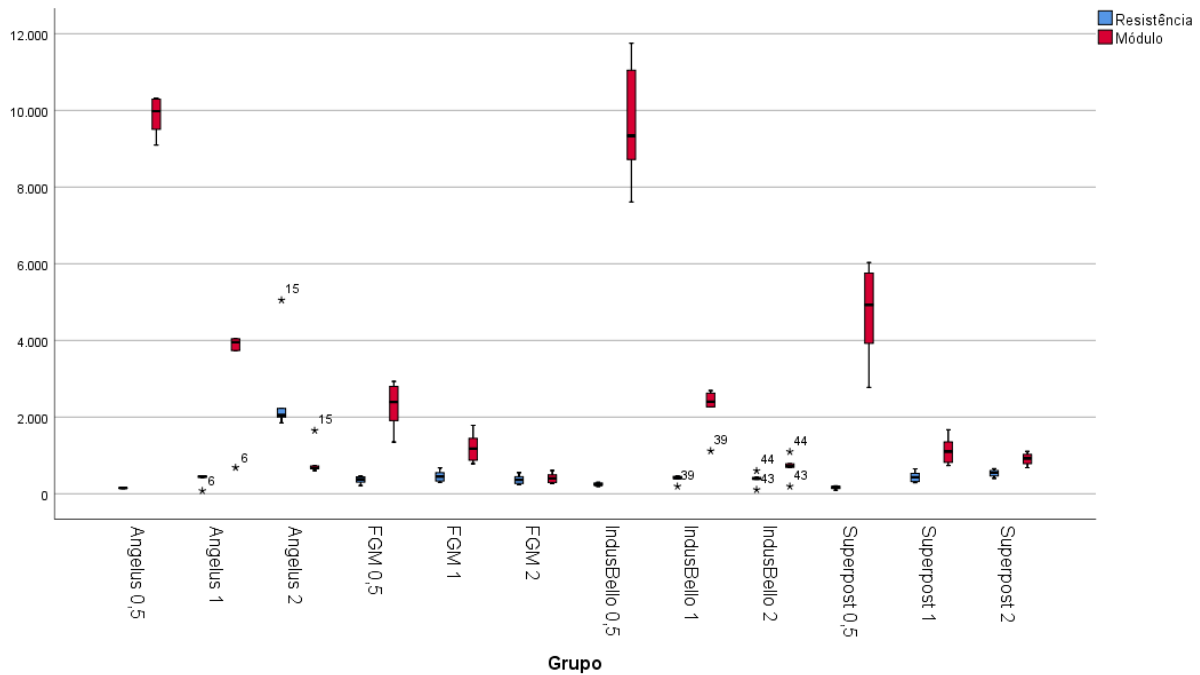


Fonte: próprio autor. Legenda: Os asteriscos mostram diferenças entre os dados e seus comparativos entre as marcas e diâmetros dos pinos de fibra de vidro.

Referente ao módulo de flexão houve diferença entre ANGELUS 0,5 e FGM 2 ($p < 0,005$). Houve diferença no grupo FGM 2 e INDUSBELLO 0,5 ($p < 0,005$), entre a própria marca em diferentes diâmetros houve diferença, sendo eles o grupo INDUSBELLO 1 e INDUSBELLO 2 ($p = 0,009$). Houve diferença entre o grupo ANGELUS 0,5 e INDUSBELLO 2 ($p = 0,0007$), nos grupos ANGELUS 2 e INDUSBELLO 1 quando comparados existe a diferença de ($p = 0,011$). Os grupos FGM 2 e SUPERPOST 0,5 existe a diferença de ($p < 0,005$). Quando comparamos os grupos de uma mesma marca e diâmetros diferentes houve uma diferença entre ANGELUS 0,5 e ANGELUS 2 de ($p = 0,009$).

Os 60 pinos foram analisados e separados nos seus respectivos diâmetros e marcas (Gráfico 3). Este gráfico baseia-se no método quantil-quantil para distribuição uniforme com método de estimação de Blom. Foi possível observar uma proximidade maior à distribuição uniforme no que se refere à resistência e módulo dos grupos FGM 0,5, FGM 1, FGM 2, INDUSBELLO 0,5, SUPERPOST 0,5, SUPERPOST 1 E SUPERPOST 2. Porém, quando se trata das marcas INDUSBELLO 0,5 E SUPERPOST 2, as mesmas mostram que em um padrão de qualidade é necessário que a variação seja pequena, mostrando a boa reprodutibilidade a qualidade uniforme, sendo assim esses resultados possuem chances iguais dentro de um número finito exibindo uniformidade.

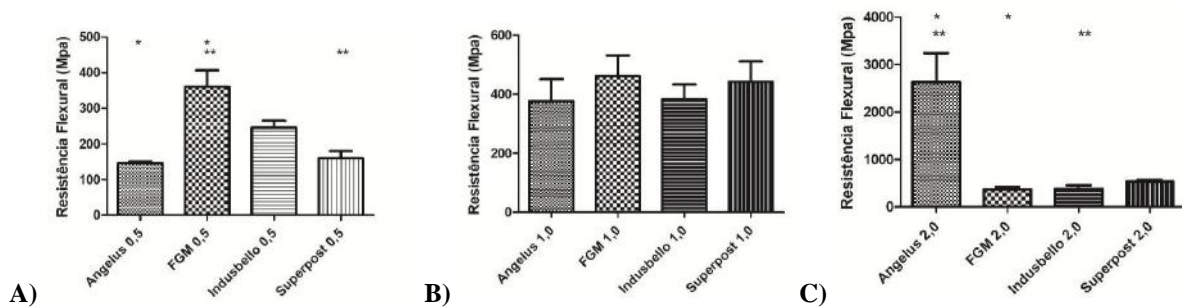
Gráfico 3 - Resistência flexural e modulo de flexão dos Pinos de Fibra de Vidro.



Fonte: próprio autor. Legenda: Resistência flexural é representada em azul e o módulo de flexão em vermelho. Os asteriscos mostram diferenças entre os dados.

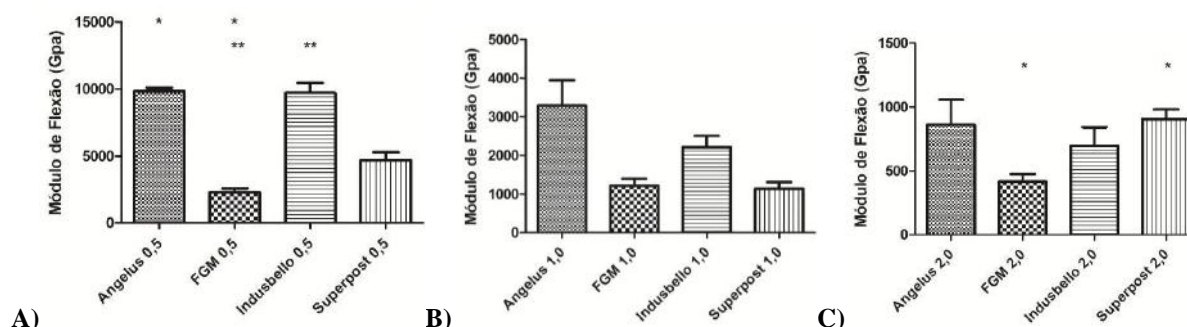
Avaliou-se também a resistência flexural (Gráfico 4) e módulo de flexão (Gráfico 5) comparando os diâmetros (0,5, 1 e 2) entre as marcas ANGELUS, INDUSBELLO, FGM e SUPERPOST. Pelo método de Kruskal-Wallis test com Dunnett's post test, a resistência flexural de acordo com o diâmetro dos pinos de fibra de vidro 0,5 foram comparados entre si, ou seja, nas quatro marcas ANGELUS, SUPERPOST, INDUSBELLO e FGM, onde existiu diferença nos pinos da ANGELUS com FGM e entre FGM com a SUPERPOST. Sobre a análise dos PFV de diâmetro 1, não houve diferença na resistência flexural quando comparados. Já nos PFV com diâmetro 2 houve diferenças estatísticas entre o ANGELUS com FGM e entre ANGELUS com INDUSBELLO. Com relação ao módulo de flexão quando se comparou o PFV com diâmetro 0,5 houve diferença estatística entre o ANGELUS com FGM e entre FGM com INDUSBELLO. Durante a análise dos PFV com diâmetro 1 não houve diferença entre as marcas. Já no diâmetro 2 houve diferença entre FGM e SUPERPOST.

Gráfico 4 - Resistência flexural comparando diâmetro entre marcas.



Fonte: próprio autor. Legenda: A) PFV com diâmetro 0,5; B) PFV com diâmetro 01; C) PFV com diâmetro 02. Os asteriscos representam a diferença entre as marcas comparando com diâmetros iguais.

Gráfico 5 - Módulo de flexão comparando diâmetro entre marcas.



Fonte: próprio autor. Legenda: A) PFV com diâmetro 0,5; B) PFV com diâmetro 01; C) PFV com diâmetro 02. Os asteriscos representam a diferença entre as marcas comparando com diâmetros iguais.

4. Discussão

Os dentes que passam pelo tratamento endodôntico perdem sua vascularização, tornando-os mais frágeis e consecutivamente perdem seus reforços. (Leal *et al.*, 2018). No dia a dia clínico a escolha do material adequado é de suma importância para o cirurgião dentista. Os PFV são um auxílio para técnicas restauradoras em dentes tratados endodonticamente principalmente quando os mesmos apresentam limitações para receberem materiais restauradores pela técnica direta. Por isso, é de suma importância a pesquisa envolvendo retentores intrarradiculares.

A resistência à flexão (σ) é uma propriedade mecânica usada pela International Standards Organization (ISO), auxiliando na seleção de materiais à base de resina (ISO1992), sendo um teste discriminatório e sensível (Novais *et al.*, 2009). Pode ser também definida como a habilidade de um material para resistir às forças que provocam a sua curvatura, sem fraturar ou sem sofrer deformação excessiva (Cecchin *et al.*, 2016). Neste trabalho, o teste de resistência flexural permitiu avaliar novos pinos disponíveis no mercado visto que para algumas empresas alguns resultados ainda não haviam sido explorados.

Um trabalho avaliou três sistemas diferentes de PFV sendo eles, ANGELUS, FGM e SUPERDONT, seguindo a mesma metodologia, utilizando o teste de resistência de três pontos. Os resultados obtidos mostraram que a marca FGM apresentou os melhores resultados na resistência flexural (Cecchin *et al.*, 2007). Já nesta pesquisa, os pinos de fibra de vidro SUPERPOST, ANGELUS, FGM e INDUSBELLO que foram submetidos ao teste de três pontos para avaliar a sua resistência flexural foi perceptível pelos resultados que apresentou valores mais baixos. Ambos os materiais podem ser indicados para reabilitação de dentes tratados endodonticamente, com base nos achados desta pesquisa, observa-se que a resistência flexural é diretamente proporcional ao aumento diâmetro do pino.

Os pinos podem ser de metal, carbono, quartzo, fibra de vidro e outros tipos de cerâmica. Alguns PFV supostamente contêm (57%) de fibra de vidro unidirecional e (43%) de resina epóxi, outros contêm (62%) de fibra de carbono unidirecional e (38%) de resina epóxi (Novais *et al.*, 2009). Outro trabalho já mostra uma composição diferente como: Reforpost® (85%) de quartzo e (15%) de resina epóxi; pinos de fibra de carbono (Reforpost® (62%) de fibra de carbono e (38%) de resina epóxi; Reforpost Mix® pinos de fibra de carbono (5%) revestida por fibra de vidro (80%) e resina epóxi (15%) (Cecchin *et al.*, 2007). Neste trabalho, foi possível observar que as composições dos pinos da FGM são fibra de vidro e polímero derivado de metacrilatos, INDUSBELLO são fibras de vidro e resina epóxi, ANGELUS são fibra de vidro (80%) e resina epóxi (20%), e SUPERPOST são fibras de vidro e resina epóxi. No entanto, algumas marcas não especificam em sua bula a porcentagem de sua composição sendo assim, não podemos afirmar que a composição influenciou na resistência flexural deste estudo, pois dificulta a interpretação dos resultados, não sendo possível realizar uma comparação direta entre os pinos.

Em outro estudo, a resistência à flexão e o módulo de elasticidade aumentaram com o aumento do diâmetro do pino. A arquitetura das fibras está relacionada com as características intrínsecas, como seu diâmetro e comprimento, assim como a fração de volume das fibras e seu alinhamento e arranjo (Franco *et al.*, 2015). Em contrapartida, quando analisamos os resultados dos gráficos, nota-se que a resistência flexural é inversamente proporcional ao módulo de flexão, ou seja, quando a resistência flexural aumenta o módulo de flexão estará diminuindo. Neste estudo laboratorial os pinos apresentaram resultados semelhantes aos estudos prévios (Cecchin *et al.*, 2007) o que permite que novos pinos sejam utilizados no mercado.

Sendo assim, o presente trabalho correlacionou os resultados com dados encontrados previamente, optando-se pela ISO 10477 citado por (Novais *et al.*, 2009), sendo utilizada a fórmula citada por (Franco *et al.*, 2015), validando e verificando a veracidade dos resultados encontrados.

Os pinos testados poderiam ser submetidos a inúmeros valores de célula de carga como de 50 N (Goyatá *et al.*, 2008), 2 000 N (Cecchin *et al.*, 2007) e 10 000 N (Franco *et al.*, 2015), porém a célula de carga escolhida para a presente pesquisa foi de 500 N, pois nos testes pilotos os valores variaram em média de 177 N e 285N, sendo assim a célula de carga que mais se assemelha a esses valores é a de 500N e durante o experimento nenhuma amostra atingiu o limite da célula.

Foi levado em consideração também o formato geométrico do PFV, pois afirmaram que está característica pode interferir em sua resistência flexural (Franco *et al.*, 2015). Com base nos achados deste estudo, observa-se que de fato o formato do material pode influenciar na dissipação das forças, gerando uma interferência na resistência à flexão.

5. Conclusão

A presente pesquisa conclui que a resistência flexural é proporcional aos diâmetros dos pinos de fibra de vidro. Quanto maior o diâmetro maior a resistência à flexão, e no módulo de flexão há uma diminuição com o aumento do diâmetro. Por conseguinte, o diâmetro pode sim interferir na resistência flexural, podendo variar não somente de marca para marca, mas também dentro das variações de diâmetro do mesmo fabricante. Algumas marcas possuem uma média de resistência maior que outras. Novos trabalhos abordando estudos clínicos longitudinais, laboratoriais, ensaios mecânicos devem ser realizados para melhor elucidar o comportamento destes pinos de fibra de vidro, assim como o surgimento de novas marcas, para validação da qualidade destes materiais a longo prazo.

Referências

- Aydin, C., Yilmaz, H., & Cağlar, A. (2002). Effect of glass fiber reinforcement on the flexural strength of different denture base resins. *Quintessence Int. Jun*, 33(6):457-63.
- Cara, A. A., Capp, C. I., Tachibana A., Castanho, G. M., & Barros, R. X.(2007). Resistência à flexão de pinos de fibra de carbono e de fibra de vidro. *Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo*, 19(1),13-20.
- Cecchin, D., Farina, A. P., Tacca, F., Invitti, D. S., Bona, A. D., & Júnior, B. C. (2007). Resistência flexural de pinos de fibra de vidro, pinos de fibra de carbono recobertos por fibra de vibro e pinos de fibra de carbono. *RFO*, 12:2, 42-45.
- Cecchin, D., Farina, A. P., Vitti, R. P., Moraes, R. R., Bacchi, A., & Spazzin, A. O. (2016). Acid Etching and Surface Coating of Glass-Fiber Posts: Bond Strength and Interface Analysis. *Brazilian Dental Journal*, 27(2), 228- 233.
- Eronat, N., Candan U., & Türkün, M. (2009) Effects of glass fiber layering on the flexural strength of microfill and hybrid composites. *J Esthet Restor Dent.*, 21(3), 171-8;
- Feuser, L., Araújo, E., & Andrada, M. A. C. (2005). Pinos de Fibra - Escolha Corretamente. *Arquivos em Odontologia*, Belo Horizonte, 41, 193-272.
- Franco, A. P. G. de O., Hecke, M. B., Sydney, G. B., Mazur, R. F., & Gomes, O. M. M. (2015). Influência da arquitetura, diâmetro e fração de volume das fibras na resistência à flexão e módulo de elasticidade dos pinos intrarradiculares. *Clin Lab Res Den*, 21(3), 171-179.
- Gbadebo, O. S., Ajayi, D. M., Oyekunle O. D., & Shaba, P. O. S. (2014). Randomized clinical study comparing metallic and glass fiber post in restoration of endodontically treated teeth. *Randomized Controlled Trial Indian J Dent Res.*, 25(1), 58-63.
- Goyatá, F. dos R., Oliveira, R. S., Ferreira, T. F. Dos R. Z., Rangel, A. C. C., & Gilson, J. G. da R. (2008). Avaliação da resistência flexural de uma resina composta microhíbrida reforçada por pinos de fibra de vidro. *Int J Dent*, Recife, 7(1), 2-7.

- Gré, C. P., Lise, D. P., Ramos R. Q., Van Meerbeck, B., Vieira L., & Lopes, G. C. (2021). Better Glass-fiber Post Preservation in Teeth with Ferrule When Subjected to Chewing. *Randomized Controlled Trial*, 46(4), 419-427.
- Keul, C., Köhler, P., Hampe, R., Roos, M., & Stawarczyk, B. (2016). Glass Fiber Post/Composite Core Systems Bonded to Human Dentin: Analysis of Tensile Load vs Calculated Tensile Strength of Various Systems Using Pull-out Tests. *J Adhes Dent.*, 18(3), 247-56.
- Leal, G. S., Souza, L. T. R., Dias, Y. V., & Lessa, A. M. G. (2018). Características do Pino de Fibra de Vidro e aplicações Clínicas: Uma Revisão da Literatura. *Rev. Mult. Psic.*, 12(42), 14-26.
- Mishra, L., Khan, A. S., Velo, M. M. A. C., Panda, S., Zavattini, A., Rizzante, F. A. P., Vega, H. I. A., Sauro, S., & Lukomska-Szymanska, M. (2020). Effects of Surface Treatments of Glass Fiber-Reinforced Post on Bond Strength to Root Dentine: A Systematic Review. *Materials (Basel)*, 13(8):1967.
- Natarajan, P., & Thulasingham, C. (2013). The effect of glass and polyethylene fiber reinforcement on flexural strength of provisional restorative resins: an in vitro study. *J Indian Prosthodont Soc.*, 13(4), 421-7.
- Novais, V. R., Quagliatto, P. S., Bona, A. D., Correr-Sobrinho, L., & Soares, C. J. (2009). Flexural modulus, flexural strength, and stiffness of fiber-reinforced posts. *Indian J Dent Res.*, 20(3), 277-81.
- Pengfei Ma, Minglian Xin, Yan Zhang, Shenguang Ge, Dan Wang, Congcong Jiang, Lina Zhang, & Xin Cheng. (2021). Facile synthesis of novel dopamine-modified glass fibers for improving alkali resistance of fibers and flexural strength of fiber-reinforced cement. *RSC Adv* 11(31), 18818-18826.
- Pereira, J. R., Martins, L. C. N., Paula, V. G., Ghizoni, J. S., May, N. B., Pamato, S., Vale, A. L., & Vidotti, H. A. (2012). Análise de resistência à tração de pinos de fibra de vidro cimentados com diferentes cimentos de ionômero de vidro através do teste pull-out. *RFO, Passo Fundo*, 17(2), 167-170.
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da pesquisa científica. (1ª edição.): UAB/NTE/UFMS.
- Senem, A., & Zeynep, Y. A. (2021). Evaluation of flexural properties and dynamic mechanical analysis of glass fiber-reinforced polyamide resin. *Eur Oral Res.*, 55(3), 116-123.
- Skupien, J. A., Sarkis-Onofre, R., Sérgio Cenci, M., Moraes, R. R., & Pereira-Cenci, T. (2015). A systematic review of factors associated with the retention of glass fiber posts. *Braz Oral Res.* 29(1), 1-8.
- Veeraganta, S. K., Samran, A., Wille, S., & Kern, M. (2020) Influence of post material, post diameter, and substance loss on the fracture resistance of endodontically treated teeth: A laboratory study. *J Prosthet Dent.*, 124(6), 739.