

INFLUÊNCIA DA PRESENÇA E TIPO DE RETENTOR INTRARADICULAR NO COMPORTAMENTO BIOMECÂNICO DE PRÉ-MOLARES TRATADOS ENDODONTICAMENTE COM OU SEM FÉRULA

INFLUENCE OF THE PRESENCE AND TYPE OF INTRARADICULAR POSTS ON THE BIOMECHANIC BEHAVIOR OF ENDODONTICALLY TREATED PREMOLARS WITH OR WITHOUT FERRULE

Heloisa de Siqueira FIGUEIREDO¹, André Luiz Sandre ABRAÃO JUNIOR¹, Dayane Francyele Ferreira COSTA¹, Patricia Licélia da Mota SIQUEIRA,² Marco Aurélio de CARVALHO³, Priscilla Cardoso LAZARI-CARVALHO³

¹Cirurgião-Dentista, Universidade Evangélica de Goiás, Anápolis, GO.

²Cirurgiã-Dentista, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Evangélica de Goiás, Anápolis GO. Professora do Curso de Odontologia do Centro Universitário- Montes Belos, São Luís de Montes Belos Goiás.,

³Doutor, Professor do Curso de Odontologia e do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Evangélica de Goiás, Anápolis GO.

Informação sobre o manuscrito

Recebido em: 01 Dez 2024

Aceito em: 22 Dez 2024

Autor para contato:

Priscilla Cardoso Lazari-Carvalho

Email: priscilla.lazari@docente.unievangelica.edu.br

Endereço: Av. Universitária, KM 3,5 – Curso de Odontologia – Anápolis-GO CEP: 75083-515

Telefone: (62) 3310-6630

RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar a distribuição de tensões em pré-molares endodonticamente tratados restaurados com coroas cerâmicas sob influência ou não da férula e a presença ou não de retentores intrarradiculares. Foram construídos seis modelos virtuais de pré-molar inferior endodonticamente tratado em software de modelagem tridimensional (SolidWorks). As raízes apresentadas foram construídas com (2mm) ou sem férula e com ou sem pino intrarradicular (núcleo metálico fundido, pino de fibra de vidro ou sem pino). Sobre a raiz do dente foi confeccionada uma coroa cerâmica. Os modelos foram considerados isotrópicos, homogêneos e lineares e foram avaliados através do software de análise por elementos finitos Ansys Workbench. Foi aplicada uma carga de 250 N na cúspide vestibular à 45° com o longo eixo do dente. Os dados da tensão máxima principal (σ_{max}) foram obtidos para a raiz e coroa cerâmica. A presença da férula diminuiu as tensões geradas na raiz e na coroa cerâmica. Os modelos restaurados com núcleo metálico fundido apresentaram os maiores valores de tensão na raiz (68,5N), seguidos pelos grupos com pino de fibra e sem pino (62N e 59N, respectivamente). Os modelos que não apresentavam pinos tiveram os maiores valores de tensão na coroa (87N). A férula diminuiu as tensões na raiz de pré-molares tratados com ou sem pinos intrarradiculares. Pinos metálicos aumentam as tensões na raiz, enquanto a ausência de pinos aumenta as tensões na coroa.

PALAVRAS-CHAVES: Tratamento endodôntico, elementos finitos tridimensionais, coroas cerâmicas.

INTRODUÇÃO

Os dentes tratados endodonticamente (DTE) apresentam menor resistência devido à perda da estrutura dentária, resultando em

uma deficiência na resistência mecânica da dentina.^{1,2} Frente à necessidade de se restaurar esse tipo de dentes que perdeu tanto a polpa como tecido dentinário é importante avaliar todas as opções de tratamento para

que seja eleita a melhor técnica e o melhor material para devolver a função e estética ao dente comprometido. Observar a quantidade do remanescente coronário (férula), o tipo de dente e sua posição no arco dentário, uma vez que os dentes posteriores e anteriores ficam sujeitos a cargas oclusais distintas, é crucial para a determinação do plano de tratamento.

1,2

Artigos presentes na literatura já apontam o remanescente coronário como fator mais importante para a resistência dos DTE.^{3,4} O remanescente coronário ou “férula” é definido como uma parede de dentina coronária com 2 mm de altura e circundando em 360° a raiz do dente.³ A presença adequada de férula diminui o impacto de outros fatores, tais como pinos e núcleos, agentes cimentantes e até a própria restauração, na resistência biomecânica do IET^{3,4} e pode melhorar o prognóstico do dente restaurado.^{5,6} A presença da férula também está associada à um maior número de fraturas reparáveis,^{3,4} ou seja, pode se confeccionar nova restauração mesmo após a falha da restauração prévia.

Apesar da literatura já apontar a não necessidade de retentores em dentes com férula,^{4,7,8} ainda é comum a restauração utilizando pinos intraradiculares de fibra de vidro para reter o núcleo resinoso, no intuito de aumentar a adesão do material restaurador.⁹ No entanto, sabe-se que os retentores intraradiculares não contribuem com o aumento da resistência dos DTE¹⁰, sendo que

os últimos estudos apontam para um aumento no número de falhas catastróficas, ou seja, aquelas que indicam a extração do elemento dentário, nos dentes restaurados com pinos de fibra de vidro.⁴

Apesar do alto desempenho mecânico e técnica adesiva, diante dos novos achados da literatura, fica evidente que há a necessidade de novos estudos que avaliam como ocorrem a distribuição de tensão nesses dentes restaurados ou não com pinos intraradiculares de fibra de vidro, especialmente em casos sem férula para promover a retenção e resistência da restauração.

Desta forma, o estudo biomecânico utilizando a metodologia dos elementos finitos poderia contribuir para o estabelecimento de bases científicas para a determinação das áreas de concentração de tensões quando da restauração de pré-molares tratados endodonticamente. Sendo assim, o objetivo do estudo foi avaliar influência da presença ou não da férula e de retentores intraradiculares na distribuição de tensões em pré-molares tratados endodonticamente e restaurados com coroas cerâmicas.

METODOLOGIA

Este foi um estudo laboratorial *in silico* utilizando a metodologia de análise por elementos finitos tridimensionais. A amostra constituiu-se de um modelo tridimensional (3D) de um pré-molar inferior hígido e com dimensões de 23 mm de comprimento. Os

fatores de estudo foram: presença ou não de 2mm de férula, presença ou não de retentor intraradicular (com pino e sem pino) e tipo de pino intraradicular (núcleo metálico fundido ou pino de fibra de vidro). As variáveis respostas foram: tensão principal máxima (σ_{max}), cisalhamento e deslocamento para todas as estruturas envolvidas.

Para a construção dos modelos 3D foram utilizadas imagens em .stl de uma tomografia computadorizada de um pré-molar inferior que foi importado e reconstruído através do software Invesalius (Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer – CTI, Brasil) seguindo protocolo prévio publicado.¹¹ O modelo reconstruído foi

importado para o software de desenhos assistidos por computador (CAD) *SolidWorks 2014* (Solidworks Corporation, MA, Eua) e foram gerados os modelos tridimensionais de um pré-molar com coroa de 10 mm de comprimento e raiz com 13mm de comprimento, apresentando tratamento endodôntico e preparo para coroa total. Os dentes apresentaram ou não 2 mm de férula circunferencial na área cervical da raiz. Para o modelo geométrico da mandíbula, foram utilizadas medidas médias de uma mandíbula dentada. Foram gerados 6 modelos 3D seguindo os fatores de estudo determinados no delineamento experimental (Figura 1).

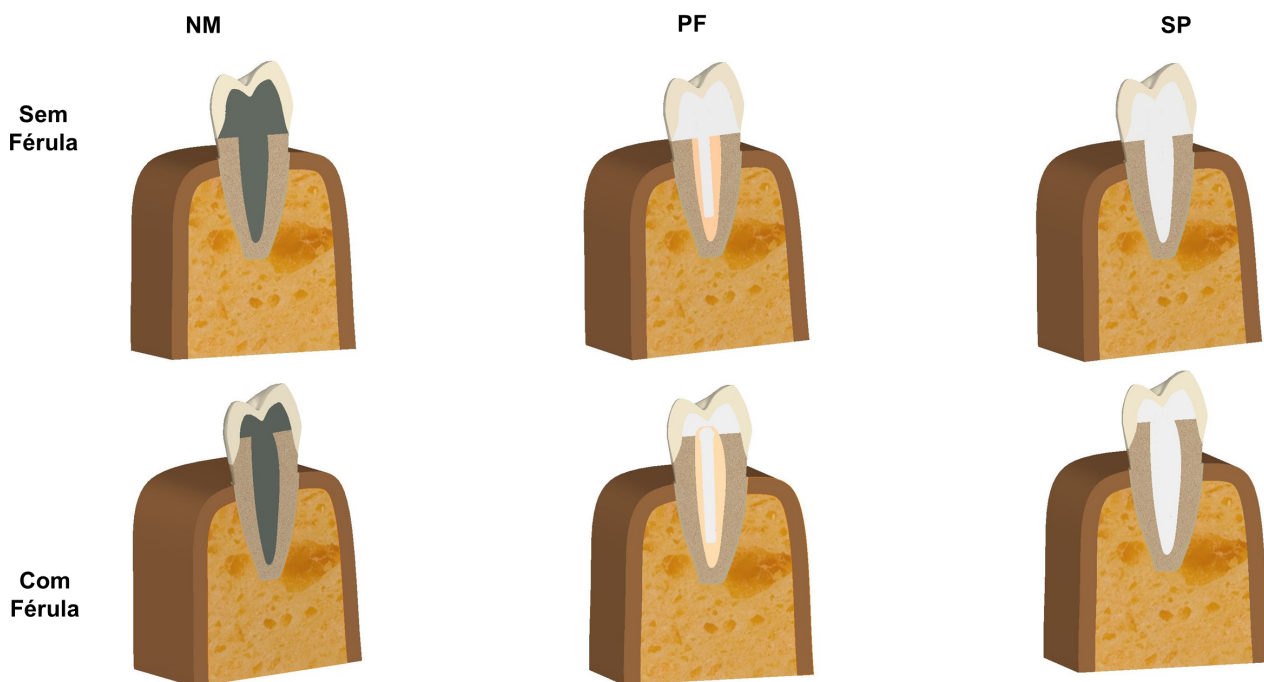


Figura 1: Modelos tridimensionais confeccionados através de programa de desenho assistido por computador. (NM: núcleo metálico fundido; PF: pino de fibra de vidro; SP: sem pino) e com férula (NM-F: núcleo metálico fundido; PF-F: pino de fibra de vidro; SP-F: sem pino)

Os modelos criados foram exportados para o programa de elementos finitos Ansys Workbench 14.0 (Swanson Analysis Inc., Houston, PA, USA) no formato igs (*Initial Graphics Exchange Specification* - Especificação inicial de intercâmbio Gráfico) para a análise numérica. As propriedades mecânicas de todas as estruturas utilizadas são as disponíveis na literatura específica (Tabela 1).

Tabela 1: Propriedades mecânicas dos materiais que serão utilizados na análise por elementos finitos.

Material/Estrutura	Módulo de Elasticidade (GPa)	Coefficiente de Poisson
Polpa	0.002	0.45
Dentina	20	0,31
Ligamento Periodontal	0,0689	0,45
Gutta-percha	0,14	0,45
Pino de fibra de vidro	40	0,30
Resina composta	12	0,30
Cerâmica	70	0,19
Núcleo metálico	100	0,32
Cimento resinoso	8	0,30

Foi gerada malha de elementos tetraédricos de 0,5 mm após convergência da análise em 6% (Figura 2A). Os modelos foram fixados nas extremidades do osso alveolar (Figura 2B e 2C). O carregamento foi aplicado obliquamente (45°) na cúspide vestibular da coroa total simulando contato entre arcos na posição mandibular de intercuspidação habitual na magnitude de 250 N (Figura 3). Os dados foram analisados pelo software de elementos finitos e foram obtidas as variáveis resposta de tensão principal máxima (σ_{max}), o cisalhamento e o deslocamento para a raiz e coroa.

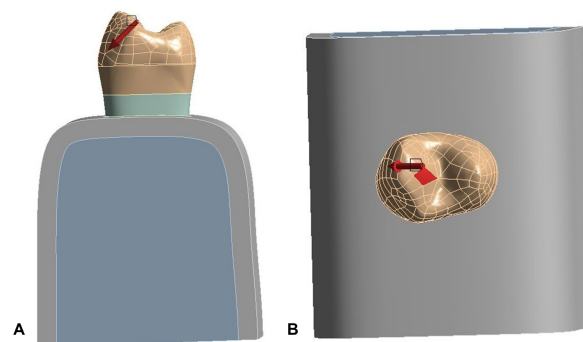


Figura 3: A: aplicação da força no sentido oblíquo na face mesial; B: aplicação da força no sentido oblíquo na face oclusal.

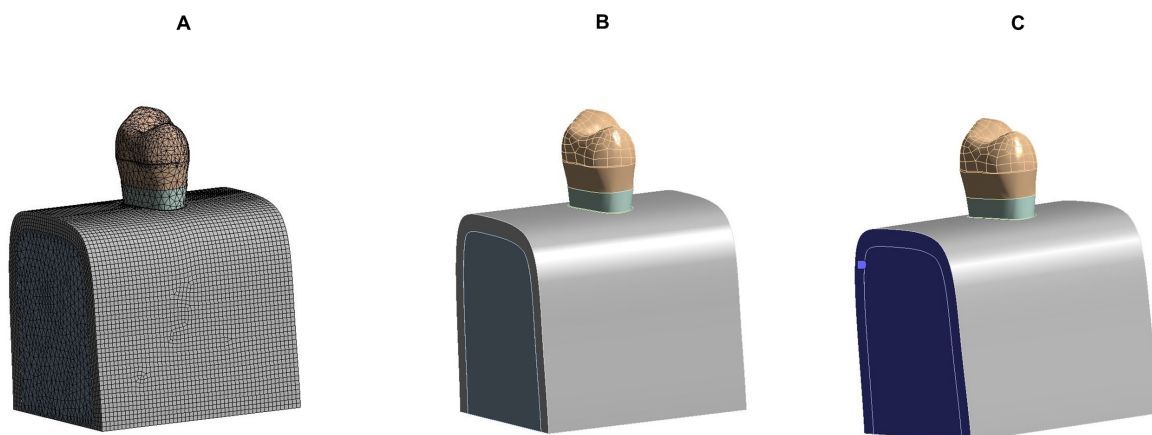


Figura 2: A: malha de elementos tetraédricos de 0,5 mm após convergência da análise em 6%; B e C: Fixação na extremidade do osso alveolar.

RESULTADOS

Os resultados foram obtidos para avaliação quantitativa e qualitativa no intuito de entender onde foram os locais de acúmulo máximo de tensão. As imagens geradas no software de análise por elementos finitos foram adquiridas para cada estrutura de cada grupo de acordo com os critérios de análise (Máxima Principal, Cisalhamento e Deslocamento). A escala de gradiente de cores foi padronizada nas imagens a fim de comparar os resultados obtidos.

Quando comparados os diferentes tipos de configurações de modelos (com férula e

sem férula) e os três materiais utilizados (núcleo metálico fundido, pino fibra de vidro e sem pino), foi possível observar que houve alterações significativas nas tensões geradas na tensão máxima principal (Mpa), no cisalhamento (Mpa) e no deslocamento (mm). Os valores variaram entre os grupos ficando as tensões entre 307,4 e 58,4 na tensão máxima principal (Mpa), sendo que a maior concentração de tensão foi observada no grupo de núcleo metálico fundido sem férula (NM) e a menor concentração de tensão foi observada no grupo sem pino com férula (SP-F) (Figura 3).

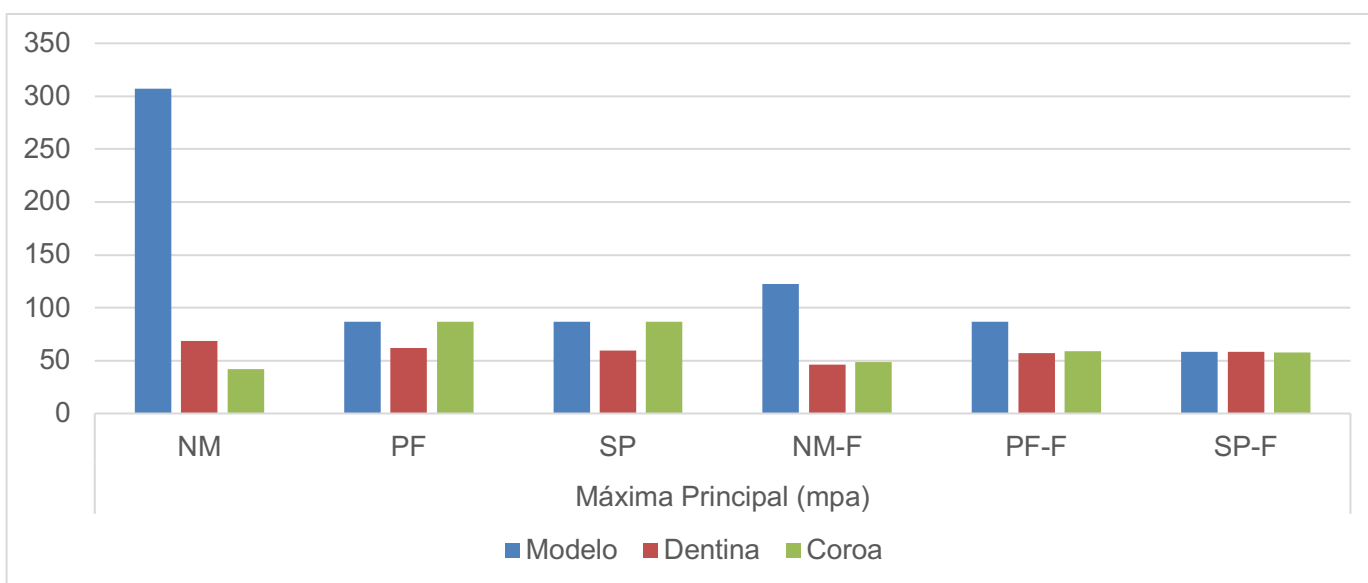


Figura 5: Análise quantitativa, em mpa, para os grupos de estudo (Tensão Máxima Principal).

Nas tensões de cisalhamento (Mpa), as tensões variaram entre 27,2 e 16,8, sendo que a maior concentração de tensão foi observada no grupo com núcleo metálico fundido sem férula (NM) e a menor concentração de tensão foi observada no grupo núcleo metálico fundido com férula (NM-F) (Figura 6). O maior

deslocamento foi observado no grupo sem pino e sem férula (SP) e o menor deslocamento foi observado no grupo núcleo metálico fundido sem férula (NM).

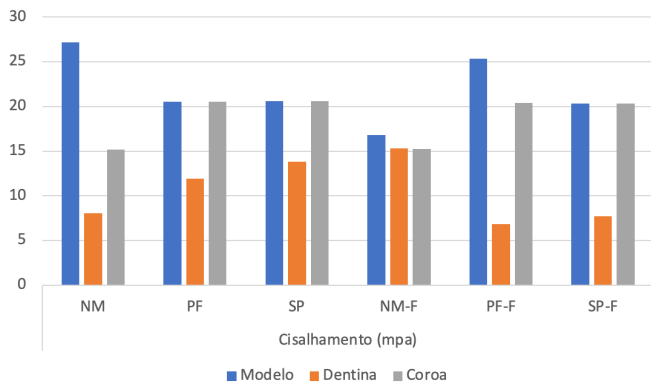


Figura 6: Análise quantitativa, em mpa, para os grupos de estudo (Cisalhamento).

• **Dentina**

Quando comparados os diferentes tipos de configurações de dentina (com férula e sem férula) e os três materiais utilizados (núcleo metálico fundido, pino fibra de vidro e sem pino), foi possível observar que houve alterações significativas nas tensões geradas na tensão máxima principal (Mpa). A maior concentração de tensão foi observada no grupo de núcleo metálico fundido sem férula (NM) e núcleo metálico com férula (NM-F). No cisalhamento (mpa), as tensões variaram entre 15,33 e 6,83 N, sendo que a maior concentração de tensão foi observada no grupo de núcleo metálico fundido com férula (NM-F) e a menor concentração de tensão foi observada no grupo pino de fibra de vidro com férula (PF-F). No deslocamento (mm), as tensões variaram entre 0,1211 e 0,0417 N, sendo que a maior concentração de tensão foi observada no grupo de sem pino com férula (SP-F) e a menor concentração de tensão foi observada no grupo núcleo metálico fundido sem férula (NM) (Figuras 7 e 8).

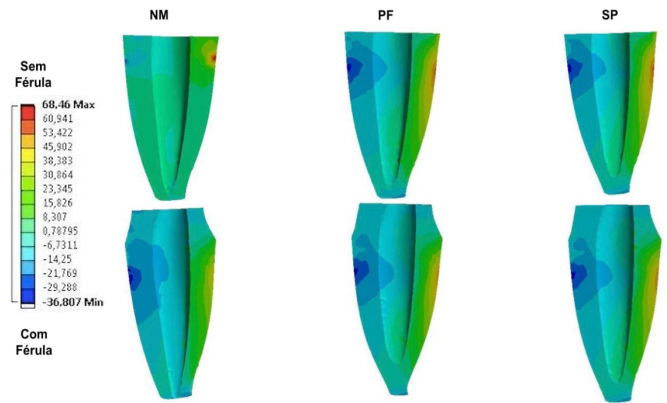


Figura 7: Análise quantitativa, em mpa, para os grupos de estudo (Tensão Máxima Principal).

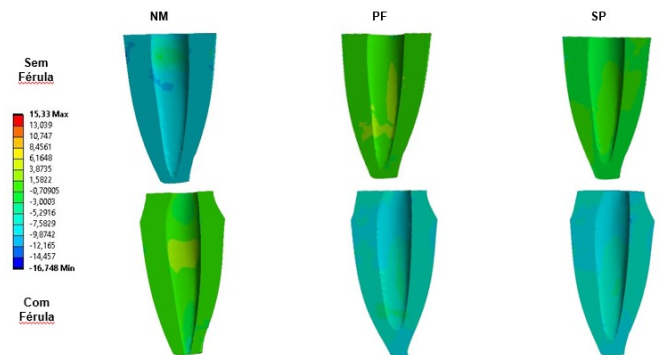


Figura 8: Análise quantitativa, em mpa, para os grupos de estudo (Cisalhamento).

• **Coroa**

Quando comparados os diferentes tipos de configurações de coroa (com férula e sem férula) e os três materiais utilizados (núcleo metálico fundido, pino fibra de vidro e sem pino), foi possível observar que houve alterações significativas nas tensões geradas na tensão máxima principal (Mpa). Os valores variaram entre os grupos ficando as tensões entre 87 e 41,7 N, sendo que a maior concentração de tensão foi observada no grupo sem pino e sem férula (SP) e a menor concentração de tensão foi observada no grupo núcleo metálico sem férula (NM). No

cisalhamento (mpa), as tensões variaram entre 20,6 e 15,18 N, sendo que a maior concentração de tensão foi observada no grupo sem pino sem férula (SP) e a menor concentração de tensão foi observada no grupo núcleo metálico fundido sem férula (NM) (Figuras 9 e 10).

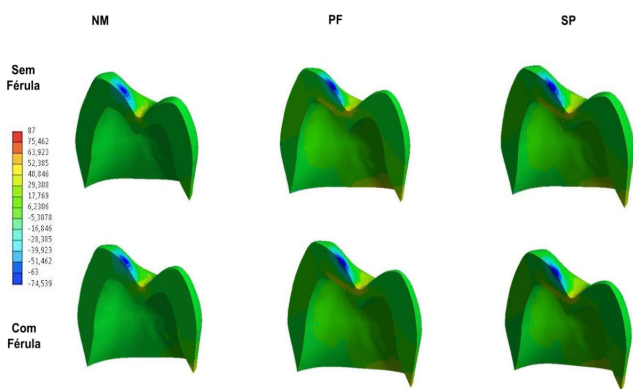


Figura 9: Análise quantitativa, em mpa, para os grupos de estudo (Tensão Máxima Principal).

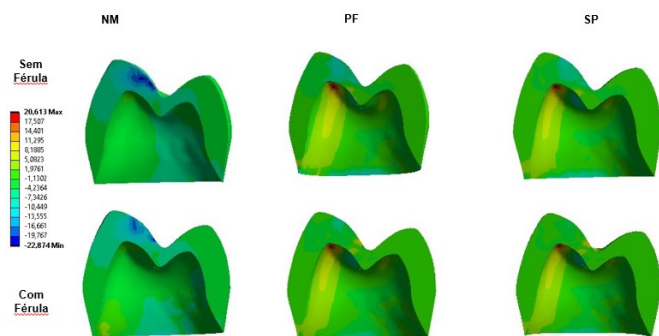


Figura 10: Análise quantitativa, em mpa, para os grupos de estudo (Cisalhamento).

No deslocamento (mm), as tensões variaram entre 0,1844 e 0,0217 N, sendo que a maior concentração de tensão foi observada no grupo de sem pino sem férula (SP) e a menor concentração de tensão foi observada no grupo núcleo metálico fundido sem férula (NM) (Figura 11).

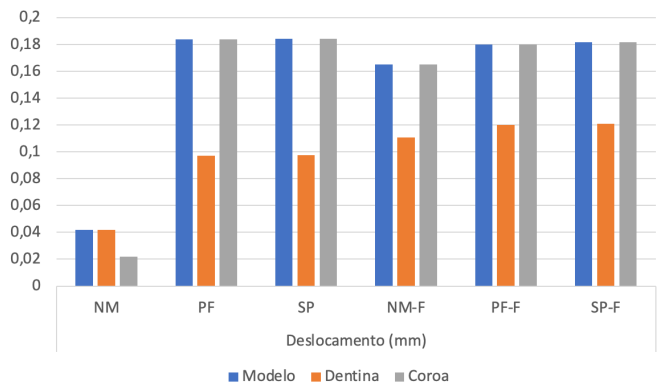


Figura 11: Análise quantitativa, em mm, para os grupos de estudo (Deslocamento).

DISCUSSÃO

O objetivo do estudo foi avaliar a distribuição de tensões em pré-molares endodonticamente tratados restaurados com coroas cerâmicas sob influência ou não da férula e diferentes tipos de retentores intraradiculares. Os resultados do presente estudo apontam diferenças no comportamento biomecânico em relação aos modelos (com férula e sem férula) e aos três materiais utilizados (núcleo metálico fundido, pino fibra de vidro e sem pino).

A análise pelo método dos elementos finitos tridimensionais tem sido amplamente utilizada na odontologia para prever o comportamento biomecânico de pré-molares tratados endodonticamente. No entanto, seus resultados devem ser cuidadosamente estudados pois alguns fatores podem afetar a precisão preditiva do modelo do MEF.¹² A confecção do modelo 3D é um dos fatores que devem ser levados em consideração. No presente estudo, foram utilizadas imagens de

tomografia computadorizada para a reconstrução 3D das estruturas como o tecido ósseo e coroa do primeiro pré-molar afim de simular verdadeiramente as dimensões reais dos fatores de estudo. Para isso foram utilizados softwares que permitem a reconstrução completa das estruturas anatômicas e que permitem a sua utilização nos softwares de modelagem CAD.¹³ Outro fator a ser considerado é a força aplicada para simular os contatos da mastigação. Para testar e simular contatos oclusais mais prejudiciais às próteses foram aplicadas forças oblíquas em um ponto de contato no centro da face oclusal. O valor de força aplicado foi a força de mordida encontrada clinicamente.¹⁴

Historicamente, os retentores intraradiculares sempre foram fabricados em metal, no entanto, para atender a uma demanda estética de dentistas e pacientes, os pinos intraradiculares pré-fabricados de fibra de vidro foram introduzidos e projetados para serem usados não somente para dentes anteriores (onde a estética é um fator importante) como também para dentes posteriores. A análise quantitativa e qualitativa das tensões revelou que a configuração do núcleo metálico fundido sem férula apresentou as maiores concentrações de tensão máxima principal, tanto na dentina quanto na coroa. A comparação entre os materiais utilizados revelou que o núcleo metálico fundido, embora eficaz na redução de deslocamentos, pode não ser a melhor escolha em termos de distribuição

de tensões, especialmente na ausência de férula. Este achado sugere que a ausência de férula pode comprometer a distribuição uniforme das tensões, resultando em um maior risco de falhas estruturais. Por outro lado, a configuração sem pino com férula demonstrou a menor concentração de tensão máxima principal, indicando que a presença de férula pode atuar como um fator de proteção, redistribuindo as tensões de maneira mais eficaz.^{3,4,6,15-17} Uma revisão sistemática da literatura demonstrou que pinos de fibra de vidro e de metal fundido apresentaram desempenho clínico semelhante em dentes sem férula após 3 anos de acompanhamento.¹⁶ No entanto, vale ressaltar que os dentes do presente estudo foram restaurados com coroas metalocerâmicas, e que o uso de coroas cerâmicas e totalmente adesivas poderiam se beneficiar com o uso de núcleos resinosos.

O pino de fibra de vidro, por outro lado, mostrou-se vantajoso em termos de redução de tensões de cisalhamento, particularmente quando combinado com uma férula. No entanto, deve-se notar que estudos recentes mostram que o uso de retentores, inclusive os de fibra de vidro, podem causar danos irreparáveis a raiz.^{18,19} Adicionalmente a isso, a literatura aponta não haver diferença na resistência à fratura e no modo de falha das reabilitações de DTE com e sem pinos intraradiculares observadas em estudos *in vitro*.¹⁶

O deslocamento máximo foi observado no grupo sem pino e sem férula, o que pode ser atribuído à falta de suporte estrutural proporcionado por um pino ou férula. Este resultado enfatiza a necessidade de considerar a rigidez estrutural ao planejar restaurações, especialmente em casos em que a resistência ao deslocamento é crítica. Em contraste, o núcleo metálico fundido sem férula apresentou o menor deslocamento, possivelmente devido à rigidez inerente do material metálico, apesar das altas tensões observadas.

Os achados deste estudo têm implicações clínicas significativas. A escolha do material e a presença de férula devem ser cuidadosamente consideradas para otimizar a resistência e longevidade das restaurações dentárias. A férula, em particular, desempenha um papel crucial na distribuição de tensões e na prevenção de falhas, especialmente em estruturas que utilizam núcleos metálicos. Em suma, este estudo destaca a complexidade da interação entre materiais, configuração estrutural e distribuição de tensões em restaurações dentárias. Futuros estudos podem explorar a interação dinâmica entre

diferentes materiais e configurações sob condições de carga cíclica, proporcionando uma compreensão ainda mais profunda das implicações a longo prazo para a prática odontológica.

CONCLUSÃO

Dentro das possibilidades de um estudo *in silico*, é possível concluir que:

- A presença da férula diminuiu as tensões geradas na raiz e na coroa cerâmica;
- Os modelos restaurados com núcleo metálico fundido apresentaram os maiores valores de tensão na raiz, seguidos pelos grupos com pino de fibra e sem pino;
- Os modelos que não apresentavam pinos tiveram os maiores valores de tensão na coroa;
- A férula diminuiu as tensões na raiz de pré-molares tratados com ou sem pinos intrarradiculares;
- Pinos metálicos aumentam as tensões na raiz, enquanto a ausência de pinos aumenta as tensões na coroa.

ABSTRACT

The use of intraradicular post to restore endodontically treated teeth has been widely discussed. Therefore, the objective of this study was to evaluate the stress distribution in endodontically treated premolars restored with ceramic crowns under the influence or not of the ferrule and the presence or not of intraradicular posts. Six virtual models of endodontically treated lower premolars were constructed in three-dimensional modeling software (SolidWorks). The presented roots were constructed with (2mm) or without a ferrule and with or without an intraradicular post (cast metallic core, fiberglass post, or without a post). A ceramic crown was made over the root of the tooth. The models were considered isotropic, homogeneous, and linear and were evaluated using the finite element analysis software Ansys Workbench. A load of 250 N was applied to the buccal cusp at 45° to the long axis of the tooth. Maximum principal stress (σ_{max}) data were obtained for the

root and ceramic crown. The presence of the ferrule reduced the stresses generated in the root and the ceramic crown. The models restored with a cast metal core showed the highest stress values at the root (68.5N), followed by the groups with fiber post and without post (62N and 59N, respectively). The models that did not have posts had the highest stress values in the crown (87N). The ferrule reduces stresses on the root of premolars treated with or without intraradicular posts. Metal posts increase root stresses, while the absence of posts increases crown stresses.

Keywords: Endodontic treatment, three-dimensional finite elements, ceramic crowns.

REFERÊNCIAS

- Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature--Part 1. Composition and micro- and macrostructure alterations. *Quintessence Int.* 2007 Oct;38(9):733–43.
- Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature, Part II (Evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in vivo studies). *Quintessence Int.* 2008 Feb;39(2):117–29.
- Juloski J, Radovic I, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. Ferrule effect: a literature review. *J Endod.* 2012;38(1):11–9.
- Magne P, Lazari PCPC, Carvalho MAMA, Johnson T, Del Bel Cury AAAA. Ferrule-effect dominates over use of a fiber post when restoring endodontically treated incisors: an in vitro study. *Oper Dent.* 2017 Apr 12;42(3):396–406.
- Naumann M, Preuss A, Rosentritt M. Effect of incomplete crown ferrules on load capacity of endodontically treated maxillary incisors restored with fiber posts, composite build-ups, and all-ceramic crowns: an in vitro evaluation after chewing simulation. *Acta Odontol Scand [Internet]*. 2006 Feb;64(1):31–6.
- Jotkowitz A, Samet N. Rethinking ferrule--a new approach to an old dilemma. *Br Dent J.* 2010 Jul 10;209(1):25–33.
- Carvalho MA de, Lazari PC, Gresnigt M, Del Bel Cury AA, Magne P. Current options concerning the endodontically-treated teeth restoration with the adhesive approach. *Braz Oral Res.* 2018 Oct 18;32(suppl 1):147–58.
- Zarow M, Ramírez-Sebastià A, Paolone G, de Ribot Porta J, Mora J, Espona J, et al. A new classification system for the restoration of root filled teeth. *Int Endod J.* 2018;51(3):318–34.
- Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod.* 2004 May;30(5):289–301.
- Soares CJ, Santana FR, Silva NR, Pereira JC, Pereira C a. Influence of the endodontic treatment on mechanical properties of root dentin. *J Endod.* 2007 May [cited 2014 Aug 14];33(5):603–6.
- Camargos GDV, Lazari-Carvalho PC, Carvalho MA de, Castro MB, Neris NW, Del Bel Cury AA. 3D finite element model based on CT images of tooth. *Braz J Oral Sci.* 2020;19:e208910.
- Geng JP, Tan KB, Liu GR. Application of finite element analysis in implant dentistry: a review of the literature. *J Prosthet Dent.* 2001;85(6):585–98.
- Camargos GDV, Lazari-Carvalho PC, Carvalho MA de, Castro MB, Neris NW, Del Bel Cury AA. 3D finite element model based on CT images of tooth. *Braz J Oral Sci.* 2020;19:e208910.
- Rodrigues M de P, Soares PBF, Gomes MAB, Pereira RA, Tantbirojn D, Versluis A, et al. Direct resin composite restoration of endodontically-treated permanent molars in adolescents: Bite force and patient-specific finite element analysis. *Journal of Applied Oral Science.* 2020;28:1–11.
- Sarkis-Onofre R, Fergusson D, Cenci MS, Moher D, Pereira-Cenci T. Performance of Post-retained Single Crowns: A Systematic Review of Related Risk Factors. *J Endod.* 2017;43(2):175–83.

16. Sarkis-Onofre R, Jacinto RDCRDCRDC, Boscato NN, Cenci MSS, Pereira-Cenci T. Cast metal vs. glass fibre posts: A randomized controlled trial with up to 3 years of follow up. *J Dent.* 2014;42(5):3–8.
17. Stankiewicz NR, Wilson PR. The ferrule effect: a literature review. *Int Endod J.* 2002 Jul;35(7):575–81.
18. de Carvalho MA, Lazari-Carvalho PC, Del Bel Cury AA, Magne P. Fatigue and failure analysis of restored endodontically treated maxillary incisors without a dowel or ferrule. *Journal of Prosthetic Dentistry.* 2022;1–10.
19. Lazari PC, de Carvalho MA, Del Bel Cury AA, Magne P. Survival of extensively damaged endodontically treated incisors restored with different types of posts-and-core foundation restoration material. *J Prosthet Dent.* 2018 May 16;119(5):769–76.