



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

MARCELA CÔRTE REAL FERNANDES

**AVALIAÇÃO DA PRESENÇA DE MICROFRATURAS EM RAÍZES SUBMETIDAS
À APICECTOMIA POR MEIO DA TOMOGRAFIA DE COERÊNCIA ÓPTICA.
ESTUDO IN VITRO**

**Recife
2022**

MARCELA CÔRTE REAL FERNANDES

**AVALIAÇÃO DA PRESENÇA DE MICROFRATURAS EM RAÍZES SUBMETIDAS
À APICECTOMIA POR MEIO DA TOMOGRAFIA DE COERÊNCIA ÓPTICA.
ESTUDO IN VITRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Odontologia.

Área de concentração: Clínica Integrada.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Menezes Aguiar

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Andréa Cruz Câmara

Recife

2022

MARCELA CÔRTE REAL FERNANDES

**AVALIAÇÃO DA PRESENÇA DE MICROFRATURAS EM RAÍZES SUBMETIDAS
À APICECTOMIA POR MEIO DA TOMOGRAFIA DE COERÊNCIA ÓPTICA.
ESTUDO IN VITRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Odontologia.

Área de concentração: Clínica Integrada.

Aprovado em 24 de fevereiro de 2022

Banca examinadora:

Prof. Dr. Carlos Menezes Aguiar
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^a Dr.^a Elvia Christina Barros de Almeida
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Hilton Justino da Silva
Universidade Federal de Pernambuco

Ao meu pai, José Fernandes da Silva (*in memoriam*) e ao meu avô, Tarceu Mário Côrte Real (*in memoriam*), que se fazem presentes em minha vida ao lado do nosso Deus, me abençoando e me dando forças para continuar a jornada.

AGRADECIMENTOS

Quando amamos e acreditamos em algo, nos sentimos mais fortes e somos tomados de uma serenidade que vem da certeza de que nada poderá vencer a nossa fé. É chegada à conclusão de mais uma etapa e a hora de agradecer àqueles que tornaram esse sonho realidade.

Agradeço primeiramente a Deus, pois não seria possível chegar tão longe sem as suas bênçãos e cuidados. Agradeço tanto pelos dias de chuvas quanto de sol, ambos existem por serem suas criações, e Ele não criaria nada que não tivesse sua utilidade.

A minha família que trilhou comigo o caminho desta conquista. Compreenderam a minha ausência, me ensinando o valor e me transformando em uma pessoa mais humana e digna. Em especial, agradeço a minha mãe Marta Côrte Real, ao meu irmão Eduardo Côrte Real Fernandes, a minha avó Maria Neuza Côrte Real e ao meu namorado Lucas Santos Pimentel que nunca duvidaram da minha capacidade, que incentivaram os sonhos mais altos e não permitiram a minha desistência quando a luta parecia pesada demais, erguendo-me em busca de vitória.

Agradeço aos meus orientadores Prof. Dr. Carlos Menezes Aguiar e Prof^a. Dr^a. Andréa Cruz Câmara pela dedicação, amizade e companheirismo. Agradeço pelo conhecimento que me foi dado durante a produção desse trabalho e por ter guiado os meus passos e me incentivado a acreditar nos meus sonhos. Ao celebrar essa conquista agradeço a eles, pelos ensinamentos sinceros, que por meio do dom de ensinar despertou o meu gosto pelo saber.

As minhas amigas de mestrado Ruana, Lavínia e Heloísa que com o passar do tempo estreitamos a nossa amizade e compartilhamos as mesmas expectativas.

Aos meus educadores, agradeço a todos que contribuíram para a minha formação ao longo dessa caminhada e à Pós-Graduação em Odontologia da UFPE por todo conhecimento compartilhado e amor pelo ensino.

RESUMO

A ressecção apical ou apicectomia é a remoção da porção apical da raiz de um elemento dentário durante a cirurgia periradicular. É um tratamento cirúrgico aplicado geralmente no caso de falha do tratamento endodôntico primário. Entre as técnicas para realizar o procedimento cirúrgico existe a técnica convencional que é confeccionada com instrumento de alta rotação ou a técnica na qual se faz uso de pontas ultrassônicas. No entanto microfraturas e lascas marginais podem ocorrer devido à ação vibratória de tais instrumentos. O objetivo desse estudo foi avaliar de forma comparativa a incidência de microfraturas em raízes submetidas a apicectomia com três diferentes instrumentos, utilizando a tomografia de coerência óptica (OCT) para detecção das microfraturas e a microtomografia computadorizada como padrão ouro. Para a pesquisa foram selecionadas 45 raízes com canal único, distribuídas de forma aleatória em 3 grupos com 15 espécimes cada. A ressecção foi realizada nos 3mm apical de cada espécime onde no grupo 1 foi utilizado uma broca diamantada (nº 1064, FG Dental, KG Sorensen), no grupo 2 uma broca do tipo carbide cirúrgica (FG Dental, nº 702, Prima Dental by Angelus) e no grupo 3 uma ponta de ultrassom Bladesonic (Helsé Ultrasonic). Imagens realizadas com o aparelho SD-OCT (Callisto, Thorlabs, Inc., Nova Jersey, EUA), foram realizadas antes e após o procedimento de apicectomia e avaliadas por 3 examinadores, especialistas em Endodontia para detecção das fraturas. O escore de Kappa interexaminadores apresentou um índice médio de 0,56 (concordância moderada), resultando em 8 espécimes com microfraturas, sendo 4 espécimes do grupo 1, 3 espécimes do grupo 2 e 1 espécime do grupo 3. No entanto quando comparado a microtomografia computadorizada, a OCT apresentou uma performance inferior.

Palavras-chave: apicectomia; ápice dentário; endodontia

ABSTRACT

Apical resection or apicectomy is the removal of the apical portion of the root of a dental element during periradicular surgery. It is a surgical treatment generally applied in the case of primary endodontic treatment failure. Among the techniques to perform the surgical procedure there is the conventional technique that is made with a high rotation instrument or the technique in which ultrasonic tips are used. However, microcracks and marginal chipping may occur due to the vibratory action of such instruments. The aim of this study was to comparatively evaluate the incidence of microcracks in roots submitted to apicectomy with three different instruments, using optical coherence tomography (OCT) to detect microcracks and computed microtomography as the gold standard. For the research 45 single canal roots were selected and randomly distributed in 3 groups with 15 specimens each. Resection was performed at 3 mm apical of each specimen where in group 1 a diamond bur (n° 1064, FG Dental, KG Sorensen) was used, in group 2 a surgical carbide bur (FG Dental, n° 702, Prima Dental by Angelus) and in group 3 a Bladesonic ultrasonic tip (Helsé Ultrasonic). Images taken with SD-OCT (Callisto, Thorlabs, Inc., New Jersey, USA), were taken before and after the apicectomy procedure and evaluated by 3 examiners, specialists in Endodontics for fracture detection. The inter-examiner Kappa score showed an average index of 0.56 (moderate agreement), resulting in 8 specimens with microfractures, being 4 specimens from group 1, 3 specimens from group 2 and 1 specimen from group 3. However when compared to computed microtomography, OCT presented an inferior performance.

Keywords: apicectomy; tooth apex; endodontics.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Divisão dos espécimes em 03 grupos distintos, numerados e inseridos em uma base fixa de gesso.	15
Figura 2 - Amostra posicionada na mesa de trabalho, evidenciando o ápice com o uso do detector de infravermelho.....	17
Figura 3 - (A) Marcação do espécime com o auxílio da régua milimetrada endodôntica; (B) Espécimes do grupo 1 com ápices marcados.....	19
Figura 4 - Superfície das brocas diamantadas (1, 2 e 3), evidenciando a superfície preservada por meio da Tomografia de Coerência Óptica.....	20
Figura 5 - Superfície das brocas carbides (1, 2 e 3) por meio da Tomografia de Coerência Óptica.	20
Figura 6- Imagens com o aparelho SD-OCT e com a μ CT. A – Espécime sem a detecção de fraturas antes da apicectomia; B- Espécime com a fratura, após a apicectomia; C – Imagem das fraturas com a μ CT	23
Figura 7 - Imagens com o aparelho SD-OCT e com a μ CT. A – Espécime sem a detecção de fraturas antes da apicectomia; B- Manutenção da integridade após a apicectomia; C – Imagem com μ CT.	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Avaliação da concordância entre avaliadores no grupo total das amostras.	22
Tabela 2 - Avaliação da ocorrência de fratura por equipamento segundo o grupo com base nos resultados da moda entre os três examinadores.	23
Tabela 3 - Desempenho de diagnóstico da OCT em comparação com a μ CT.....	24

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 OBJETIVOS.....	14
2.1 OBJETIVO GERAL.....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	15
3.1 ASPECTOS ÉTICOS.....	15
3.2 SELEÇÃO E PREPARO DOS ESPÉCIMES.....	15
3.3 OBTENÇÃO DAS IMAGENS PRÉ-OPERATÓRIAS.....	16
3.3.1 <i>Tomografia por coerência óptica (OCT)</i>	16
3.3.2 <i>Microtomografia computadorizada (μCT)</i>	17
3.4 Grupos experimentais.....	18
3.5 Apicectomia.....	18
3.6 Obtenção das imagens pós-operatórias.....	20
3.7 Avaliação das microfraturas.....	20
3.8. Análise estatística.....	21
4 RESULTADOS.....	22
5 CONCLUSÃO.....	25
REFERÊNCIAS.....	26
APÊNDICE A- AVALIAÇÃO DA PRESENÇA DE MICROFRATURAS POR MEIO DA TOMOGRAFIA DE COERÊNCIA ÓPTICA DE RAÍZES SUBMETIDAS À APICECTOMIA.....	
	29
ANEXO A- PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA.....	42
ANEXO B- NORMAS DA REVISTA.....	43

1 INTRODUÇÃO

A preservação dos dentes naturais é um dos principais objetivos da Odontologia moderna. No caso de patologia periradicular, os potenciais patógenos são geralmente eliminados por tratamento de canal radicular não cirúrgico com subsequente obturação e restauração coronária. No entanto, em alguns casos, quando a lesão periradicular não cicatriza ou se expande, indicando a persistência de agentes nocivos dentro dos limites físicos do sistema de canais, e se o retratamento endodôntico convencional não for indicado, nem viável, a cirurgia endodôntica pode se tornar o último recurso para salvar o dente afetado (AYRANCI et al., 2018; LIAO et al., 2019; VON ARX; WALKER, 2000).

De acordo com a American Association of Endodontists (2008), ressecção apical ou apicectomia é a remoção da porção apical de uma raiz durante a cirurgia periradicular. A sua finalidade está em eliminar os focos patológicos apicais e periapicais, assim como garantir uma obliteração adequada do canal radicular (YASIN-ERTEM; ALTAY; HASANOGLU-ERBASAR, 2019). A técnica cirúrgica consiste na remoção de 3 mm da região apical de forma perpendicular ao eixo da raiz, para eliminar as falhas do tratamento endodôntico (AYRANCI et al., 2018).

Nas últimas décadas os procedimentos da cirurgia apical evoluíram consideravelmente (FRIEDMAN, 2005). Os instrumentos, a técnica cirúrgica e o material obturador foram sendo modificados ao longo do tempo para se obter uma maior taxa de sucesso do tratamento (LIAO et al., 2019).

A ressecção apical, geralmente, é realizada por meio de uma broca em peça de alta rotação com os objetivos de remover cirurgicamente o delta apical; aumentar o acesso ao ápice para criar uma superfície de trabalho para o preparo retrógrado; facilitar o debridamento do tecido periapical e permitir a observação da extremidade da raiz ressecada para verificar presença de fraturas verticais (MORGAN; MARSHALL, 1999; DUARTE et al., 2007; VON ARX; STEINER; TAY, 2011).

Todavia múltiplas técnicas e instrumentos estão sendo avaliados e recomendados na literatura no intuito de encontrar uma abordagem cirúrgica ideal, pois um método adequado deve favorecer uma superfície apical mais regular, lisa, evitando escavações ou efeito sulco na superfície (BERNARDES et al., 2009; DUARTE et al., 2007).

As novas pontas de corte sônicas e ultrassônicas, surgiram para melhorar o preparo radicular e resolver os problemas ofertados pela técnica convencional. O uso de ultrassom em endodontia foi introduzido pela primeira vez por Richman em 1957, que utilizou um raspador ultrassônico modificado para debridamento do canal radicular e apicectomia. Além disso, ultrassônicos têm sido usados para irrigação, remoção de cones de prata, remoção de restauração, colocação de selador e remoção de guta-percha, preenchimento do sistema de canais radiculares com pasta e também, nos preparos ultrassônicos da extremidade da raiz para a cirurgia paraendodôntica (BELING et al., 1997; VON ARX; WALKER III, 2000).

Alguns estudos tem observado a formação de trincas radiculares em dentes submetidos ao processo de apicectomia e ao processo de preparo biomecânico dos canais (BELING et al., 1997; SAUNDERS; SAUNDERS; GUTMANN, 1994; AYDEMIR et al., 2014; RUSSELL; CHANDLER; FRIEDLANDER, 2018)

Clinicamente essas microfraturas apresentam um prognóstico obscuro, pois elas podem afetar o processo de cicatrização ao redor da raiz, resultando em vias de infiltração e induzir o tratamento a falha (AYRANCI et al., 2018). Podem se propagar provocando uma fratura vertical e podem influenciar na sobrevivência a longo prazo dos dentes tratados endodonticamente (VON ARX; STEINER; TAY, 2011; YAN et al., 2019; ÇAPAR et al., 2019).

O sistema de tomografia por coerência óptica (OCT) é um sistema de imagem não invasivo que constrói imagens transversais de estruturas e materiais biológicos internos. A detecção de trincas de esmalte, fraturas radiculares verticais e trincas de compósitos dentais foram diagnosticados previamente com OCT (RASHED et al., 2019). As alterações teciduais visualizadas em escala de cinza, diferem de acordo com as propriedades ópticas dos tecidos, fornecendo informações importantes sobre suas estruturas com potencial valor de diagnóstico (HARIRI et al., 2012; SHIMADA et al., 2015).

Em um estudo realizado com dois sistemas de OCT, o spectral domain (SD-OCT) e o swept-source (SS-OC), foi possível observar que os dois métodos se apresentaram favoráveis para detecção de microfissuras apicais. O estudo comparou as imagens do OCT com as imagens realizadas com a microtomografia computadorizada que foi considerada como padrão ouro e observou a capacidade de detecção de ambos os aparelhos (DE OLIVEIRA et al., 2017).

Em vista do exposto, o objetivo desse estudo foi avaliar de forma comparativa a formação de microfraturas em raízes unirradiculares submetidas a apicectomia por meio da broca diamantada (n° 1064, FG Dental, KG Sorensen,) broca carbide cirúrgica (FG Dental, n° 702, Prima Dental by Angelus) e ponta de ultrassom Bladesonic (Helsé Ultrasonic) utilizando como método de identificação a tomografia por coerência óptica e a microtomografia computadorizada como padrão ouro.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Comparar a formação de microfissuras em raízes unirradiculares submetidas ao procedimento de apicectomia por meio da broca diamantada (n° 1064, FG Dental, KG Sorensen) broca carbide cirúrgica (FG Dental, n° 702, Prima Dental by Angelus) e ponta de ultrassom Bladesonic (Helsé Ultrasonic) utilizando como método de identificação a tomografia por coerência óptica.

2.2 Objetivos específicos

- Comparar a efetividade de corte dos instrumentos durante a realização da apicectomia;
- Avaliar a precisão da tomografia de coerência óptica, para identificação de microfraturas na região apical em relação a microtomografia computadorizada (padrão ouro).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Aspectos éticos

O Projeto de Pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Pernambuco, para análise e emissão de parecer autorizando o estudo (Anexo A).

3.2 Seleção e preparo dos espécimes

Foram selecionadas 45 raízes de dentes humanos com canal único obtidos no Banco de Dentes Humanos vinculado ao curso de Odontologia do Departamento de Prótese e Cirurgia Buco-Facial do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco. Como critério de exclusão, os elementos dentários que apresentaram múltiplos canais, tratamento endodôntico, ápices imaturos, defeitos dentinários externos, fraturas e reabsorções radiculares foram excluídos e devolvidos ao banco de dentes.

Com as amostras selecionadas, de forma aleatória foram divididas em 3 grupos experimentais com 15 espécimes cada e numerados. Em sequências as suas porções coronárias foram inseridas em uma cuba de gelo, com diâmetro de 18x6 cm contendo gesso, no seu interior e fixados, perpendicularmente, para facilitar o manuseio e para garantir a mesma posição dos espécimes durante a obtenção das imagens com OCT

Figura 1 - Divisão dos espécimes em 03 grupos distintos, numerados e inseridos em uma base fixa de gesso.



Fonte: Fernandes, 2021.

A pesquisa foi realizada no Laboratório do Curso de Pós-Graduação em Odontologia do Departamento de Prótese e Cirurgia Buco-Facial, no Laboratório de Fotônica e Biofotônica do Departamento de Física, que disponibilizou o aparelho da Tomografia

de Coerência Óptica (930-nm SD-OCT) e no Laboratório de Tomografia Computadorizada de Raios X (LTC-RX) do Departamento de Energia Nuclear que disponibilizou o aparelho de Microtomografia Computadorizada (modelo XT H 225 ST, Nikon Metrology), assim como o programa para reconstrução das imagens (CT Pro 3D e v.XT3.1.3).

Durante a pesquisa, a hidratação das raízes foi mantida com solução de cloreto de sódio a 0,9% (Sorimax da Farmax). Uma vez ao dia, durante toda a pesquisa, a solução era adicionada na cuba de gelo e as raízes eram armazenadas na solução por imersão.

3.3 Obtenção das imagens pré-operatórias

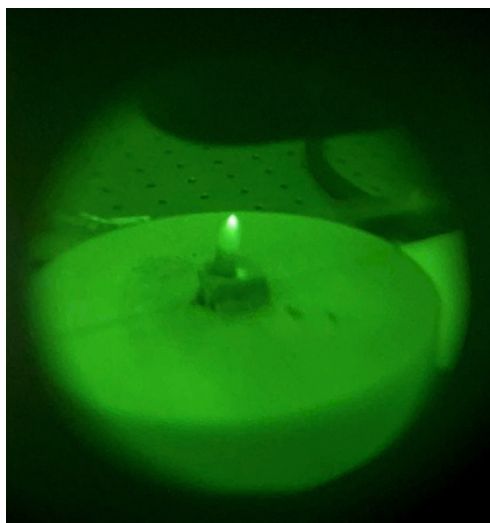
3.3.1 Tomografia por Coerência Óptica (OCT)

Para este experimento foi utilizado um sistema comercial de OCT (Callisto, Thorlabs, Inc., Nova Jersey, EUA), operando em domínio espectral (SD-OCT) que emprega um diodo superluminescente como fonte de luz com 930 nm de comprimento de onda central, 100 nm de largura de banda espectral e máxima potência de saída de 5mW. A resolução axial do sistema de 6.0µm é determinada pela largura de banda da fonte de luz, enquanto as características geométricas do feixe focalizado estão relacionadas à resolução lateral.

O sistema é composto por três partes principais: uma peça de mão, uma unidade base e um computador. A unidade base contém a fonte de luz, que emprega o diodo superluminescente e a luz é direcionada por meio de uma fibra óptica, que se encontra localizado no interior da peça de mão.

Os espécimes foram posicionados na mesa de trabalho com o ápice voltado para cima e o feixe de luz de varredura foi orientado paralelamente ao longo eixo dos dentes acima do ápice radicular. Com a utilização de um detector de infravermelho (FIND-R-SCOPE, Modelo 84499C-5), o feixe de luz foi posicionada no ponto mais central do ápice e a partir desse ponto foi realizada uma varredura no sentido mesiodistal e vestibulolingual de todos espécimes (Figura 2).

Figura 2 - Amostra posicionada na mesa de trabalho, evidenciando o ápice com o uso do detector de infravermelho.



Fonte: Fernandes, 2021.

Duas imagens são capturadas por segundo, sendo uma no sentido horizontal e outra no sentido vertical das amostras com uma resolução de 6 μ m de profundidade e 10 μ m de largura por pixel. Em relação a profundidade, o aparelho permite uma penetração máxima na imagem de aproximadamente 1,7 mm.

Todo o sistema é controlado por um software compatível com LabVIEW que coleta e processa os dados gerando a imagem tomográfica.

3.3.2 Microtomografia Computadorizada (μ CT)

Considerada o padrão ouro para identificação de microfissuras, os mesmos espécimes avaliados no OCT, também foram registrados na microtomografia computadorizada (RASHED et al., 2019).

O tomógrafo Modelo XT H 225 ST INDUSTRIAL CT SCANNING SF, com tempo de integração de 500 milissegundos por projeção, tamanho do voxel de 10 micrômetros, 100 kV e 100 μ A com o filtro de alumínio de 1mm de espessura. O aparelho é composto por um tubo de raios X de microfoco e fonte de alta tensão, é uma versão estendida para conter amostras maiores até 50 kg com um diâmetro de cerca de 50cm. Todo o sistema está conectado a uma rede de seis computadores com sistema operacional WINDOWS 8 de 64 bits, utilizados no controle, aquisição de dados, reconstrução, análise e armazenamento das imagens.

Cada amostra estava inserida em um bloco de gesso possuindo 18cm de altura e 6cm de largura, e cada bloco foi inserido no centro de uma mesa metálica que é parte integrante do tomógrafo. Após o posicionamento e fechamento do compartimento da câmara do microtomógrafo foi acionado o escaneamento, cuja aquisição das projeções dos espécimes é feita em diversas angulações ao longo de uma rotação de 360° com tamanho de voxel de 10 µm e tempo de 25 minutos de aquisição gerando 3.016 projeções de cada escaneamento.

As reconstruções das imagens foram realizadas com uso do software CT Pro 3D, do qual foi seguido protocolo disponibilizado pelo Laboratório. Para visualização das imagens reconstruídas utilizou-se o software VG Studio Max 2.2, onde foi possível realizar a edição e exportação das imagens 3D, junto com suavização das imagens com aplicação do filtro de Gauss.

3.4 Grupos experimentais

Inicialmente os espécimes foram numerados e divididos aleatoriamente em 3 grupos experimentais, com 15 espécimes cada, de acordo com o instrumento a ser realizado no procedimento de apicectomia.

GRUPO 1: Broca diamantada (n° 1064, FG Dental, KG Sorensen) com caneta de alta rotação;

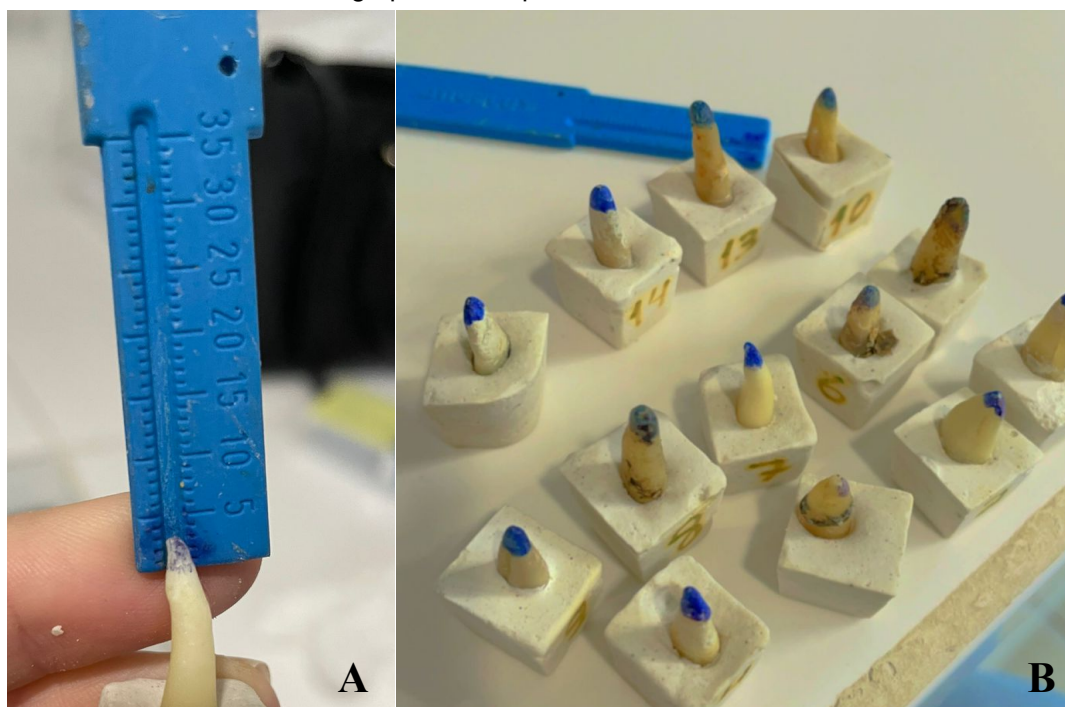
GRUPO 2: Broca carbide cirúrgica (FG Dental, n° 702, Prima Dental by Angelus) com caneta de alta rotação;

GRUPO 3: Ponta de ultrassom Bladesonic (Helsé Ultrasonic), utilizado em potência máxima no Ultrassom Jet Sonic BV – Bivolt.

3.5 Apicectomia

Com o auxílio de uma régua plástica milimetrada endodôntica (Maquira) 3 mm da porção apical de cada amostra, foi demarcado com a ajuda de uma caneta marcadora utilizada para retroprojeter azul para destaque da área a ser removida (Figura 3).

Figura 3 - (A) Marcação do espécime com o auxílio da régua milimetrada endodôntica; (B) Espécimes do grupo 1 com ápices marcados.



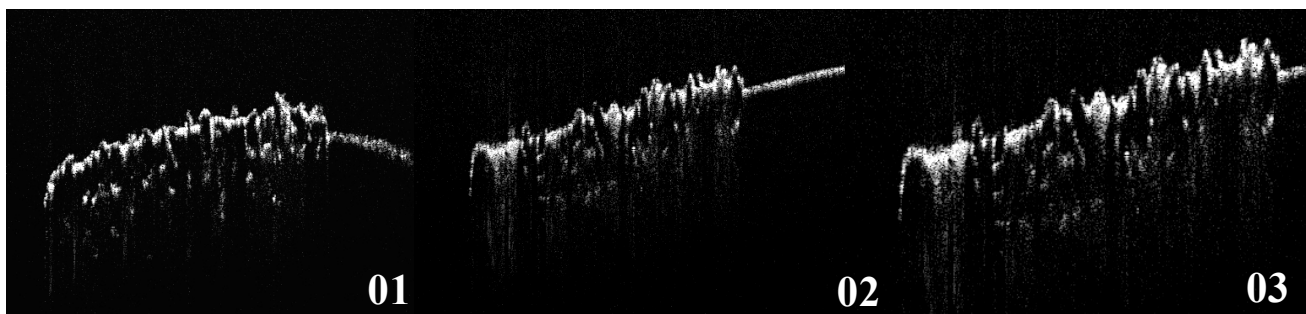
Fonte: Fernandes, 2021

Conforme a técnica cirúrgica, a remoção do fragmento apical se deu ao eixo longitudinal da raiz formando um ângulo de 90° (AYRANCI et al., 2018; VON ARX; STEINER; TAY, 2011). A intervenção foi feita por grupos, conforme o instrumento de cada um e o fluxo de água foi contínuo em todos eles.

De acordo com a literatura, a eficiência de corte e vida útil das brocas está relacionada com a frequência de uso, diminuindo ao longo do tempo. As brocas diamantadas perdem suas partículas de diamante quando elas são usadas para cortar materiais (JACKSON; SEIN; AHMED, 2004). Com o intuito de manter a capacidade de corte constante dos instrumentos, no grupo 1 e no grupo 2 a cada 5 espécimes submetidos ao procedimento de apicectomia havia substituição da broca (BERBERT et al., 2010).

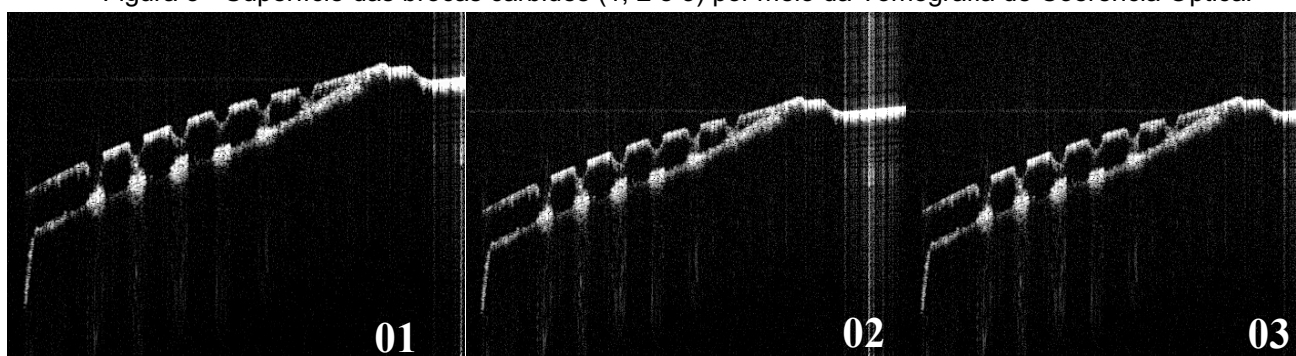
Como forma de avaliar a integridade das superfícies dos instrumentos, em cada broca foi feita a imagem por meio de Tomografia de Coerência Óptica, para observar a preservação das mesmas. A broca diamantada na sua superfície evidencia os seus grânulos de diamante aglutinados em uma haste metálica de aço tipo inox (Figuras 3). A broca carbide produzida com carbureto de tungstênio evidencia os ângulos das faces cortantes (Figura 4).

Figura 4 - Superfície das brocas diamantadas (1, 2 e 3), evidenciando a superfície preservada por meio da Tomografia de Coerência Óptica.



Fonte: Fernandes, 2021.

Figura 5 - Superfície das brocas carbides (1, 2 e 3) por meio da Tomografia de Coerência Óptica.



Fonte: Fernandes, 2021.

3.6 Obtenção das imagens pós-operatórias

Após a apicectomia foram capturadas imagens da mesma forma como descrita anteriormente para as imagens pré-operatórias, tanto pela Tomografia de Coerência Óptica quanto pela Microtomografia Computadorizada.

3.7 Avaliação das microfissuras

As imagens no sentido horizontal e vertical das amostras geradas na OCT antes e após o procedimento de apicectomia foram cegamente avaliadas por três examinadores, especialistas em endodontia, em momentos diferentes para detectar a presença de microfissuras.

Em momentos distintos os avaliadores analisaram as imagens realizadas pela OCT por meio de apresentação de slides em Power Point, assinalando um questionário onde aparecia as alternativas: (1) fratura definitivamente ausente; (2) fratura

provavelmente ausente; (3) incerto se a fratura está ausente ou não; (4) fratura provavelmente presente e (5) fratura definitivamente presente.

Após 07 dias o mesmo questionário foi aplicado para os mesmos avaliadores, com as imagens realizadas antes e após a apicectomia na μ CT para avaliação de microfissuras.

3.8 Análise Estatística

Para cada um dos 45 espécimes subdivididos igualmente entre cada um dos três grupos foi avaliado a presença ou ausência de fratura por três examinadores devidamente calibrados. A verificação da concordância interexaminadores de cada metodologia, foi realizada por meio do teste de confiabilidade de Kappa.

Para o teste de Kappa, os dados foram classificados em uma escala ordinal de cinco níveis, onde foi dicotomizada com os valores iguais a 1 e 2, sendo considerados iguais a 1 (fratura Ausente) e os valores 3, 4 e 5 foram reclassificados como 2 (fratura presente). A opção de classificar o nível 3 da escala (presença fratura incerta) como fratura presente se deu porque a incerteza de sua existência deverá levar o profissional a aprofundar na investigação clínica, evitando-se assim, o pior desfecho para o dente que é o não tratamento da fratura. O nível de significância utilizado nas decisões dos testes estatísticos foi de 5% e os intervalos obtidos com 95% de confiança. Os dados foram digitados por meio da planilha Excel e o software utilizado para a obtenção dos cálculos estatísticos foi o IBM SAS na versão 25.

Para análise de formação de fraturas entre os grupos a aplicação do teste Exato de Fisher foi aplicado. Destaca-se que na utilização desses testes estatísticos foram consideradas as modas das avaliações entre os três examinadores para cada corpo de prova, pois deste modo obtém-se completa independência entre as observações (valores modais) e os cálculos estatísticos são baseados no tamanho da amostra real.

A sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo (VPP), valor preditivo negativo (VPN) e a acurácia, foi determinado para o aparelho SD-OCT comparado ao μ CT que é considerado padrão ouro. Além disso, a curva de características de operação do receptor (ROC) e as áreas sob as curvas ROC (AUC) foram comparadas utilizando o Teste DeLong. Esses dados foram analisados utilizando os programas SPSS v.20 (SPSS Inc, Chicago, IL) e MedCalc para Windows v.20.0.18 (MedCalc Software BVBA, Ostend, Bélgica). O nível de significância foi de 5% ($p < 0,05$).

4 RESULTADOS

Os escores de Kappa interexaminadores das análises em OCT são representadas na Tabela 1, onde se observa os resultados relativos à concordância entre os pares de examinadores.

No OCT, o percentual de concordância entre os avaliadores variou de 80,0% a 88,9%; o valor do Kappa foi menos elevado entre os examinadores 1 e 3 (0,44), seguido dos examinadores 1 e 2 (0,59), concordâncias estas classificadas como moderada e foi 0,64 (boa concordância) entre os examinadores 2 e 3, logo a média da concordância entre os três pares de examinadores foi 85,2% e Kappa 0,56 (concordância moderada).

Tabela 1 - Avaliação da concordância entre avaliadores no grupo total das amostras.

Variável	Examinadores	Observada n (%) ⁽¹⁾	Coincidência	
			Kappa	Intervalo com 95% confiança
OCT	1 x 2	39 (86,7)	0,59	0,30 a 0,88
	1 x 3	36 (80,0)	0,44	0,13 a 0,75
	2 x 3	40 (88,9)	0,64	0,36 a 0,92
	Média dos pares	85,2	0,56	0,26 a 0,85

(1) Percentuais obtidos com base em 45 amostras.

Fonte: Fernandes, 2021.

Em relação ao estudo das fraturas, foi considerado os resultados da moda entre os três examinadores. De acordo com a tabela 2, observa-se o percentual de fratura maior no grupo 1, seguido do grupo 2 e 3 respectivamente, no entanto não houve diferença estatística significativa ($p > 0,05$).

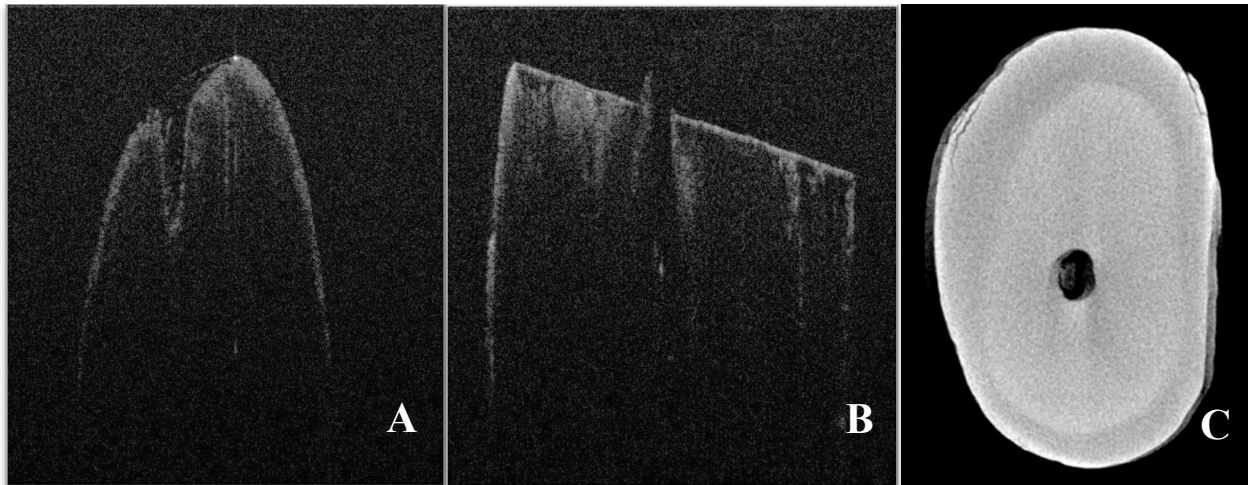
Tabela 2 - Avaliação da ocorrência de fratura por equipamento segundo o grupo com base nos resultados da moda entre os três examinadores.

Equipamento	Grupo				Valor de p
	Grupo 1 n (%)	Grupo 2 n (%)	Grupo 3 n (%)	Grupo Total n (%)	
TOTAL	15 (100,0)	15 (100,0)	15 (100,0)	15 (100,0)	
OCT					$p^{(1)} = 0,488$
Com fratura	4 (26,7)	3 (20,0)	1 (6,7)	8 (17,8)	
Sem fratura	11 (73,3)	12 (80,0)	14 (93,3)	37 (82,2)	

(1) Pelo teste Exato de Fisher

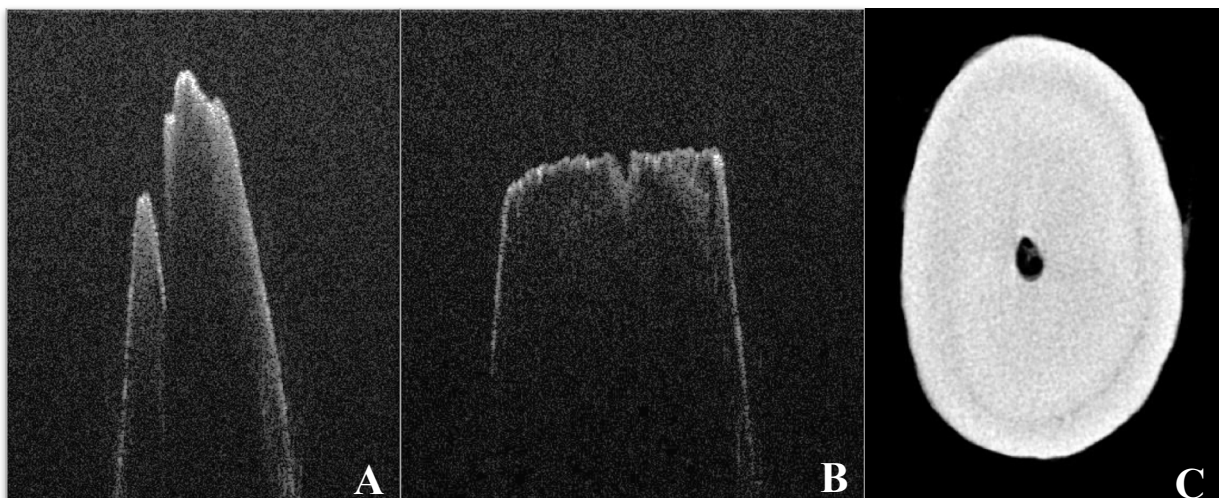
Fonte: Fernandes, 2021.

Figura 6- Imagens com o aparelho SD-OCT e com a μ CT. A – Espécime sem a detecção de fraturas antes da apicectomia; B- Espécime com a fratura, após a apicectomia; C – Imagem das fraturas com a μ CT



Fonte: Fernandes, 2021.

Figura 7 - Imagens com o aparelho SD-OCT e com a μ CT. A – Espécime sem a detecção de fraturas antes da apicectomia; B- Manutenção da integridade após a apicectomia; C – Imagem com μ CT.



Fonte: Fernandes, 2021.

Os resultados dos testes de sensibilidade, especificidade, VPP, VPN acurácia e área sob a curva ROC para o dispositivo de OCT estão especificados na Tabela 3. A μ CT foi definida como padrão ouro e em todos os testes apresentou uma superior performance diagnóstica para todos os parâmetros avaliados com diferenças estatisticamente significativa.

Tabela 3 - Desempenho de diagnóstico da OCT em comparação com a μ CT.

Estatística	OCT	μCT
Sensibilidade	33,33%	59,26%
Especificidade	71,30%	85,19%
VPP	22,50%	50,00%
VPN	81,05%	89,32%
Acurácia	63,70%	80,00%
AUC	52,30%	72,20%

AUC, área sob a curva característica de operação do receptor;

VPN, valor preditivo negativo; VPP, valor preditivo positivo;

Fonte: Fernandes, 2021.

5 CONCLUSÃO

Diante desta pesquisa pode-se concluir que as pontas ultrassônicas apresentaram um melhor desempenho na ressecção apical, contudo a diferença entre os grupos no que se refere a formação de microfraturas não é estatisticamente significativa.

Como método de diagnóstico para microfraturas em dentes submetidos a apicectomia, o aparelho de OCT se apresentou com uma baixa acurácia em comparação com a μ CT.

REFERÊNCIAS

- AYDEMIR, S. et al. Crack formation on resected root surfaces subjected to conventional, ultrasonic, and laser root-end cavity preparation. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 32, n. 6, p. 351–355, 1 jun. 2014.
- AYRANCI, F. et al. Resistance to vertical root fracture of apicoected teeth using different devices during two root canal irrigation procedures. **Lasers in Medical Science**, v. 33, n. 8, p. 1685–1691, 1 nov. 2018.
- BELING, K. L. et al. Evaluation for cracks associated with ultrasonic root-end preparation of Gutta-Percha filled canals. **Journal of Endodontics**, v. 23, n. 5, p. 323–326, 1997.
- BERBERT, F. L. C. V. et al. An in vitro evaluation of apicoectomies and retropreparations using different methods. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology**, v. 110, n. 4, p. e57–e63, 2010.
- BERNARDES, R. A. et al. Ultrasonic Chemical Vapor Deposition-coated Tip versus High- and Low-speed Carbide Burs for Apicoectomy: Time Required for Resection and Scanning Electron Microscopy Analysis of the Root-end Surfaces. **Journal of Endodontics**, v. 35, n. 2, p. 265–268, fev. 2009.
- BÜRKLEIN, S.; TSOTSIS, P.; SCHÄFER, E. Incidence of dentinal defects after root canal preparation: Reciprocating versus rotary instrumentation. **Journal of Endodontics**, v. 39, n. 4, p. 501–504, 2013.
- CAMPELLO, A. F. et al. Accuracy of Microcomputed Tomography in Detecting Dentinal Cracks: A Correlative Study with Scanning Electron and Operative Microscopy. **Scanning**, v. 2021, p. 1–7, 2021.
- ÇAPAR, İ. D. et al. Comparison of microcomputed tomography, cone beam tomography, stereomicroscopy, and scanning electron microscopy techniques for detection of microcracks on root dentin and effect of different apical sizes on microcrack formation. **Microscopy Research and Technique**, v. 82, n. 10, p. 1748–1755, 1 out. 2019.
- DE MELO, L. S. A. et al. Evaluation of enamel dental restoration interface by optical coherence tomography. **Journal of Biomedical Optics**, v. 10, n. 6, p. 064027, 2005.
- DE OLIVEIRA, B. P. et al. Detection of Apical Root Cracks Using Spectral Domain and Swept-source Optical Coherence Tomography. **Journal of Endodontics**, v. 43, n. 7, p. 1148–1151, 1 jul. 2017.

- DUARTE, M. A. H. et al. Evaluation of apical surface roughness after root resection: a scanning electron microscopic study. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology**, v. 104, n. 6, dez. 2007.
- EKICI, Ö. et al. Evaluation of surface roughness after root resection: An optical profilometer study. **Microscopy Research and Technique**, v. 84, n. 4, p. 828–836, 2021.
- FRIEDMAN, S. The prognosis and expected outcome of apical surgery. **Endodontic Topics**, v. 11, n. 1, p. 219–262, 2005.
- GONDIM, E. et al. **Effect of Sonic and Ultrasonic Retrograde Cavity Preparation on the Integrity of Root Apices of Freshly Extracted Human Teeth: Scanning Electron Microscopy Analysis**, v. 28, n. 9, p. 646-650, 2002.
- HARIRI, I. et al. Effects of structural orientation of enamel and dentine on light attenuation and local refractive index: An optical coherence tomography study. **Journal of Dentistry**, v. 40, n. 5, p. 387–396, maio 2012.
- HUAN, D. et al. Optical Coherence Tomography. **Scientific Reports**, v. 254, n. 5035, p. 1178–1181, 1991.
- JACKSON, M. J.; SEIN, H.; AHMED, W. Diamond coated dental bur machining of natural and synthetic dental materials. **Journal of Materials Science: Materials in Medicine**, v. 15, n. 12, p. 1323–1331, 2004.
- KIM, J. M.; KANG, S. R.; YI, W. J. Automatic detection of tooth cracks in optical coherence tomography images. **Journal of Periodontal and Implant Science**, v. 47, n. 1, p. 41–50, 2017.
- LAYTON, C. A. et al. Evaluation for cracks associated with ultrasonic root-end preparation of Gutta-Percha filled canals. **Journal of Endodontics**, v. 23, n. 5, p. 323–326, 1997.
- LIAO, W. C. et al. Outcome assessment of apical surgery: A study of 234 teeth. **Journal of the Formosan Medical Association**, v. 118, n. 6, p. 1055–1061, 1 jun. 2019.
- MORGAN, L. A.; MARSHALL, J. G. **A Scanning Electron Microscopic Study of In Vivo Ultrasonic Root-End Preparations** JOURNAL OF ENDODONTICS. [s.l: s.n.].
- RASHED, B. et al. Evaluation of Crack Formation and Propagation with Ultrasonic Root-End Preparation and Obturation Using a Digital Microscope and Optical Coherence Tomography. *Scanning*, p. 1–6, 2019.

RUSSELL, A. A.; CHANDLER, N. P.; FRIEDLANDER, L. T. Crack formation following root-end preparation in roots with the butterfly effect. **European Endodontic Journal**, v. 3, n. 2, p. 107–112, 2018.

SAUNDERS, W. P.; SAUNDERS, E. M.; GUTMANN, J. L. Ultrasonic root-end preparation Part 2, Microleakage of EBA root-end fillings. **International Endodontic Journal**, v. 27, n. 6, p. 325–329, 1994.

SHIMADA, Y. et al. Application of Optical Coherence Tomography (OCT) for Diagnosis of Caries, Cracks, and Defects of Restorations Curr Oral Health Reports. **Curr Oral Health Rep**. v. 2, n. 2, p. 73-80, 2015.

VON ARX, T.; STEINER, R. G.; TAY, F. R. Apical surgery: Endoscopic findings at the resection level of 168 consecutively treated roots. **International Endodontic Journal**, v. 44, n. 4, p. 290–302, 2011.

VON ARX, T.; WALKER III, W. Microsurgical instruments for root-end cavity preparation following apicoectomy: a literature review. **Endod Dent Traumatol**, v. 16, p. 47–62, 2000.

YAN, W. et al. Contribution of Root Canal Treatment to the Fracture Resistance of Dentin. **Journal of Endodontics**, v. 45, n. 2, p. 189–193, 1 fev. 2019.

YASIN-ERTEM, S.; ALTAY, H.; HASANOGLU-ERBASAR, N. The evaluation of apicectomy without retrograde filling in terms of lesion size localization and approximation to the anatomic structures. **Medicina Oral Patologia Oral y Cirugia Bucal**, v. 24, n. 2, p. e265–e270, 1 mar. 2019.

APÊNDICE A - AVALIAÇÃO DA PRESENÇA DE MICROFRATURAS POR MEIO DA TOMOGRAFIA DE COERÊNCIA ÓPTICA DE RAÍZES SUBMETIDAS À APIPECTOMIA

Introdução

De acordo com a American Association of Endodontists (2008), ressecção apical ou apicectomia é a remoção da porção apical de uma raiz durante a cirurgia periradicular. A sua finalidade está em eliminar os focos patológicos apicais e periapicais, assim como garantir uma obliteração adequada do canal radicular (YASIN-ERTEM; ALTAY; HASANOGLU-ERBASAR, 2019). A técnica cirúrgica consiste na remoção de 3 mm da região apical de forma perpendicular ao eixo da raiz, para eliminar as falhas do tratamento endodôntico (AYRANCI et al., 2018).

Nas últimas décadas os procedimentos da cirurgia apical evoluíram consideravelmente (FRIEDMAN, 2005). Os instrumentos, a técnica cirúrgica e o material obturador foram sendo modificados ao longo do tempo para se obter uma maior taxa de sucesso do tratamento (LIAO et al., 2019).

A ressecção apical, geralmente, é realizada por meio de uma broca em peça de alta rotação com os objetivos de remover cirurgicamente o delta apical; aumentar o acesso ao ápice para criar uma superfície de trabalho para o preparo retrógrado; facilitar o debridamento do tecido periapical e permitir a observação da extremidade da raiz ressecada para verificar presença de fraturas verticais (MORGAN; MARSHALL, 1999; DUARTE et al., 2007; VON ARX; STEINER; TAY, 2011).

Todavia múltiplas técnicas e instrumentos estão sendo avaliados e recomendados na literatura no intuito de encontrar uma abordagem cirúrgica ideal, pois um método adequado deve favorecer uma superfície apical mais regular, lisa, evitando escavações ou efeito sulco na superfície (BERNARDES et al., 2009; DUARTE et al., 2007).

As novas pontas de corte sônicas e ultrassônicas, surgiram para melhorar o preparo radicular e resolver os problemas ofertados pela técnica convencional. No entanto alguns estudos tem observado a formação de trincas radiculares em dentes submetidos ao processo de apicectomia e ao processo de preparo biomecânico dos canais (BELING et al., 1997; SAUNDERS; SAUNDERS; GUTMANN, 1994; VON ARX;

WALKER III, 2000; AYDEMIR et al., 2014; RUSSELL; CHANDLER; FRIEDLANDER, 2018).

Clinicamente essas microfraturas apresentam um prognóstico obscuro, pois elas podem afetar o processo de cicatrização ao redor da raiz, resultando em vias de infiltração e induzir o tratamento a falha (AYRANCI et al., 2018). Podem se propagar provocando uma fratura vertical e podem influenciar na sobrevivência a longo prazo dos dentes tratados endodonticamente (VON ARX; STEINER; TAY, 2011; YAN et al., 2019; ÇAPAR et al., 2019).

O sistema de tomografia por coerência óptica (OCT) é um sistema de imagem não invasivo que constrói imagens transversais de estruturas e materiais biológicos internos. A detecção de trincas de esmalte, fraturas radiculares verticais e trincas de compósitos dentais foram diagnosticados previamente com OCT (RASHED et al., 2019). As alterações teciduais visualizadas em escala de cinza, diferem de acordo com as propriedades ópticas dos tecidos, fornecendo informações importantes sobre suas estruturas com potencial valor de diagnóstico (HARIRI et al., 2012; SHIMADA et al., 2015).

Em vista do exposto, o objetivo desse estudo foi avaliar de forma comparativa a formação de microfraturas em raízes unirradiculares submetidas a apicectomia por meio da broca diamantada (n° 1064, FG Dental, KG Sorensen,) broca carbide cirúrgica (FG Dental, n° 702, Prima Dental by Angelus) e ponta de ultrassom Bladesonic (Helsé Ultrasonic) utilizando como método de identificação a tomografia por coerência óptica e a microtomografia computadorizada como padrão ouro.

Materiais e métodos

Seleção e preparo dos espécimes

Após a aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Pernambuco (n° do parecer 4.958.356), foram selecionadas 45 raízes de dentes humanos com canal único. Como critério de exclusão, os elementos dentários que apresentaram múltiplos canais, tratamento endodôntico, ápices imaturos, defeitos dentinários externos, fraturas e reabsorções radiculares foram excluídos e devolvidos ao banco de dentes humanos da UFPE.

Inicialmente os espécimes foram numerados e divididos aleatoriamente em 3 grupos experimentais, com 15 espécimes cada, de acordo com o instrumento a ser usado no procedimento de apicectomia. Com ajuda de uma régua milimetrada endodôntica 3 mm da porção apical foram marcados utilizando uma caneta marcadora para retroprojeto azul e a apicectomia prosseguiu em grupos utilizando uma broca diamantada (n° 1064, FG Dental, KG Sorensen), uma broca carbide cirúrgica (FG Dental, n° 702, Prima Dental by Angelus) e uma ponta de ultrassom Bladesonic (Helsé Ultrasonic), constituindo assim o grupo 1, 2 e 3 respectivamente. Conforme a técnica cirúrgica, a remoção do fragmento apical se deu ao eixo longitudinal da raiz formando um ângulo de 90°.

Durante toda a pesquisa, a hidratação das raízes foram mantidas com Soro Fisiológico a 0,9% por imersão. Cada broca foi utilizada apenas 5 vezes e durante a apicectomia, a irrigação foi contínua e realizada por um único operador.

Escaneamento com a tomografia por coerência óptica (OCT)

Para este experimento foi utilizado um sistema comercial de OCT (Callisto, Thorlabs, Inc., Nova Jersey, EUA), operando em domínio espectral (SD-OCT) que emprega um diodo superluminescente como fonte de luz com 930 nm de comprimento de onda central, 100 nm de largura de banda espectral e máxima potência de saída de 5mW. A resolução axial do sistema de 6.0µm é determinada pela largura de banda da fonte de luz, enquanto as características geométricas do feixe focalizado estão relacionadas à resolução lateral.

Os espécimes foram posicionados na mesa de trabalho com o ápice voltado para cima e o feixe de luz de varredura foi orientado paralelamente ao longo eixo dos dentes acima do ápice radicular. Com a utilização de um detector de infravermelho (FIND-R-SCOPE, Modelo 84499C-5), o feixe de luz foi posicionada no ponto mais central do ápice e a partir desse ponto foi realizada uma varredura no sentido mesiodistal e vestibulolingual de todos espécimes.

Duas imagens são capturadas por segundo, sendo uma no sentido horizontal e outra no sentido vertical das amostras com uma resolução de 6µm de profundidade e 10µm de largura por pixel. Em relação a profundidade, o aparelho permite uma penetração máxima na imagem de aproximadamente 1,7 mm.

Todo o sistema é controlado por um software compatível com LabVIEW que coleta e processa os dados gerando a imagem tomográfica.

Escaneamento com a microtomografia computadorizada (μ CT) como padrão-ouro

Imagens dos espécimes também foram obtidas com o tomógrafo Modelo XT H 225 ST INDUSTRIAL CT SCANNING SF, com tempo de integração de 500 milissegundos por projeção, tamanho do voxel de 10 micrômetros, 100 kV e 100 μ A com o filtro de alumínio de 1mm de espessura.

Cada amostra estava inserida no centro de uma mesa metálica que é parte integrante do tomógrafo. Após o posicionamento e fechamento do compartimento da câmara do microtomógrafo, foi acionado o escaneamento, cuja aquisição das projeções dos espécimes é feita em diversas angulações ao longo de uma rotação de 360° com tamanho de voxel de 10 μ m e tempo de 25 minutos de aquisição gerando 3.016 projeções de cada escaneamento.

As reconstruções das imagens foram realizada com uso do software CT Pro 3D, do qual foi seguido protocolo disponibilizado pelo Laboratório. Para visualização das imagens reconstruídas utilizou-se o software VG Studio Max 2.2, onde foi possível realizar a edição e exportação das imagens 3D, junto com suavização das imagens com aplicação do filtro de Gauss.

Avaliação das microfissuras

Três examinadores independentes avaliaram cegamente as imagens antes e após a apicectomia das amostras geradas na OCT. Os examinadores eram especialistas em endodontia, previamente treinados com imagens de OCT e cada um pontuou a presença ou ausência de microfraturas nos dentes de acordo com uma escala de 5 pontos sendo: (1) fratura definitivamente ausente; (2) fratura provavelmente ausente; (3) incerto se a fratura está ausente ou não; (4) fratura provavelmente presente e (5) fratura definitivamente presente.

Após 07 dias o mesmo questionário foi aplicado para os mesmos avaliadores, com as imagens realizadas antes e após a apicectomia na μ CT para avaliação de microfissuras.

Análise estatística

Para cada um dos 45 espécimes subdivididos igualmente entre cada um dos três grupos foi avaliado a presença ou ausência de fratura por três examinadores devidamente calibrados. A verificação da concordância interexaminadores de cada metodologia, foi realizada por meio do teste de confiabilidade de Kappa.

Para o teste de Kappa, os dados foram classificados em uma escala ordinal de cinco níveis, onde foi dicotomizada com os valores iguais a 1 e 2, sendo considerados iguais a 1 (fratura Ausente) e os valores 3, 4 e 5 foram reclassificados como 2 (fratura presente). A opção de classificar o nível 3 da escala (presença fratura incerta) como fratura presente se deu porque a incerteza de sua existência deverá levar o profissional a aprofundar na investigação clínica, evitando-se assim, o pior desfecho para o dente que é o não tratamento da fratura. O nível de significância utilizado nas decisões dos testes estatísticos foi de 5% e os intervalos obtidos com 95% de confiança. Os dados foram digitados por meio da planilha Excel e o software utilizado para a obtenção dos cálculos estatísticos foi o IBM SAS na versão 25.

Teste de sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo (VPP), valor preditivo negativo (VPN) e a acurácia, foi determinado para o aparelho SD-OCT comparado ao μ CT que é considerado padrão ouro. Além disso, a curva de características de operação do receptor (ROC) e as áreas sob as curvas ROC (AUC) foram comparadas utilizando o Teste DeLong. Esses dados foram analisados utilizando os programas SPSS v.20 (SPSS Inc, Chicago, IL) e MedCalc para Windows v.20.0.18 (MedCalc Software BVBA, Ostend, Bélgica). O nível de significância foi de 5% ($p < 0,05$).

Resultados

Os escores de Kappa interexaminadores das análises em OCT são representadas na Tabela 1, onde se observa os resultados relativos à concordância entre os pares de examinadores.

No OCT, o percentual de concordância entre os avaliadores variou de 80,0% a 88,9%; o valor do Kappa foi menos elevado entre os examinadores 1 e 3 (0,44), seguido dos examinadores 1 e 2 (0,59), concordâncias estas classificadas como moderada e foi 0,64 (boa concordância) entre os examinadores 2 e 3, logo a média

da concordância entre os três pares de examinadores foi 85,2% e Kappa 0,56 (concordância moderada).

Tabela 1 – Avaliação da concordância entre avaliadores no grupo total das amostras.

Variável	Examinadores	Observada n (%) ⁽¹⁾	Coincidência	
			Kappa	Intervalo com 95% confiança
OCT	1 x 2	39 (86,7)	0,59	0,30 a 0,88
	1 x 3	36 (80,0)	0,44	0,13 a 0,75
	2 x 3	40 (88,9)	0,64	0,36 a 0,92
Média dos pares		85,2	0,56	0,26 a 0,85

(1) Percentuais obtidos com base em 45 amostras.

Em relação ao estudo das fraturas, foi considerado os resultados da moda entre os três examinadores. De acordo com a tabela 2, observa-se o percentual de fratura maior no grupo 1, seguido do grupo 2 e 3 respectivamente, no entanto não houve diferença estatística significativa ($p > 0,05$).

Tabela 2 – Avaliação da ocorrência de fratura por equipamento segundo o grupo com base nos resultados da moda entre os três examinadores.

Equipamento	Grupo 1 n (%)	Grupo 2 n (%)	Grupo 3 n (%)	Grupo Total n (%)	Valor de p
TOTAL	15 (100,0)	15 (100,0)	15 (100,0)	15 (100,0)	
OCT					$p^{(1)} = 0,488$
Com fratura	4 (26,7)	3 (20,0)	1 (6,7)	8 (17,8)	
Sem fratura	11 (73,3)	12 (80,0)	14 (93,3)	37 (82,2)	

(1) Pelo teste Exato de Fisher

Figura 1: Imagens com o aparelho SD-OCT e com a μ CT. A – Espécime sem a detecção de fraturas antes da apicectomia; B- Espécime com a fratura, após a apicectomia; C – Imagem das fraturas com a μ CT.

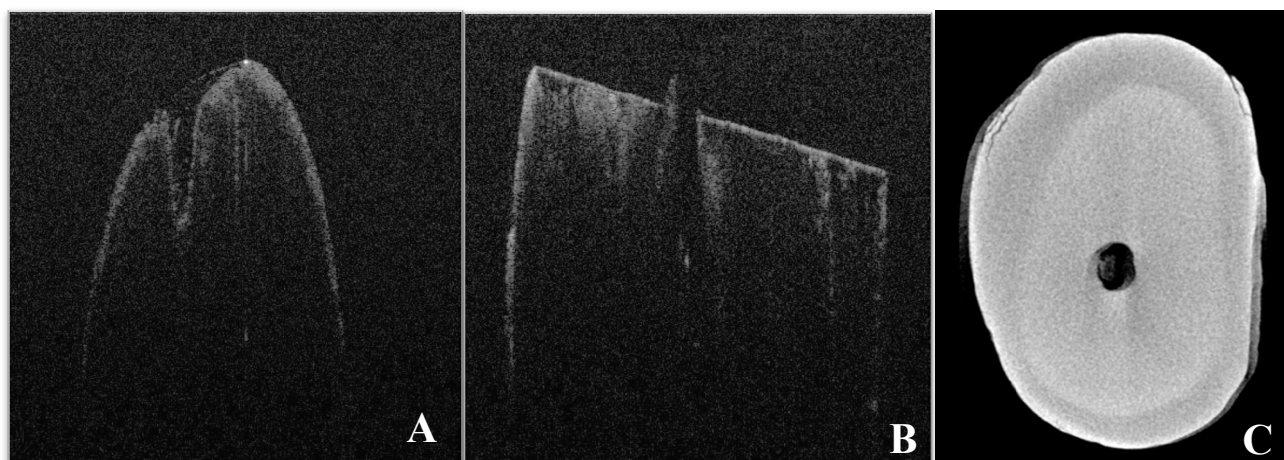
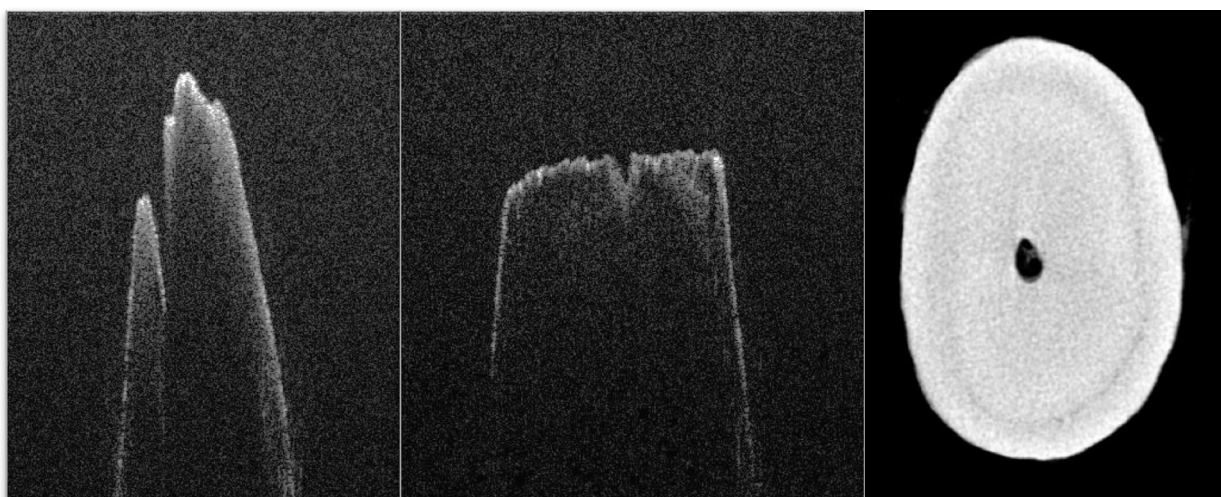


Figura 2: Imagens com o aparelho SD-OCT e com a μ CT. A – Espécime sem a detecção de fraturas antes da apicectomia; B- Manutenção da integridade após a apicectomia; C – Imagem com μ CT.



Os resultados dos testes de sensibilidade, especificidade, VPP, VPN acurácia e área sob a curva ROC para o dispositivo de OCT estão especificados na Tabela 3. A μ CT foi definida como padrão ouro e em todos os testes apresentou uma superior performance diagnóstica para todos os parâmetros avaliados com diferenças estatisticamente significativa.

Tabela 03 – Desempenho de diagnóstico da OCT em comparação com a μ CT.

Estatística	OCT	μCT
Sensibilidade	33,33%	59,26%
Especificidade	71,30%	85,19%
VPP	22,50%	50,00%
VPN	81,05%	89,32%
Acurácia	63,70%	80,00%
AUC	52,30%	72,20%

AUC, área sob a curva característica de operação do receptor;
 VPN, valor preditivo negativo; VPP, valor preditivo positivo;

Discussão

Raízes dentárias sem tratamento endodôntico prévio foram submetidas ao procedimento de apicectomia para avaliar a formação de microfraturas provocadas pela ação dos instrumentos. No tratamento cirúrgico endodôntico microfraturas podem ser provocadas durante a apicectomia ou durante o preparo da extremidade da raiz (BELING et al., 1997; LAYTON et al., 1997; GONDIM et al., 2002; RASHED et al., 2019).

Em um estudo realizado para avaliar a formação de microfraturas, nas superfícies das extremidades radiculares após a ressecção apical e após a retroinstrumentação observou-se que microfraturas foram formadas em ambas etapas (LAYTON et al., 1997). Na pesquisa realizada como o objetivo foi avaliar a ação dos instrumentos, os espécimes não foram instrumentados após a apicectomia assim como eles não receberam tratamento endodôntico prévio pois a intervenção poderia levar a um elevado nível de concentração de tensão nas paredes dos canais radiculares, e consequentemente interferir na formação de defeitos dentinários (BÜRKLEIN; TSOTSIS; SCHÄFER, 2013).

Muitos são os estudos que avaliam a formação de microfraturas durante a preparação da extremidade da raiz, no entanto poucos associam essas fraturas com o ato da ressecção apical de forma isolada.

Em um estudo utilizando 20 dentes unirradiculares, avaliados em pares, a ressecção apical foi realizada em dentes obturados e dentes não obturados, igualmente distribuídos em dois grupos. Com o uso do ultrassom para a ressecção, a

pesquisa mostrou que não houve diferença, estatisticamente significativa, do número de fissuras entre os grupos (BELING et al., 1997).

Aydemir et al. (2014) realizaram um estudo *in vitro* para detectar microfraturas em superfícies radiculares ressecadas após a preparação da cavidade da extremidade da raiz usando brocas, retropontas ultrassônicas revestida com nitreto de zircônia e o laser Er:YAG. O estudo evidenciou que o método de ressecção e preparação da extremidade da raiz não teve efeito significativo no número ou tipo de fissuras.

Berbert et al. (2010) realizaram apicectomia em 30 dentes unirradiculares, recém-extraídos. No grupo 1 utilizou a broca Zecrya na caneta de alta rotação, no segundo grupo utilizou uma ponta ultrassônica (Minipiezon) e no terceiro o laser de ErCr:YSGG. Após a avaliação da superfície com fotomicrografias para avaliar a fratura (x100 e x200), o estudo não detectou quaisquer fissuras após a apicectomia.

No presente trabalho, a incidência das microfraturas foi maior no grupo 1 onde o procedimento de apicectomia foi realizada por meio da broca diamantada, seguida do grupo 2 que realizou o procedimento por meio da broca carbide e pela ponta ultrassônica, respectivamente. No entanto, de acordo com os estudos anteriores, não houve uma diferença estatisticamente significativa ($p=0,488$), na formação de microfraturas em dentes submetidos a apicectomia.

Diferentes ferramentas e técnicas são utilizadas para a ressecção apical. Tradicionalmente, brocas de diferentes tamanhos e formatos tem sido usadas com sucesso na cirurgia endodôntica por muitos anos. Com a introdução do laser e dos dispositivos ultrassônicos na prática odontológica, o uso desses novos métodos tem sido, também, aplicado na cirurgia apical (EKICI et al., 2021).

O uso da broca diamantada na dentina reduz seu desempenho abrasivo com o tempo. Os revestimentos de diamantes são atraentes para processos de corte devido à sua alta dureza, baixo coeficiente de atrito e excelente resistência ao desgaste. No entanto elas perdem uma proporção significativa de suas partículas de diamantes quando são usadas para cortar materiais dentais naturais e sintéticos, consequentemente podem causar um superaquecimento nas estruturas (JACKSON; SEIN; AHMED, 2004). Na pesquisa o controle do superaquecimento foi realizado por meio da substituição das brocas e durante a ressecção apical por meio do fluxo contínuo de água no entanto, mesmo assim, o grupo 1 apresentou um índice maior de fraturas caracterizando uma consequência do instrumento.

Com o intuito de avaliar o efeito da vibração ultrassônica na estrutura dentinária remanescente, ao redor das cavidades radiculares, Abedi et al. (1995) relataram a formação de trincas, principalmente nas paredes mais finas, ao redor da preparação da extremidade da raiz mais frequente com pontas ultrassônicas do que com brocas. Em contrapartida, esse estudo apresentou uma maior incidência de trincas, no ato da ressecção apical com brocas ou seja a vibração ultrassônica se apresentou menos prejudicial do que a ação das brocas com alta rotação corroborando com esta pesquisa.

O uso do ultrassom em apicectomias tem se mostrado uma técnica alternativa útil, principalmente em regiões de difícil acesso pois apresenta pontas em diferentes formas e ângulos (BERBERT et al., 2010). Além do mais esses instrumentos tem sido utilizados para melhorar o acesso, o alinhamento, a profundidade e a qualidade geral da cavidade durante o preparo da extremidade da raiz (GONDIM et al., 2002).

Porém, como desvantagem, concordamos com o estudo *in vitro* de Khabbaz et al. (2004) quando relata que o uso do ultrassom em apicectomia, demonstra um tempo maior para efetivar o corte em relação ao uso de brocas.

Métodos para diagnóstico de microfraturas tem sido comparados, para melhor fornecer um diagnóstico dos elementos dentários submetidos a terapia endodôntica (SHIMADA et al., 2015; DE OLIVEIRA et al. 2017; PINTO et al., 2019).

A tomografia por coerência óptica (OCT) é uma técnica não invasiva que fornece imagens em cortes transversais de uma estrutura dentária. É uma modalidade de imagem promissora para visualizar cárie dentária, fraturas dentais e lacunas interfaciais em restaurações, sem radiação, constituindo assim uma alternativa para os raios-x (DE MELO et al., 2005; RASHED et al., 2019; SHIMADA et al., 2015).

Em um estudo realizado para demonstrar que as imagens de OCT são úteis para detecção de fissura dentárias, os autores observaram que no aparelho além da detecção foi possível distinguir as fissuras estruturais das linhas de fissuras concluindo que a OCT é uma ferramenta útil de diagnóstico (KIM; KANG; YI, 2017).

No estudo de De Oliveira et al. (2017), utilizando dois sistemas de OCT, o spectral domain (SD-OCT) e o swept-source (SS-OC), foi possível observar que os dois métodos se apresentaram favoráveis para detecção de microfissuras na região apical, de dentes submetidos ao preparo do canal radicular. O estudo comparou as imagens do OCT com as imagens realizadas com a microtomografia computadorizada que foi considerada como padrão ouro (DE OLIVEIRA et al., 2017).

De-Deus et al. (2015) e De-Deus et al., (2016) utilizaram a microtomografia como método de diagnóstico para detecção de microfraturas e observaram a confiabilidade do método, acrescentando a possibilidade de rastrear o tecido dentinário, antes e após o preparo do canal, proporcionando uma visualização clara das microfissuras.

O presente estudo detectou a formação de microfraturas em 8 espécimes nas imagens feitas com o aparelho SD-OCT, no entanto, quando comparada a microtomografia computadorizada (padrão ouro) apresentou uma inferior performance em todos os parâmetros avaliados.

Esse resultado pode ser oriundo dos tipos de imagens fornecidas pelos aparelhos. A microtomografia computadorizada fornece uma imagem tridimensional, não destrutiva dos espécimes e sucessivos escaneamentos podem ser realizados após diferentes tratamentos (CAMPELLO et al., 2021). Na OCT as imagens transversais são geradas por múltiplos eixos axiais, a técnica do equipamento utiliza onda de luz infravermelha que se reflete na microestrutura interna de uma forma que, em princípio, é análoga a um eco de pulso ultrassônico (HUAN et al., 1991).

A micro-CT é considerada o padrão ouro para avaliação das microfissuras (RASHED et al., 2019). No entanto quando comparado com raios-x intraoral, o OCT fornece uma resolução superior e sem risco de exposição à radioatividade. É um bom aparelho para adquirir informações tomográficas da superfície do dente no entanto, é difícil confirmar as fraturas nas partes mais profundas dos dentes (KIM; KANG; YI, 2017).

A dificuldade relatada pelos avaliadores, quando visualizado a imagem, é correlacionada com a penetração máxima do aparelho que no estudo permitiu uma penetração máxima de 1,7 mm. A ressecção apical ocorreu nos 3mm a partir da porção apical, logo quando comparado a imagem pré e pós a apicectomia, a região de comparação não era tão evidente quanto na μ CT. Porém as microfraturas são observadas devido a uma fenda separando a dentina.

Concordamos com Shemesh et al. (2007) quando afirmam que a tomografia por coerência óptica é uma técnica promissora que pode ser usada para obter imagens endodônticas *in vivo*.

Dentro das limitações deste estudo laboratorial, pode-se concluir que as pontas ultrassônicas apresentaram um melhor desempenho na ressecção apical, desenvolvendo microfraturas em apenas um espécime, contudo a diferença entre os

grupos no que se refere a formação de microfraturas não é estatisticamente significativa.

Como método de diagnóstico para microfraturas em dentes submetidos a apicectomia, o aparelho de OCT se apresentou com uma baixa acurácia em comparação com a μ CT.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer ao Laboratório de Fotônica e Biofotônica do Departamento de Física, que disponibilizou o aparelho da Tomografia de Coerência Óptica (930-nm SD-OCT) e no Laboratório de Tomografia Computadorizada de Raios X (LTC-RX) do Departamento de Energia Nuclear que disponibilizou o aparelho de Microtomografia Computadorizada (modelo XT H 225 ST, Nikon Metrology), assim como o programa para reconstrução das imagens (CT Pro 3D e v.XT3.1.3).

Os autores negam quaisquer conflitos de interesse relacionados a este estudo.

ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

UFPE - HOSPITAL DAS
CLÍNICAS DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE PERNAMBUCO -
HC/UFPE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO DA PRESENÇA DE MICROFRATURAS POR MEIO DA TOMOGRAFIA DE COERÊNCIA ÓPTICA DE RAÍZES SUBMETIDAS À APICECTOMIA. ESTUDO IN

Pesquisador: Marcela Côrte Real Fernandes

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 49847221.3.0000.8807

Instituição Proponente: Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.958.356

Apresentação do Projeto:

O presente parecer considera as alterações enviadas pela pesquisadora responsável, às pendências do pré-projeto apresentado pela mestranda MARCELA CÔRTE REAL FERNANDES, mestranda do programa de Pós-Graduação em Odontologia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, sob orientação do Prof. Dr. Carlos de Menezes Aguiar e coorientação da Profa. Dra. Andrea Cruz Camara. Como foi dito anteriormente, o projeto prevê a utilização de dentes do banco de dentes humanos do Departamento de Prótese e Cirurgia Buco-Facial do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco.

Serão avaliadas 45 (quarenta e cinco) raízes com canal único, na qual serão distribuídas em três grupos, aleatoriamente, com 15 (quinze) espécimes cada, para remoção de 3 mm a partir do terço apical. No primeiro grupo, a apicectomia será realizada com caneta de alta rotação e broca tronco-cônica (Zecrya), no segundo grupo com broca diamantada tronco-cônica e no terceiro com pontas ultrassônicas (Blade Sonic). O estudo de caráter comparativo, irá confrontar as imagens anterior e posteriormente ao procedimento cirúrgico, observando se houve formação de microfraturas radiculares. Antes do procedimento, serão obtidas imagens por meio da CT, com o tomógrafo do Laboratório de Física dos Solos do Departamento de Energia Nuclear da UFPE.

Em seguida será realizada a reconstrução das imagens com auxílio de um software do mesmo

Endereço: Av. Professor Moraes Rego, 1235, Bloco C, 3º andar do prédio principal, Ala Norte

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 50.670-901

UF: PE

Município: RECIFE

Telefone: (81)2126-3743

E-mail: cep.hcpe@ebserh.gov.br

ANEXO B – NORMAS DA REVISTA

Normas do periódico Journal of Endodontics

Guidelines for Publishing Papers in the JOE

Writing an effective article is a challenging assignment. The following guidelines are provided to assist authors in submitting manuscripts.

The *Journal of Endodontics* is owned by the American Association of Endodontists. Submitted manuscripts must pertain to endodontics and may be original research (eg, clinical trials, basic science related to the biological aspects of endodontics, basic science related to endodontic techniques, case reports, or review articles related to the scientific or applied aspects of endodontics). Clinical studies using CONSORT methods (<http://www.consort-statement.org/consort-statement/>) or systematic reviews using meta-analyses are particularly encouraged. Authors of potential review articles are encouraged to first contact the Editor during their preliminary development via e-mail at JEndodontics@UTHSCSA.edu. Manuscripts submitted for publication must be submitted solely to *JOE*. They must not be submitted for consideration elsewhere or be published elsewhere.

Preparation: General points on composition

Essential title page information

Structured abstract

Original research article guidelines

Manuscripts category classifications and requirements

1. Preparation: General points on composition

Authors are strongly encouraged to analyze their final draft with both software (e.g., spelling and grammar programs) and colleagues who have expertise in English grammar. References listed at the end of this section provide a more extensive review of rules of English grammar and guidelines for writing a scientific article. Always remember that clarity is the most important feature of scientific writing. Scientific articles must be clear and precise in their content and concise in their delivery since

their purpose is to inform the reader. The Editor reserves the right to edit all manuscripts or to reject those manuscripts that lack clarity or precision, or have unacceptable grammar or syntax. The following list represents common errors in manuscripts submitted to the JOE:

- a) The paragraph is the ideal unit of organization. Paragraphs typically start with an introductory sentence that is followed by sentences that describe additional detail or examples. The last sentence of the paragraph provides conclusions and forms a transition to the next paragraph. Common problems include one-sentence paragraphs, sentences that do not develop the theme of the paragraph (see also section “c” below), or sentences with little to no transition within a paragraph.
- b) Keep to the point. The subject of the sentence should support the subject of the paragraph. For example, the introduction of authors’ names in a sentence changes the subject and lengthens the text. In a paragraph on sodium hypochlorite, the sentence, “In 1983, Langeland et al., reported that sodium hypochlorite acts as a lubricating factor during instrumentation and helps to flush debris from the root canals” can be edited to: “Sodium hypochlorite acts as a lubricant during instrumentation and as a vehicle for flushing the generated debris (Langeland et al., 1983).” In this example, the paragraph’s subject is sodium hypochlorite and sentences should focus on this subject.
- c) Sentences are stronger when written in the active voice, i.e., the subject performs the action. Passive sentences are identified by the use of passive verbs such as “was,” “were,” “could,” etc. For example: “Dexamethasone was found in this study to be a factor that was associated with reduced inflammation,” can be edited to: “Our results demonstrated that dexamethasone reduced inflammation.” Sentences written in a direct and active voice are generally more powerful and shorter than sentences written in the passive voice.
- d) Reduce verbiage. Short sentences are easier to understand. The inclusion of unnecessary words is often associated with the use of a passive voice, a lack of focus or run-on sentences. This is not to imply that all sentences need be short or even the same length. Indeed, variation in sentence structure and length often helps to maintain reader interest. However, make all words count.

A more formal way of stating this point is that the use of subordinate clauses adds variety and information when constructing a paragraph. (This section was written deliberately with sentences of varying length to illustrate this point.)

- e) Use parallel construction to express related ideas. For example, the sentence, “Formerly, endodontics was taught by hand instrumentation, while now rotary instrumentation is the common method,” can be edited to “Formerly, endodontics was taught using hand instrumentation; now it is commonly taught using rotary instrumentation.” The use of parallel construction in sentences simply means that similar ideas are expressed in similar ways, and this helps the reader recognize that the ideas are related.
- f) Keep modifying phrases close to the word that they modify. This is a common problem in complex sentences that may confuse the reader. For example, the statement, “Accordingly, when conclusions are drawn from the results of this study, caution must be used,” can be edited to “Caution must be used when conclusions are drawn from the results of this study.”
- g) To summarize these points, effective sentences are clear and precise, and often are short, simple and focused on one key point that supports the paragraph’s theme.
- h) Authors should be aware that the JOE uses iThenticate, plagiarism detection software, to assure originality and integrity of material published in the Journal. The use of copied sentences, even when present within quotation marks, is highly discouraged. Instead, the information of the original research should be expressed by new manuscript author’s own words, and a proper citation given at the end of the sentence. Plagiarism will not be tolerated and manuscripts will be rejected, or papers withdrawn after publication based on unethical actions by the authors. In addition, authors may be sanctioned for future publication.

Use of word processing software

It is important that the file be saved in the native format of the word processor used. The text should be in single-column format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the word processor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts,

superscripts etc. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the Guide to Publishing with Elsevier). Note that source files of figures, tables and text graphics will be required whether or not you embed your figures in the text. See also the section on Electronic artwork.

To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your word processor.

2. Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. You can add your name between parentheses in your own script behind the English transliteration. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower- case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. This responsibility includes answering any future queries about Methodology and Materials. Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.
- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

3. Structured abstract

A structured abstract, by means of appropriate headings, should provide the context or background for the research and should state its purpose, basic procedures (selection of study subjects or laboratory animals, observational and analytical methods), main findings (giving specific effect sizes and their statistical significance, if possible), and principal conclusions. It should emphasize new and important aspects of the study or observations.

Abstract Headings

Introduction, Methods, Results, Conclusions

Keywords: Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

4. Original research article guidelines

Title Page: The title should describe the major emphasis of the paper. It should be as short as possible without loss of clarity. Remember that the title is your advertising billboard—it represents your major opportunity to solicit readers to spend the time to read your paper. It is best not to use abbreviations in the title since this may lead to imprecise coding by electronic citation programs such as PubMed (e.g., use “sodium hypochlorite” rather than NaOCl). The author list must conform to published standards on authorship (see authorship criteria in the Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals at www.icmje.org). The manuscript title name and address (including email) of one author designated as the corresponding author. This author will be responsible for editing proofs and ordering reprints when applicable. The contribution of each author should also be highlighted in the cover letter.

Abstract: The abstract should concisely describe the purpose of the study, the hypothesis, methods, major findings and conclusions. The abstract should describe the new contributions made by this study. The word limitations (250 words) and the wide distribution of the abstract (e.g., PubMed) make this section challenging to write

clearly. This section often is written last by many authors since they can draw on the rest of the manuscript. Write the abstract in past tense since the study has been completed. Three to ten keywords should be listed below the abstract.

Introduction: The introduction should briefly review the pertinent literature in order to identify the gap in knowledge that the study is intended to address and the limitations of previous studies in the area. The purpose of the study, the tested hypothesis and its scope should be clearly described. Authors should realize that this section of the paper is their primary opportunity to establish communication with the diverse readership of the JOE. Readers who are not expert in the topic of the manuscript are likely to skip the paper if the introduction fails to succinctly summarize the gap in knowledge that the study addresses. It is important to note that many successful manuscripts require no more than a few paragraphs to accomplish these goals. Therefore, authors should refrain from performing extensive review of the literature, and discussing the results of the study in this section.

Materials and Methods: The objective of the materials and methods section is to permit other investigators to repeat your experiments. The four components to this section are the detailed description of the materials used and their components, the experimental design, the procedures employed, and the statistical tests used to analyze the results. The vast majority of manuscripts should cite prior studies using similar methods and succinctly describe the essential aspects used in the present study. Thus, the reader should still be able to understand the method used in the experimental approach and concentration of the main reagents (e.g., antibodies, drugs, etc.) even when citing a previously published method. The inclusion of a “methods figure” will be rejected unless the procedure is novel and requires an illustration for comprehension. If the method is novel, then the authors should carefully describe the method and include validation experiments. If the study utilized a commercial product, the manuscript must state that they either followed manufacturer’s protocol or specify any changes made to the protocol. If the study used an in vitro model to simulate a clinical outcome, the authors must describe experiments made to validate the model, or previous literature that proved the clinical relevance of the model. Studies on humans must conform to the Helsinki Declaration of 1975 and state that the institutional IRB/equivalent committee(s) approved the protocol and that informed consent was obtained after the risks and benefits of participation were described to the subjects or patients recruited. Studies involving animals must state

that the institutional animal care and use committee approved the protocol. The statistical analysis section should describe which tests were used to analyze which dependent measures; p-values should be specified. Additional details may include randomization scheme, stratification (if any), power analysis as a basis for sample size computation, drop-outs from clinical trials, the effects of important confounding variables, and bivariate versus multivariate analysis.

Results: Only experimental results are appropriate in this section (i.e., neither methods, discussion, nor conclusions should be in this section). Include only those data that are critical for the study, as defined by the aim(s). Do not include all available data without justification; any repetitive findings will be rejected from publication. All Figures, Charts and Tables should be described in their order of numbering with a brief description of the major findings. Author may consider the use of supplemental figures, tables or video clips that will be published online. Supplemental material is often used to provide additional information or control experiments that support the results section (e.g., microarray data).

Figures: There are two general types of figures. The first type of figures includes photographs, radiographs or micrographs. Include only essential figures, and even if essential, the use of composite figures containing several panels of photographs is encouraged. For example, most photo-, radio- or micrographs take up one column-width, or about 185 mm wide X 185 mm tall. If instead, you construct a two columns-width figure (i.e., about 175 mm wide X 125 mm high when published in the JOE), you would be able to place about 12 panels of photomicrographs (or radiographs, etc.) as an array of four columns across and three rows down (with each panel about 40 X 40 mm). This will require some editing to emphasize the most important feature of each photomicrograph, but it greatly increases the total number of illustrations that you can present in your paper. Remember that each panel must be clearly identified with a letter (e.g., "A," "B," etc.), in order for the reader to understand each individual panel. Several nice examples of composite figures are seen in recent articles by Jeger et al (J Endod 2012;38:884–888); Olivieri et al., (J Endod 2012;38:1007–1011); Tsai et al (J Endod 2012;38:965–970). Please note that color figures may be published at no cost to the authors and authors are encouraged to use color to enhance the value of the illustration. Please note that a multipanel, composite figure only counts as one figure when considering the total number of figures in a manuscript (see section 3, below, for maximum number of allowable figures).

The second type of figures are graphs (i.e., line drawings including bar graphs) that plot a dependent measure (on the Y axis) as a function of an independent measure (usually plotted on the X axis). Examples include a graph depicting pain scores over time, etc. Graphs should be used when the overall trend of the results are more important than the exact numerical values of the results. For example, a graph is a convenient way of reporting that an ibuprofen- treated group reported less pain than a placebo group over the first 24 hours, but was the same as the placebo group for the next 96 hours. In this case, the trend of the results is the primary finding; the actual pain scores are not as critical as the relative differences between the NSAID and placebo groups.

Tables: Tables are appropriate when it is critical to present exact numeric values; however, not all results need be placed in either a table or figure. Instead of a simple table, the results could state that there was no inhibition of growth from 0.001%-0.03% NaOCl, and a 100% inhibition of growth from 0.03%-3% NaOCl (N=5/group). If the results are not significant, then it is probably not necessary to include the results in either a table or as a figure.

Discussion: This section should be used to interpret and explain the results. Both the strengths and weaknesses of the observations should be discussed. How do these findings compare to the published literature? What are the clinical implications? Although this last section might be tentative given the nature of a particular study, the authors should realize that even preliminary clinical implications might have value for the clinical readership. Ideally, a review of the potential clinical significance is the last section of the discussion. What are the major conclusions of the study? How does the data support these conclusions

Acknowledgments

All authors must affirm that they have no financial affiliation (eg, employment, direct payment, stock holdings, retainers, consultantships, patent licensing arrangements, or honoraria), or involvement with any commercial organization with direct financial interest in the subject or materials discussed in this manuscript, nor have any such arrangements existed in the past 3 years. Disclose any potential conflict of interest. Append a paragraph to the manuscript that fully discloses any financial or other interest

that poses a conflict. Disclose all sources and attribute all grants, contracts, or donations that funded the study. Specific wording: "The authors deny any conflicts of interest related to this study."

References

The reference style follows Index Medicus and can be easily learned from reading past issues of the JOE. The JOE uses the Vancouver reference style, which can be found in most citation management software products. Citations are placed in parentheses at the end of a sentence or at the end of a clause that requires a literature citation. Do not use superscript for references. Original reports are limited to 35 references. There are no limits in the number of references for review articles.

5. Manuscripts category classifications and requirements

Manuscripts submitted to the JOE must fall into one of the following categories. The abstracts for all these categories would have a maximum word count of 250 words:

1. CONSORT Randomized Clinical Trial-Manuscripts in this category must strictly adhere to the Consolidated Standards of Reporting Trials-CONSORT- minimum guidelines for the publication of randomized clinical trials. These guidelines can be found at www.consort-statement.org/. These manuscripts have a limit of 3,500 words, [including abstract, introduction, materials and methods, results, discussion and acknowledgments; excluding figure legends and references]. In addition, there is a limit of a total of 4 figures and 4 tables*.
2. Review Article-Manuscripts in this category are either narrative articles, or systematic reviews/meta-analyses. Case report/Clinical Technique articles even when followed by extensive review of the literature will should be categorized as "Case Report/Clinical Technique". These manuscripts have a limit of 3,500 words, [including abstract, introduction, discussion and acknowledgments; excluding figure legends and references]. In addition, there is a limit of a total of 4 figures and 4 tables*.
3. Clinical Research (e.g., prospective or retrospective studies on patients or patient records, or research on biopsies, excluding the use of human teeth for
4. Basic Research Biology (animal or culture studies on biological research on physiology, development, stem cell differentiation, inflammation or pathology). Manuscripts that have a primary focus on biology should be submitted in this

category while manuscripts that have a primary focus on materials should be submitted in the Basic Research Technology category. For example, a study on cytotoxicity of a material should be submitted in the Basic Research Technology category, even if it was performed in animals with histological analyses. These manuscripts have a limit of 2,500 words [including abstract, introduction, materials and methods, results, discussion and acknowledgments; excluding figure legends and references]. In addition, there is a limit of a total of 4 figures or 4 tables*

5. Basic Research Technology (Manuscripts submitted in this category focus primarily on research related to techniques and materials used, or with potential clinical use, in endodontics). These manuscripts have a limit of 2,500 words [including abstract, introduction, materials and methods, results, discussion and acknowledgments; excluding figure legends and references]. In addition, there is a limit of a total of 3 figures and tables *.
6. Case Report/Clinical Technique (e.g., report of an unusual clinical case or the use of cutting-edge technology in a clinical case). These manuscripts have a limit of 2,500 words [including abstract, introduction, materials and methods, results, discussion and acknowledgments; excluding figure legends and references]. In addition, there is a limit of a total of 4 figures or tables*.

* Figures, if submitted as multipanel figures must not exceed 1 page length. Manuscripts submitted with more than the allowed number of figures or tables will require approval of the JOE Editor or associate editors. If you are not sure whether your manuscript falls within one of the categories above, or would like to request preapproval for submission of additional figures please contact the Editor by email at jendodontics@uthscsa.edu.

Importantly, adhering to the general writing methods described in these guidelines (and in the resources listed below) will help to reduce the size of the manuscript while maintaining its focus and significance. Authors are encouraged to focus on only the essential aspects of the study and to avoid inclusion of extraneous text and figures. The Editor may reject manuscripts that exceed these limitations.