

JAIR JATOBÁ CHITA

**PRECISÃO E CONFIABILIDADE DE UM NOVO LOCALIZADOR
FORAMINAL ELETRÔNICO – ESTUDO *IN VIVO***

CAMPO GRANDE

2010

JAIR JATOBÁ CHITA

**PRECISÃO E CONFIABILIDADE DE UM NOVO LOCALIZADOR
FORAMINAL ELETRÔNICO – ESTUDO *IN VIVO***

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para a obtenção do título de Doutor.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Gregol da Silva

CAMPO GRANDE

2010

FOLHA DE APROVAÇÃO

JAIR JATOBÁ CHITA

**PRECISÃO E CONFIABILIDADE DE UM NOVO LOCALIZADOR
FORAMINAL ELETRÔNICO – ESTUDO *IN VIVO***

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para a obtenção do título de Doutor.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Gregol da Silva

Aprovada em _____ de _____ de _____, pela Comissão Examinadora.

Prof. Dr. Jose Luiz Guimarães Figueiredo
FAODO-UFMS

Prof. Dr. Anísio Lima da Silva
FAODO-UFMS

Prof. Dr. André Afif Elossais
UNIGRAN

Prof. Dr. Key Fabiano Souza Pereira
FAODO-UFMS

Prof. Dr. Pedro Gregol da Silva - UFMS
FAODO-UFMS

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho:

Aos meus adoráveis filhos, Thais Oliveira Chita, Lais Oliveira Chita, Luis Antônio
Jatobá de Andrade

A minha companheira Tânia Andrade da Silva

MEUS SINCEROS AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Pedro Gregol da Silva, Orientador, muito obrigado pela oportunidade.

Ao prof. Dr. Key Fabiano Souza Pereira da Disciplina de Endodontia da FAODO-UFMS, muito obrigado pela ajuda em todas as etapas do trabalho.

Ao estagiário da disciplina de Endodontia, Mestrando Hélio Onoda pela motivação e ajuda na parte experimental, muito obrigado.

Aos alunos do 4º ano da FAODO pela ajuda na triagem dos pacientes para realização da pesquisa

Aos pacientes que participaram do experimento

A Vera, secretária da pós graduação.

A secretária Edna Oshiro.

A minha companheira Tânia Andrade da Silva que tanto me escutou nesses anos de Doutorado, obrigado pela paciência.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao Grupo de Materiais do Departamento de Física - UFMS pela disponibilidade da infra-estrutura de pesquisa.

A FINEP e UFMS pelo financiamento do laboratório Multiusuários de Microscopia Eletrônica de Varredura – MULTILAM do DFI – UFMS (CT-INFRA/04) coordenado pela Profa. Dra. Ângela A.S.Tardivo Delben e Prof. Dr. Fábio S. De Vicente.

A FUNDECT (proc:23/200.202/2007,) e CNPq (proc: 620049/2006-5), pelo financiamento de projetos de pesquisa.

RESUMO

Chita JJ. Precisão e confiabilidade de um novo localizador foraminal eletrônico – Estudo *in vivo*. Campo Grande; 2010. [Tese – Programa de Pós Graduação em Saúde e Desenvolvimento da Região Centro-Oeste da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul].

A determinação do comprimento real de trabalho é de fundamental importância para o sucesso do tratamento endodôntico. O objetivo desse trabalho foi avaliar *in vivo* a precisão e confiabilidade de leitura do localizador foraminal eletrônico Joypex 5[®]. Foram triados pacientes com indicação para extração por motivos ortodônticos e periodontais, o que resultou em amostra de 14 canais. Os dentes foram previamente radiografados com a intenção de detectar perfurações, tratamentos endodônticos prévios e calcificações. Realizadas as aberturas coronárias, os terços cervical e médio foram preparados e procederam-se as leituras no ponto correspondente no display do aparelho ao forame apical. Após a obtenção da medida a lima foi removida e subtraiu-se 1mm do comprimento lido em paquímetro digital para, então, fixar o instrumento e realizar a exodontia. Na seqüência foi realizada um desgaste em uma das paredes da região apical, objetivando visualizar a ponta do instrumento e a continuidade do canal até a real saída do forame. A distância entre a ponta da lima e a real saída foraminal foi medida com o MEV. A média das medidas foi 0,87 mm ($\pm 0,42$ mm) O teste T para amostras independentes revelou que os dados mostraram-se semelhantes ($p > 0,05$) entre os valores experimentais encontrados (da ponta do instrumento ao forame apical) e o valor hipotético testado de 1 mm. O estudo concluiu que o localizador foraminal eletrônico Joypex 5[®] demonstrou ser preciso e confiável.

Descritores: Endodontia, odontometria, equipamentos e provisões.

ABSTRACT

Chita JJ. Accuracy and reliability a new apex locator - In vivo Research. Campo Grande; 2010. [Tese – Programa de Pós Graduação em Saúde e Desenvolvimento da Região Centro-Oeste da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul].

The determination of the actual length work is essential for successful treatment root canal. We evaluated the accuracy and in vivo reliability reading locator foraminal electronic Joypex 5 ®. We screened patients with indication for extraction for orthodontic and periodontal reasons, which resulted in a sample of 14 root canals. The teeth were radiographed in advance with the intention of detect calcifications, punctures, and previous endodontic treatment. Performed the access cavities, the cervical and middle thirds were prepared and conducted themselves readings at the corresponding point on the display of apical foramen. After obtaining the measure file was removed and subtracted from 1mm length read digital caliper in order to then set the instrument and perform the extraction. In one sequence was performed wear on the walls at the apical region, aiming visualize the instrument tip and the continuity of apical foramen. The distance between the tip file and the actual output foraminal was measured with SEM. The average of the measurements was 0.87 mm ($\pm$ 0.42 mm) The T for independent samples revealed that the data were similar ($p > 0.05$) between values experimental found (the tip of the instrument foramen) and tested hypothetical value of 1 mm. The study concluded that the electronic locator foraminal 5 Joypex ® proved to be accurate and reliable.

Descriptors: Endodontics, odontometry, equipment and supplies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Detalhes do localizador foraminal JOYPEX 5®. Display do aparelho mostrando a sequência de leitura até a localização do forame apical.....	36
Figura 2 – Sequência de preparo dos espécimes. Localização do forame apical; B) desgaste da superfície radicular apical; C) e D) acabamento com agulha e lâmina de bisturi; E: ponta do instrumento e real saída foraminal visualizados.....	38
Figura 3 - Fotomicrografia da medição da distância ponta do instrumento ao forame apical no MEV.....	39
Figura 4-Medidas experimentais obtidas com o localizador foraminal Joypex 5	40
Figura 5 – Espécime 1, dente 26 (raiz L). Polpa viva. D = 0,881mm.....	41
Figura 6 - Espécime 2, dente 24 (raiz V). Polpa viva. D = 0,895mm.....	42
Figura 7 - Espécime 9, dente 27 (raiz L), Polpa viva. D = 0,775mm.....	43
Figura 8- Espécime 13, dente 31. Polpa viva. D = 0,305mm.....	44
Figura 9 - Espécime 05, dente 42. Polpa viva. D = 1,63mm.....	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Ampères
EDTA	Ácido etileno diamino tetra-acético
Hz	Hertz ou ciclos por segundo
KHz	Kilo-Hertz ou 1000 ciclos por segundo
g	Grama
mm	Milímetro
µm	Micrometro
S	Desvio padrão
µA	Micro-ampères
µV	Micro-volts
NaOCl	Hipoclorito de sódio
CDC	Limite cemento dentina canal
FA	Forame apical
AP	Ápice
IL	Instrumento leitura
IAI	Instrumento apical inicial
I	Instrumento
CRT	Comprimento real de trabalho
MEV	Microscópio eletrônico de varredura
Bio	Polpa viva
Necro	Polpa necrosada
Rx	Raios X
K	Limas tipo K
f	Frequência
Z	Impedância
D	Distância ponta do instrumento - saída foraminal

LISTA DE SÍMBOLOS

Ø	Diâmetro dos instrumentos
KΩ	Kilo Ohms
X	Veze
Ω	Ohms
V	Volts
®	Marca registrada

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Anatomia da região apical dos canais radiculares.....	14
2.2 Medida eletrônica dos canais radiculares.....	18
3 OBJETIVOS	33
4 MATERIAL E MÉTODO	34
4.1 Medida eletrônica.....	34
4.2 Fixação e extração.....	37
4.3 Aferição <i>in vitro</i> das medidas obtidas em MEV.....	37
5 RESULTADOS	40
6 DISCUSSÃO	46
7 CONCLUSÕES	51
REFERÊNCIAS.....	52

APÊNDICE

ANEXOS

1 INTRODUÇÃO

A odontometria consiste na etapa operatória que determina o comprimento do canal em que os instrumentos irão trabalhar para executar os procedimentos de instrumentação e obturação (RAMOS;BRAMANTE, 2005).

O tratamento endodôntico radical tem como um dos principais objetivos a eficiente limpeza e conseqüente descontaminação do sistema de canais radiculares em todo seu comprimento, ou seja, até o forame apical (SIMON, 1994). Em conjunto com a limpeza, a modelagem é realizada ligeiramente aquém do forame apical para confinar a obturação no interior do canal radicular, pois de acordo com o estudo de Ricucci e Langeland (1998) as mais favoráveis condições histológicas são encontradas quando a obturação situa-se mais curta que a constrição apical. Infelizmente, o local e forma da constrição apical são variáveis e não detectáveis na radiografia, localizando-se em média, 1,2 mm aquém do forame apical (HASSANIEN *et al.*, 2008), podendo ainda variar sua posição de 1 a 3 mm (RICUCCI ;LANGELAND, 1998).

Inúmeras técnicas para determinar o comprimento de trabalho foram descritas, entre as quais destacam-se: sensibilidade tátil digital, métodos radiográficos e métodos eletrônicos (RAMOS; BRAMANTE, 2005). O método da sensibilidade tátil é muito incerto e empírico, pois as variações anatômicas dos canais radiculares praticamente impossibilitam a detecção da constrição apical (MILANO *et al.*, 1983). Da mesma forma, as técnicas que utilizam interpretações de imagens radiográficas possuem limitações resultantes de fatores como exposição do paciente à radiação ionizante, distorções, interferências anatômicas e de instrumentos utilizados durante a medição, interpretação de uma imagem bidimensional de uma estrutura tridimensional e a interpretação subjetiva do operador (LAMBRIANDIS, 1985).

Almejando superar essas limitações, deu-se início às buscas por um meio mais simples, seguro, preciso e confiável para o operador, na obtenção do comprimento de trabalho, desenvolvendo-se assim, os localizadores foraminais eletrônicos. Desde os pioneiros estudos de Suzuki (1942)¹, citado por Ramos e Bramante (2005) e Sunada (1958), o método eletrônico apresentou grande

¹ Suzuki K. Experimental study in iontophoresis. J. Jap. Stomat. Soc. 1942; 16: 414-17

desenvolvimento tecnológico, superando problemas iniciais, especialmente quanto a incapacidade dos primeiros aparelhos de executar leituras confiáveis e exatas em canais contendo soluções irrigadoras condutoras de corrente elétrica. A busca pela precisão e, principalmente, pela confiabilidade, ou seja, as constâncias de medidas precisas do canal radicular determinaram o desenvolvimento dos modernos localizadores de terceira geração. Esses aparelhos, que admitem a presença de umidade no canal, funcionam sob o princípio de que existe valores diferentes de impedância ao longo do canal radicular.

Os aparelhos de 3ª geração fundamentam-se na detecção de diferentes valores de impedância, calculados a partir de frequências diferentes (Mc DONALD, 1992). Diferentes métodos de averiguação dos valores de impedância e sua relação à posição do instrumento e sua distância ao forame foram sendo desenvolvidos, baseados no princípio da impedância frequência dependente, sempre com o intuito de aprimorar e simplificar a realização da medida eletrônica. Entre eles, o cálculo da razão ou quociente entre impedâncias para frequências diferentes, de Kobayashi e Suda (1994) e o método de Marselliez, demonstraram apreciáveis resultados na literatura (RAMOS; BRAMANTE, 2009).

Atualmente, com a indicação dos localizadores como recursos auxiliares definitivos na terapia endodôntica, novos modelos são importados e lançados freqüentemente no mercado nacional. Embora vários trabalhos como os de: Ramos (1998), Lucena-Martin *et al.* (2004), Pereira *et al.* (2008), Pereira (2009), Vardasca de Oliveira *et al.* (2010) demonstrem a confiabilidade desta nova geração, existem modelos com pouca ou nenhuma investigação *in vivo*, caso do Joypex 5® (Denjoy, CHINA). Assim sendo, o objetivo desse trabalho foi de verificar, através de ensaio clínico, a precisão e confiabilidade do referido localizador foraminal.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Anatomia da região apical dos canais radiculares

Green (1956) estudou 400 dentes anteriores superiores e inferiores relatando a localização e conformação anatômica da constrição apical. O autor indicou que o forame apical possui uma forma afunilada, iniciando-se na porção externa da raiz pela parte mais larga e, terminando de 0,52 a 0,66mm para o interior do canal, com sua parte mais estreita, determinando a constrição apical.

Machado e Pesce, em 1981, realizaram, *in vitro*, 58 tratamentos endodônticos de dentes montados em manequim. Radiograficamente, as obturações coincidiram com o vértice radicular. Após, os dentes foram removidos do manequim e o dente examinado na região de forame apical. Os resultados mostraram que 98,3% dos espécimes haviam ultrapassado o forame apical.

Dummer *et al.* (1984) estudaram 270 dentes extraídos (incisivos, caninos e pré-molares) de pacientes com idade desconhecida, avaliando a distância do centro do forame ao ápice radicular e, após desgaste da região apical, a distância do ápice à constrição apical. Para isso, foi utilizado magnificação de 20 vezes, padronizando os espécimes sempre na mesma posição de leitura. A média da distância ápice forame, incluindo todos os tipos de dentes estudados foi de 0,38mm, com a menor média para incisivos superiores de 0,23mm (valores variando de 0 a 0,67mm), e maior média para caninos inferiores de 0,47mm (variação de 0,06 a 1,52mm). Ainda, na medida ápice forame, os pré-molares superiores e inferiores seguiram aproximadamente a média dos caninos inferiores, porém nesses dentes, foram encontradas as maiores variações entre os espécimes, de 0 a 1,93mm. Analisando a média geral da distância ápice constrição foi encontrado o valor de 0,89mm, variando individualmente nos dentes examinados de 0,07mm a 2,69mm. As variações de valores mais altos foram nos incisivos (2,6mm, de 0,07 a 2,68mm) e a menor foi encontrada nos caninos (aproximadamente 2mm, de 0,13 a 2,38mm). A média da distância ápice constrição para cada tipo de dente variou de 0,99mm nos pré-molares inferiores para 0,79mm nos incisivos inferiores. Foram encontradas quatro tipos de constrição e classificadas em: tipo A, constrição tradicional simples,

com média de 1,07mm e presente em 46% da amostra; tipo B, constrição convergindo com um estreitamento muito próximo do ápice radicular com média de 0,52mm e presente em 30% da amostra; tipo C, várias constrições presentes sendo que a mais apical foi medida com média de 1,08mm e presença de 19%; tipo D, foi encontrada uma constrição que após o seu estreitamento, seguiu paralela até o forame apical, média de 1,14mm e presente em 5% da amostra. Um quinto tipo foi também observado, mas não incluído na classificação acima, onde o canal tinha sido completamente bloqueado com dentina secundária ou cimento (6% do total da amostra). O estudo confirmou que a visão precisa da constrição é impossível durante a terapia endodôntica, mas indicou que uma combinação de métodos pode ser mais produtiva que um procedimento isolado.

Blaskovic-Subat *et al.*, em 1992, utilizando de magnificação com estereomicroscópio e também radiografias, determinaram a frequência, posição e distância média do ápice anatômico ao forame apical de 230 dentes permanentes humanos. A frequência de desvio do forame foi 76% e dependeu do tipo de dente examinado. A análise radiográfica da mesma amostra revelou que 57% dos canais tinham assimetria dos forames apicais, ou seja, não terminavam no ápice anatômico da raiz. O desvio mais freqüente do forame foi para distal (29%), mas sem diferenças estatisticamente significantes. A distância média entre o forame e o ápice anatômico foi 0,99 mm. O estudo indicou que o operador deve considerar o desvio do forame durante o tratamento endodôntico e, também, que esse desvio não é facilmente detectado na radiografia.

Morfis *et al.* (1994) avaliaram a região apical das raízes de 38 incisivos superiores, 25 incisivos inferiores, 29 segundos pré-molares superiores, 92 primeiros e segundos pré-molares inferiores, 12 primeiros molares superiores, e 17 primeiros molares inferiores com o uso de MEV. O número e a dimensão do principal forame apical, a sua distância a partir do ápice anatômico, e a existência e dimensão de forames acessórios foram registrados, tabulados e analisados estatisticamente. Mais de um forame principal foi observado em todos os grupos, exceto, para a raiz palatina de dentes molares superiores e da raiz distal dos molares inferiores. Forames acessórios também foram observados em todos os grupos de dentes. As

raízes distais dos molares inferiores tiveram o maior tamanho de forame principal (valor médio de 0,392 mm), enquanto que os pré-molares inferiores tiveram o maior forame acessório (valor médio de 0,0534 mm) e a mais complicada morfologia apical. A distância dos principais forames a partir do ápice anatômico nunca ultrapassou 1 mm. Os maiores valores foram observados nos incisivos inferiores (0,978 mm), a raiz distal dos molares inferiores (0,818 mm) e os pré-molares superiores (0,816 mm).

Simon (1994) realizou um trabalho para elucidar a região apical radicular e explicar o papel dessas estruturas anatômicas em tratamentos de polpas vivas e necrosadas. O autor descreveu que para o termo ápice, as seguintes definições são usadas: ápice anatômico o ponto anatômico ou morfológico que é mais distante da superfície incisal ou oclusal; ápice radiográfico: o ponto mais distante da superfície incisal ou oclusal que é visível na radiografia (esta localização e posição pode variar do ápice anatômico); forame (maior diâmetro): circunferência linear no fim do canal, onde polpa e periodonto se comunicam; constrição (menor diâmetro): a porção mais estreita do canal; junção cimento dentinária (CDC): o ponto que a dentina e cimento celular se encontram dentro do canal. O autor ressaltou a necessidade de se dilatar o canal até o instrumento 25, no limite ápice radiográfico, tanto em canais com polpa viva como em necrosada, para então criar o batente apical na distância de 0,5 a 1,5mm do ápice radiográfico.

Ricucci e Langeland (1998) realizaram estudo histológico *in vivo* dos tecidos apicais e periapicais obtidos de tratamentos endodônticos vitais ou necrosados, após diferentes períodos de observações. Os autores concluíram que os melhores prognósticos foram aqueles onde a instrumentação e obturações homogêneas foram realizadas na constrição apical. O pior prognóstico foi encontrado quando os materiais obturadores ultrapassaram a constrição. O segundo pior resultado foi quando o limite ficou aquém 2 mm da constrição apical associado a presença de uma instrumentação e obturação deficientes. No trabalho ressaltou-se ainda que a constrição apical se localizou a uma distância de 1 a 3 mm do forame apical, sendo errôneo o limite adotado de menos 1 mm do ápice radiográfico e que adequada radiografia, conhecimento de anatomia, sensibilidade tátil e não localizadores apicais ajudarão na localização da constrição apical.

Ferlini Filho, em 1999, estudou as reabsorções apicais na presença de periodontites apicais crônicas. Oitenta e sete dentes portadores de lesão periapical foram extraídos e foi realizado um estudo morfológico das reabsorções apicais, procurando relacionar sua identificação microscópica com a presença ou não do fenômeno na radiografia inicial de diagnóstico. Os resultados radiográficos mostraram que 63,88% da amostra não permitiram identificar reabsorção radicular. Na análise microscópica, 94,44% mostraram algum tipo de reabsorção nos processos crônicos periapicais. O estudo revelou também que as radiografias convencionais não são recursos eficientes para o diagnóstico de reabsorções radiculares em estágios iniciais. O autor revelou que o processo de reabsorção radicular derivou da inflamação periapical estimuladora da atividade clástica, envolvendo cemento e dentina. Isso fez com que houvesse a deformação do canal cementário e, em não raras situações, sua destruição total. Em função disso o limite CDC perde a harmonia do seu contorno. Dessa forma, torna-se difícil o estabelecimento radiográfico deste importante referencial anatômico nesses casos. O problema acentua-se quando a lise radicular está localizada na face vestibular ou lingual das raízes envolvidas. O autor enfatizou que tudo isso estava somado ao fato da radiografia ser um exame limitado, sendo fornecida apenas uma imagem bidimensional de uma estrutura tridimensional.

Soares *et al.* (2005) numa amostragem de 310 dentes humanos extraídos, incisivos e caninos permanentes, determinaram anatômica e radiograficamente a distância do forame principal ao extremo radiográfico desses espécimes. Os canais foram explorados até que a ponta da lima atingisse exatamente o forame apical. A partir daí, radiografias foram feitas, projetadas no aumento de 100x em anteparo milimetrado e a distância ponta da lima (forame apical) ao vértice radiográfico foi medida. Em 79,7% da amostra, independente do tipo de dente, o forame se localizou aquém do ápice radiográfico. Os valores variaram de 0 a 2,18 mm. Os incisivos inferiores apresentaram os forames mais próximos do vértice radicular, com média de valor de 0,36 mm, enquanto os caninos superiores foram os mais distantes, cuja média foi de 0,45 mm, contudo, não foi encontrada diferença estatística significativa entre os grupos dentários. Diante das razões anatômicas e histológicas da região apical, os autores concluíram que o limite apical de

instrumentação e obturação desses grupos dentários deveriam ser estabelecidos a uma distância aproximada de 1 mm do vértice apical radiográfico.

2.2 Medida eletrônica dos canais radiculares

Baseado na incrível variabilidade anatômica da localização do forame apical e consequente erros na determinação do comprimento de trabalho de forma radiográfica, o que compromete significativamente o sucesso da terapia endodôntica, Custer (1918)¹, citado por Teixeira e Figueiredo (2004), dá início aos estudos sobre o método elétrico para medir canais radiculares. O autor apresenta o método, tomando por base a diferença entre a condutividade elétrica de um instrumento metálico no interior do canal radicular seco e a ótima condutividade do tecido periapical. A corrente elétrica no canal radicular completa o circuito justo no momento em que o eletrodo, a lima, toca no fluido tecidual ou no próprio tecido perirradicular, indicando a porção mais apical do canal, ou seja, o forame apical. Dando continuidade às pesquisas sobre o método elétrico, Suzuki (1942)², conforme Ramos e Bramante (2005), estudando a iontoforese em dentes de cães, apresentou resultados que determinaram que os valores da resistência elétrica entre o eletrodo inserido no canal, atingindo o ligamento periodontal, e o eletrodo da mucosa bucal era sempre constante, 6500 Ω . Baseado nesses achados o método elétrico foi bastante impulsionado pelos experimentos de Sunada, em 1958. O autor idealizou um aparelho elétrico capaz de medir a resistência elétrica dos tecidos bucais e foi possível a ratificação do valor da resistência elétrica entre a mucosa oral e o ligamento periodontal observada anteriormente, assim como a verificação de valores constantes dessa resistência em qualquer parte do periodonto, independente do sexo, idade e tipo do dente analisado. Os primeiros aparelhos, que utilizavam essa corrente contínua na medição da resistência elétrica, apresentaram medições imprecisas na presença de umidade e os poucos resultados satisfatórios nas leituras estavam vinculados a canais secos.

Nas décadas seguintes, outra geração de aparelhos foi lançada, mas sem resultados satisfatórios nos estudos que avaliavam *in vitro* ou *in vivo* a precisão e confiabilidade do método eletrônico, sempre vinculada ao problema de umidade do canal radicular. Somente em 1989, encontramos no clássico trabalho de Yamaoka et

¹ Custer LE. Exact methods of location the apical forâmen. J. Amer. Dent. Ass. 1918; 5:815-9

² Suzuki K. experimental study in iontophoresis. J. Jap. Stomat. Soc. 1942; 16: 414-17

al., as tentativas de superar essas limitações. Os pesquisadores demonstraram uma variação do método de medição eletrônica dos canais radiculares a partir da determinação dos valores de resistência elétrica em função de duas frequências de corrente alternada, o que possibilitaria a leitura sob condições de umidade no interior do canal. Os autores descreveram o princípio que diferencia a mensuração do modelo Apit® (OSADA, Japão), aparelho que utiliza o método da leitura do valor relativo para determinar a variação de impedância de duas frequências de corrente elétrica alternada. Segundo o princípio relatado, a impedância no interior do canal radicular seria medida utilizando-se dois valores de frequência, um de 1KHz e outro de 8KHz. A partir do cálculo baseado nestes valores uma constante seria estabelecida no momento inicial da mensuração, procedendo-se um ajuste no aparelho, denominado “ajuste em zero”. A partir deste ponto a diferença entre os valores de impedância seria calculado. Uma vez aproximando-se da constrição apical, esse valor sofreria um decréscimo, em razão da diminuição da resistividade elétrica das paredes dentinárias da região apical. Ao atingir um valor preestabelecido, o aparelho identificaria esse ponto como sendo a saída foraminal. Os autores salientaram a possibilidade de aferição eletrônica sob condições de umidade, uma vez que, em altas frequências, a presença de líquido irrigador ou material condutor deixa de interferir na precisão das leituras. A partir desse trabalho, estava iniciada a era dos aparelhos localizadores de terceira geração.

Em um experimento in vivo, Bramante e Berbet (1974) compararam a efetividade dos métodos de odontometria radiográfica Best, Bregman, Ingle e Bramante com o método elétrico da resistência proposto por Sunada (1958). Para isso, os autores utilizaram 224 dentes de 46 pacientes com indicação prévia de extração. A análise dos resultados indicou medições mais precisas do comprimento de trabalho pelo método eletrônico, em relação aos métodos de Best e Bregman, ainda que apresentassem um alto grau de variabilidade em seus valores. Os resultados com o método eletrônico superiores aos demais, foram observados em raízes palatinas de molares e pré-molares. Dentre as técnicas que utilizam a radiografia, a de Ingle foi a que resultou em razoáveis índices de acerto. Os autores ainda relataram como prováveis causas de imprecisão do método eletrônico a presença de umidade no interior do canal, canais radiculares com diâmetro reduzido e presença de restaurações metálicas.

Abbott (1987) salientou problemas durante a realização e interpretação das radiografias, devido aos seguintes fatos: à radiografia ser a projeção bidimensional de um objeto tridimensional, o que leva à superposição e distorção de imagens; às variações morfológicas do sistema de canais radiculares; ao forame apical nem sempre corresponder ao ápice radiográfico; a erros durante a interpretação radiográfica pelo observador; ao tempo gasto para obtenção da imagem; e ao potencial risco para a saúde do paciente e do profissional.

Olson et al. (1991) realizaram um estudo in vitro em dentes humanos para avaliar a habilidade das radiografias em determinar a localização do forame apical. A ponta de uma lima endodôntica foi posicionada no forame apical de cada canal em 117 dentes (213 canais), e em 56 dentes (92 canais) ainda dentro dos alvéolos de mandíbulas secas. Radiografias pelo paralelismo foram obtidas no plano vestibulo lingual de todos os dentes. O método radiográfico mostrou-se preciso em 82% dos casos. Apesar da precisão conferida pela radiografia no estudo, os pesquisadores ressaltaram que o exame radiográfico baseia-se em um objeto bidimensional de um objeto em três dimensões. Esse fato proporciona pouca ou nenhuma informação sobre a localização exata da saída do forame apical, principalmente quando a face da raiz, onde se encontra o forame apical, se localiza perpendicular à orientação do feixe principal do raio X e, sendo assim, o método radiográfico deveria ser utilizado em combinação com o método eletrônico.

Mc Donald (1992) realizou uma revisão da literatura acerca da odontometria eletrônica, descrevendo os localizadores foraminais utilizados até a realização do trabalho. Os primeiros aparelhos utilizavam a medida da resistência elétrica quando a lima era introduzida no interior do canal radicular e penetrava até a região apical. Um segundo conceito foi introduzido utilizando a medida da impedância no circuito formado com a lima no interior do canal radicular, nesse caso sendo empregada a corrente alternada. Utilizando esse mesmo tipo de corrente, o autor descreveu um terceiro conceito o qual utiliza a razão ou diferença entre duas impedâncias. Esse princípio contornou algumas limitações que ocorriam até então, no tocante ao uso dos localizadores, tornando os equipamentos mais precisos e confiáveis.

Christie *et al.*, em 1993, fizeram uma narrativa histórica, desde o surgimento dos aparelhos eletrônicos até os aparelhos atuais de terceira geração, mostrando a

evolução técnica dos mesmos. Cinco casos clínicos em que foi utilizado o Root ZX® na obtenção do comprimento de trabalho foram mostrados. As medidas foram confirmadas através de tomadas radiográficas e após obturação dos canais. Os autores concluíram que com a utilização de localizadores de terceira geração (método de frequência), aumentou a segurança na instrumentação dos canais radiculares, uma vez que permite a qualquer momento realizar uma nova medida. Eles afirmaram também que ao realizar eletronicamente a tomada do comprimento de trabalho, é importante associar o diâmetro do instrumento ao do canal na constrição apical tão mais próximo quanto possível.

Ramos e Bernardinelli (1994) estudaram, *in vitro*, a influência do diâmetro do forame apical na precisão de leitura do modelo de 3ª geração Apit® (Osada, Japão). O experimento consistiu de noventa dentes uniradiculares de humanos, montados em meio de ágar salino tamponado a 1%. Os dentes foram preparados e agrupados, de acordo com a padronização do calibre do forame apical. Para conseguir a padronização, 1mm de uma lima tipo k número 30 foi passada além do forame para o grupo de diâmetro $\pm 0,32\text{mm}$, k número 50 para o grupo de diâmetro $\pm 0,52\text{mm}$ e k número 70 para o grupo de diâmetro $\pm 0,72\text{mm}$. As medições foram realizadas introduzindo-se a lima no interior do canal até que a agulha no visor do aparelho alcançasse a posição indicada pelo fabricante como sendo a aproximadamente 1mm aquém do ápice. De posse das leituras, o instrumento foi fixado em posição, e calculado a distância entre a ponta da lima e o forame apical, através da verificação direta, desgastando uma das paredes radiculares externas da porção apical, aferindo a medida entre a ponta do instrumento e a saída foraminal com um paquímetro. Os resultados indicaram que as leituras em dentes dos grupos de diâmetro do forame $\pm 0,32\text{ mm}$ e $\pm 0,52\text{ mm}$, estabeleceram comprimentos médios de trabalho a 0,46 mm e 0,52 mm, respectivamente, não existindo diferença estatisticamente significativa nos valores obtidos pelas medições dos dois grupos. Os dentes com forames padronizados a 0,72 mm indicaram leituras médias de 1,61 mm da saída do forame apical. Todos os casos estudados apresentaram leituras variando entre o forame apical e 1,9 mm aquém.

Kobayashi e Suda (1994) salientaram que o grande obstáculo para o uso dos localizadores apicais seria a presença de eletrólitos no interior do canal radicular, o que pode dar uma medida menor ou, algumas vezes, tornar impossível

realizá-la. Para contornar essa dificuldade, um novo conceito de localizador apical foi desenvolvido. O novo aparelho mede a razão das duas impedâncias de correntes com duas frequências (método da impedância frequência dependente). Então, a razão entre os dois potenciais proporcionais é calculada para cada impedância. O quociente é mostrado no medidor do aparelho e representa a posição da lima no canal. O presente estudo verificou que o quociente foi apenas alterado na presença de eletrólitos no canal e que diminuiu consideravelmente quando a ponta da lima aproximou do forame apical.

Em 1995, Kobayashi analisou a evolução dos métodos de medição eletrônica, delineando o desenvolvimento dessas técnicas, mostrando as vantagens e características de cada princípio de funcionamento utilizado pelos aparelhos descritos. Algumas características sobre a técnica operatória dos aparelhos baseados na frequência (3ª geração) foram comentadas, principalmente a utilização clínica do Apit® e Root ZX®. Para os casos de raízes longas, reportaram-se medições mais curtas. O autor salientou que nos casos com presença de canais laterais largos, as medidas poderão ser influenciadas, demarcando um comprimento de trabalho mais curto. Nos casos de dentes com ápices incompletamente formados, recomendou-se a técnica radiográfica, dado a impossibilidade de mensuração eletrônica.

Arora e Gulabivala (1995) afirmaram que a precisão dos localizadores apicais seria afetada pela presença de eletrólitos, incluindo hipoclorito de sódio. De acordo com o fabricante de um novo localizador apical, Endex®, (Osada, Japão), esse problema foi contornado. A proposta do estudo foi testar a precisão do Endex® em comparação com um localizador já existente, o RCM Mark II® (Evident Dental Co. Ltd., London, U.K.). O comprimento de 61 canais com vários conteúdos (polpa viva, polpa necrosada, exudato purulento, hipoclorito de sódio e água) foram determinados *in vivo*. Limas foram cimentadas no canal no comprimento determinado pelo Endex®. Os dentes foram radiografados e extraídos. A distância entre a ponta da lima e o forame apical foi avaliada. A medida do RCM Mark II® foi comparada com a medida do Endex® e da radiografia correspondente. Os resultados indicaram que a maioria dos instrumentos que correspondiam à localização do ápice radiográfico estavam além do forame apical e o conteúdo do canal variou o efeito para cada localizador. A média de precisão do Endex® (71,1%) foi maior que a do

RCM Mark II® (43,5%) dentro de 0.5 mm do forame apical. O Endex®, ao contrário do RCM Mark II®, mediu de maneira precisa na presença de hipoclorito de sódio.

Nguyen *et al.* (1996) testaram a capacidade do aparelho Root ZX® em determinar o comprimento de canais ampliados. Vinte e um dentes unirradiculados extraídos, após uma leitura inicial, foram alargados com instrumentos rotatórios até o calibre # 60. Terminado o preparo, foram realizadas duas medições, uma com lima de pequeno diâmetro (#10) e outra com lima de diâmetro correspondente (#60). A leitura inicial e as duas pós-preparo não apresentaram diferença estatisticamente significativa e os resultados obtidos indicaram que todas apresentaram medidas aquém do comprimento real dos elementos. O Root ZX® foi capaz de indicar a zona de maior constrição apical, mesmo na ausência da constrição anatômica.

Shabahang *et al.* (1996) avaliaram, *in vivo*, a precisão do Root ZX® em dentes indicados para extração e que apresentavam vitalidade pulpar e ausência radiográfica de lesão periapical. O Root ZX® foi utilizado para localizar o forame de 26 dentes em que foi mantida a polpa vital. Depois da extração dos dentes, uma lupa foi utilizada para confirmar visualmente a relação da lima com o forame apical. O Root ZX® localizou exatamente o forame apical em 17 canais (65,4%), mais curto em 1 canal (3,8%) e além do forame em 8 canais (30,8%). Quando o erro foi 0,5 mm, a variação aceita como critério clínico, o localizador apical foi satisfatório em 25 dentes, o equivalente a 96,2% dos casos.

Vajrabhaya e Tepmongkol, em 1997, avaliaram a precisão do localizador apical Root ZX® no ponto 0,0 (relativo a saída foraminal) em vinte dentes unirradiculares que tinham a extração indicada por alguma alteração ou tratamento ortodôntico. Após a abertura coronária e a odontometria com o localizador apical, a lima foi fixada com resina composta e o dente extraído. Após a extração, o dente foi cortado longitudinalmente com um disco de diamante, até tornar o instrumento visível. A distância entre a lima e o forame apical foi medida através do microscópio (x100). Os resultados mostraram que a extremidade da lima atingiu o forame apical em todos os dentes, com um sucesso de 100% dos casos.

Pilot e Pitts (1997) utilizaram dentes anteriores e pré-molares unirradiculados que foram indicados para tratamento endodôntico. Após a determinação do comprimento do dente, uma série de limas manuais foram

posicionadas de 3 mm aquém do forame até 0,5 mm além do forame. Amostras de impedância foram feitas em cada comprimento com um processador de sinal digital em seis diferentes frequências, com cada um dos sete diferentes irrigantes ou condições do canal. Um total de 5 soluções irrigadoras e coadjuvantes foram utilizados (RC prep, álcool isopropílico a 70%, EDTA a 14,45%, solução salina, hipoclorito de sódio a 5,25%), além de duas condições de canal seco, uma após o álcool isopropílico e outra após o hipoclorito de sódio. A maior mudança de impedância ocorreu $\pm 0,25$ mm do forame apical. Não foi notada diferença significativa nas diferentes frequências, mas houve diferença significativa com os vários irrigantes. A condutividade dos irrigantes demonstrou menor mudança das características elétricas nos comprimentos dos irrigantes não condutivos; isso comprovou uma maior precisão da posição da lima em relação ao forame usando irrigantes não condutivos.

Dunlap *et al.* (1998) compararam, *in vivo*, a odontometria eletrônica para localizar o ápice em dentes vitais e necrosados. Os dentes foram anestesiados, isolados e realizado o acesso. A polpa foi considerada normal se um sangramento estava presente na polpa coronária. O Root ZX[®] foi utilizado para a odontometria. As limas foram fixadas em posição e o dente extraído. De vinte e nove dentes, obteve-se 34 limas fixadas, e a distância até a constrição apical foi medida. O Root ZX[®] foi preciso em 82,3% para uma distância de 0,5 mm da constrição apical. A média de distância da constrição apical foi de 0,21 mm nos dentes vitais e 0,40 mm nos dentes necrosados. Não existiu diferença estatística na capacidade do Root ZX[®] de determinar a constrição apical de dentes vitais e necrosados.

Pagavino *et al.* (1998) utilizaram vinte e nove dentes vitais para testar a precisão do Root ZX[®] em localizar o forame apical. Depois da extração dos dentes, um microscópio eletrônico foi utilizado para analisar a relação da ponta da lima com o forame. As amostras foram divididas em dois grupos (grupo A e grupo B), de acordo com a presença de um forame apical normal (no longo eixo a raiz) ou de um forame lateral (desviado do longo eixo). Com uma tolerância de $\pm 0,5$ mm, uma precisão clínica de média de 82,75% foi determinada no total da amostra. Com uma tolerância de $\pm 1,0$ mm, foi encontrada uma precisão de 100%. Erros de localização do ápice foram significativamente menores nos casos com forame apical normal

(grupo A) do que nos casos com forame lateral (grupo B). Uma precisão de 100%, com nível de tolerância $\pm 0,5$ mm, foi registrada no grupo A.

Ramos (1998) em trabalho *in vivo*, utilizou 186 canais para analisar a influência do conteúdo pulpar (polpa viva ou necrose) e dos diâmetros dos forames apicais na precisão e confiabilidade do método eletrônico da frequência (3ª geração). Foram realizadas medições observando o parâmetro da localização da constrição apical, utilizando-se a primeira marcação inserida na área verde do Endex® (OSADA, Japão) como referência para leituras. Dessa maneira, as medições foram orientadas de modo a detectar a constrição apical, e não o forame apical. Esse detalhe resultou em medições reais sempre delimitadas aquém da saída maior do forame. A presença de polpa viva ou necrosada não apresentou influência que pudesse causar diferença estatisticamente significativa nas médias dos resultados apresentados. Para os casos de polpa viva, a diferença entre os diâmetros de forames não mostrou resultados com diferença estatisticamente significativa. Nos casos de necrose, os dois grupos de diâmetros de forame apresentaram resultados diferentes estatisticamente. Os autores concluíram que existiu uma tendência de leituras mais distantes do forame apical em canais com forame amplo, mas que todas as medições executadas permaneceram em um limite apical clínico aceitável, capacitando o método eletrônico do tipo frequência.

Ibarrola *et al.* (1999) avaliaram o efeito do pré-alargamento na resposta do localizador apical Root ZX®. Segundo os autores, o Root ZX® é um exemplo de uma geração de localizadores apicais que identifica o término do canal através da média entre duas impedâncias elétricas. Estudos têm mostrado que esse localizador tem precisão, contudo os fabricantes advertem que a performance desse aparelho é prejudicada na presença de calcificações e nas constrições dentinárias. O estudo, *in vitro*, foi realizado para determinar se o pré-alargamento do canal poderia facilitar a passagem da lima em direção ao forame apical, através da eliminação de interferências cervicais e avaliar o efeito que isso poderia ter sobre a eficiência do Root ZX®. Trinta e dois dentes foram divididos em 2 grupos. No grupo 1, o canal não foi manipulado antes do uso do localizador e serviu como controle. No grupo 2, os canais foram alargados antes do uso do localizador. No comprimento de trabalho, a lima foi mantida em posição e realizada uma medida linear utilizando o programa Visilog 5. Os resultados desse estudo sugeriram que o pré-alargamento do canal

determinou comprimentos de trabalho mais consistentes ao atingir o forame apical, aumentando a eficácia do localizador apical Root ZX®.

Saad e Al-Nazhan (2000) relataram que o tratamento endodôntico requer inúmeras tomadas radiográficas e preocupadas em reduzir a dose de radiação que os pacientes são expostos durante a terapia, sugeriram um novo protocolo ao tratamento. Após examinar a radiografia de diagnóstico do caso, o localizador Root ZX® foi usado para mensurar o comprimento real de trabalho, de acordo com as recomendações do fabricante. O preparo químico-mecânico foi realizado e o cone principal radiografado por um sistema de radiografia digital que utilizou radiação 80% menor que a radiografia convencional. Os canais foram então obturados, nova tomada radiográfica feita pelo mesmo sistema e os casos controlados por até 18 meses para avaliar o sucesso do tratamento. No total, 14 pacientes foram avaliados e o sucesso clínico e radiográfico foi totalmente satisfatório. Os autores concluíram que o sucesso de uma obturação pode ser avaliado por uma única exposição de radiação, utilizando a radiografia digital na comprovação do cone principal travado no comprimento aferido pelo método eletrônico. Essa técnica pode ser útil em pacientes que necessitam não ser expostos a radiação excessiva ou repetida durante a terapia endodôntica.

Mearez e Steiman (2002) analisaram se a presença de hipoclorito de sódio influencia a precisão do localizador apical Root ZX®. Foram utilizados 40 dentes humanos extraídos montados em aparato experimental. Após a realização do acesso ideal, o comprimento de trabalho foi obtido usando o Root ZX®. O canal foi irrigado com hipoclorito de sódio a 2,125% e a medida repetida com o localizador. Antes de realizar a terceira medida, o canal foi irrigado com hipoclorito de sódio a 5,25 %. Finalmente, o dente foi removido do aparato e o comprimento real do dente medido visualmente. Não houve diferença estatística entre os grupos experimentais. O resultado mostrou que o Root ZX® não foi afetado na presença do hipoclorito de sódio.

Lucena-Martín *et al.* (2004) em um estudo, *in vitro*, com dentes humanos permanentes, avaliaram três aparelhos: Root ZX®, Justy II® e Neosono Ultima EZ® (Amadent, USA). Os localizadores obtiveram índices de precisão de 80% a 90% na detecção do forame apical. Apenas em 5% dos casos, nos dentes dos grupos do Root Zx® e do Justy II®, houveram medidas que excederam o forame apical; no

grupo do Neosono Ultima EZ[®], tal fato não ocorreu em nenhum espécime. O trabalho também indicou correspondência de resultados obtidos por diferentes operadores.

Segundo Teixeira e Figueiredo (2004), determinados localizadores apicais eletrônicos do tipo frequência dependente empregam a corrente elétrica alternada senoidal com dois sinais de frequência diferentes entre si. A presença de substâncias eletrocondutivas no interior do canal faz com que a distância entre a ponta do instrumento e o tecido periradicular, somada ao estreitamento apical do canal radicular, seja grande o suficiente a ponto de tornar esse meio resistivo à passagem de uma corrente elétrica alternada de baixa intensidade. Desse modo, existe uma diferença de impedância entre os dois sinais de frequência que estão sendo comparados, graças ao pequeno diâmetro apical do canal, dificultando a propagação da corrente elétrica para o tecido periradicular. Como a dentina é um bom isolante elétrico, há acúmulo de energia no interior do canal radicular, denominado capacitância. Quanto menor for a distância entre a ponta da lima e o tecido periradicular, maior será a capacitância (acúmulo de energia). A impedância é inversamente proporcional a capacitância apresentando portanto, uma diminuição significativa com a aproximação da lima à área de constrição apical do canal. A capacitância está numa relação inversa ao diâmetro do canal. Assim, quanto menor for seu diâmetro, maior será a capacitância e, conseqüentemente, menor a impedância. Desse modo, com a impedância reduzida ao mínimo na constrição do canal radicular, o sinal de frequência com mais capacidade de propagação passa com facilidade pela zona estreita, ficando restrita a passagem do sinal de menor frequência. Quando isso ocorre, a tensão elétrica do voltímetro passa a ser baixa e a corrente aumenta. Praticamente não há necessidade de força para vencer uma mínima impedância, pois na zona de constrição, a resistividade imposta pelo tecido periradicular é ainda menor, permitindo a passagem mais livre dos sinais de alta e baixa

Ramos e Bramante (2005) ressaltaram a importância do método eletrônico de odontometria no contexto da terapia endodôntica e descreveram os requisitos básicos necessários para obtenção de uma correta medida eletrônica: treinamento do operador, exame radiográfico pré-operatório, canal radicular deve ter patência,

isolamento absoluto do elemento, restaurações metálicas devem ser removidas ou aliviadas para evitar o contato com o eletrodo, solução irrigadora deve preencher apenas o canal radicular, estando a câmara pulpar vazia, remoção parcial do tecido pulpar e controle do sangramento, utilização de instrumentos compatíveis com o diâmetro anatômico do canal, bateria do aparelho com carga total e obediência à sequência técnica de cada aparelho.

Willians *et al.* (2006) compararam, *in vivo*, as medidas estabelecidas na determinação do comprimento de trabalho pela radiografia periapical com as distâncias ponta da lima ao ápice, colhidas *in vitro* após a extração do dente. Foram utilizados quinze dentes (molares, pré-molares e incisivos) com ápices completamente formados, dos quais resultaram 26 canais analisados. O aparelho Root ZX® (J Morita, Japão), foi utilizado e, após a leitura da posição do ápice, as limas foram cimentadas na cavidade de acesso para, então, proceder a tomada radiográfica com posicionador. Após as extrações, sob magnificação de 30x, as distâncias foram medidas da saída mais coronal do forame apical para a extremidade da lima. Os autores concluíram que a radiografia é um suplemento útil no estabelecimento do comprimento de trabalho, porém, duas tendências deveriam ser observadas; quando a lima parece estar passando o forame, ela está em média 1,2 mm maior do que a radiografia representa, e quando está mais curta do forame apical, na verdade apresenta uma distância média de 0,46 mm.

Wrbas *et al.* (2007) compararam a precisão dos localizadores foraminais eletrônicos de 3ª geração Root ZX® (J. MORITA, Japão) com o Raypex 5® (VDW, Alemanha). O experimento foi realizado *in vivo*, em vinte dentes uniradiculares. Os dois localizadores foram usados de acordo com as instruções dos fabricantes na tentativa de localizar a constrição apical. Duas leituras, uma com cada localizador, foram realizadas para o mesmo dente. Para que isso fosse possível, após a leitura, a lima foi fixada ao dente com um compósito, o qual se encaixava ao dente perfeitamente e deveria ser removido e recolocado na mesma posição quando necessário. As leituras foram checadas novamente com os compósitos em posição e então procedeu-se as extrações. Em seguida, janelas nos 4 mm apicais dos dentes foram abertas com brocas, para então as limas com o compósito serem colocadas no dente e fotografadas no aumento de 24 vezes com o intuito de medir a

distância ponta do instrumento à constrição e ao forame apical. O aparelho Root ZX[®] conseguiu localizar exatamente a constrição apical em 5% dos casos e o Raypex 5[®] em 10%. A constrição apical foi localizada dentro do limite de $\pm 0,05$ em 75% dos casos com o Root ZX[®] e 80% dos casos com o Raypex 5[®]. Os autores concluíram que os localizadores foraminais eletrônicos testados identificaram a constrição apical numa taxa de $\pm 0,05$ com alto grau de precisão e que não existiram diferenças significantes entre os aparelhos, no entanto, ressaltaram que os resultados obtidos com os dois localizadores para os mesmos dentes não foram concordantes e demonstraram alta taxa de discrepâncias de 0,03 a 1,18mm.

Ardeshtna *et al.* (2008) investigaram a relação entre a impedância radicular apical e a anatomia do canal. Para isso, utilizaram 23 dentes humanos extraídos, uni e multiradiculares. A anatomia apical foi identificada inicialmente pela aplicação de corante no ápice radicular para estabelecer o número de forames existentes e, após a medição da impedância, a anatomia foi confirmada novamente pela aplicação do corante e clarificação da dentina. Os canais foram divididos em dois grupos; 12 tinham anatomia com somente um forame e 11 com múltiplos forames. A medição da impedância foi obtida com um analisador de resposta de frequência. Os resultados demonstraram que os valores de impedância encontrados em canais com anatomia simples (um único forame) foram significativamente maiores quando comparados aos de anatomia complexa (vários forames). O trabalho mostrou que a anatomia do canal teve um significativo efeito na impedância da região apical.

Al-Bulushi *et al.* (2008) estudaram o efeito que o preparo químico-mecânico e material obturador residual, pós instrumentação no retratamento, tem sobre a impedância radicular. Valendo-se de trinta dentes humanos uniradiculares, as medidas de impedância foram feitas sobre três condições: antes do preparo químico-mecânico, após e no retratamento depois da remoção do material obturador e restabelecimento da patência do canal. As mensurações foram obtidas nos níveis de 0; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9 e 10mm do término apical e também a 0,5 e 1,0 mm além do forame apical. Após o preparo dos canais foi utilizado solução de EDTA 17% para remoção da smear layer. Os resultados mostraram que a impedância diminui de coronal para apical em todas as condições do canal de maneira característica, com exagerada diminuição no término apical. Houve diminuição após

o preparo do canal, mas obteve altos valores quando comparados com antes e após a instrumentação nos casos onde houve a remoção do material obturador. Sendo assim, a investigação concluiu que a impedância foi influenciada pela posição corono-apical, preparo químico – mecânico e material obturador residual.

Pereira *et al.* (2008) compararam, *ex vivo*, a precisão e confiabilidade dos localizadores foraminais eletrônicos Root ZX II® e FIT®. Foram selecionados para o estudo 15 canais de pré-molares permanentes humanos, íntegros e ápices completamente formados. As coroas foram removidas, os preparos dos terços cervical e médio realizados e o comprimento real do dente determinado pelo método visual com magnificação e iluminação. Os dentes foram fixados em um recipiente plástico de forma que o terço apical radicular ficasse exposto para que fosse imerso em solução salina a 0,9 %. Os espécimes foram submetidos à leitura eletrônica no ponto correspondente ao indicativo do forame apical no visor dos aparelhos e após, descontou-se 1mm em paquímetro digital para estabelecimento do comprimento real de trabalho. Obteve-se média de 0,97 mm e 1,02 mm, respectivamente, para os aparelhos FIT® e Root ZX II®. Nenhum espécime apresentou medida além do forame apical. Os comprimentos obtidos foram analisados pelo teste estatístico U de Mann Whitney. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada entre os aparelhos. Dentro das condições do trabalho, os resultados confirmaram que os aparelhos FIT® e Root ZX II® foram precisos e confiáveis na determinação do comprimento real de trabalho.

Pereira (2009) Avaliou *in vivo* a precisão e confiabilidade de leitura do protótipo funcional do localizador foraminal eletrônico Quill Apex Locator®. Foram triados pacientes com indicação para extração por motivos ortodônticos e periodontais, o que resultou em amostra de 24 canais. Realizadas as aberturas coronárias, os terços cervical e médio foram preparados e procederam-se as leituras no ponto correspondente no display do aparelho ao forame apical. Após a obtenção da medida a lima foi removida e subtraiu-se 1mm do comprimento lido em paquímetro digital para, então, fixar o instrumento e realizar a exodontia. Na seqüência foi realizada um desgaste em uma das paredes da região apical, objetivando visualizar a ponta do instrumento e a continuidade do canal até a real

saída do forame. A distância entre a ponta da lima e a real saída foraminal foi medida com o MEV. A média das medidas foi 1,089 mm ($\pm 0,437$ mm) e o teste t bicaudal revelou não haver diferenças significativas ($p = 0,338$) entre os valores experimentais encontrados e o valor hipotético testado de 1 mm. O estudo demonstrou que o protótipo funcional Quill® foi preciso e confiável na determinação de um comprimento de trabalho satisfatório no tratamento endodôntico.

Estudiosos do método eletrônico de odontometria, Ramos e Bramante, em 2009, destacam que a partir do surgimento dos localizadores foraminais de terceira geração, têm se conseguido apreciáveis resultados na odontometria eletrônica em diferentes condições clínicas. Os pesquisadores afirmam que além de mais exatos, os métodos eletrônicos são mais convenientes para o paciente e operador porque diminuem a exposição do paciente à radiação ionizante, reduzem o tempo de tratamento, são mais fáceis de serem empregados em pacientes com dificuldade em abrir a boca e podem ser usados em gestantes. Por serem menos subjetivos que os métodos radiográficos, os localizadores de terceira geração também apresentam maior reprodutibilidade das medidas, quando utilizados de maneira correta. Ressaltam ainda que localizadores de quarta geração já foram propostos, mas nenhum deles mostrou-se mais preciso que o método da razão de Kobayashi e Suda.

Vardasca de Oliveira *et al.* (2010) avaliaram *in vitro* a precisão e confiabilidade de dois modelos de localizadores apicais de fabricação chinesa, Joypex 5® (Denjoy, China) e Root SW® (China), comparados ao aparelho Root ZX II® (J. Morita, Japão) . Quinze pré-molares superiores e inferiores uni e multirradiculares tiveram seus terços cervical e médio preparados com brocas de Gates Glidden 2, 3 e 4 e em sequência foi realizada a medida do comprimento real do dente introduzindo uma lima K#15 dentro do canal e observando a saída da ponta do instrumento no forame maior utilizando um microscópio odontológico no aumento de 20X com iluminação média. Para realização das medidas eletrônicas um modelo experimental foi confeccionado de maneira que o terço cervical das raízes ficassem fixadas no recipiente plástico e os terços médio e apical dos espécimes ficassem mergulhados em solução de soro fisiológico a 0,9%. As medidas eletrônicas foram realizadas e os

resultados comparados. Foram realizados os testes estatísticos de Kruskal-Wallis e de Dunn's demonstrando que os três aparelhos provaram ser eficientes, não existindo nenhuma diferença estatística significativa ($P < 0,05$). Os pesquisadores concluíram que os localizadores Root ZX II[®] e os novos aparelhos de fabricação chinesa Joypex 5[®] e Root SW[®] mostraram-se precisos e confiáveis na determinação de um comprimento de trabalho aceitável para o tratamento endodôntico.

3 OBJETIVOS

Aferir a precisão e confiabilidade *in vivo* do novo modelo de localizador foraminal eletrônico Joypex 5 (Denjoy, China)

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo A) foi obtido e após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (anexo B), foram realizadas leituras em 19 canais, dos quais 05 foram excluídos, por fratura do terço apical durante a exodontia (n=2) ou erros na preparação da amostra (n=3). Sendo assim, 14 canais de 13 dentes humanos (02 primeiros pré-molares superiores, 02 segundos pré-molares superiores, 01 segundo pré-molar inferior, 01 incisivo lateral inferior, 02 incisivos centrais inferiores, 01 canino superior, 01 incisivo central superior, 02 primeiros molares superiores e 01 segundo molar superior), com indicação prévia de extração por motivos ortodônticos ou periodontais foram incluídos no trabalho. Os pacientes foram submetidos à anamnese e exame clínico. Foram aplicados testes de sensibilidade pulpar (testes térmicos a frio com spray congelante), percussão vertical e horizontal, inspeção de cárie e restaurações fraturadas, comprometimento periodontal, lesão de furca e mobilidade dental.

Exames radiográficos iniciais foram realizados no sentido de detectar perfurações de assoalho, dilacerações, tratamento endodôntico prévio, rarefações ósseas laterais e periapicais, linhas de fratura, presença de objetos estranhos ou fragmentos de instrumentos fraturados no interior do canal radicular, calcificações e formação completa do ápice radicular. Os dentes que apresentaram situações que inviabilizaram o experimento foram descartados da amostragem. O comprimento aparente do dente foi medido na radiografia utilizando-se uma régua endodôntica milimetrada, e obtido o comprimento de trabalho provisório.

4.1 Medida eletrônica

Após anti-sepsia do campo operatório, os dentes foram anestesiados, por infiltração de anestésico local Mepivacaína 2% com epinefrina 1:100.000(DFL[®], Brasil), receberam o isolamento absoluto e qualquer restauração metálica presente foi removida durante o procedimento de abertura coronária.

No acesso coronário foram utilizadas pontas diamantadas para alta rotação 1011, 1012 ou 1013HL (KG SORENSEN[®], Brasil), na trepanação inicial sob irrigação

constante, e brocas tronco-cônicas sem extremidade cortante, em alta rotação, Endo-Z (DENTSPLY MAILLEFER®, Suíça), na remoção do teto da câmara pulpar, com irrigação intermitente de solução de hipoclorito de sódio a 2,5%. Uma análise do conteúdo da câmara pulpar foi visualmente realizada no sentido de classificar o caso entre polpa viva e necrose pulpar. Dentes com cavidades pulpares apresentando sangramento abundante, cor vermelho vivo, e histórico positivo aos testes de sensibilidade pulpar anteriormente realizados, foram classificados como polpa viva. Dentes que apresentaram cavidades pulpares com conteúdo necrótico, exsudato ou pus, adicionado ao histórico negativo aos testes de vitalidade pulpar, presença de rarefação óssea periapical, foram classificados como necrose.

Após a localização da(s) entrada(s) do canal(is) utilizando uma sonda endodôntica, foi executado o cateterismo inicial com lima tipo K # 10 ou 15 (DENTSPLY MAILLEFER®, Suíça), até aproximadamente 4 mm aquém do comprimento provisório de trabalho, estabelecido pela medida do comprimento da imagem do dente na radiografia inicial. Irrigação abundante de solução de hipoclorito de sódio a 2,5% foi realizada na cavidade pulpar durante esse procedimento. Em todos os casos, previamente à medida eletrônica, foi realizado o preparo dos terços cervical e médio com brocas de Gates glidden (DENTSPLY MAILLEFER®, Suíça) # 2,3 e 4 de forma que se conseguisse a limpeza desse comprimento, atingindo aproximadamente 5 mm aquém do comprimento provisório de trabalho. Com o objetivo de explorar novamente o caminho reconhecido inicialmente pelas limas 10 e 15, esses instrumentos foram até comprimento provisório de trabalho. Nos casos de polpa viva ou necrosada, o excedente de sangramento ou hipoclorito de sódio a 2,5%, em nível da câmara pulpar, foi aspirado para a realização da medida.

O localizador foraminal eletrônico Joypex 5® (DENJOY, CHINA) foi instalado, posicionando-se o eletrodo da mucosa na comissura labial, e o eletrodo da lima no intermediário do instrumento a ser introduzido no canal radicular.

Para a mensuração eletrônica propriamente dita, uma lima tipo K (DENTSPLY MAILLEFER®, Suíça) que melhor se ajustasse ao diâmetro anatômico do canal radicular foi introduzida em direção ao ápice radicular, até que o visor do aparelho mostrasse a indicação 0.1, conforme seqüência descrita por Vardasca de Oliveira *et al.*, 2010:

- Inserir o instrumento no interior do canal radicular, certificando que o mesmo se ajusta às paredes do canal até o comprimento provisório de trabalho.
- Ligar o Aparelho;
- Conectar o eletrodo (pólo colgante) na comissura labial do paciente;
- Conectar o outro eletrodo à lima (porta lima);
- O instrumento deverá ser introduzido apicalmente girando-o suavemente no sentido horário ou com movimentos oscilatórios. À medida que a lima se aproximar do ápice, a representação numérica indicará uma escala de 3.5 a 0.1.
- Prosseguir com o instrumento em direção apical até a marcação correspondente à saída foraminal (0.1) . Obtida a medida, estabilizar o cursor em área previamente escolhida, retirar o instrumento e recuar 1mm para o estabelecimento do comprimento real de trabalho (Figura 1).

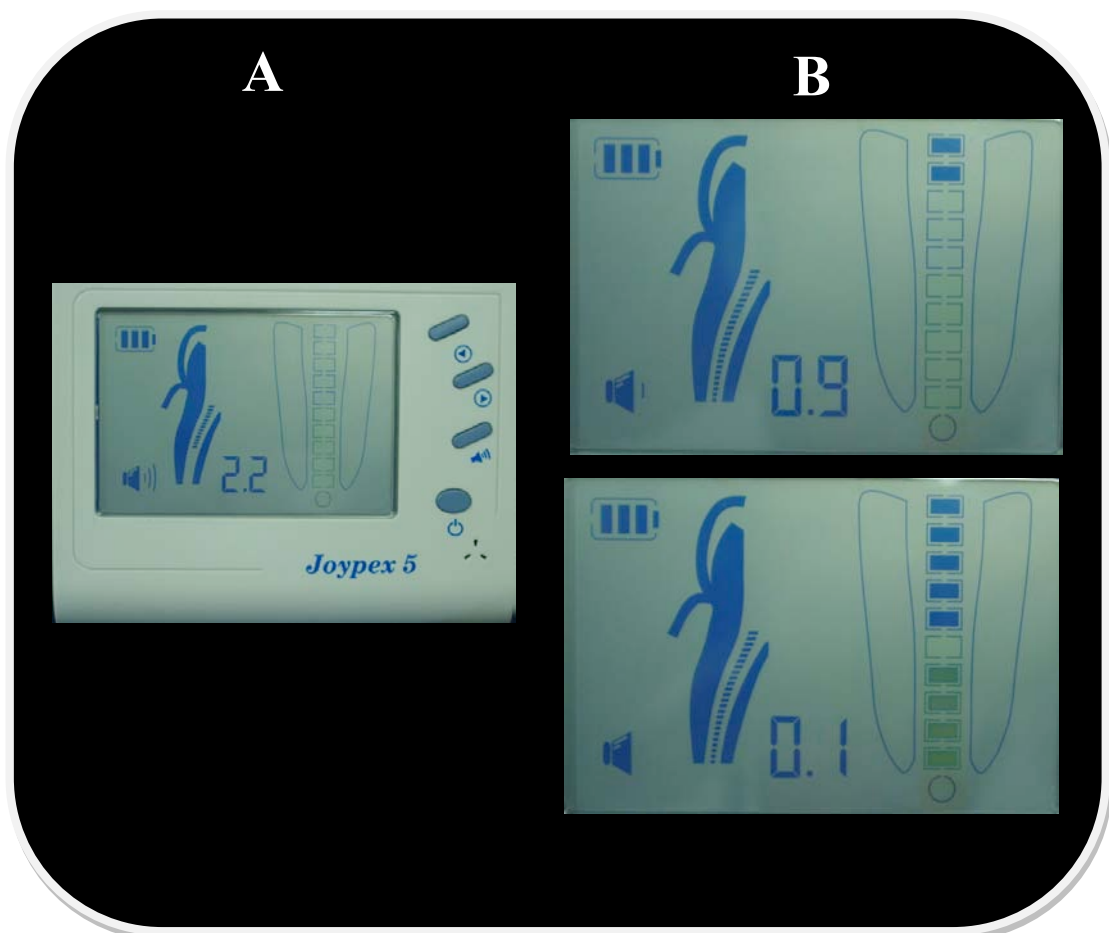


Figura 1 – Detalhes do localizador foraminal JOYPEX 5[®]. Display do aparelho mostrando a seqüência de leitura até a localização do forame apical.

4.2 Fixação e extração

Nos casos de cúspides inclinadas ou superfície incisal irregular, foram feitos desgastes prévios com broca diamantada cilíndrica 1090 (KG Sorensen®, Brasil) para melhor estabilidade do cursor. Após isso, a lima foi retirada e medida em paquímetro digital (Black Bull®, USA). Da medida obtida, subtraiu-se 1 mm e instrumento um ou dois números acima foi ajustado no canal radicular novamente na referência pré-estabelecida e, então, fixado, utilizando-se cianocrilato (Henkel®, Brasil) e resina composta fotopolimerizável flow (FGM®, Brasil) colocada em volta do intermediário da lima até preencher toda a abertura coronária.

Após a fixação do instrumento, o isolamento absoluto foi removido e o dente extraído conforme a técnica cirúrgica indicada. Os dentes obtidos foram limpos, desinfetados em hipoclorito de sódio a 2,5% por 10 minutos e armazenados em solução fisiológica.

4.3 Aferição das medidas obtidas em MEV

A saída do forame apical foi identificada visualmente, inserindo-se a ponta de uma lima tipo K n° 08 ou 10 (DENTSPLY MAILLEFER®, Suíça) em sua porção externa, apenas com intuito de facilitar sua localização. Essa manobra visou escolher adequadamente qual face radicular poderia ser desgastada. Os últimos 4 mm de parede dentinária de uma das faces externas da raiz foram delicadamente removidos, através de desgaste com broca diamantada 1013 e/ou 2200 (KG SORENSEN®, Brasil). Quando uma fina camada de dentina foi percebida entre o desgaste executado e a extremidade do instrumento fixado, o remanescente foi limpo e removido utilizando-se agulha curta 30G (BD, Brasil) e lâmina de bisturi n° 159, objetivando visualizar a ponta do instrumento e a continuidade do canal até o forame apical (Figura 2).

A visualização da distância entre a ponta da lima e o forame foi executada utilizando-se microscópio eletrônico de varredura (MEV) JSM – 6380LV, (JEOL®, Japão), no aumento de 30,40 ou 50 vezes.

Antes de serem analisadas no MEV, as amostras passaram por etapas de limpeza, onde se imergiu os espécimes por 2 minutos em cuba ultrassônica com

hipoclorito de sódio a 2,5%, para remover restos residuais que poderiam interferir na análise e após seguiu-se a desidratação em bateria de álcool etanol ascendente (10%, 30%, 50%, 70%, 80%, 90% e 100%), permanecendo imersas durante 15 minutos em cada concentração. Após, as amostras foram colocadas em estufa a 60 °C por 30 minutos para secagem completa.

Sob magnificação de 20 vezes, utilizando lupa estereoscópica binocular (CARL ZEISS, Alemanha), fez-se a colagem das amostras no suporte apropriado para o microscópio. Após isso, foi realizada a metalização das mesmas para possibilitar a leitura e mensuração dos espécimes. Fotografias foram capturadas no aumento de 30,40 ou 50 vezes e os espécimes submetidos a aferição das distância relativas a ponta da lima - real saída foraminal e forame apical – ápice anatômico. Para isso, foi utilizado o software SEM Control User Interface Version 7.06 Copyright © 2004. (JEOL TECHNIQS LTD., Japão), (Figura 3).

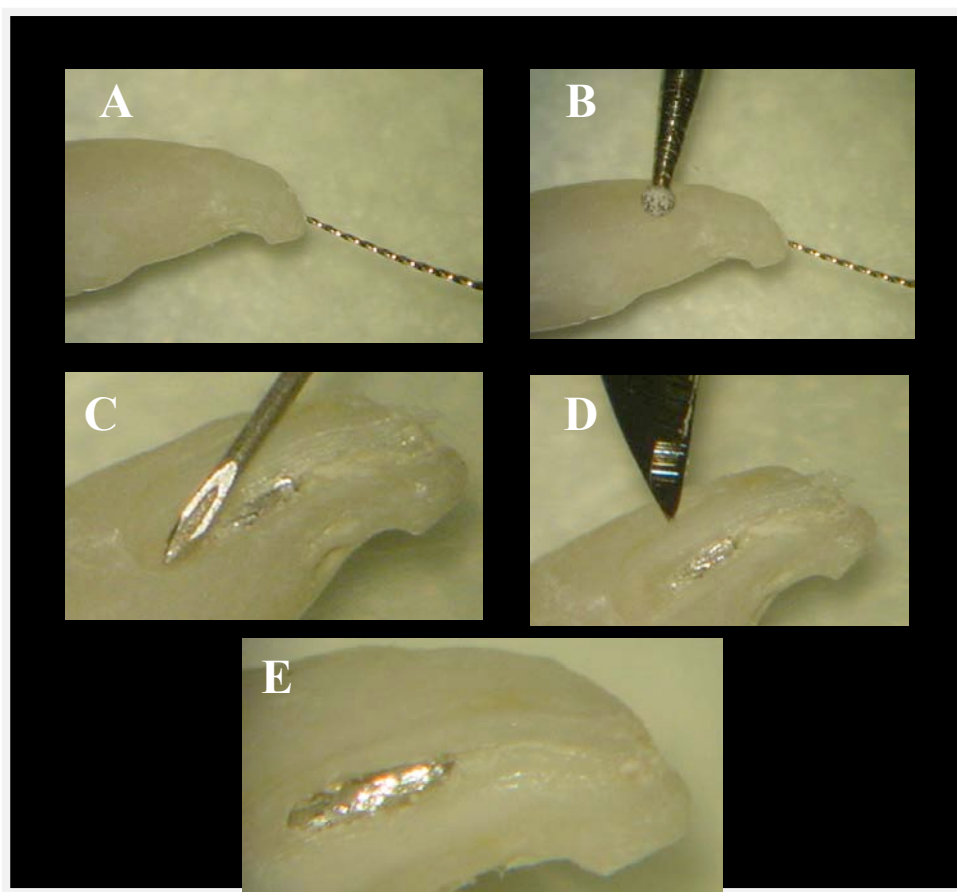


Figura 2 – Sequência de preparo dos espécimes: A) Localização do forame apical; B) desgaste da superfície radicular apical; C e D) acabamento com agulha e lâmina de bisturi; E) ponta do instrumento e real saída foraminal visualizados.

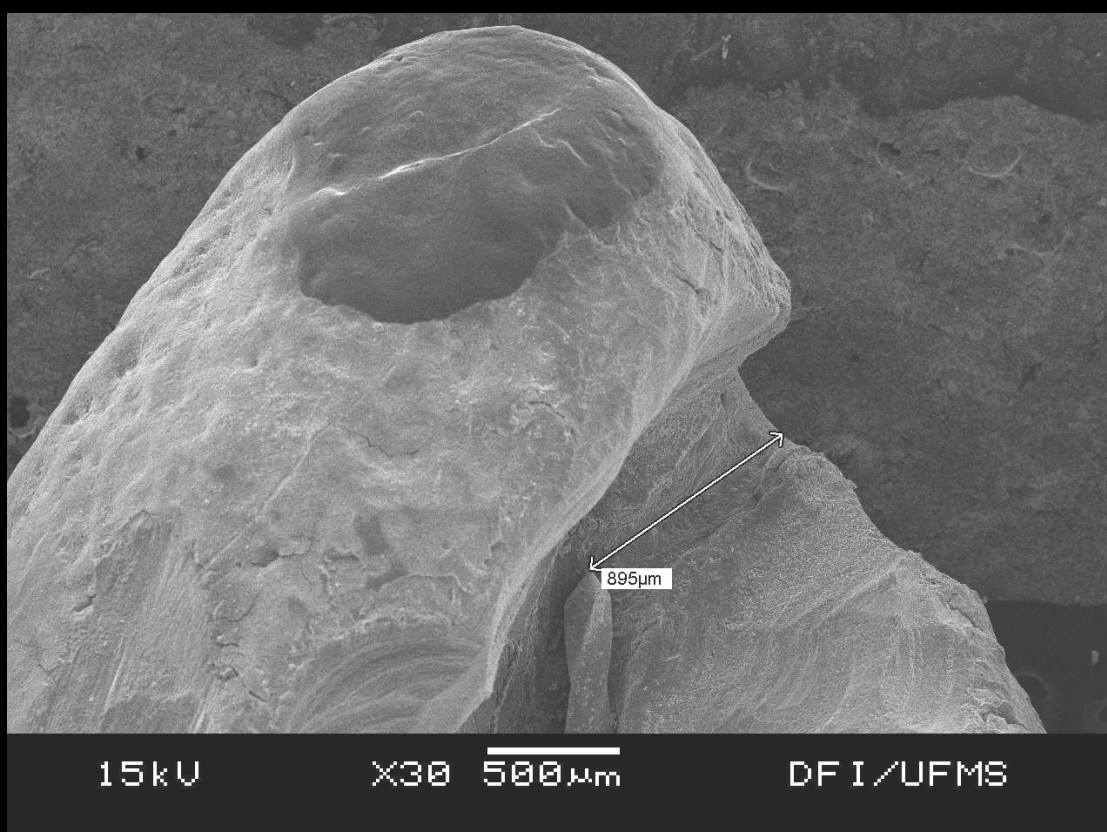


FIGURA 3: Fotomicrografia da distância da ponta do instrumento ao forame apical no MEV.

5 RESULTADOS

As distâncias em mm encontradas, relativas a cada canal, bem como a condição pulpar são mostrados na Tabela 1 (Apêndice A) e Figuras 5 a 9.

Em análise preliminar, os dados mostraram-se paramétricos com $p > 0,05$ pelos dois testes empregados (Kolmogorov-Smirnov, ou Shapiro-Wilk), possibilitando o emprego de análise pelo teste T para amostras independentes.

O teste T para amostras independentes revelou que os dados mostraram-se semelhantes ($p > 0,05$) entre os valores experimentais encontrados e o valor hipotético testado de 1 mm da ponta do instrumento ao forame apical (Figura 4).

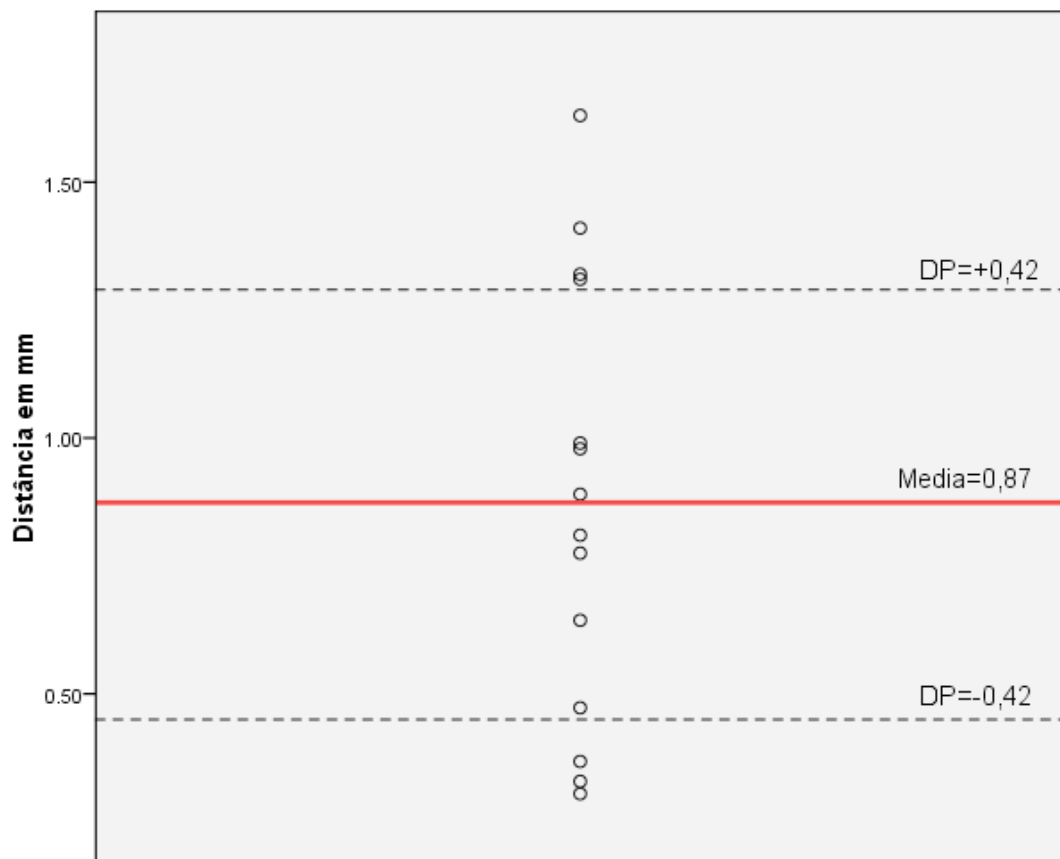


Figura 4 – O gráfico acima demonstra as medidas experimentais obtidas com o localizador foraminal Joypex 5 .

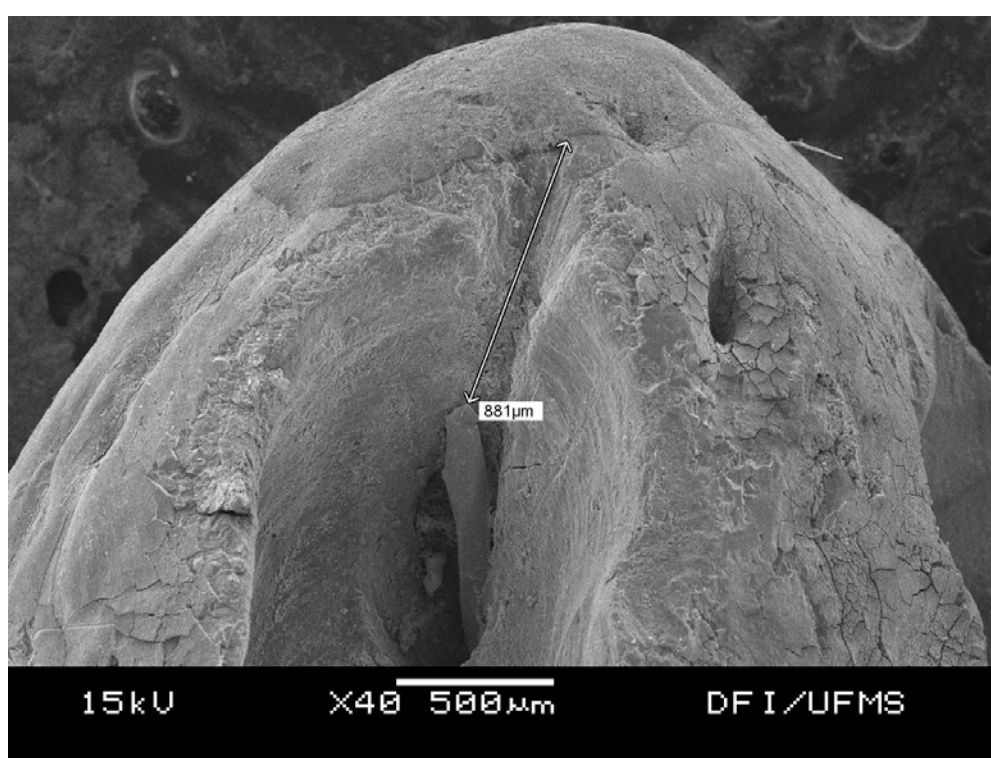
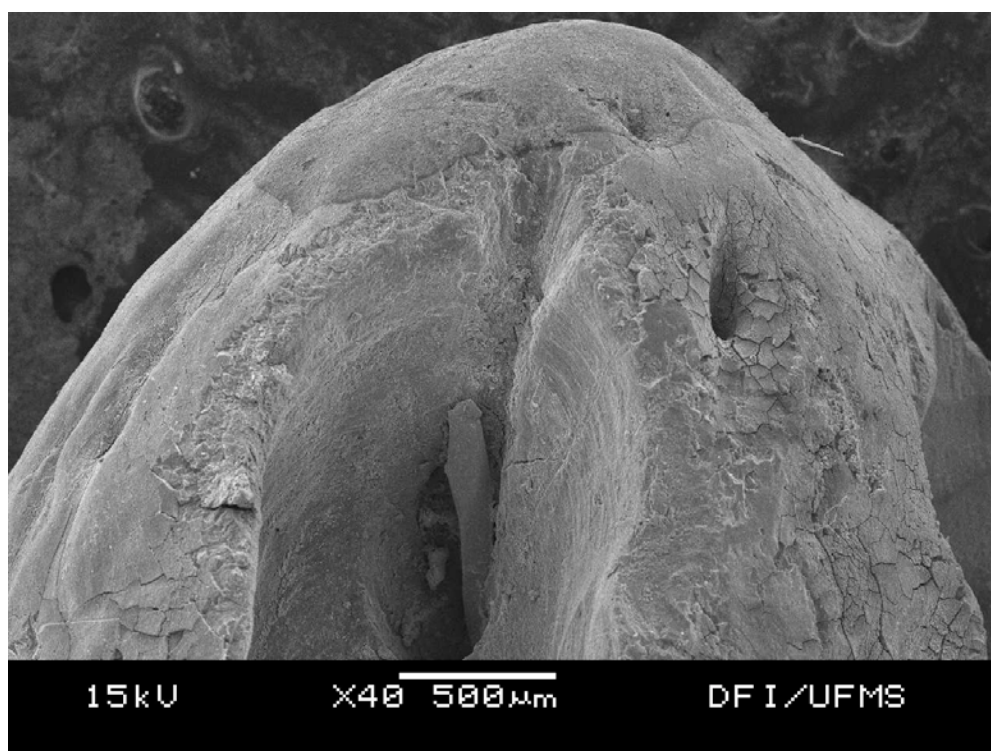


Figura 5 – Espécime 1, dente 26 (raiz L). Polpa viva. D = 0,881mm.

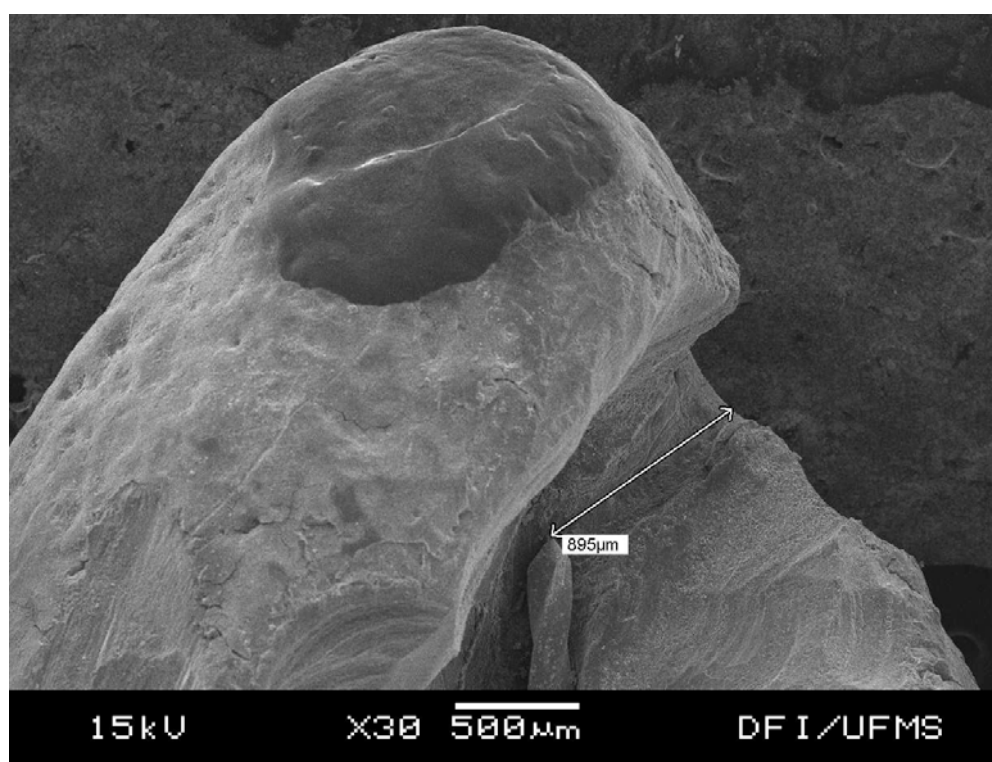
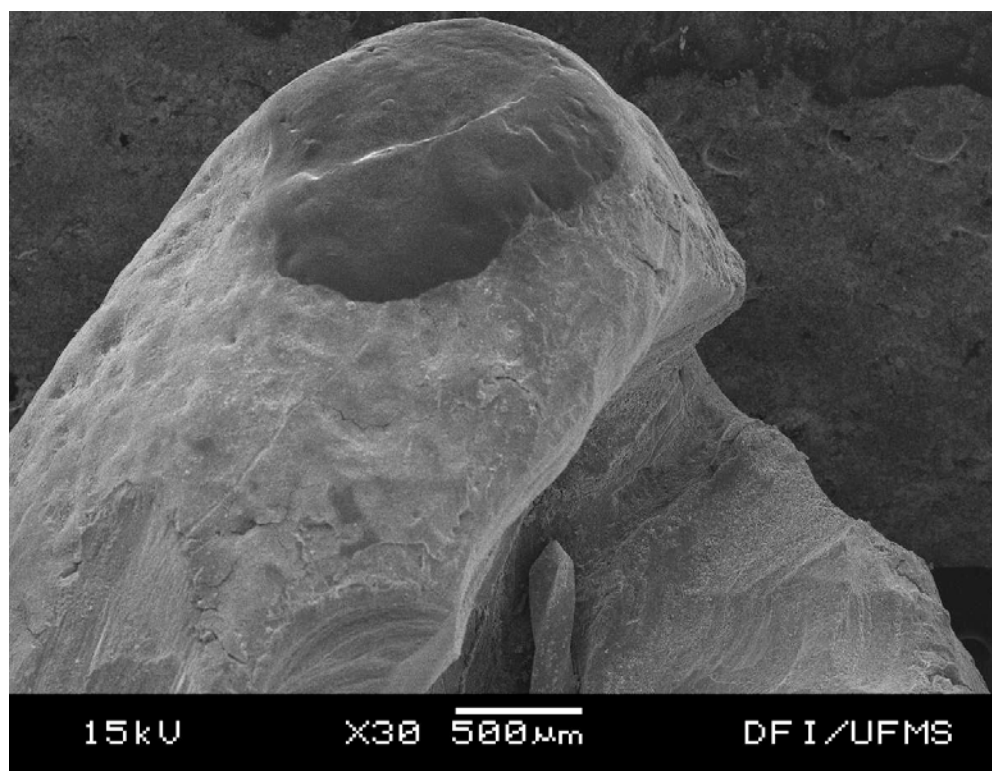


Figura 6- Espécime 2, dente 24 (raiz V). Polpa viva. D = 0,895mm.

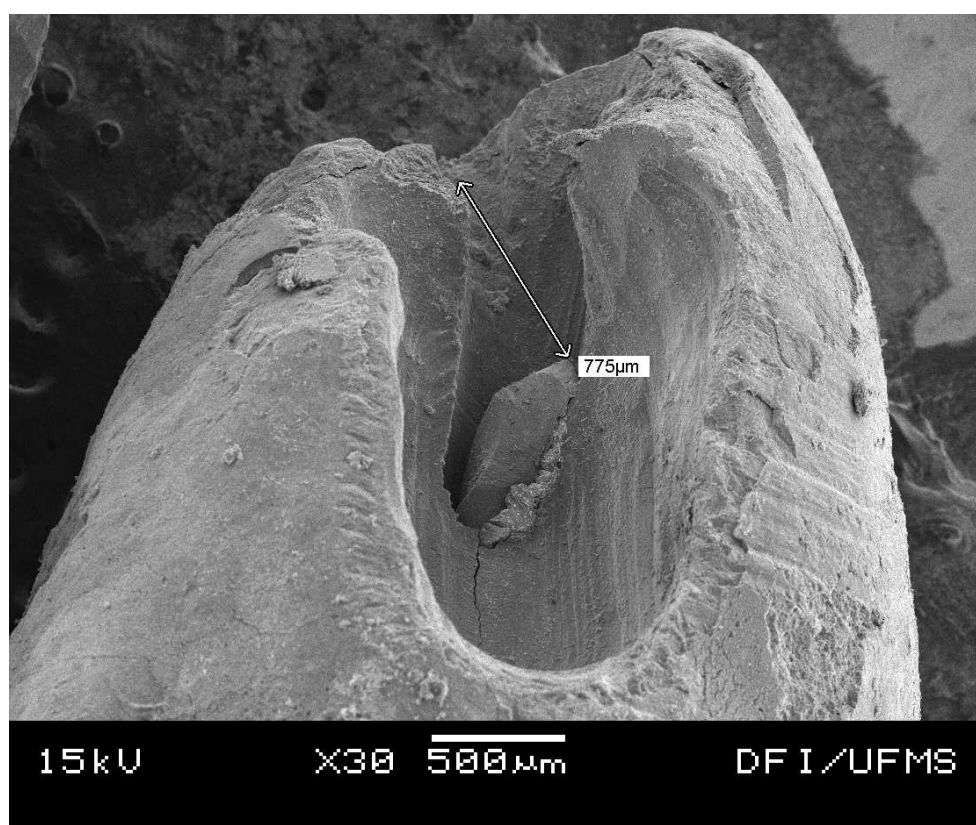
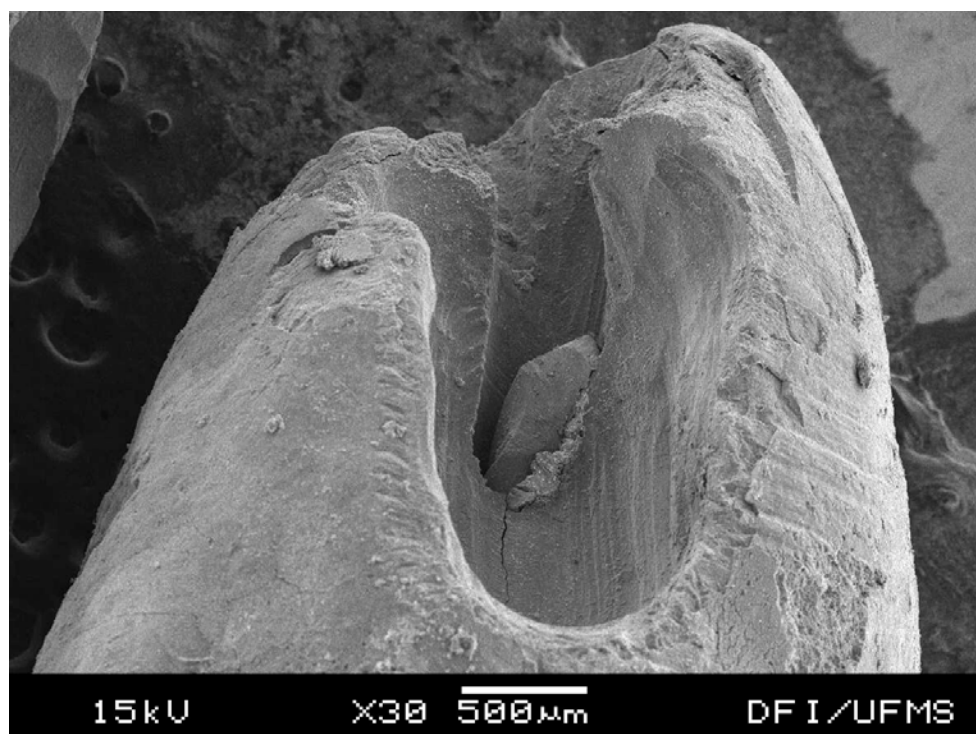


Figura 07 - Espécime 9, dente 27 (raiz L), Polpa viva. D = 0,775mm.

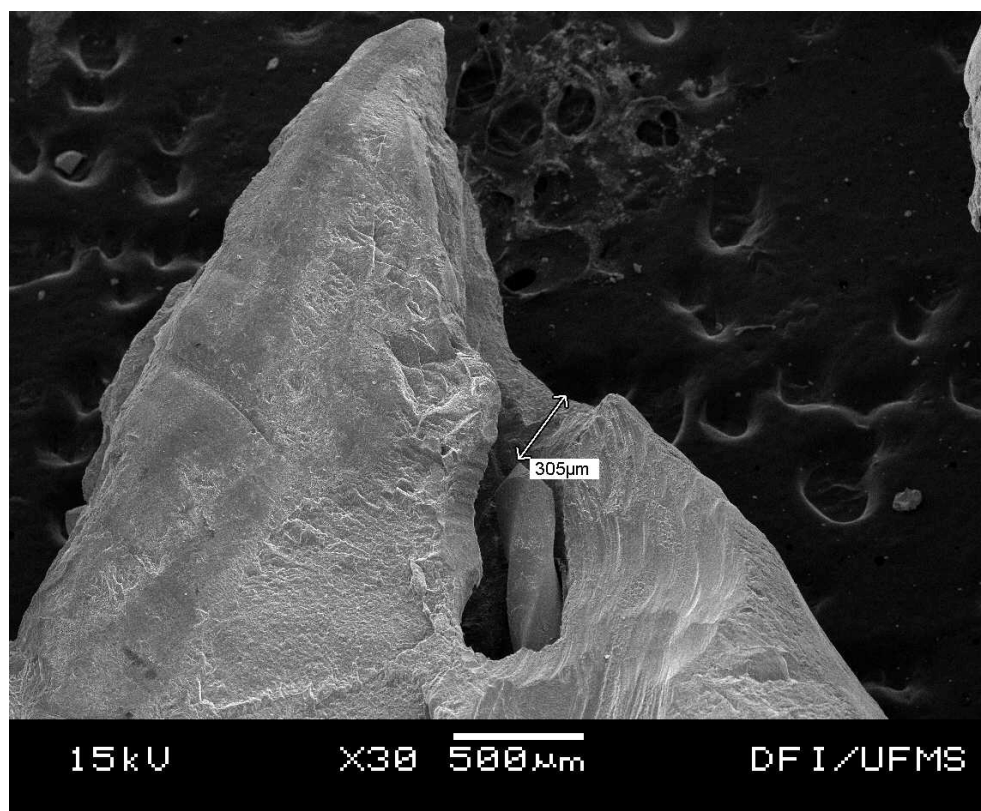
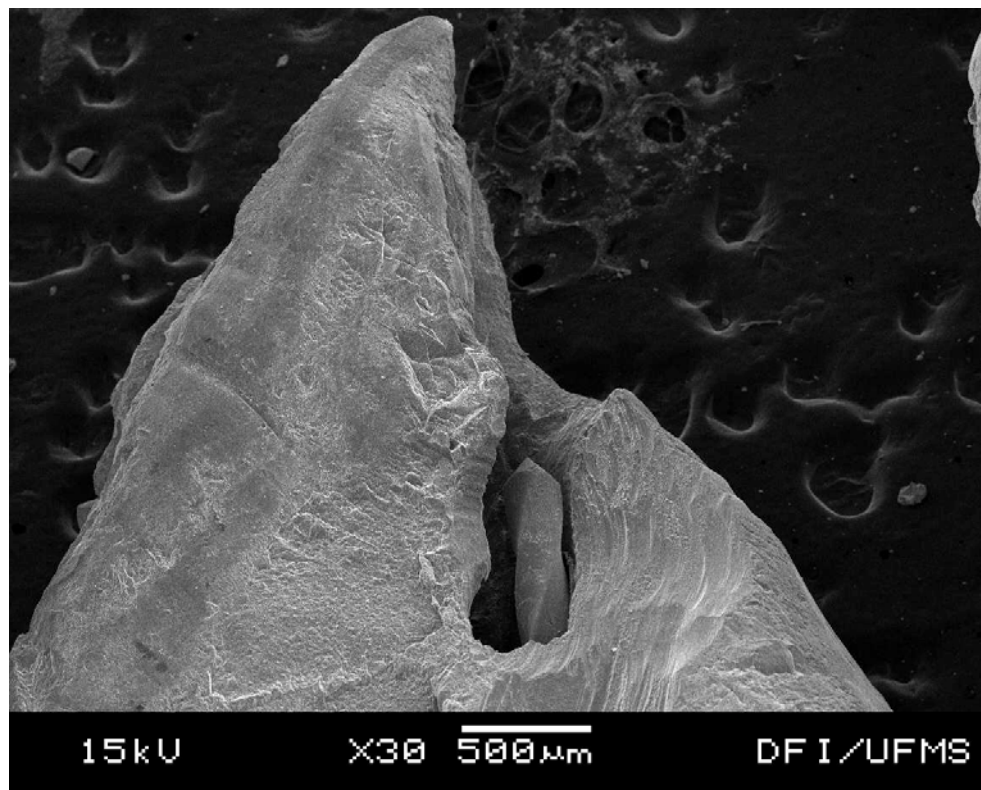


Figura 08- Espécime 13, dente 31. Polpa viva. D = 0,305mm.

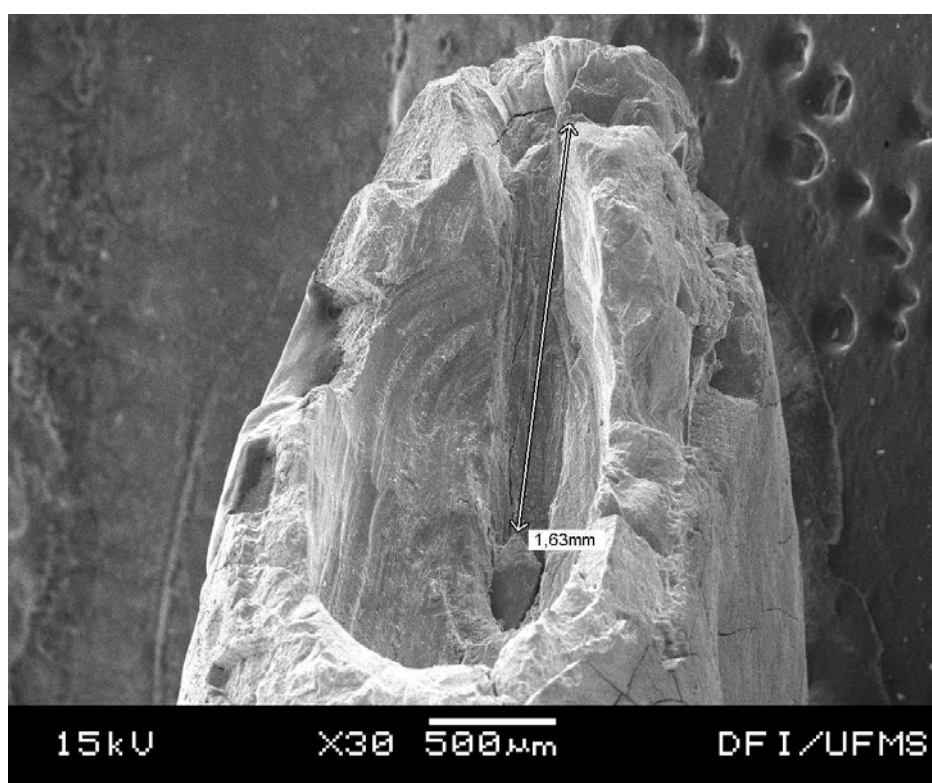
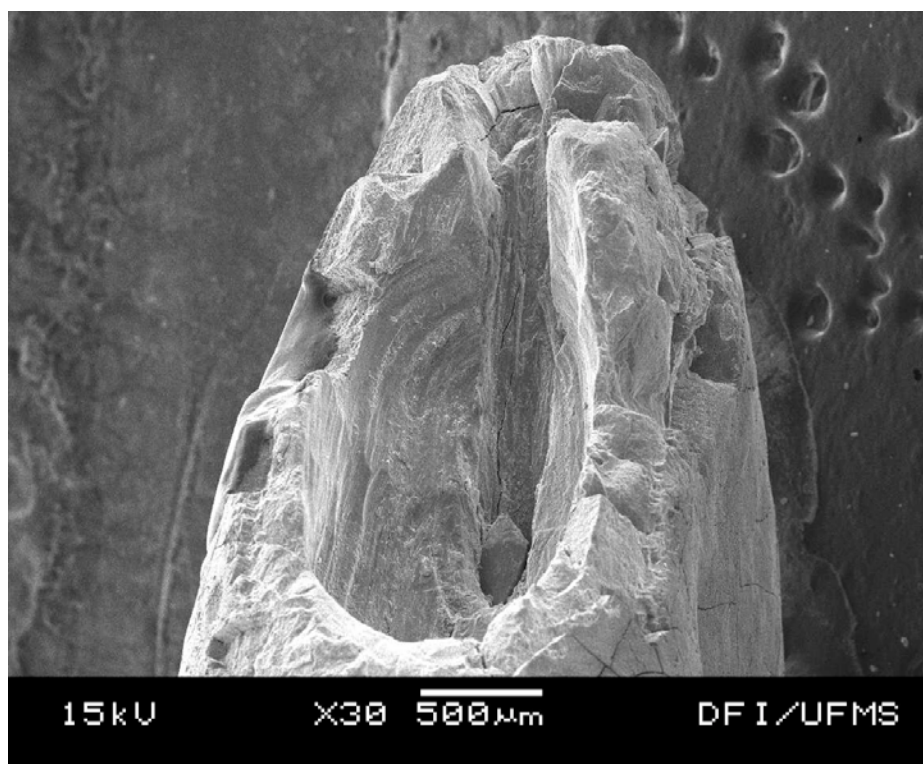


Figura 09 - Espécime 05, dente 42. Polpa viva. D = 1,63mm

6 DISCUSSÃO

Os métodos radiográficos de odontometria ainda são os mais utilizados e difundidos aos clínicos no auxílio da terapia endodôntica. Entretanto, inúmeros trabalhos demonstram que é difícil obter radiografias sem distorções (OLSON *et al.*, 1991; WILLIAMS *et al.*, 2006). Abbot (1987) destacou ainda que as radiografias podem ser imprecisas devido às variações morfológicas do sistema de canais radiculares; ao forame apical nem sempre corresponder ao ápice radiográfico; a erros durante a interpretação radiográfica do observador; ao tempo gasto para tomada e processamento radiográfico e ao potencial de risco para a saúde do paciente e do profissional pela exposição à radiação ionizante.

Estudando mais o problema das variações morfológicas da região apical, constatamos através dos trabalhos de Dummer *et al.* (1984), Morfis *et al.* (1994) e Soares *et al.* (2005), a incrível inconstância nas medidas correspondentes à distância forame apical e ápice anatômico com valores variando de 0 a 3,80 mm. Se o ápice anatômico é a estrutura visível no Rx e, somente em duas dimensões, parece correto afirmar que o exame radiográfico não consegue mostrar, ou ao menos sugerir a estrutura anatômica forame apical.

Blaskovic-Subat *et al.* (1992) ressaltaram que o clínico deve considerar o desvio do forame durante o tratamento endodôntico, pois a radiografia não detecta esse desvio. Confirmando esses dados, Machado e Pesce (1981), analisando regiões apicais, sob magnificação, de radiografias de obturações coincidentes com o vértice apical (fim do ápice anatômico visto no Rx), encontraram 98,3% dos espécimes com a obturação ultrapassando o forame. Isso se torna ainda mais crítico quando se trata de dentes com polpa necrosada portadores de lesões periapicais visíveis radiograficamente, pois de acordo com Ferlini Filho (1999), as radiografias convencionais não são recursos adequados no diagnóstico de reabsorções radiculares apicais em estágios iniciais e esse problema acentua-se quando a lise radicular está presente na face vestibular ou palatina da raiz envolvida. Sendo assim, diante de um tratamento que necessita de precisão para que o sucesso seja alcançado, a radiografia não deveria ser fator isolado e conclusivo na determinação do limite de instrumentação e obturação dos canais radiculares.

Diversos estudos foram executados *in vivo*, (BRAMANTE; BERBET, 1974; ARORA; GULABIVALA, 1995; SHABAHANG *et al.*, 1996; VAJRABHAYA; TEPMONGKOL, 1997; PILOT; PITTS, 1997; DUNLAP *et al.*, 1998; PAGAVINO *et al.*, 1998; RAMOS, 1998; WRBAS *et al.*, 2007; PEREIRA, 2009) com a finalidade de atestar a precisão e confiabilidade do método eletrônico. Esses trabalhos selecionaram pacientes com dentes que tinham o diagnóstico de extração indicada por motivos periodontais, ortodônticos ou protéticos. Essa metodologia é bastante utilizada porque oferece resultados mais próximos do que acontece clinicamente, pois proporciona a visualização direta do estabelecimento do limite apical determinado pelo método eletrônico, em relação à posição real do forame apical.

No presente estudo, utilizamos metodologia com opção pela mensuração do MEV, porque esse equipamento apresenta grande poder de magnificação com elevada qualidade da imagem, proporcionando alta nitidez, profundidade de foco (imagem com aparência tridimensional) e dispõe de softwares específicos de precisão para aferição de unidades de medida (KLAUSS, 2005). Uma vez que temos o objetivo de avaliar precisão de um aparelho que trabalha em décimos de milímetros, escolhemos para avaliação uma ferramenta que representasse qualidade exata na mensuração, resultando em medidas confiáveis que não comprometessem o resultado dessa pesquisa. Pagavino *et al.* (1998) e Pereira (2009), utilizaram a mesma metodologia para aferição, obtendo imagens brilhantes e incontestáveis nos seus trabalhos.

O preparo dos terços cervical e médio foi realizado previamente à medição, pois de acordo com os resultados encontrados no estudo de Ibarrola *et al.* (1999), que avaliaram o localizador Root ZX[®], os valores obtidos pelo aparelho com a técnica de instrumentação progressiva encontraram-se muito mais próximos do comprimento real de trabalho. Esse fato provavelmente deve-se ao fato do instrumento poder tocar mais paredes na região apical, fazendo de maneira mais efetiva a leitura da impedância da região.

Nos casos de polpa viva, a pulpectomia parcial foi realizada, pois segundo Ramos e Bramante (2005), a presença de polpa, principalmente inflamada, por exibir potencial de condutividade elétrica alterado, exibe valores acima dos calibrados para os aparelhos, dificultando a execução da mensuração ou até mesmo alterando.

Nos localizadores foraminais, há necessidade de emprego de uma corrente elétrica alternada muito baixa para eliminar riscos de desconforto ao paciente, e é por isso que, para o seu funcionamento adequado (localizadores de 3ª geração), há necessidade da presença de substâncias eletrolíticas no interior do canal radicular (TEIXEIRA; FIGUEIREDO, 2004). Diante disso e respaldado na literatura pertinente (KOBAYASHI; SUDA, 1994; ARORA; GULABILAVA, 1995; MEAREZ; STEIMAN, 2002) a qual relata não haver influência da solução irrigadora utilizada que, na maioria das vezes foi o hipoclorito de sódio em diferentes concentrações, a irrigação dos canais foi realizada com hipoclorito de sódio a 2,5%, independente do estado pulpar, tomando-se somente o cuidado de remover o excesso de líquido da câmara pulpar, conforme recomendações de Ramos e Bramante (2005), do *modus operandi* para os localizadores foraminais eletrônicos de terceira geração. Dunlap *et al.* (1998), Arora e Gulabivala (1995) também removeram o excedente de solução irrigadora da câmara pulpar antes da medição. De acordo com os pesquisadores, esse procedimento evita que a solução irrigadora entre em contato com o meio externo a cavidade pulpar, promovendo um desvio na passagem de corrente elétrica, levando ao erro de leitura do aparelho.

Nessa investigação, executamos as medições do forame apical, utilizando a demarcação do visor do aparelho correspondente a “0.1”, o que de acordo com Vardasca de Oliveira *et al.* (2010) corresponde a localização do forame apical no localizador Joypex 5[®]. Após isso, com o auxílio de paquímetro digital, medimos a lima de leitura e recuamos 1mm, procedendo então em seqüência a fixação do instrumento, que melhor se ajustasse, nessa medida do canal radicular. A opção em realizar a medição do forame apical, foi executada pois segundo Ramos e Bramante (2005), a parede do canal radicular, no terço apical, tornar-se menos espessa, diminuindo sua capacidade de isolamento elétrico. Esta diminuição gradativa é interpretada eletricamente como uma diminuição da impedância (capacidade que os materiais exibem de impedir a passagem de corrente elétrica) do meio que está sendo medido. A presença da constrição apical delimita o isolamento elétrico parcial do canal radicular, em relação ao tecido periodontal, e sua continuidade com os demais tecidos bucais. Esse limite norteia a leitura dos aparelhos de medição eletrônica do canal radicular, proporcionando uma variação sensível de impedância.

Esta variação é traduzida pela diminuição dos valores da escala do visor do aparelho. Nos casos de ápice incompleto, reabsorção apical avançada ou sobreinstrumentação, a constrição apical pode estar comprometida ou ausente, alterando a conformação elétrica do canal radicular. A variação da impedância da parede dentinária do terço apical será reduzida, indicando leituras mais curtas. O fluxo de corrente nesse local se altera, propiciando valores de gradiente de voltagem muito próximos aos valores do ligamento periodontal apical. Esse fato interfere na leitura da variação da impedância, calculada a partir de duas ou mais frequências de corrente alternada, provocando leituras anteriores à posição predeterminada de aproximadamente 1mm (ponto 1,0 do aparelho) aquém do forame apical. Além do fato das medições elétricas do forame apical serem mais precisas, a endodontia atual trabalha localizando e limpando o canal em toda sua extensão, para então, de acordo com as filosofias e protocolos de tratamentos, recuar de 0,5 a 1,5mm em média para execução da modelagem e conseqüente obturação do sistema de canais radiculares.

Ao analisar os resultados do experimento, notamos que os testes estatísticos, referentes aos dados apresentados pelas leituras do aparelho Joypex 5[®] em relação a medida hipotética de 1mm, não representaram diferenças estatisticamente significativas. Estes resultados são concordantes com os trabalhos de (KOBAYASHI e SUDA, 1994; NGUYEN *et al.*, 1996; SHABAHANG *et al.*, 1996; VAJRABHAYA e TEPMONGKOL, 1997; DUNLAP *et al.*, 1998; PAGAVINO *et al.*, 1998; WRBAS *et al.*, 2007; PEREIRA, 2009) os quais testaram também aparelhos de 3ª geração.

O aparelho apresentou média na amostragem de 0.87 mm e desvio padrão $\pm$ 0,42mm. Segundo as condições biológicas pulpare e a localização média da constrição apical, o aparelho comportou-se dentro de um limite clínico aceitável de determinação do comprimento de trabalho.

A variação dos valores das medidas nos espécimes pode ser elucidada pela complexa anatomia do canal radicular no seu terço apical. Kobayashi (1995) salientou que, nos casos onde há presença de canais laterais amplos, as medidas poderão ser influenciadas, demarcando um comprimento de trabalho mais curto. Essa afirmação vem ao encontro dos resultados de Ardeshtna *et al.* (2008), que investigaram a relação entre impedância radicular e anatomia apical em dentes

humanos e demonstraram que os valores de impedância encontrados em canais com um único forame foram significativamente maiores quando comparados aos de anatomia complexa (vários forames) e diante disso, descrevem que o aparelho interpreta o aumento da capacitância do terço apical do canal, gerando leituras mais curtas. Quando analisamos o trabalho de Wrbas *et al.* (2007), verificamos que ocorreu elevada taxa de discrepância nas medidas do mesmo dente para os dois localizadores estudados e isso pode ser explicado através do trabalho de Al-Bulushi *et al.* (2008) que avaliaram também a impedância radicular descrevendo os efeitos da sua variação após o preparo químico-mecânico e também pós remoção do material obturador no retratamento. Os autores ressaltaram que após a instrumentação, pelo fato da dentina se tornar menos espessa a impedância diminui, mas relataram também que a presença de *smear layer*, de restos dentinários, ou materiais obturadores residuais no retratamento podem obliterar túbulos dentinários e ramificações no terço apical, contribuindo para o aumento da impedância, diminuindo a condutividade elétrica do canal.

A constrição apical apresenta variação da sua distância média dentro do espaço de 1 mm aquém do forame apical: 0,52 a 0,66mm (GREEN, 1956), 1,2mm (HASSANIEN *et al.*, 2008). Respeitando os princípios biológicos da preservação dos tecidos periapicais, a maioria dos autores determinaram a necessidade de um limite apical que não cause dano tecidual, favorecendo o reparo e ou regeneração dessa área. Diante disso, vários trabalhos demonstraram que os limites de instrumentação e obturações devem estar limitados à região da constrição apical (RICUCCI; LANGELAND, 1998).

Enaltecendo a importância do estabelecimento de um correto limite apical de instrumentação e obturação, que respeite o espaço biológico delimitado pelos tecidos apicais, e as limitações do método radiográfico na localização precisa desse limite, o localizador foraminal Joypex 5[®] mostrou-se preciso e confiável na determinação do comprimento de trabalho, a partir da verificação do forame apical, pois a partir da identificação dessa estrutura anatômica, poderemos recuar 1 mm para ficarmos próximos da média do limite almejado pelos profissionais, ou seja, a constrição apical.

Através da literatura revisada e dos dados obtidos, fica claro a importância de se utilizar os localizadores foraminais, como recurso auxiliar definitivo na terapia endodôntica, especialmente em função das limitações do método radiográfico.

7 CONCLUSÃO

- O localizador foraminal eletrônico Joypex 5[®] demonstrou ser preciso e confiável para ser utilizado *in vivo*.

REFERÊNCIAS¹

Abbott P. Clinical evaluation of an electronic root canal measuring device. Aust Dent J. 1987; 32 (1): 17-21.

Al-Bulushi A, Levinkind M, Flanagan M, Ng YL, Gulabivala K. Effect of canal preparation and residual root filling material on root impedance. Int Endod J. 2008; 41: 892-904.

Ardeshtna SM, Flanagan M, Ng YL, Gulabivala K. An investigation into the relationship between apical root Impedance and canal anatomy [abstracts British Endodontic Society Spring Scientific Meeting 2008]. Int Endod J .2008

Arora RK, Gulabivala K. An in vivo evaluation of the Endex and RCM Mark II electronic apex locators in root canals with different contents. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1995; 79 (4): 497-503.

Blaskovic-Subat V, Marici B, Sutalo J. Asymmetry of the root canal foramen. Int Endod J. 1992; 3: 158-164.

Bramante CM, Berbet A. A critical evaluation of some methods of determining tooth length. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1974; 37: 463-73.

Christie WH, Peikoff MD, Hawrish CE. Clinical observations on a newly designed electronic apex locator. J Canad Dent Ass. 1993; 59(9): 765-72

Dummer PMH, McGinn JH, REES DG. The position and topography of the apical constriction and apical foramen. Int Endod J. 1984; 17:192-8.

Dunlap C, Remeikis NA, BeGole EA, Rauschenberger CR. An in vivo evaluation of an electronic apex locator that uses the ratio method in vital and necrotic canals. J Endod. 1998; 24(1):48-50.

¹Conforme International Committee of Medical Journal Editors (Vancouver Style)

Ferlini Filho. Estudo radiográfico e microscópico das reabsorções radiculares na presença de periodontites apicais crônicas (microscopia óptica e de varredura). [Tese]. Bauru: Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo; 1999.

Green D. A stereomicroscopic study of apices of 400 maxillary and mandibular anterior teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1956; 9:1224-32.

Hassanien EE, Hashem A, Chalfin H. Histomorphometric Study of the root apex of mandibular premolar teeth: An attempt to correlate working length measured with electronic and radiograph methods to various anatomic positions in the apical portion of the canal. J Endod. 2008; 34(4):408-12.

Ibarrola JL, Chapman BL, Howard JH, Knowles KI, Ludlow MO. Effect of preflaring on Root ZX apex locators. J Endod. 1999; 25: 625–26.

Klauss P. <http://www.materiais.ufsc.br/lcm/webMEV/tcc%20Pri.pdf>. Dispersiva UFSC/EMC –LabMat/LCMAI. Acesso em 20/03/2009. Disponível em: http://www.materiais.ufsc.br/lcm/web-MEV/MEV_index.htm

Kobayashi C. eletronic canal length measurement. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1995; 79(2):226-31.

Kobayashi C, Suda H. New electronic canal measuring device based on the ratio method. J Endod. 1994; 20(3): 111-4.

Lambriandis, T. Observer variations in radiographic evaluation of endodontic therapy. Endod Dent Traumat 1985; 1:235-41.

Lucena-Martín C, Robles-Gijón V, Ferrer-Luque CM, Mondelo JMNR. "In vitro" evaluation of the accuracy of three electronic apex locators. J. Endod. 2004; 30 (4): 231-3.

Machado MEL, Pesce HF. Estudo da região apical de dentes tratados endodonticamente até o vértice radiográfico da raiz. Rev APCD. 1981; 35(6): 534-7.

Mc Donald NJ. The eletronic determination of working lenght. Dental Clin of North American. 1992; 36(2): 293-307.

Mearez WA, Steiman HR. The Influence of Sodium Hypochlorite Irrigation on the Accuracy of the Root ZX Electronic Apex Locator. J Endod. 2002; 28(8): 595-8.

Milano NF, Werner SM, Kapczinski, M. Localizacao do forame apical; a real localização versus métodos usuais de condutometria. Rev Gaúcha Odontol 1983; 31(3): 220-4.

Morfis A, Sylaras S N, Georgopoulou M, Kernani M, Prountzos F. Study of the apices of human permanent teeth with the use of a scanning electron microscope. Oral surg Oral Med Oral Pathol. 1994; 77 (2):172-6.

Nguyen HQ, Kaufman AY, Komorowski RC, Friedman S. Electronic length measurement using small and large files in enlarged canals. Int Endod J 1996; 29 (6):359-64.

Olson AK, Goerig AC, Cavataio RE, Luciano J. The ability of the radiograph to determine the location of the apical foramen, Int Endod J. 1991; 24(1): 28-35.

Pagavino G, Pace R, Baccetti T. A sem study of "in vitro" accuracy of the Root ZX electronic apex locator. J. Endod. 1998;(24)6: 438-41.

Pereira KFS, Guerisoli DMZ, Yoshinari GH, Arashiro FN, Chita JJ, Ramos CAS. Avaliação comparativa da precisão dos localizadores foraminais eletrônicos FIT e Root ZX II: Investigação “ex vivo”. Rev Inpeo Odont. 2008; 1(2): 89-95.

Pereira KFS. Determinação in vivo da precisão e confiabilidade de um novo modelo de localizador foraminal eletrônico. [Tese]. Campo Grande: Programa de Pós Graduação Saúde e Desenvolvimento da Região Centro-Oeste, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul; 2009.

Pilot TF, Pitts DL. Determination of impedance changes at varying frequencies in relation to root canal file position and irrigant. J Endod. 1997; 23: 719-24.

Ramos CAS, Bernardinelli N. Influência do diâmetro do forame apical na precisão de leitura de um modelo de localizador apical eletrônico. Rev. FOB. 1994; 2(3): 83-90.

Ramos CAS. Avaliação in vivo da precisão de leitura de um modelo de localizador apical eletrônico. [Tese de doutorado]. Bauru: Faculdade de Odontologia de Bauru – Universidade de São Paulo; 1998.

Ramos CAS, Bramante CM. Odontometria, fundamentos e técnicas. São Paulo: Livraria Santos Editora; 2005.

Ramos CAS, Bramante CM. Localizadores foraminais eletrônicos (terceira geração). In: Leonardo MR, Leonardo RT. Endodontia: Conceitos biológicos e recursos tecnológicos São Paulo: Artes médicas Editora; 2009. p.129-61.

Ricucci D, Langeland L. Apical limit of root canal instrumentation and obturation: part 2—a histologic study. Int Endod J. 1998; 31(6): 394-409.

Saad AY, Al-Nazhan S. Radiation dose reduction during endodontic therapy: A new technique combining an apex locator (Root ZX) and a digital imaging system (radiovisiography). J Endod. 2000; 26(3): 144-7.

Shabahang S, Goon WWY, Gluskin AH. An “in vivo” evaluation of Root ZX eletronic apex locator. J. Endod. 1996; 22(11): 616-8.

Simon JHS The apex: how critical is it? Gen Dent. 1994;42: 330-4.

Soares JA, Silveira FF, Nunes E, Jham B, Borges EF. Análise *in vitro* da distância do forame principal ao extremo radiográfico dos dentes anteriores. Arq Odontol. 2005; 41(3): 215-25.

Sunada I. New method for measuring the lenght of the root canal. J. Dent Res. 1958; 41(2): 375-87.

Teixeira LP, Figueiredo JAP. Odontometria. In Lopes HP, Siqueira Jr. JF. Endodontia: biologia e técnica. 2ª edição. São Paulo: Guanabara Koogan s.a. Editora; 2004. p. 307-322.

Vajrabhaya L, Tepmongkol P. Accuracy of apex locator. End Dental Traumatol. 1997; 13: 180-2.

Vardasca de Oliveira PT, Chita JJ, Silva PG, De Vicente FS, Pereira KFS. Análise da precisão e confiabilidade de dois localizadore apicais de fabricação chinesa, comparados ao Root Zx II. Pesq Bras Odontoped Clin Integr. 2010; 10(1):83-8

Williams CB, Joyce AP, Roberts SA. Comparison between in vivo radiographic working length determination and measurement after extraction. JOE. 2006; 32: 624–627.

Wrbas KT, Ziegler A A, Altenburger MJ, Schirrmeister JF. In vivo comparison of working length determination with two electronic apex locators. I Endod J. 2007; 40: 133-8.

Yamaoka M, Yamashita Y, Saito T. Electrical root canal measuring instrument based on a new principle – makes measurements possible in a wet root canals. Japão: Osada Product Information; 1989: 12 p.

APÊNDICE A

Tabela 1- Espécime, dente, condição pulpar e medida da distância ponta do instrumento (I) ao forame apical (FA) dos dentes analisados.

Espécime	Dente	Condição Pulpar	Distância em mm (I-FA)
01	26- L	Bio	0,81mm
02	24-V	Bio	0,89 mm
03	25	Bio	1,31mm
04	45	Bio	0,990mm
05	42	Bio	1,63mm
06	15	Bio	1,32mm
07	26 – L	Bio	1,41mm
09	27-L	Bio	0,775mm
11	11	Bio	0,979mm
12	31	Bio	0,368mm
13	31	Bio	0,305mm
17	24-L	Bio	0,644mm
18	24-V	Bio	0,473mm
19	13	Necro	0,329mm
Média			0,87mm
DP			± 0,42

V e L representam respectivamente raiz vestibular e raiz lingual.

ANEXO A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa. É necessário decidir se quer participar ou não, assim como pedir autorização ao seu pai ou à sua mãe, ou ao responsável por você, desde que ele seja maior de idade. Por favor, não se apresse em tomar a decisão. Leia atentamente o texto abaixo, e pergunte ao responsável pelo estudo qualquer dúvida que surgir. Esta pesquisa está sendo conduzido pelo Prof Dr. Pedro Gregol da Silva (Orientador) e pelo aluno de Doutorado em Saúde e Desenvolvimento na região Centro Oeste, Jair Jatobá Chita, ambos cirurgiões-dentistas.

Porque a pesquisa está sendo feita?

A finalidade desta pesquisa é avaliar a precisão e confiabilidade de um modelo de localizador apical eletrônico produzido no China. Esse aparelho executa a medição do tamanho do dente para que possamos trabalhar com mais segurança nos tratamentos de canais radiculares e o grande benefício se ele realmente for preciso será a diminuição do número de radiografias utilizadas durante o tratamento, além é claro de aumentar os índices de sucesso, uma vez que essa fase é considerada uma das mais difíceis do tratameto de canal.

Quem participará desta pesquisa?

As pessoas estudadas devem ser pacientes que utilizam aparelhos ortodônticos fixos, as quais encontra-se no planejamento a extração de dentes pré-molares, os quais serão medidos antes de sua remoção.

Quem não pode ou não deve participar deste estudo?

Pessoas que não tenham a indicação prévia nos tratamentos ortodônticos da extração dos dentes pré-molares, ou pacientes que não fazem o uso do aparelho ortodôntico.

Exemplo: extrair para depois começar o tratamento

O que serei solicitado a fazer?

Antes da extração já indicada pelo seu ortodontista, faremos uma abertura na coroa do seu dente removeremos parcialmente o feixe nervoso e mediremos com o aparelho localizador de ápice o tamanho do seu dente. Basicamente usaremos aproximadamente 10 minutos a mais do que previsto para extração. Vale ressaltar que esse procedimento adicional da medida do canal não gera dor e nem um pós operatório dolorido na região.

Quanto tempo estarei no estudo?

Após a consulta inicial, o atendimento será realizado para medição do dente e extração e após uma semana você voltará para a remoção dos pontos dados na região e controle do procedimento realizado para verificação clínica de que está tudo bem (este procedimento é rotina para dentes que sofrem extração.)

Portanto, do aceite em participar até o fim do procedimento de extração dará um total de 03 consultas num total aproximado de sete dias.

Quantas outras pessoas estarão participando deste estudo?

Um grupo de aproximadamente 10 pessoas.

Que prejuízos podem acontecer comigo se eu participar deste estudo?

Nenhum, pois vários cuidados serão tomados para você não ser exposto desnecessariamente a pré e pós operatório dolorosos, incluindo a medicação sistêmica analgésica e anti inflamatória que será fornecida pelos pesquisadores.

Quem poderá ver os meus exames e saber que estou participando do estudo?

Se você concordar em participar do estudo, seu nome e identidade serão mantidos em sigilo. A menos que requerido por lei, somente o pesquisador, a equipe do estudo e o Comitê de Ética que autoriza esta pesquisa terão acesso aos seus dados para verificar as informações do estudo.

Quem devo chamar se tiver qualquer dúvida ou algum problema?

Em caso de dúvidas ou problemas você pode ligar para Dr. Pedro Gregol da Silva ou Dr. Jair Jatobá Chita no telefone 9983 0460. Para perguntas sobre seus direitos como participante no estudo, chame o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFMS no telefone 3345-3093 ramal 2299.

Eu posso me recusar a participar do estudo?

Sua participação neste estudo é voluntária. Você pode escolher não fazer parte do estudo. Você não perderá qualquer benefício ao qual tem direito. Você não será proibido de participar de novos estudos. Caso concorde em participar, você receberá uma via assinada deste termo de consentimento.

Declaro que li e entendi este formulário de consentimento e todas as minhas dúvidas foram esclarecidas, e que autorizo a participação voluntária neste estudo do menor

.....

declarando ser seu responsável neste ato.

Responsável :

Nome :

Identidade :

Endereço :

Assinatura :

Data :/...../.....

Pesquisadores :

Nome : Dr. Pedro Gregol da Silva e Jair Jatobá Chita

Assinatura :

Data :/...../.....

ANEXO B – Aprovação do Comitê de Ética



Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Comitê de Ética em Pesquisa /CEP/UFMS



Carta de Aprovação

O protocolo nº 1751 do Pesquisador Jair Jatobá Chita intitulado "Avaliação "in vivo" da localização do forame apical por um novo modelo de localizador foraminal", e o seu Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, foram revisados por este comitê e aprovados em reunião ordinária no dia 20 de maio de 2010, encontrando-se de acordo com as resoluções normativas do Ministério da Saúde.

Prof. Ernesto Antônio Figueiró Filho

Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa da UFMS

Campo Grande, 21 de maio de 2010.