

Nancy Kudsi de Carvalho

Profa. de Endodontia Pré-clínica e Clínica – Centro Universitário São José

Ane Gabrieli Vieira Monteiro

Graduada em Odontologia – Centro Universitário São José

Lucas Freitas do Espirito Santo

Graduado em Odontologia – Centro Universitário São José

Ália Regina Porto

Profa. de Endodontia clínica e Pré-clínica – Centro Universitário São José

RESUMO

A cirurgia de acesso convencional pode ser definida como o preparo de uma cavidade na coroa dental para se ter acesso à cavidade pulpar, representada pela câmara pulpar e canal radicular. Essa cavidade tem por finalidade possibilitar o esvaziamento da câmara pulpar, a localização dos orifícios dos canais radiculares e favorecer adequada irrigação e limpeza durante o preparo biomecânico o que aumenta o risco à fratura do elemento dentário, devido desgaste excessivo dentinário. Novas técnicas surgiram com o objetivo de possibilitar maior resistência à fratura coronária em dentes tratados endodonticamente. Estudos apontam que o acesso endodôntico minimamente invasivo (AEMI) prioriza a mínima remoção de dentina, com o intuito de elevar a resistência à fratura do elemento dental. Além do preparo de acesso conservador, surgiu o preparo de acesso ultraconservador, também chamado de "ninja", que objetiva a máxima conservação de estrutura dentária. O objetivo desse estudo é a significância dos tratamentos endodônticos minimamente invasivos para a endodontia atual, por meio de uma revisão da literatura. Conclui-se que através da análise dos estudos avaliados a AEMI quando comparada com os preparos endodônticos convencionais não promovem maior preservação da estrutura dentária e não promove aumento da resistência a fratura.

Palavra Chaves: 'access cavity', "minimally" e "invasive"..

ABSTRACT

Conventional access surgery can be defined as the preparation of a cavity in the dental crown to gain access to the pulp cavity, represented by the pulp chamber and root canal. This cavity has the possibility of drain out the pulp chamber, a location of the root canal and favoring irrigation and cleaning during biomechanical preparation what would increase the risk of fracture of the dental element due to excessive dentin remove. New techniques have emerged with the objective of allowing greater resistance to coronary fracture in endodontically teeth. Studies indicate that minimally invasive endodontic access (AEMI) prioritizes minimal tooth removal in order to increase the resistance to fracture of the dental element. In addition to preparing access to the conservative, emerged or prepared access to the ultra-conservative, also called "ninja", this protocol aimed at maximum conservation of the structure. The purpose of this study is to show the significance of minimally invasive endodontic procedures for current endodontics. It was concluded that, by analyzing the studies evaluating AEMI, when compared with endodontic preparations, they do not promote greater preservation of the dental structure and do not increase fracture resistance.

Keywords: Oral Surgery; "access cavity", "minimally" and "invasive".

INTRODUÇÃO

O objetivo deste artigo é analisar a influência do AEMI nos aspectos concernentes na localização dos canais radiculares, através de pesquisas que abordaram a temática dos tratamentos endodônticos, onde houve um levantamento de pesquisas do assunto para ponderar os benefícios da técnica diante dos aspectos peculiares ao tratamento endodôntico. Teoricamente, o acesso endodôntico minimamente invasivo (AEMI) prioriza a mínima remoção de dentina, com o intuito de elevar a resistência do elemento dental à fratura. o objetivo deste estudo será analisar a influência do AEMI na localização dos canais radiculares, vantagens e desvantagens dessa técnica, como também a eficácia da instrumentação. Outrossim, será feita a revisão de literatura, analisando os estudos a respeito dessa temática.

Como alternativa a abordagem tradicional, o AEMI vem sendo descrito na literatura (CLARK; KHADEMI, 2010; GLUSKIN ET AL., 2014; AHMED; GUTMANN, 2015; BÜRKLEIN; SHÄFER, 2015) enfatizando a importância da preservação da dentina da região peri-cervical, com o intuito de elevar os índices de sucesso do tratamento restaurador (CLARK; KHADEMI, 2010). Essa dentina, localizada próxima à crista óssea alveolar, é responsável pela transferência da carga oclusal para a raiz do elemento dental, e quando sua preservação é somada a incompleta remoção do teto da câmara pulpar, as chances de sucesso do tratamento restaurador aumentam (CLARK; KHADEMI, 2010).

A cirurgia de acesso minimamente invasiva preconiza que a forma geométrica seja similar a da convencional, entretanto com o desgaste na porção coronária limitado pela dentina pericervical (BÓVEDA; KISHEN, 2015; EATON ET AL. 2015). A cirurgia de acesso "ninja" segue o mesmo conceito que a minimamente invasiva, no entanto, neste tipo de cirurgia de acesso não se preconiza forma geométrica da cavidade endodôntica, somente um orifício arredondado de acesso à câmara pulpar (PLOTINO ET AL., 2017).

Diante do exposto este projeto tem como problemática e/ou questão norteadora: o acesso minimamente invasivo gera benefícios ao tratamento endodôntico?

DESENVOLVIMENTO

O hipoclorito de sódio tem sido empregado como irrigante endodôntico há mais de 70 anos (CLARKSON, 1998), agindo como um potente dissolvente de tecidos vitais e necróticos (MOHAMMADI, 2008). Este composto tem um eficaz efeito antibacteriano contra *Enterococcus faecalis* que depende da sua concentração e do tempo de exposição (MOHAMMADI; SHALAVI S, 2013). As propriedades antissépticas do hipoclorito de sódio são atribuídas à formação de ácido hipocloroso e a liberação subsequente de cloro, um bactericida muito ativo. O cloro livre no hipoclorito de sódio, dissolve tecido necrótico quebrando proteínas em aminoácidos (TORABINEJAD et al., 2009). Dentre as propriedades requeridas do hipoclorito de sódio, fundamentais na sua aplicação em endodontia, está a suspensão de debris, a fim de impedir a sedimentação de detritos orgânicos e inorgânicos advindos do preparo do canal, principalmente no que concerne a região do terço apical do canal radicular. O completo debridamento do canal radicular é essencial para o sucesso do tratamento

Conforme Patel e Rhodes(2007), os princípios para realizar a cavidade de acesso endodôntica tradicional permaneceram inalterados por diversas décadas nos diferentes grupos dentários, ocorrendo apenas algumas modificações. Este preparo promove a remoção controlada da estrutura dentária, além do acesso aos orifícios do canal para facilitar a limpeza, modelagem e preenchimento dos canais radiculares, podendo assim prevenir complicações durante o tratamento endodôntico. Aliado ao que Ree e Schwartz(2010), disse, conseqüentemente, a remoção da estrutura dentária coronal para atingir a câmara pulpar e localizar os orifícios do canal, pode diminuir a resistência do dente à fratura, sob carga funcional.

Algumas formas geométricas já são pré estabelecidas para grupos dentários na cirurgia de acesso convencional, onde a quantidade de estrutura dentinária a ser removida está diretamente relacionada a exposição de toda câmara pulpar, remoção do ombro e expulsividade da cavidade endodôntica (INGLE, 1985). Entretanto, pesquisas in vitro têm evidenciado que este tipo de abertura coronária pode favorecer a susceptibilidade à fratura do elemento dental ao longo prazo, no entanto essa técnica facilita a adequada realização de todas as fases do tratamento endodôntico. (REZAEI et al., 2015).

Num estudo prospectivo, os autores manifestam a necessidade de que ocorra um aperfeiçoamento de técnica endodôntica existente e o surgimento de novas técnicas que possibilitem uma maior longevidade do dente em função. Sendo assim, atualmente, outros dois tipos de cirurgia de acesso à câmara pulpar têm sido preconizados: a minimamente invasiva e a ultraconservativa, também denominada “ninja” (NEELAKANTAN et al., 2018).

O principal objetivo do tratamento endodôntico é a prevenção ou eliminação da periodontite apical, de forma a possibilitar saúde aos tecidos peripécias, e a manutenção do elemento dental em função, com ausência de quaisquer sinais ou sintomas (CHUGAL et al., 2017). Para isso, o tratamento endodôntico está associado à eficiente desinfecção e formatação do sistema de canais radiculares por meio do preparo químico-mecânico. O preparo do conduto deve manter o trajeto inicial do canal, afinando-se até o ápice radicular, mantendo o forame apical patente e em sua posição original. Além disso, é importante que a obturação contemple todos os canais radiculares, preenchendo-os tridimensionalmente, a fim de coibir reinfecções e, dessa forma, aumentar as chances de sucesso do tratamento endodôntico (SCHILDER, 1974; HÜLSMANN; PETERS; DUMMER, 2005). Obter um apropriado acesso ao canal é essencial para o sucesso do tratamento endodôntico dos canais radiculares e tem um significativo impacto nos tratamentos seguintes. Tradicionalmente o tratamento endodôntico requer que a cárie seja removida e restaurada definitivamente preservando a saúde da estrutura do dente. A forma que ocorre o acesso a cavidade é definida primeiramente pela morfologia da câmara e da polpa do dente a ser tratado. A polpa é completamente removida criando espaços até os canais e o forame apical ou iniciar uma curvatura do canal e removendo dentina e alargando o canal orifício. Um adequado acesso endodôntico é essencial para uma boa localização, medir preparo químico-mecânico e preenchimento do canal pode prevenir de iatrogênias como também desvio da anatomia original e previne a fratura do dente

As cavidades de acesso endodôntico convencionais são realizadas em linha reta, da câmara pulpar até chegar à entrada dos canais radiculares (GLUSKIN; PETERS; PETERS, 2014; YUAN et al., 2016). Esse protocolo pode causar efeitos biomecânicos indesejáveis, aumentando o risco à fratura do elemento dentário, ao se desgastar estrutura dental com o intuito de facilitar a localização e instrumentação dos canais, bem como diminuir a probabilidade de erros no procedimento, o que pode promover um aumento da flexão de cúspides e possível aumento de tensões na raiz e coroa do elemento tratado endodonticamente (MOORE et al., 2016).

Como alternativa a abordagem tradicional, o AEMI vem sendo descrito na literatura (CLARK; KHADEMI, 2010; GLUSKIN et al., 2014; AHMED; GUTMANN, 2015; BÜRKLEIN; SHÄFER, 2015) enfatizando a importância da preservação da dentina da região Peri-cervical, com o intuito de elevar os índices de sucesso do tratamento restaurador (CLARK; KHADEMI, 2010). Essa dentina, localizada próxima à crista óssea alveolar, é responsável pela transferência da carga oclusal para a raiz do elemento dental, e quando sua preservação é somada a incompleta remoção do teto da câmara pulpar, as chances de sucesso do tratamento restaurador aumentam (CLARK; KHADEMI, 2010).

Além do preparo de acesso conservador, surgiu o preparo de acesso ultraconservador, também chamado de “ninja”, onde se pretende conservar ainda mais estrutura e otimizar a resistência a fratura, porém, foi observado que não existe diferenças em relação a esse quesito entre cavidades endodônticas conservadoras e ultraconservadoras, além de não haver, ainda, outros estudos clínicos a respeito do mesmo para que se possa analisar e comparar os resultados (PLOTINO et al., 2017), sendo assim, é possível perceber que essa técnica não apresenta nenhuma vantagem na sua utilização, visto que promovem o mesmo efeito do preparo minimamente invasivo.

Quanto a resistência de união do material obturador à dentina radicular, uma pesquisa foi realizada sobre a influência da cirurgia de acesso minimamente invasivo no preparo biomecânico (por meio da micro tomografia computadorizada (microCT) e do teste de push-out. Em seu estudo, (HONORATO, 2018) pré- molares inferiores humanos foram escaneado em microCTSkyScan 1176 e distribuídos em dois grupos (n=30) de acordo com o tipo de cirurgia de acesso à câmara pulpar: GI - acesso convencional (C) e GII - acesso minimamente invasivo (MI). Para o preparo biomecânico, os dentes foram redistribuídos em subgrupos(n=10) de acordo com o sistema de instrumentação: Sistema ProTaper Universal (PTU), Sistema ProTaper Next (PTN) e Reciproc Blue (RC). Concluiu-se que a AEMI propiciou maior transporte do canal radicular, quando associada ao sistema de instrumentação rotatório ProTaper Next, nenhum sistema de instrumentação tocou completamente as paredes dos canais radiculares e que o AEMI interferiu negativamente na resistência de união do material obturador à dentina independente do sistema de instrumentação empregado.

Em 2017, ROVER avaliou trinta primeiros molares superiores humanos utilizando imagens de microtomografia computadorizada (micro-CT) e utilizou dois tipos de acessos: AET (acesso endodôntico tradicional), e AEMI. Foi realizado a instrumentação dos canais com limas Reciproc e as amostras foram escaneadas. A análise do volume dos canais foi realizada antes e após o preparo químico-mecânico e o percentual de debris acumulados após o preparo do canal e foi calculado e mensurado o grau de transporte dos canais e centralização do preparo.

Após a obturação dos canais e restauração das cavidades endodônticas, as amostras foram submetidas ao teste de resistência a fratura em uma máquina de teste universal (EMIC). O trabalho concluiu que o AEMI comprometeu a localização dos canais radiculares nos primeiros molares superiores quando não foi utilizado microscópio operatório associado ao ultrassom, e também que essa forma de acesso pode influenciar negativamente a instrumentação do canal palatino nos molares superiores, além de não ter sido capaz de aumentar a resistência à fratura dos elementos avaliados.

Em contrapartida ZHANG et al(2019), realizaram um estudo utilizando modelos de elementos finitos, usando o método baseado em tomografia computadorizada para prever a resistência à fratura em primeiros molares superiores tratados endodonticamente com diversos tipos de cavidades de acesso. Utilizando o modelo de um dente natural e 3 de dentes tratados endodonticamente com cavidade endodôntica conservadora, cavidade endodôntica modificada e tradicional. O modelo de elementos finitos foi realizado para simular a iniciação e propagação de trincas no esmalte e dentina. Realizado o estudo, detectaram que na região cervical, há maiores áreas de concentração de estresse tanto nas cavidades endodônticas modificadas (AEMI) quanto nas tradicionais em comparação com o dente natural e a cavidade endodôntica conservadora. Conclui-se que há probabilidade maior de fratura em um dente tratado endodonticamente em relação a cavidade endodôntica conservadora.

Apesar dos preparos minimamente invasivos em endodontia estarem sendo enfocados na odontologia, muitos profissionais se opõem, pelo fato de requererem maior habilidade profissional bem como a utilização de microscopia e instrumental de níquel-titânio (MOORE et. al., 2016). A introdução dos instrumentos mecanizados de Níquel-Titânio (Ni-Ti), melhorou a qualidade dos preparos endodônticos principalmente em canais curvos. Devido a alta elasticidade dessa liga, o trajeto original do canal é mantido e a tendência de causar transporte apical é reduzida (COLEMAN; SVEC, 1997; HARTMANN et al., 2007, LÓPEZ et al., 2008). O tempo de trabalho diminuiu significativamente, com o aumento da efetividade do corte desses instrumentos, porém eles foram associados ao alto índice de fratura por fadiga (PARASHOS; MESSER, 2006).

A utilização de qualquer dispositivo que melhore o poder de resolução será benéfica ao cirurgião dentista, já que rotineiramente realiza procedimentos que exigem uma resolução muito além de 0,2 mm, que se trata da resolução do olho humano sem auxílio de um microscópio óptico (MO). Especificamente em endodontia, a utilização de um MO auxilia no acesso, facilita na remoção de obstruções presentes na câmara pulpar, na localização dos condutos e na interpretação da complexa anatomia do sistema de canais radiculares. A magnificação contribui para a remoção de núcleos e instrumentos fraturados no interior dos canais radiculares e também é um importante auxiliar no diagnóstico de trincas e fraturas (CARR; MURGEL, 2010; LINS et al., 2013). Após um tempo de experiência com o MO, o operador desenvolve habilidade visual necessária para distinguir as colorações da dentina, o que facilita a localização de canais calcificados.

Normalmente, a busca por canais calcificados sem a utilização do MO pode ocasionar iatrogenias, como perfurações e/ou desgaste excessivo de dentina sadia. Todos os procedimentos endodônticos necessitam de constante iluminação, magnificação e ergonomia, que se trata do conhecimento do veículo de trabalho (CARR; MURGEL, 2010). No que diz respeito especificamente ao AEMI, a utilização de uma ampliação microscópica de 6 a 8 vezes, ou mais, associada à boa iluminação, facilita a confecção dessa forma de acesso endodôntico, localização e instrumentação dos canais radiculares (MAMOUN, 2016).

A limpeza e adequada forma de modelagem dos canais radiculares, bem como o toque do instrumento na parede do canal radicular tem sido avaliada por meio de diferentes metodologias, como análise histológica (FARINIUK et al., 2003; PASSARINHO-NETO et al., 2006), microscopia eletrônica de varredura (KIRAN et al., 2016) e microtomografia computadorizada (DE-DEUS et al., 2015; JARDINE et al., 2016; VERSIANI et al., 2018) e estão diretamente relacionadas a capacidade do material obturador em aderir à dentina do canal radicular (VILANOVA et al., 2012), favorecendo o íntimo contato entre os materiais e, conseqüentemente, a adesão (RACHED-JUNIOR et al., 2009), a AEMI requer idealmente a instrumentação mecanizada ao invés da manual.

Técnicas de Acesso Endodôntico

Analisando a importância do preparo do canal, onde se deve ter sempre o cuidado de não remover estrutura intracanal de forma demasiada para não enfraquecer a estrutura do dente (SAITER et al., 2011), devemos ter em mente que existe a necessidade de que durante este preparo se faça o alargamento apical para que a instrumentação seja efetiva e promova a redução significativa de microrganismos (RODRIGUES et al., 2017), pois o principal objetivo do tratamento endodôntico é a eliminação de microrganismos do canal radicular e dos tecidos perirradiculares, se a desinfecção não ocorrer de forma correta, mesmo que se tenha preservado muita estrutura dentinária, o tratamento endodôntico não será satisfatório

Técnica de Acesso Minimamente Invasiva

De acordo com (YUAN et al., 2016), a endodontia minimamente invasiva vem quebrando paradigmas pré-estabelecidos pela endodontia convencional, buscando manter o máximo possível de estrutura dentária saudável, o que se torna cada vez mais viável por meio do uso dos novos instrumentos de níquel-titânio e do uso cada vez mais frequente do microscópio eletrônico operatório, possibilitando um melhor prognóstico, desde que se leve em consideração outros quesitos importantes como um bom diagnóstico, conhecimento da anatomia dental, e uma instrumentação e obturação criteriosas. Aliado a isso, (RODRIGUES et al., 2017) estabeleceu que uma vez que, tem sido demonstrado a estreita relação entre redução microbiana e saúde periapical, o que leva ao sucesso do tratamento endodôntico. Assim, pesquisadores manifestam que um suficiente preparo apical seja necessário para permitir uma maior desinfecção, ao mesmo tempo que a modelagem do canal na porção apical deve ser coerente com a anatomia apical, afim de evitar acidentes que possam colocar em risco o tratamento endodôntico, bem com um alargamento excessivo da porção coronária pode levar o elemento dentário a posterior fratura. (RUNDQUIST, B. D.; VERSLUIS, A, 2006).

CONCLUSÃO

A AEMI surgiu como uma alternativa ao AET, como uma possível abordagem menos invasiva, visando a preservação da dentina da região peri-cervical. Apesar de não existirem evidências científicas significativas na literatura que comprove os benefícios da técnica do AEMI a curto e longo prazo, esse tipo de tratamento já vem sendo executado na endodontia.

No entanto, ainda que os preparos endodônticos minimamente invasivos promovam maior preservação de estrutura dentária sadia, comparando-se com os preparos endodônticos convencionais, não ainda embasamento científico que respalde a execução desta técnica no sentido de garantir maior resistência ao elemento dentário.

REFERÊNCIAS

1. CHUGAL, N. et al. Endodontic Treatment Outcomes. *Dental Clinics of North America*, v. 61, n. 1, p. 59–80, Jan. 2017.
2. CLARK, D.; KHADEMI, J. Modern Molar Endodontic Access and Directed Dentin Conservation. *Dental Clinics of North America*, v. 54, n. 2, p. 249–273, Abr. 2010.
3. CLARK D, KHADEMI J, HERBRANSON E.(2013) Fracture resistant endodontic and restorative preparations. *DentToday* 32:120–123.
4. DE-DEUS, G. et al .Micro-CT Evaluation of Non-instrumented Canal Areas with Different Enlargements Performed by NiTi Systems. *Braz. Dent. J.*, v. 26, n. 6, p. 624-629, 2015.
5. ELNAGHY, A. M. Cyclic fatigue resistance of ProTaper Next nickel-titanium rotary files. *Int. Endod. J.*, v. 47, n. 11, p.1034-1039, 2014.
6. FARINIUK, L. F.; BARATO-FILHO, F.; CRUZ-FILHO, A. M.; SOUSA-NETO, M. D. Histologic analysis of the cleaning capacity of mechanical endodontic instruments activated by the Endoflash System. *J. Endod.*, v. 29, n. 10, p. 651-653, 2003.
7. GLUSKIN, A. H.; PETERS, C. I.; PETERS, O. A. Minimally invasive endodontics: challenging prevailing paradigms. *British dental journal*, v. 216, n. 6, p. 347–53, Mar. 2014.
8. HONORATO, P. Influência da cirurgia de acesso minimamente invasiva no preparo biomecânico e na resistência de união do material obturador a dentina radicular. 2018. 45 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Ribeirão Preto, UNAERP. Ribeirão Preto, 2018.
9. INGLE, J. I. Endodontic cavity preparation. In: *Endodontics*. 3 ed. Philadelphia: Lea &Febiger, 1985. p. 102–67.
10. MOORE, B.; VERDELIS, K.; KISHEN, A.; DAO, T.; FRIEDMAN, S. Impacts of Contracted Endodontic Cavities on Instrumentation Efficacy and Biomechanical Responses in Maxillary Molars. *J Endod.* v.42, n.12, 1779-1783, dec., 2016.
11. MOORE, B.; VERDELIS, K.; KISHEN, A.; DAO, T.; FRIEDMAN, S. Impacts of Contracted Endodontic Cavities on Instrumentation Efficacy and Biomechanical Responses in Maxillary Molars. *J Endod.* v.42, n.12, 1779-1783, dec., 2016.

12. NEELAKANTAN, P. et al. Does the Orifice-directed Dentin Conservation Access Design Debride Pulp Chamber and Mesial Root Canal Systems of Mandibular Molars Similar to a Traditional Access Design? *J. Endod.*, v. 44 n. 02 p. 274-279, 2018.
13. PATEL, S.; RHODES, J. A practical guide to endodontic access cavity preparation in molar teeth. *BrDent J*, v.203, n.3, p.133-140, aug., 2007.
14. PASSARINHO-NETO, J. et al. In vitro evaluation of endodontic debris removal as obtained by rotary instrumentation coupled with ultrasonic irrigation. *Aust. Endod. J.*, v. 32, n. 3, p. 123-128, 2006.
15. PLOTINO, G. et al. Fracture strength of endodontically treated teeth with different access cavity designs. *J. Endod.*, v. 43, n.6, p. 995-1000, 2017.
16. REZAEI, D. M.; AMIRIAN, C. K.; TAVANAFAR, S.; Fracture resistance of upper central incisors restored with different posts and cores. *Regstor. Dent. Endod.*, v. 40, p. 229-235, 2015.
17. RODRIGUES, R. et al. Influence of the apical preparation size and the irrigant type on bacterial reduction in root canal-treated teeth with apical periodontitis. *J Endod*, v17, p. 60-67, may, 2017.
18. RUNDQUIST, B.D.; VERSLUIS, A. How does canal taper affect root stresses? *IntEndod J*, v.39, n.3, p.226-37, mar, 2006.
19. ROVER, G. Influência do acesso endodôntico minimamente invasivo na localização dos canais radiculares, eficácia da instrumentação e resistência à fratura de molares superiores. 81 p. Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de Santa Catarina .2017. Florianópolis.
20. SAITER, L. et al. Diâmetro anatômico e alargamento cervical: uma visão crítica sobre suas influências no preparo da região apical dos canais radiculares. *Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde*, v. 13, n. 3, p. 73-79, 2011.
21. SCHILDER, H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin NorthAm*, v.18, n. 2, p. 269-296, Abr. 1974.
22. SCHROEDER KP, Walton RE, Rivera EM (2002) Straight line access and coronal flaring: effect on canal length. *J Endod*, 28:474-476.
23. VILANOVA, W. et al. Effect of intracanal irrigants on the bond strength of epoxy resin-based 47 and methacrylate resin-based sealers to root canal walls. *Int. Endod. J.* v. 45, n. 5, p. 42-48, 2012.
24. YUAN, K.; NIU, C.; XIE, Q.; JIANG, W.; GAO, L.; HUANG, Z.; MA, R. Comparative evaluation of the impact of minimally invasive preparation vs. conventional straightline preparation on tooth biomechanics: a finite element analysis. *Eur J Oral Sci*, v.124, n.6, p.591-596, dec, 2016
25. ZHANG, Y. et al. The Effect of Endodontic Access Cavities on Fracture Resistance of First Maxillary Molar Using the Extended Finite Element Method. *Joe, Estados Unidos*, n°3, v 45, 2019.