

# **Trabalho de Conclusão de Curso**

## **AVALIAÇÃO *EX VIVO* DA EFICÁCIA DO ROOT ZX E DO RAYPEX<sup>®</sup> 5 NA DETERMINAÇÃO DO LIMITE APICAL DA INSTRUMENTAÇÃO ENDODÔNTICA**

**Mariele Grieser**



**Universidade Federal de Santa Catarina  
Curso de Graduação em Odontologia**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA**

Mariele Grieser

**AVALIAÇÃO *EX VIVO* DA EFICÁCIA DO ROOT ZX E DO  
RAYPEX® 5 NA DETERMINAÇÃO DO LIMITE APICAL  
DA INSTRUMENTAÇÃO ENDODÔNTICA**

Trabalho apresentado à Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para a conclusão do Curso de Graduação em Odontologia.

Orientadora: Profa. Dra. Mara Cristina Santos Felipe

Co-orientadora: Profa. Gabriela Santos Felipe

Florianópolis  
2012



Mariele Grieser

**AVALIAÇÃO *EX VIVO* DA EFICÁCIA DO ROOT ZX E DO  
RAYPEX® 5 NA DETERMINAÇÃO DO LIMITE APICAL  
DA INSTRUMENTAÇÃO ENDODÔNTICA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de cirurgião-dentista e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 10 de abril de 2012.

**Banca Examinadora:**

---

Profa. Dra. Mara Cristina Santos Felipe  
Orientadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Profa. Dra. Ana Maria Hecke Alves  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Dr. Wilson Tadeu Felipe  
Universidade Federal de Santa Catarina



À **Deus**, que ilumina e  
abençoa meus caminhos todos os dias.

Aos meus amados pais,  
**Sérgio e Nalderi Grieser**, que são meu  
porto seguro, pelos quais eu tenho um  
amor incomensurável.

Ao meu querido irmão,  
**Fernando**, que é meu companheiro  
para uma vida inteira e meu maior tesouro.



## AGRADECIMENTOS

À minha orientadora **Profa. Dra. Mara Cristina Santos Felipe** e à minha co-orientadora **Profa. Gabriela Santos Felipe**, por terem acreditado, antes de tudo, na minha capacidade de desenvolver essa pesquisa. Por toda a dedicação, a orientação, os ensinamentos repassados, o incentivo, a paciência e a amizade.

Aos meus pais, **Sérgio** e **Nalderi**, e ao meu irmão **Fernando**, por quem eu tenho um amor incondicional, por terem acreditado em mim e no meu sonho, não medindo esforços para que eu o pudesse realizar.

Aos meus **avós, tios, tias, primos e primas**, que ao longo desses anos estiveram sempre ao meu lado e que são presentes que a vida me deu.

Às minhas colegas e amigas **Ana Paula Haisi Klita, Carolina Mayumi Taguchi, Fernanda Rafaela Valle, Gabriella Machado Vieira, Juliana Martins Trajano, Martha Klasener, Patrícia Paes, Paula Canever, Roberta Pires Bazzo, Suhéllen Vicenzi Dengo** e ao meu colega e amigo **Guilherme Antônio Menegotto Filho** que me acompanharam durante essa trajetória, compartilhando comigo momentos de estudos, de aprendizagem, de alegrias, de tristezas, de dificuldades, de festas e de lazer. Obrigada por tudo e por estarem comigo todos os dias durante esses cinco anos de faculdade.

Às minhas amigas **Ananda Carla Fontana, Eloisa Weirich, Luana Desordi, Rafaela Desordi de Carli** e **Thaise Desordi Pereira** pela amizade de uma vida, pela confiança e por compreenderem minhas ausências.

Aos meus colegas de turma, que dividiram comigo esses cinco anos, sempre com muito companheirismo e amizade. Levo cada um no meu coração.

Aos professores que passaram por minha vida ao longo desses anos todos, tanto aqueles que participaram da minha formação profissional como aqueles que me ofereceram os ensinamentos básicos para chegar até aqui.

À Universidade Federal de Santa Catarina pela oportunidade de estudar numa instituição de ensino pública de qualidade.

E à todos que contribuíram, e que de alguma forma, tornaram a realização desse trabalho possível, meu muito obrigada!

"Se depender de mim, nunca ficarei plenamente maduro,  
nem nas idéias, nem no estilo,  
mas sempre verde, incompleto, experimental".

Gilberto Freyre



Grieser M. Avaliação *ex vivo* da eficácia do Root ZX e do Raypex® 5 na determinação do limite apical da instrumentação endodôntica. [Trabalho de Conclusão de Curso]. Florianópolis: Curso de Graduação em Odontologia da UFSC; 2011.

## RESUMO:

O objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade de dois aparelhos eletrônicos localizarem o forame apical e a constrição apical, limites considerados importantes para a instrumentação endodôntica. Foram empregados 100 dentes humanos, com raízes únicas e completamente formadas. Após o acesso aos canais, os dentes foram medidos pela técnica direta inserindo-se uma lima calibre 15 no canal até que a sua ponta fosse visualizada no bordo mais cervical do forame apical. Nesta posição, um cursor de silicone, adaptado ao intermediário do instrumento, foi deslizado até o bordo de referência e a lima foi, então, removida do canal. A distância compreendida entre o cursor e a ponta da lima foi medida em uma régua com precisão de 0,5 mm, e registrada como comprimento do dente (CD). Depois, cada dente foi medido, duas vezes, pelos dois localizadores apicais eletrônicos: Root ZX e Raypex® 5. Para a primeira medida, a lima foi introduzida no canal até que os aparelhos acusassem que a sua ponta chegou ao forame apical. Com a lima nesta posição, o cursor foi deslizado até o bordo de referência e a lima removida do canal e medida conforme descrito para a técnica direta, sendo o comprimento obtido registrado como comprimento eletrônico/forame (CEF). Para a segunda medida, a lima foi introduzida no canal até que os aparelhos acusassem que a sua ponta chegou à constrição apical. Após a remoção da lima, a medida obtida foi registrada como comprimento eletrônico/constrição (CEC). Para avaliar a capacidade dos aparelhos localizarem o forame de cada dente, o CEF foi considerado aceitável quando coincidente com o CD ou  $\pm 0,5$  mm diferente. Para avaliar a capacidade dos aparelhos localizarem a constrição apical, o CEC foi considerado aceitável quando coincidente com ou de 0,5 a 1,0 mm menor do que o CD. O percentual de medidas eletrônicas (CEF e CEC) aceitáveis fornecidas pelos aparelhos foi avaliado estatisticamente pelo teste de proporções, num nível de significância de 5%. Considerando o limite de tolerância de  $\pm 0,5$  mm, os percentuais de medidas eletrônicas aceitáveis fornecidas pelo Root

ZX e Raypex<sup>®</sup> 5 na localização do forame e da constrição foram de 100% e de 98%, e de 100% e 97%, respectivamente, não havendo diferença significativa entre o desempenho dos dois aparelhos.

Palavras-chave: Localizador apical eletrônico; odontometria; preparo do canal radicular.

Grieser M. *Ex vivo* efficacy of the Root ZX and Raypex® 5 in determining the apical endodontic instrumentation. [Trabalho de Conclusão de Curso]. Florianópolis: Curso de Graduação em Odontologia da UFSC; 2011.

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the ability of two electronic devices in locating the apical foramen and the apical constriction, limits considered important for endodontic instrumentation. One hundred extracted human teeth with single and completely formed roots were used. After the root canal access, the teeth were measured directly inserting a size 15 K-Flexofile in the root canal until its tip was visible at the major foramen. In this position a stop of silicon was slipped to the edge of reference and the file was then removed from the root canal. The distance between the cursor and the file tip was measured on a ruler (precision 0.5 mm) and recorded as tooth length (TL). Then, the teeth were measured twice by two electronic apex locators: Root ZX and Raypex® 5. For the first measurement, the file was inserted into the root canal until the device registered that its tip reached the apical foramen. With the file in this position, the cursor was slipped to the edge of reference and the file was removed and measured as described for the direct technique. This length was recorded as electronic length/foramen (ELF). For the second measurement, the file was inserted into the root canal until the device registered that its tip reached the apical constriction. After removing the file, the measurement was obtained and recorded as electronic length/constriction (ELC). To evaluate the effectiveness of the apical locators provide the length of each tooth, the ELF was considered acceptable when coincident with or  $\pm 0.5$  mm different from the TL. To evaluate the ability of the devices to locate the apical constriction, the ELC was considered acceptable when coincident with or 0,5 to 1,0 mm shorter than the TL. The percentage of acceptable electronic measurements (ELF and ELC) provided by the devices was statistically evaluated by test of proportions at a significance level of 5%. Considering the tolerance limit of  $\pm 0,5$ mm the percentage of acceptable electronic measurements provided by the Root ZX and Raypex® 5 in the location of the apical foramen and constriction were 100% and 98%,

and 100% and 97% respectively. There was no significant difference between the performance of the two EALs.

**Keywords:** Electronic apex locator; odontometry, root canal instrumentation.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 ARTIGO.....	24
Introdução.....	28
Material e métodos.....	30
Resultados.....	34
Discussão.....	36
Referências.....	38
Anexo.....	44
Apêndice.....	48
3 REFERÊNCIAS.....	50



## 1 INTRODUÇÃO

Dentre tantas indagações sobre o tratamento endodôntico, uma interessante expressão parece sintetizar eficazmente a filosofia que norteia a execução clínica da operatória endodôntica: “A fase mais importante da Endodontia é aquela que estamos realizando”. De maneira clara e sintética, a frase explicita a realidade da prática clínica, uma vez que todos os passos são importantes, interdependentes e, se realizados com êxito, convergem para o sucesso do tratamento (RAMOS et al., 2005).

Para se realizar um tratamento satisfatório, é necessário o conhecimento da topografia e da anatomia da região apical. “A porção terminal do canal radicular, juntamente com os tecidos que a circundam, é o centro da maior parte da atuação do endodontista e sua maior preocupação no tratamento e obturação do canal radicular” (LUCENA et al., 1995).

Em 1929, Grove afirmou, na Sociedade Dental do Estado da Pensilvânia (artigo publicado em 1930), que a junção cimento-dentinária é o ponto de contato da dentina e do cimento primários no ápice de um dente (GROVE, 1930). A “linha” de demarcação entre essas duas estruturas se deve às diferentes características histológicas que esses tecidos apresentam. Segundo o autor, para se manter a integridade dos tecidos periapicais, o canal deve ser hermeticamente selado após a remoção da polpa. O ponto até o qual a obturação deve se estender é a junção cimento-dentinária. Se a obturação não atinge essa junção, bactérias presentes nos túbulos dentinários poderão alcançar os tecidos periapicais via forame. O autor ainda filosofa dizendo que “parece que a natureza previu que a remoção da polpa seria necessária algum dia, pois tomou providências em relação a isso provendo o fim do canal radicular com um tecido diferente da polpa, com características próprias e

vantajosas”. Destaca ainda que, se o tecido existente além da junção cimento-dentinária (denominada pelo autor de membrana pericementária) for mantido intacto durante os procedimentos endodônticos, e se o canal for obturado com um material impermeável, não irritante, ocorrerá formação de cimento com posterior fechamento do forame (GROVE, 1930).

Anos mais tarde, Kuttler (1955) realizou uma pesquisa microscópica em 402 ápices radiculares de dentes humanos. Os ápices estudados foram medidos, sob vários aspectos, com uma ocular micrométrica e os resultados permitiram ao autor chegar a diversas conclusões, que em muito auxiliaram no aperfeiçoamento da técnica endodôntica. Dentre outras, o autor observou que o canal radicular é composto por dois cones: um comprido revestido por dentina (canal dentinário), e outro menor, revestido por cimento (canal cementário), e que existe, próxima à junção desses dois cones (junção cimento-dentinária), uma constricção do canal situada aproximadamente de 0,5 a 0,7 mm do forame apical, que é mais acentuada nos idosos. Concluiu ainda que a porção cementária não segue a direção da porção dentinária, mas desvia-se lateralmente, podendo a lateralidade do forame alcançar até 3 mm (KUTTLER, 1955).

Ainda nesta publicação (KUTTLER, 1955), Kuttler destacou que a forma afunilada do canal cementário, ao lado das irregularidades na forma e no diâmetro do forame, dificulta a correta obturação dessa região. Em razão disso, sugere que a obturação seja realizada 0,5 mm aquém do forame, resguardando assim o canal cementário e evitando deixar túbulos dentinários abertos, reforçando a orientação dada por Grove anos antes.

O mesmo autor, em 1961, afirmou haver diferenças histológicas entre a polpa do canal dentinário e o tecido da porção cementária. Mencionou que o cimento secundário só poderá obliterar o forame em obturações ligeiramente curtas,

pois “parece que os cementoblastos necessitam de um apoio tissular sólido, como as paredes do conduto, para que formem o neocimento”. Esse tecido não se deposita sobre a superfície de uma sobreobturação, nem sequer quando a obturação termina no nível do forame apical. Nesta publicação, reforçou a idéia de que a obturação deve se situar a 0,5 mm do forame em dentes jovens, e a 0,75 mm em dentes senis (KUTTLER, 1961).

Vários pesquisadores procuraram avaliar a influência da realização de procedimentos endodônticos em diferentes níveis do canal radicular. (SWARTZ et al., 1983, SOARES et al., 1990, SJÖGREN et al., 1990, DE DEUS, 1992).

Apesar de algumas opiniões divergentes, parece que a maioria dos autores defende a idéia de que o limite apical da intervenção endodôntica deve ficar situado, tanto quanto possível, nas proximidades da junção cimento-dentinária, o que corresponde, aproximadamente, de 1 a 2 mm do vértice radiográfico da raiz dental (LUCENA et al., 1995). Sendo o ponto mais estreito do canal radicular, facilita a confecção da matriz para receber o cone principal. Além disso, a existência de inúmeras pesquisas, comprovando que os melhores resultados são obtidos quando o material obturador é mantido dentro do canal, reforçam esta escolha (LUCENA et al., 1995). Como dizem Walton e Torabinejad; “Se vai haver um erro, que seja para menos. Mantenha todos os seus procedimentos no interior do canal radicular” (WALTON, TORABINEJAD, 1989).

Portanto, embora o resultado da Endodontia dependa de vários procedimentos, a execução de uma correta odontometria é de extrema importância para o sucesso do tratamento. Ao fornecer o comprimento dos dentes, esse passo determina qual a distância que os instrumentos endodônticos devem penetrar no canal a fim de realizar o esvaziamento e a modelagem. A correta determinação deste limite também impede ou dificulta a ocorrência de sub ou

sobreobturações, as quais podem afetar o reparo dos tecidos periapicais.

Sugere-se, portanto, atenção especial quando da determinação do comprimento de trabalho, uma vez que o sucesso clínico, radiográfico e histológico do tratamento está relacionado à adequada instrumentação e obturação do canal radicular, as quais devem se limitar ao canal dentinário. O canal dentinário corresponde à área histologicamente ocupada por tecido pulpar, restrita em seu extremo apical ao limite cimento-dentina-canal (CDC), onde se inicia o canal cementário, que deve permanecer livre de qualquer intervenção, principalmente no tratamento de dentes vitais. Assim, a constrição apical, localizada nas proximidades do limite CDC, se constitui no ponto para o estabelecimento do limite apical de modelagem, o qual identifica a profundidade que a obturação do canal deverá atingir (LUCISANO et al., 2009). Deve ser ressaltado que, no tratamento de dentes despolpados, a penetração de um instrumento até o forame com o intuito de realizar a remoção de tecido e debris contaminados, não gera maiores preocupações, já que o tecido alojado no canal cementário não apresenta mais vitalidade.

Alguns métodos podem ser utilizados para determinar o comprimento de trabalho de instrumentação, entre os quais o da sensibilidade tátil-digital, o radiográfico e o eletrônico. Cada um deles pode ser utilizado isoladamente ou em conjunto, o que proporcionaria mais segurança para a indicação de um limite apical adequado de instrumentação (RAMOS et al., 2005)

O método tátil-digital consiste na resposta dolorosa do paciente provocada pela ultrapassagem de um instrumento pelo forame apical. Atualmente, está praticamente em desuso por ser muito desconfortável e gerar erros de medida. Além disso, as variações de forma e posicionamento da constrição praticamente impossibilitam sua detecção pela sensibilidade tátil-digital (RAMOS, 2005).

O método radiográfico, realizado por meio de radiografias convencionais ou digitais, é ainda o mais utilizado para determinar este limite. Embora forneçam informações importantes para a execução da endodontia, as radiografias apresentam algumas desvantagens e/ou limitações como o tempo relativamente prolongado de processamento para obtenção da imagem (REAL et al., 2004), distorções de imagens (CHUNN, ZARDIACKAS, MENKE, 1981; MILANO, SILVA, 1988), dificuldades de se obter o comprimento de trabalho em dentes com forame excêntrico (PALMER, WEINE, HEALEY, 1971) e com curvaturas para vestibular ou palatal/lingual (LEVI, GLATT, 1970). Quanto a este aspecto, Levy e Glatt (1970) concluíram que o desvio para vestibular ou lingual ocorre mais frequentemente do que os desvios para mesial ou distal. Em muitos casos, para melhor esclarecer a posição do forame, é aconselhável a realização de radiografias com dissociações horizontais (LUCENA et al., 1995).

Além de a radiografia ser objeto de interpretação subjetiva, a sobreposição de estruturas anatômicas e a presença de patologias periapicais radiopacas podem dificultar ou até impedir a correta odontometria. (LEE et al., 2002). Destaca-se também a preocupação de diminuir a quantidade de radiação a que o paciente fica exposto. Nesse aspecto, houve um sensível decréscimo na qualidade das imagens, pois se tornou comum o uso de filmes radiográficos com sensibilidade aumentada. Se por um lado esses filmes diminuem a exposição à radiação, por outro apresentam grânulos de prata maiores e, conseqüentemente, diminuem a qualidade da imagem, perdendo em detalhamento quando comparado ao fornecido por películas menos sensíveis (RAMOS et al., 2005).

Outro fator a ser considerado é com relação aos achados de Lambjerg-Hansen, que comparou a distância do material obturador ao forame apical através de radiografias e análises histológicas, e concluiu que as radiografias tendem a

indicar uma distância maior do que a evidenciada pela avaliação histológica (LAMBJERG-HANSEN, 1974).

A técnica usada para realizar as radiografias e a interpretação das imagens obtidas, particularmente durante a determinação do comprimento de trabalho endodôntico, provavelmente são os aspectos nos quais os clínicos encontram mais dificuldades (RAMOS et al., 2005).

Essas limitações do método radiográfico incentivaram a busca de alternativas, dentre elas a medição eletrônica, para a obtenção confiável de uma medida do comprimento de trabalho que permita ao profissional realizar os procedimentos operatórios em um limite biologicamente compatível.

Em 1915, Custer já demonstrava preocupação em determinar o limite de intervenção no canal radicular. Reconhecia que a precisa localização do forame apical não era fácil, mesmo em raízes retas, e propôs o método eletrônico como uma possível solução (FERREIRA et al., 1998).

Os primeiros trabalhos objetivando desenvolver o método eletrônico foram introduzidos por Sunada (1958) a partir da indicação do valor da diferença de potencial elétrico entre a dentina/cimento e o ligamento periodontal (RAMOS et al., 2005). A partir dessa época, uma grande variedade dos chamados localizadores apicais eletrônicos - LAEs (ou foraminais) tornou-se disponível no mercado. Ao longo do tempo, esses aparelhos sofreram uma sensível evolução técnica, proporcionando, nos últimos anos, resultados bastante satisfatórios quanto à precisão e confiabilidade na determinação do limite apical de instrumentação.

Em relação ao funcionamento dos aparelhos de diferentes gerações, a classificação mais aceita é a apresentada na revisão de McDonald (1992):

- 1ª geração: tipo resistência (corrente contínua) – Utilização de corrente contínua na medição da resistência elétrica. A passagem de corrente

contínua induz o surgimento de polarização, acarreta necrose de células do tecido envolvido e dor durante a medição. Além disso, a maior desvantagem do método da resistência reside no fato de fornecer medições imprecisas caso o canal apresente algum tipo de umidade em seu interior, pois a presença de líquido de qualquer natureza, ou mesmo do tecido pulpar, faz com que o circuito seja fechado antes da chegada da lima ao forame apical, prejudicando a determinação do comprimento do dente (McDONALD, 1992).

- 2ª geração: tipo impedância (corrente alternada) – Utilização de corrente alternada e avaliação da impedância que está não só relacionada com a resistência elétrica dos tecidos, mas também com a capacidade de medição dos eletrodos (GENOVA et al., 1997). Conforme Ramos (2005), diferentes estudos constataram que a modificação do circuito interno dos aparelhos assegurou maior precisão na medição e menor desconforto ao paciente, porém dificultou os procedimentos de leitura devido à necessidade de o eletrodo da lima estar envolto por um material isolante.
- 3ª geração: tipo frequência (corrente alternada, duas ou mais frequências) - Com respeito ao mecanismo de funcionamento desses aparelhos, deve-se considerar que o dente funciona como um capacitor com acúmulo de cargas elétricas no periodonto e no interior do canal radicular. A dentina funciona como um isolante e permite a propagação de corrente elétrica em toda a extensão do canal radicular, denominada impedância. Os localizadores do tipo impedância frequência dependente (3ª geração) realizam o cálculo, através de dois sinais de frequência, dos diferentes valores de impedância no interior do canal radicular. Quanto maior a

constrição, próxima do limite CDC, mais difícil é a condução de eletricidade e, conseqüentemente, maior é a impedância. Segundo estudos de Pilot et al. (1997), o ponto de maior impedância ocorre numa região situada a 0,25 mm da abertura foraminal (McDONALD, 1992).

Ao se utilizar o método eletrônico na determinação do comprimento de trabalho, a exposição do paciente à radiação pode ser reduzida em função do menor número de tomadas radiográficas. Outra vantagem é a redução da hora clínica e do custo do tratamento endodôntico, pela diminuição do tempo de trabalho do profissional (HEIDEIMANN et al., 2009).

Com respeito ao mecanismo de funcionamento desses aparelhos, deve-se considerar que o dente funciona como um capacitor com acúmulo de cargas elétricas no periodonto e no interior do canal radicular. A dentina funciona como um isolante e permite a propagação de corrente elétrica diferente em toda a extensão do canal radicular, denominada impedância. Os localizadores do tipo impedância frequência dependente (3ª geração) realizam o cálculo, através de dois sinais de frequência, dos diferentes valores de impedância no interior do canal radicular. Quanto maior a constrição, próxima do limite CDC, mais difícil é a condução de eletricidade e, conseqüentemente, maior é a impedância. Segundo estudos de Pilot et al. (1997), o ponto de maior impedância ocorre numa região situada a 0,25 mm da abertura foraminal (RENNER et al., 2007).

Vários LAEs de 3ª geração (Just II, Tri Auto ZX, Apex Finder AFA, Endex, Apit, Bingo 1020, Root ZX, etc.) têm sido investigados.

O Root ZX, por exemplo, tem sido descrito na literatura internacional como um aparelho altamente confiável (FELIPPE et al. 1997, JENKINS et al. 2001, ELAYOUTI et al. 2002, BONETTI et al. 2007) tendo servido, inclusive, como parâmetro para comparações com

novos aparelhos introduzidos no mercado (SOUZA et al. 2006, WRBAS et al., 2007, STOLL et al., 2010).

Felippe et al. (1997) avaliaram *ex vivo* a capacidade de o Root ZX fornecer a medida de 315 dentes humanos unirradiculados. Em 96,4% dos dentes, as medidas realizadas com o aparelho coincidiram com as fornecidas pelo método direto.

Jenkins et al. (2001) analisaram, em 30 dentes unirradiculados extraídos, a precisão do Root ZX na presença de várias substâncias: lidocaína com 1:100 de epinefrina 2%, hipoclorito de sódio 5,25%, RC Prep, ácido etilenodiamino tetracético (EDTA), peróxido de hidrogênio 3% e Peridex. Os resultados obtidos indicaram que esse localizador eletrônico fornece medidas confiáveis, inclusive de dentes com canais longos, e que as substâncias empregadas não dificultaram nem impediram a determinação do comprimento de trabalho.

Utilizando 30 pré-molares extraídos, com 43 canais radiculares, Elayouti et al. (2002) compararam a capacidade do Root ZX e de radiografias de fornecerem o comprimento de trabalho. O instrumento endodôntico ultrapassou o forame apical em 51% e em 21% dos canais radiculares medidos pelas radiografias e pelo Root ZX, respectivamente.

Souza et al. (2006) avaliaram a eficácia de diferentes LAEs e do método radiográfico na obtenção da odontometria. Foram utilizados 30 dentes unirradiculados, com polpa vital ou necrótica, ou com indicação de retratamento endodôntico, de pacientes de ambos os sexos. Os elementos foram divididos em três grupos (10 dentes), de acordo com o localizador utilizado: Root ZX, Endex e Novapex. Primeiramente foi realizada a odontometria pelo método radiográfico (técnica de Ingle) e, em seguida, foi realizada a odontometria com um dos localizadores. Não houve diferença estatística significativa entre os aparelhos testados, os quais foram significativamente mais eficazes do que o método radiográfico na obtenção da odontometria.

Bonetti et al. (2007) concluíram que o Root ZX é de fácil manuseio, não necessita de calibragem a cada nova medida, e apresenta sinais audiovisuais de ótima qualidade, podendo ser utilizado em canais úmidos contendo sangue, exsudato ou soluções irrigadoras como hipoclorito de sódio.

O Raypex<sup>®</sup> 5 (VDW, Munique, Alemanha), um localizador apical recentemente disponível no mercado, tem sido testado com alguns resultados contraditórios (WRBAS et al., 2007; PASCÓN et al., 2009; RAVANSHAD et al., 2010; STOLL et al., 2010; STÖBER et al., 2011).

Ao compararem o desempenho do Root ZX e do Raypex<sup>®</sup> 5, e utilizando um limite de tolerância de  $\pm 0,5$  mm, Wrbas et al. (2007) verificaram que o percentual de acerto na localização do forame foi, respectivamente, de 75% e de 80%, sem diferenças significativas no desempenho dos dois LAEs.

Utilizando radiografias digitais e comparando a capacidade do DentaPort ZX e do Raypex<sup>®</sup> 5 fornecerem o comprimento dos dentes, Pascon et al. (2009) observaram que os dois aparelhos foram eficazes.

Mais recentemente, Ravanshad et al. (2010) avaliaram a odontometria obtida pelo método radiográfico e eletrônico utilizando o Raypex<sup>®</sup> 5 em 188 canais. Os autores não perceberam diferenças significantes entre as medidas fornecidas pelos dois métodos quando comparados com a técnica direta. Os percentuais de acerto dos métodos radiográfico e eletrônico foram de 82,1% e 90,4%, respectivamente.

Ao compararem, in vivo, a confiabilidade do Raypex<sup>®</sup> 5 e do Mini Apex Locator, Stöber et al. (2011) não encontraram diferenças significativas entre o percentual de medidas confiáveis fornecidas pelos aparelhos. Num limite de tolerância  $\pm 0,5$  mm, o Raypex<sup>®</sup> 5 determinou o comprimento de trabalho em 75% dos casos. No limite de  $\pm 1$  mm, a precisão foi de 100%.

No entanto, ao compararem o Raypex® 5 com outros LAEs, Stoll et al. (2010) constataram que a verificação da distância da lima até o forame por meio do código de cores do visor do aparelho não é confiável e pode levar a interpretações errôneas, comprometendo o resultado final da odontometria e, conseqüentemente, do tratamento endodôntico.

Alguns fabricantes citam, no manual de instruções, que seus aparelhos são capazes de localizar o forame e a constrição apical. Outros, apesar de não fazerem tal citação, alegam que é possível monitorar, pelo visor do aparelho, a distância da ponta da lima ao forame, em décimos de milímetro.

Considerando a importância de se determinar o limite apical de instrumentação endodôntica no tratamento de dentes vitais e não vitais, o propósito deste estudo foi avaliar a capacidade deste novo aparelho (Raypex® 5) localizar o forame apical, bem como um ponto situado próximo e aquém do forame (constrição apical) comparando as medidas por ele fornecidas com as obtidas pela medição direta e com o uso do Root ZX, de confiabilidade já comprovada.



## **2 ARTIGO**

Avaliação *ex vivo* da eficácia do ROOT ZX e do Raypex<sup>®</sup> 5 na determinação do limite apical da instrumentação endodôntica.

Mariele Grieser

Department of Dentistry, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brazil

Artigo formatado segundo as diretrizes do Journal of Endodontics.



## Resumo

**Introdução:** O objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade de dois aparelhos eletrônicos localizarem o forame e a constrição apical, limites considerados importantes para a instrumentação endodôntica.

**Metodologia:** Foram empregados 100 dentes humanos, com raízes únicas e completamente formadas. Após o acesso aos canais, os dentes foram medidos pela técnica direta inserindo-se uma lima calibre 15 no canal até que a sua ponta fosse visualizada no bordo mais cervical do forame apical. Nesta posição, um cursor de silicone, adaptado ao intermediário do instrumento, foi deslizado até o bordo de referência e a lima foi, então, removida do canal. A distância compreendida entre o cursor e a ponta da lima foi medida em uma régua com precisão de 0,5 mm, e registrada como comprimento do dente (CD). Depois, cada dente foi medido, duas vezes, pelos dois localizadores apicais eletrônicos: Root ZX e Raypex<sup>®</sup> 5. Para a primeira medida, a lima foi introduzida no canal até que os aparelhos acusassem que a sua ponta chegou ao forame apical. Com a lima nesta posição, o cursor foi deslizado até o bordo de referência e a lima removida do canal e medida conforme descrito para a técnica direta, sendo o comprimento registrado como comprimento eletrônico/forame (CEF). Para a segunda medida, a lima foi introduzida no canal até que os aparelhos acusassem que a sua ponta chegou à constrição apical. Após a remoção da lima, a medida obtida foi registrada como comprimento eletrônico/constrição (CEC). Para avaliar a capacidade dos aparelhos localizarem o forame de cada dente, o CEF foi considerado aceitável quando coincidente com ou diferente  $\pm 0,5$  mm do CD. Para avaliar a capacidade dos aparelhos localizarem a constrição apical, o CEC foi

considerado aceitável quando coincidente com ou de 0,5 a 1,0 mm menor do que o CD. O percentual de medidas eletrônicas (CEF e CEC) aceitáveis fornecidas pelos aparelhos foi avaliado estatisticamente pelo teste de proporções, num nível de significância de 5%. **Resultados:** Considerando o limite de tolerância de  $\pm 0,5$  mm, os percentuais de medidas eletrônicas aceitáveis fornecidas pelo Root ZX e Raypex<sup>®</sup> 5 na localização do forame e da constricção foram de 100% e de 98%, e de 100% e 97%, respectivamente, não havendo diferença significativa entre o desempenho dos dois aparelhos. **Conclusão:** Foi concluído que os dois localizadores apicais forneceram medidas confiáveis, podendo ser auxiliares valiosos na prática endodôntica.

**Palavras-chave:** Localizador apical eletrônico; odontometria; preparo do canal radicular.

## **Introdução**

O sucesso da terapia endodôntica depende, em grande parte, do correto preparo e obturação do sistema de canais radiculares. Essas etapas devem ser realizadas até um limite apical adequado, de modo a preservar a integridade dos tecidos periapicais e evitar alterações decorrentes de sobre/subinstrumentação e sobre/subobturação.

Muitas pesquisas foram desenvolvidas no intuito de determinar o limite ideal da instrumentação e da obturação endodôntica. A maioria dos autores defende que ele deve ficar situado, tanto quanto possível, nas proximidades da junção cimento-dentinária, o que corresponde, aproximadamente, de 1 a 2 mm do vértice radiográfico da raiz dental (1-4).

O método radiográfico, realizado por meio de radiografias convencionais ou digitais, é ainda o mais utilizado para determinar este limite. Embora forneçam informações importantes para a execução da endodontia, as radiografias apresentam algumas desvantagens ou limitações, como exposição do paciente à radiação e tempo relativamente prolongado de processamento para obtenção da imagem (5), distorções de imagens (6, 7), dificuldades de se obter o comprimento de trabalho em dentes com forame excêntrico (8) e com curvaturas para vestibular ou palatal/lingual (9). Além de a radiografia ser objeto de interpretação subjetiva, a sobreposição de estruturas anatômicas e a presença de patologias periapicais radiopacas podem dificultar ou até impedir a correta odontometria (10).

Essas limitações incentivaram a busca de alternativas, dentre elas a medição eletrônica, para a obtenção de uma medida de comprimento de trabalho confiável que permita ao profissional realizar os procedimentos operatórios em um limite biologicamente compatível. Desde a introdução do método eletrônico para medir dentes humanos (11), uma grande variedade dos

chamados localizadores apicais (ou foraminais) eletrônicos ( LAEs) tornou-se disponível no mercado.

A primeira geração desses aparelhos trabalhava com corrente contínua (tipo resistência). A sua efetividade na determinação do comprimento dos dentes era fortemente afetada pelo conteúdo do canal. Tentando superar essa limitação, a segunda geração (tipo impedância) utilizava corrente alternada e avaliava a impedância que está não só relacionada com a resistência elétrica dos tecidos, mas também com a capacidade presente entre os eletrodos de medição (12). Diferentes estudos constataram que a modificação do circuito interno dos aparelhos assegurou maior precisão na medição e menor desconforto ao paciente, porém dificultou os procedimentos de leitura devido à necessidade de a lima estar envolta por um material isolante (13). A terceira geração de LAEs (tipo frequência) utiliza mais de uma frequência de corrente alternada para medir a diferença ou o quociente entre valores de impedância. Utilizado pelos localizadores mais recentes, este princípio tem muitas vantagens quando comparado com os dos primeiros aparelhos lançados, especialmente porque ele permite a medição em canais radiculares em condições úmidas, inclusive na presença de eletrólitos.

Conforme Mello-Moura et al. (14), as medidas fornecidas pelos LAEs são bastante semelhantes, se não mais confiáveis do que as fornecidas pelo método radiográfico. Além disso, esses autores citam que esse método reduz a exposição do paciente à radiação, bem como reduz o risco de superestimar o comprimento do canal radicular.

A maioria dos LAEs acusa com sinais sonoros e/ou demarcações em seus visores o momento exato em que o instrumento endodôntico alcança o forame apical. Em dentes despolpados, a penetração de um instrumento até o forame não gera maiores preocupações, já que o tecido alojado no canal cementário não apresenta mais vitalidade. Entretanto, em dentes com polpa viva, torna-se importante preservar a

vitalidade desse tecido para favorecer o reparo e o pós-operatório do paciente. A invasão do canal cementário e, conseqüentemente, a injúria ao coto apical contraria os princípios biológicos de respeito aos tecidos vivos. Portanto, nessa situação clínica, seria interessante usar um localizador capaz de detectar a posição da constrição apical. Alguns fabricantes citam, no manual de instruções, que seus aparelhos também são capazes de localizar a constrição apical. Outros, apesar de não fazerem tal citação, alegam que é possível monitorar, pelo visor do aparelho, a distância da ponta da lima ao forame, em décimos de milímetros. Isso permitiria ao profissional manter seus instrumentos na constrição ou, pelo menos, numa posição aquém e próxima do forame, de forma a preservar o tecido do canal cementário.

Vários LAEs de 3ª geração têm sido bastante investigados. O Root ZX, por exemplo, tem sido descrito na literatura internacional como um aparelho altamente confiável (15-19). Esse aparelho é considerado eficiente para medir dentes decíduos (20) e dentes permanentes submetidos à retratamento endodôntico (21).

O Raypex® 5 (VDW, Munique, Alemanha), um recente localizador apical introduzido no mercado, tem sido testado com alguns resultados contraditórios (22-26).

Considerando a importância de se determinar o limite apical de instrumentação endodôntica no tratamento de dentes vitais e não vitais, o propósito deste estudo foi avaliar a capacidade do Raypex® 5 localizar o forame e a constrição apical, comparando as medidas por ele fornecidas com as obtidas pela medição direta e com o uso do Root ZX, de confiabilidade já comprovada.

### **Material e métodos**

Foram utilizados 100 dentes humanos, unirradiculados, superiores e inferiores, com raízes completamente formadas, que foram previamente doados pelos pacientes através do

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Protocolo 693/10).

À medida que foram sendo obtidos, os dentes foram lavados com hipoclorito de sódio a 1% e estocados em formol a 10%. Antes do início do experimento, os dentes foram lavados com água corrente durante 24 horas. Realizado o acesso endodôntico, a patência do canal e do forame foi verificada com uma lima Flexofile (FF) calibre 15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) introduzida no canal até ultrapassar 0,5 mm o forame apical. Quando necessário, os bordos incisais foram planificados com um disco de carborundum para criar bordos de referência nítidos e facilitar as futuras mensurações. Os dentes, devidamente numerados, foram medidos pelo método direto conforme descrito a seguir:

#### *Método direto:*

Uma lima Flexofile (Dentsply Maillefer) calibre 15, de 31 mm, foi introduzida no canal até que a sua ponta, visualizada com o auxílio de uma lupa (2,5 X), atingisse o bordo mais cervical do forame apical. Com a lima nesta posição, um cursor de silicone, adaptado ao seu intermediário, foi deslizado até o bordo de referência incisal. A lima foi removida do canal e a distância entre o cursor e a ponta da lima foi medida em uma régua (precisão de 0,5 mm). As medidas obtidas, denominadas daqui por diante de comprimento do dente (CD), foram devidamente registradas para as futuras comparações com as medidas fornecidas pelos aparelhos eletrônicos testados.

#### *Método eletrônico:*

A mensuração pelo método eletrônico foi efetuada pelo Root ZX (J. Morita Co., Tóquio, Japão) e Raypex® 5 (VDW, Munique, Alemanha) (Fig. 1).



**Figura 1:** Aparelhos eletrônicos utilizados (Raypex<sup>®</sup> 5 e Root ZX).

Os dentes foram fixados, na altura da junção cimento-esmalte, à tampa perfurada de um frasco plástico de forma que a raiz ficou submersa em soro fisiológico, contido

no interior do frasco. Em outra perfuração na tampa, foi adaptado o grampo labial do aparelho empregado, o qual também permaneceu em contato com o soro (Fig.2). O canal radicular foi preenchido com soro fisiológico até a altura do terço cervical, deixando a câmara pulpar livre de solução.



**Figura 2:** Dispositivo usado para as medições eletrônicas.

Em cada dente foram obtidas duas medidas eletrônicas com os diferentes localizadores apicais. Para a primeira medida, a lima foi introduzida no canal até que os aparelhos acusassem que a sua ponta chegou ao forame apical. Com a lima nesta posição, o cursor foi deslizado até o bordo de referência e a lima foi removida do canal e medida conforme descrito para a técnica direta, sendo o comprimento obtido registrado como comprimento eletrônico/forame (CEF). Para a segunda medida, a lima foi introduzida no canal até que os aparelhos acusassem que a sua ponta chegou à constrição apical. Após a remoção da lima, a medida obtida foi registrada como comprimento eletrônico/constrição (CEC).

#### *Critério de avaliação:*

Para avaliar a capacidade dos aparelhos localizarem o forame de cada dente, o CEF foi considerado aceitável

quando coincidente ou diferente  $\pm 0,5$  mm do CD (limite de tolerância). Considerando-se que a constrição apical está situada, aproximadamente a 0,5 mm do forame, e aplicando-se o mesmo limite de tolerância ( $\pm 0,5$  mm), para avaliar a capacidade dos aparelhos localizarem a constrição apical o CEC foi considerado aceitável quando foi coincidente com ou de 0,5 a 1,0 mm menor do que o CD. As medidas eletrônicas foram analisadas estatisticamente pelo teste de proporções e *t* de Student, num nível de significância de 5%

## **Resultados**

As medidas obtidas pelo método direto e pelos localizadores apicais nos dois pontos avaliados (forame e constrição apical) encontram-se expressas na seção Apêndices.

A Tabela 1 expressa as diferenças entre CD e as medidas fornecidas pelos aparelhos no momento em que o instrumento atingiu o forame apical (CEF). Considerando o limite de tolerância de  $\pm 0,5$  mm, o Root ZX e o Raypex® 5 foram capazes de localizar o forame apical em 100% e em 98% dos dentes, respectivamente, não havendo diferença significativa no desempenho dos dois aparelhos ( $p=0,477$ ). Em apenas 2 dentes, a ponta da lima ultrapassou o limite de tolerância quando do uso do Raypex® 5, ficando os instrumentos 1 mm além do forame apical.

A Tabela 2 expressa as diferenças entre CD e as medidas fornecidas pelos aparelhos no momento em que o instrumento atingiu a constrição apical (CEC). Considerando o limite de tolerância de  $\pm 0,5$  mm, o Root ZX e o Raypex® 5 foram capazes de localizar a constrição apical em 100% e em 97% dos dentes, respectivamente, não havendo diferença significativa no desempenho dos dois aparelhos ( $p=0,245$ ). Em apenas 3 dentes, a ponta da lima ultrapassou o limite de tolerância quando do uso do Raypex® 5, sendo 2 medidas além (+0,5 mm) e 1 medida aquém (-1,5 mm) do forame.

Levando-se em consideração a capacidade dos aparelhos localizarem o forame apical a média calculada, no

intervalo da amostra, foi de 0,03 com o Root ZX e de -0,06 com o Raypex® 5. Isso demonstra que as médias das medidas fornecidas pelos dois aparelhos ficaram dentro do limite desejado, ou seja, coincidentes com o  $CD \pm 0,5$  mm.

Levando-se em consideração a capacidade dos aparelhos localizarem a constrição apical, a média calculada, no intervalo da amostra, foi de -0,46 com o Root ZX e de -0,57 com o Raypex® 5. Isso também demonstra que as médias das medidas fornecidas pelos dois aparelhos ficaram dentro do limite desejado, ou seja, em -0,5 do  $CD \pm 0,5$  mm.

**Tabela 1.** Diferenças entre CD e as medidas fornecidas pelos aparelhos (CEF) no momento em que o instrumento atingiu o forame apical.

(CD x CEF)	Número de dentes		Percentual de medidas aceitáveis ( $\pm 0,5$ mm)	
	Root ZX	Raypex® 5	Root ZX	Raypex® 5
+ 1,0	-	02	-	-
+ 0,5	15	04	15	4
0	77	73	77	73
- 0,5	08	21	08	08
Total	100	100	100%	98%

**Tabela 2.** Diferenças entre CD e as medidas fornecidas pelos aparelhos no momento em que o instrumento atingiu a constrição apical (CEC).

(CD x CEC)	Número de dentes		Percentual de medidas aceitáveis ( $\pm 0,5$ mm)	
	Root ZX	Raypex® 5	Root ZX	Raypex® 5
+ 0,5	-	02	-	-
0	15	04	15	4
- 0,5	77	72	77	72
- 1,0	08	21	8	21
- 1,5	-	01	-	-
Total	100	100	100%	97%

## Discussão

Considerando que o tratamento endodôntico deve ficar confinado ao canal dentinário, um dos maiores desafios do operador reside em determinar o correto limite apical de instrumentação e obturação. Por isso, a mensuração do dente em tratamento se tornou uma manobra bastante pesquisada. Significativos avanços tecnológicos vêm gerando aparelhos eletrônicos cada vez mais eficientes para fornecer a medida do dente através da localização do forame e da constrição apical.

Miguita et al. (30) relatam que os LAEs, principalmente os de terceira geração, apresentam confiabilidade superior ao método radiográfico convencional ( $\pm 50\%$ ) e digital ( $\pm 61$ ), sendo uma ferramenta indispensável para a terapia endodôntica moderna.

Muitos dos aparelhos disponíveis no mercado (Root ZX, Raypex® 5, Smarpex, Endex, Novapex, Apit, etc.) têm sido avaliados quanto a sua confiabilidade e precisão em fornecer as medidas dos dentes, e as pesquisas têm

registrado diferentes resultados, bem como dificuldades na realização das medidas em canais úmidos com alguns tipos desses aparelhos (27,30). Conforme Real et al. (5), essa variação se deve ao tipo de metodologia utilizada em cada pesquisa e ao tipo de estudo (in vivo, in vitro ou ex vivo). A metodologia utilizada neste trabalho já foi previamente empregada por outros autores<sup>15,34,35</sup> e reforça a idéia de que modelos experimentais ex vivo podem ser utilizados para avaliar medidas fornecidas por aparelhos eletrônicos.<sup>36</sup>

Analisando o Endex, Fouad et al. (27) observaram que a presença de umidade nos canais gerou dificuldades para a obtenção das medidas eletrônicas. Também observaram que em dentes com forames amplos houve maior variação da média e desvio padrão do que nos dentes que apresentavam forames apicais menores. Utilizando o ROOT ZX em dentes decíduos com e sem reabsorção, Tosun et al. (42) também verificaram que a dimensão do forame apical interferiu na precisão das medidas. Embora a influência da amplitude do forame não tenha sido objeto deste estudo, foi percebido que as medidas foram mais difíceis de obter nos dentes com forames de diâmetro superior a 0,4 mm.

Os resultados obtidos com o Root Zx estão muito próximos aos obtidos por outros autores (15-19, 37, 39, 40-42). Considerando o limite de tolerância de  $\pm 0,5$  mm, este aparelho foi capaz de localizar o forame e a constrição apical em 100% dos dentes.

Neste estudo, o Raypex® 5 apresentou desempenho similar ao ROOT ZX, com elevado percentual de acerto, tanto na localização do forame (98%) como da constrição apical (97%), corroborando os resultados de outros autores.<sup>22-26</sup>

No entanto, Stoll et al. (2010) ao compararem quatro Eals (Dentaport ZX, Root ZX mini, Elements Diagnostic Unit and Raypex® 5), constatou que para o Raypex® 5 uma interpretação da distância da lima até o forame, por meio de um código de cores, não pode ser

recomendada e pode levar a interpretações errôneas, comprometendo o resultado final da odontometria e consequentemente, do tratamento endodôntico. Essa interpretação resultou em um desempenho baixo do aparelho na medição do comprimento do forame principal dos dentes avaliados no estudo (24).

Deve ser enfatizado que as médias e os desvios-padrão dos CEF e CEC ficaram dentro do limite de tolerância de  $\pm 0,5$  mm do CD, o que reforça a confiabilidade dos dois aparelhos testados.

Ao comparar as medidas eletrônicas com as diretas, a maioria dos autores utiliza uma margem de erro (ou limite de tolerância) de  $\pm 0,5$  mm. Isso se justifica pela extrema sensibilidade do aparelho e pela capacidade de manuseio do operador durante o uso. O ponto exato em que a lima alcança o bordo mais cervical do forame, a relação entre cursor/bordo de referência, cursor/régua e ponta da lima/régua também são de difícil controle visual. Portanto, diferenças de  $\square 0,5$  mm entre o CD e CE foram consideradas aceitáveis, pois podem ter sido causadas por essas dificuldades e não pela falta de precisão do aparelho em localizar o nível apical.

Considerando a importância da radiografia pré e pós-operatória, este estudo sugere o uso dos LAEs como um adjunto, mas não substituto da radiografia, no intuito de melhorar a qualidade final do tratamento endodôntico.

Foi concluído que os dois localizadores apicais forneceram medidas confiáveis, podendo ser auxiliares valiosos na prática endodôntica.

## **Referências**

1 - SWARTZ, B., SKINDMORE, A.F., GRIFFIN, J.A. – Twenty years of endodontic success and failure. J Endod 1983 May;9(5):198-202.

- 2 - SOARES, I.J., HOLLAND, R., SOARES, I.M.L. Comportamento dos tecidos periapicais após tratamento endodôntico em uma ou duas sessões: influência do cimento obturador. RBO, 1990.
- 3 - SJÖGREN, V., HÄGGLUND, B., SUNDQVIST, G. et al. Factors affecting the long term results of endodontic treatment. J Endod. 1990 Oct;16(10):498-504.
- 4 - DE DEUS, Q.D. Endodontia. 5ª Edição. Rio de Janeiro: Medsi, 1992.
- 5 - REAL, D.G., DAVIDOWICZ, H., MOURA, A.A.M., ANTONIO, M.P., STREFEZZA, F. Análise sobre a eficácia do localizador apical eletrônico Just II na odontometria em dentes extraídos. Revista do Instituto de Ciências da Saúde, 2004.
- 6 - CHUNN, C.B., ZARDIACKAS, L.D., MENKE, R.A. In vivo ROOT canal length determination using the Foramer. J Endod. 1981 Nov;7(11):505-20.
- 7 - MILANO, N.F., SILVA, C.A.G. Comprimentos e distorções na condutometria em pré-molares e molares superiores e inferior. Revista Gaúcha de Odontologia, 1988.
- 8 - PALMER, M.J., WEINE, F.S., HEALEY, H.J. Position of the apical foramen in relation to endodontic therapy. J Can Dent Assoc (Tor). 1971 Aug;37(8):305-8.
- 9 - LEVY, A.B., GLATT, L. Deviation of the apical foramen from the radiographic apex. J N J State Dent Soc. 1970 Apr;41(8):12-3.

10 - LEE, S.J., NAM, K.C., KIM, Y.J., KIM, D.W. Clinical accuracy of a new apex locator with a automatic compensation circuit. J Endod. 2002 Oct;28(10):706-9.

11 - SUNADA, I. New method for measuring the length of the root canal. Journal of Dental Research, 1962.

12 - GENOVA, U., BUSSINI, B., POGGIO, C. Los localizadores electrónicos del ápice endodóntico. Journal of Endodontic Practice, 1997.

13 - RAMOS, C.A.S., BRAMANTE, C.M. Odontometria: fundamentos e técnicas. São Paulo: Livraria Santos Editora, 2005.

14 - MELLO-MOURA, A.C., MOURA-NETTO, C., ARAKI, A.T., GUEDES-PINTO, A.C., MENDES, F.M. Ex vivo performance of five methods for root canal length determination in primary anterior teeth. Int Endod J. 2010 Feb;43(2):142-7.

15 - FELIPPE, M.C.S., LUCENA, M., SOARES, I.J. Avaliação da precisão de um aparelho audiométrico na determinação do comprimento dos dentes. RBO, 1997.

16 - JENKINS, J.A., WALKER, W.A., SCHINDLER, W.G., FLORES, C.M. An in vitro evaluation of the accuracy of the ROOT ZX in the presence of various irrigants. J Endod. 2001 Mar;27(3):209-11.

17 - ELAYOUT, A., WEIGER, R., LÖST, C. The ability of ROOT ZX apex locator to reduce the frequency of overestimated radiographic working length. J Endod. 2002 Feb;28(2):116-9.

18 - SOUZA, R., VILHENA, F.S., SASSONE, L.M., RABAMG, H.R.C., TCHEOU, C., JACINTO, R.C., GOMES, B.P.F.A., SOUZA-FILHO, F.J. Avaliação in vivo de três localizadores apicais comparados com método radiográfico na odontometria. Anais 23ºEncontro SBPqO, Atibaia, 2006.

19 - BONETTI, C., ARMOND, M.C., GAZOLLA, M.S., CORSETTI, S.A., PEREIRA, L.J. Avaliação comparativa entre dois métodos na odontometria: radiográfico e eletrônico. Arquivo Brasileiro de Odontologia, 2007.

20 - LEONARDO, M. R., SILVA, L. A. B., NELSON-FILHO, P., SILVA, R. A. B., RAFFAINI, M. S. G. G. Ex vivo evaluation of the accuracy of two eletronic apex locators during root canal lenght determination in primary teeth. Int Endod J. 2008 Apr;41(4):317-21. Epub 2008 Jan 19.

21 - ALVES, A.M.H., FELIPPE, M.C.S., FEL PE, W.T., ROCHA, M.J.C. Ex vivo evaluation of the capacity of the Tri Auto ZX to locate the apical foramen during root canal retreatment. Int Endod J. 2005 Oct;38(10):718-24.

22 - WRBAS, K.T., ZIEGLER, A.A., ALTENBURGER, M.J., SCHIRRMEISTER, J.F. In vivo comparison of working length determination with two electronic apex locators. Int Endod J. 2007 Feb;40(2):133-8.

23 - PASCON, E.A., MARRELLI, M., CONGI, O., CIANCIO, R., MICELI, F., VERSIANI, M.A. An in vivo comparison of working length determination of two frequency based electronic apex locators. Int Endod J. 2009 Nov;42(11):1026-31.

24 - STOLL, R., URBAN-KLEIN, B., ROGGENDORF, M.J., JABLONSKI-MOMENI, A., STRAUCH, K., FRANKENBERGER, R. Effectiveness of four electronic apex locators to determine distance from the apical foramen. *Int Endod J.* 2010 Sep;43(9):808-17. Epub 2010 Aug 3.

25 – RAVANSHAD, S., ADL, A., ANVAR, J. Effect of Working Length Measurement by Electronic Apex Locator or Radiography on the Adequacy of Final Working Length: A Randomized Clinical Trial. *J Endod.* 2010 Nov;36(11):1753-6. Epub 2010 Sep 19.

26 – STÖBER, E.V., RIBOT, J., MERCAD\_E, M., VERA, J., BUENO, R., ROIG, M. Evaluation of the Raypex 5 and the Mini Apex Locator: An In Vivo Study. *J Endod.* 2011 Oct;37(10):1349-52. Epub 2011 Jul 30.

27 - FOUAD, A. F., RIVERA, E. M., KRELL, K. V. Accuracy of the Endex with variations in canal irrigants and foramen size. *J Endod.* 1993 Feb;19(2):63-7.

28 – PILOT, T.F., PITTS, D.L. Determination of impedance changes at varying frequencies in relation to root canal file position and irrigant. *J Endod.* 1997 Dec;23(12):719-24.

29 - VERSIANI, M. A., BERTINI, L. F. C., SOUSA, C. J. A. O paradigma do limite apical de instrumentação – estudo in vivo. *Jornal Brasileiro de Endodontia*, 2004.

30 - MIGUITA, K. B., CUNHA, R. S., DAVINI, F., FONTANA, C. E., BUENO, C. E. S. Análise comparativa de dois localizadores apicais eletrônicos na definição do comprimento de trabalho na terapia endodôntica: estudo *in vitro*. *RBO*, 2011.

- 31 - KUTTLER, Y. Microscopic investigation of root apices. *J Am Dent Assoc.* 1955 May;50(5):544-52.
- 32 - GREEN, D. A., A stereomicroscopic study of the root apices of 400 maxillary and mandibular anterior teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1956 Nov;9(11):1224-32.
- 33 - DUMMER, P. M., MCGINN, J. H., REES, D. G. The position and topography of the apical canal constriction and apical constriction. *Int Endod J.* 1984 Oct;17(4):192-8.
- 34 - FELIPPE, M.C.S., SOARES, I.M.L., SOARES, I.J. In vitro evaluation of a radiometric device in locating the apical foramen of teeth. *Endod Dent Traumatol.* 1994 Oct;10(5):220-2.
- 35 - KOBAYASHI, C. Electronic canal length measurement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.*, 79(2):226-3, 1995.
- 36 - GORDON, M.P.J., CHANDLER, N.P. Electronic Apex locators. *Int Endod J.* 2004 Jul;37(7):425-37.
- 37 - SIU, C., MARSHALL, J. G., BAUMGARTNER, J. C. An in vivo comparison of the Root ZX II, the apex NRG XFR, and mini apex locator by using rotary nickel-titanium files. *J Endod.* 2009 Jul;35(7):962-5.
- 38 - KAUFMAN, A. Y., KEILA, S., YOSHPE, M. Accuracy of a new apex locator: an in vitro study. *Int Endod J.* 2002 Feb;35(2):186-92.
- 39 - CAMARGO E. J., ZAPATA, R. O., MEDEIROS, P. L., BRAMANTE, C. M., BERNARDIELI, N., GARCIA, R. B., et al. Influence of preflaring on the accuracy of length

determination with four electronic apex locators. J Endod. 2009 Sep;35(9):1300-2.

40 - HEIDEMANN, R.; VAILATI, F.; TEIXEIRA, C.S.; OLIVEIRA, C.A.P.; PASTERNAK JUNIOR, B.; Análise comparativa ex vivo da eficiência na odontometria de três localizadores apicais eletrônicos: Root ZX, Bingo 1020 e Iplex. Revista Sul-Brasileira de Odontologia, 2009.

41 - LUCENA, M.G., FELIPPE, M.C.S., SOARES, I.J. Nível apical do tratamento endodôntico. RBO, 1995.

42 - TOSUN, G., ERDEMIR, A., ELDENIZ, A. U., SERMET, U., NESER, Y. Accuracy of two electronic apex locators in primary teeth with without apical resorption: a laboratory study. Int Endod J. 2008 May;41(5):436-41. Epub 2008 Feb 25.

43 - SHABAHANG, S., GOON, W.W.Y., GLUSKIN, A.H. An in vivo evaluation of Root ZX electronic apex locator. J Endod. 1996 Nov;22(11):616-8.

44 - REAL, D.G., CARVALHO, A. L. P., PALEARI, G. S. L., NETO, K. O., MOURA, A. A. M., DAVIDOWICZ, H. Análise comparativa “in vitro” entre os localizadores apicais eletrônicos Just II e ROOT ZX. Revista Instituto Ciência Saúde, 2006.

## **Anexo**

**Tabela 1:** Comprimentos dos dentes obtidos pela técnica direta (CD) e pelos localizadores apicais Root ZX e Raypex<sup>®</sup> 5 com a ponta da lima posicionada no forame (CEF) e na constrição apical

(CEC), bem como a diferença entre os comprimentos eletrônicos e o CD (CD/CEF e CD/CEC).

Dentes	Direta	ROOT ZX CEF	≠	ROOT ZX CEC	≠	Raypex® 5 CEF	≠	Raypex® 5 CEC	≠
1	17	17	0	16,5	-0,5	17	0	16,5	-0,5
2	24,5	24	-0,5	23,5	-1	24,5	0	24	-0,5
3	24	24	0	23,5	-0,5	24	0	23,5	-0,5
4	21	21	0	20,5	-0,5	20,5	-0,5	20	-1
5	23	23,5	0,5	23	0	23	0	22,5	-0,5
6	20	20,5	0,5	20	0	20,5	0,5	20	0
7	24	24	0	23,5	-0,5	24	0	23,5	-0,5
8	21	21	0	20,5	-0,5	21	0	20,5	-0,5
9	21	21	0	20,5	-0,5	22	1	21,5	0,5
10	22,5	22,5	0	22	-0,5	22	-0,5	21,5	-1
11	19	19	0	18,5	-0,5	19	0	18,5	-0,5
12	20	20	0	19,5	-0,5	20	0	19,5	-0,5
13	21,5	21,5	0	21	-0,5	21,5	0	21	-0,5
14	21	21	0	20,5	-0,5	21	0	20,5	-0,5
15	23	23	0	22,5	-0,5	23	0	22,5	-0,5
16	22	22	0	21,5	-0,5	21,5	-0,5	21	-1
17	21	21,5	0,5	21	0	21,5	0,5	21	0
18	26,5	27	0,5	26,5	0	26,5	0	26	-0,5
19	20	20,5	0,5	20	0	20	0	19,5	-0,5
20	25	25	0	24,5	-0,5	25	0	24,5	-0,5
21	22	22	0	21,5	-0,5	22	0	21,5	-0,5
22	19	19	0	18,5	-0,5	19	0	18,5	-0,5
23	22	22	0	21,5	-0,5	22	0	21,5	-0,5

24	26	26	0	25,5	-0,5	26	0	25,5	-0,5
25	22,5	22,5	0	22	-0,5	22,5	0	22	-0,5
26	22	22	0	21,5	-0,5	21,5	-0,5	21	-1
27	23	23	0	22,5	-0,5	21,5	-1,5	21	-2
28	26,5	26	-0,5	25,5	-1	26,5	0	26	-0,5
29	24,5	24,5	0	24	-0,5	24,5	0	24	-0,5
30	22,5	22	-0,5	21,5	-1	22,5	0	22	-0,5
31	25,5	26	0,5	25,5	0	26,5	1	26	0,5
32	22,5	22,5	0	22	-0,5	22,5	0	22	-0,5
33	24,5	24,5	0	24	-0,5	24,5	0	24	-0,5
34	24	24,5	0,5	24	0	23,5	-0,5	23	-1
35	25,5	25,5	0	25	-0,5	25,5	0	25	-0,5
36	21,5	21,5	0	21	-0,5	21,5	0	21	-0,5
37	25	25	0	24,5	-0,5	25	0	24,5	-0,5
38	17	17	0	16,5	-0,5	17	0	16,5	-0,5
39	22	22	0	21,5	-0,5	22	0	21,5	-0,5
40	25	25	0	24,5	-0,5	25	0	24,5	-0,5
41	21,5	21,5	0	21	-0,5	21,5	0	21	-0,5
42	22,5	22,5	0	22	-0,5	22,5	0	22	-0,5
43	25	25	0	24,5	-0,5	25	0	24,5	-0,5
44	24	24	0	23,5	-0,5	24	0	23,5	-0,5
45	22,5	22,5	0	22	-0,5	22	-0,5	21,5	-1
46	25	24,5	-0,5	24	-1	24,5	-0,5	24	-1
47	24,5	24,5	0	24	-0,5	24,5	0	24	-0,5
48	24	23,5	-0,5	23	-1	24	0	23,5	-0,5
49	28	28	0	27,5	-0,5	27,5	-0,5	27	-1
50	22,5	23	0,5	22,5	0	22,5	0	22	-0,5

51	19,5	19,5	0	19	-0,5	19,5	0	19	-0,5
52	20,5	20,5	0	20	-0,5	20	-0,5	19,5	-1
53	23,5	23,5	0	23	-0,5	23,5	0	23	-0,5
54	27	27	0	26,5	-0,5	27	0	26,5	-0,5
55	17,5	17,5	0	17	-0,5	17	-0,5	16,5	-1
56	19,5	19,5	0	19	-0,5	19,5	0	19	-0,5
57	24,5	24,5	0	24	-0,5	24,5	0	24	-0,5
58	21	21	0	20,5	-0,5	21	0	20,5	-0,5
59	25	24,5	-0,5	24	-1	25	0	24,5	-0,5
60	21	21	0	20,5	-0,5	21	0	20,5	-0,5
61	17,5	17,5	0	17	-0,5	17	-0,5	16,5	-1
62	19	19	0	18,5	-0,5	19	0	18,5	-0,5
63	19,5	19,5	0	19	-0,5	19,5	0	19	-0,5
64	24	24	0	23,5	-0,5	24	0	23,5	-0,5
65	27	27,5	0,5	27	0	27	0	26,5	-0,5
66	17	17	0	16,5	-0,5	16,5	-0,5	16	-1
67	17,5	17,5	0	17	-0,5	17,5	0	17	-0,5
68	21	21	0	20,5	-0,5	20,5	-0,5	20	-1
69	24,5	24,5	0	24	-0,5	24	-0,5	23,5	-1
70	18	18	0	17,5	-0,5	17,5	-0,5	17	-1
71	22,5	22,5	0	22	-0,5	22,5	0	22	-0,5
72	23	23	0	22,5	-0,5	22,5	-0,5	22	-1
73	22,5	23	0,5	22,5	0	22,5	0	22	-0,5
74	20,5	20,5	0	20	-0,5	20,5	0	20	-0,5
75	21,5	21,5	0	21	-0,5	21,5	0	21	-0,5
76	17,5	17,5	0	17	-0,5	17,5	0	17	-0,5
77	17,5	17,5	0	17	-0,5	17,5	0	17	-0,5

---

78	22	22	0	21,5	-0,5	22	0	21,5	-0,5
79	21,5	21,5	0	21	-0,5	21,5	0	21	-0,5
80	19	19	0	18,5	-0,5	18,5	-0,5	18	-1
81	18	18,5	0,5	18	0	18	0	17,5	-0,5
82	23,5	23,5	0	23	-0,5	23,5	0	23	-0,5
83	23,5	23	-0,5	22,5	-1	23	-0,5	22,5	-1
84	25	25	0	24,5	-0,5	25	0	24,5	-0,5
85	23,5	23,5	0	23	-0,5	23,5	0	23	-0,5
86	22,5	22,5	0	22	-0,5	22	-0,5	21,5	-1
87	22	22	0	21,5	-0,5	22	0	21,5	-0,5
88	23	23	0	22,5	-0,5	23	0	22,5	-0,5
89	22,5	23	0,5	22,5	0	22,5	0	21	-1,5
90	21,5	22	0,5	21,5	0	22	0,5	21,5	0
91	20	19,5	-0,5	19	-1	19,5	-0,5	19	-1
92	21,5	21,5	0	21	-0,5	21	-0,5	20,5	-1
93	16,5	16,5	0	16	-0,5	16,5	0	16	-0,5
94	23	23	0	22,5	-0,5	23	0	22,5	-0,5
95	21,5	21,5	0	21	-0,5	21,5	0	21	-0,5
96	20,5	21	0,5	20,5	0	20,5	0	20	-0,5
97	22	22	0	21,5	-0,5	22	0	21,5	-0,5
98	20,5	20,5	0	20	-0,5	20,5	0	20	-0,5
99	20	20	0	19,5	-0,5	20	0	19,5	-0,5
100	21	21,5	0,5	21	0	21,5	0,5	21	0

---

## Apêndice



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
 Pró-Reitoria de Pesquisa e Extensão  
 Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos

**CERTIFICADO Nº 1089**

O Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) da Pró-Reitoria de Pesquisa e Extensão da Universidade Federal de Santa Catarina, instituído pela PORTARIA Nº 0554-GR/99 de 04 de novembro de 1999, com base nas normas para a constituição e funcionamento do CEPSH, considerando o conteúdo no Regulamento Interno do CEPSH, CERTIFICA que os procedimentos que envolvem seres humanos no projeto de pesquisa abaixo especificado estão de acordo com os princípios éticos estabelecidos pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - CONEP.

**APROVADO**

PROCESSO: 1089 FR: 382169

TÍTULO: "Avaliação ex vivo da eficácia do ROOT ZX e do RayPex 5® na determinação do limite apical da instrumentação endodôntica".

AUTOR: Mara Cristina Santos Felipe, Mariele Grieser

FLORIANÓPOLIS, 29 de Novembro de 2010.

\_\_\_\_\_  
 Coordenador do CEPSH/UFSC

Prof. Washington Portela de Souza  
 Coordenador do CEP/PPPs/UFSC

### **3 REFERÊNCIAS**

ALVES, A.M.H., FELIPPE, M.C.S., FELIPE, W.T., ROCHA, M.J.C. Ex vivo evaluation of the capacity of the Tri Auto ZX to locate the apical foramen during root canal retreatment. *Int Endod J* 2005;38:718-24.

BOLONHEZ, F., SILVA NETO, U.X., WESTPHAUN, VPD. DEONÍZIO, M.A.D., BROCHADO, V.H.D. Avaliação in vitro da precisão do ROOT ZX em dentes com e sem reabsorção radicular apical. Anais 20º Encontro SBPqO, Águas de Lindóia, 2003.

BONETTI, C., ARMOND, M.C., GAZOLLA, M.S., CORSETTI, S.A., PEREIRA, L.J. Avaliação comparativa entre dois métodos na odontometria: radiográfico e eletrônico. *Arq. Bra. de Odontol.*, 3(1):17-24, 2007.

BRISEÑO-MARROQUÍN, B., FRAJLICH, S., GOLDBERG, F., WILLERSHAUSEN, B. Influence of instrument size on the accuracy of different apex locators: an in vivo study. *J Endod.* 2008 Jun;34(6):698-702. Epub 2008 Apr 11.

BRITO-JÚNIOR, M., CAMILO, C.C., OLIVEIRA, A.M., SOARES, J.A. Precisão e confiabilidade de um localizador apical na odontometria de molares inferiores, estudo in vitro. *Rev. Odonto Ciênc* 2007;58:293-8.

CHUNN, C.B., ZARDIACKAS, L.D., MENKE, R.A. In vivo root canal length determination using the Foramerter. *J. Endod.*, v. 7, n.11, p.515-20, 1981.

CZERW, R.J., FULKERSON, M.S., DONNELLY, J.C., WALMANN, J.O. In vitro evaluation of the accuracy of

several electronic apex locators. J Endod. 1995 Nov;21(11):572-5.

DE CAMARGO, E.J., ZAPATA, R.O., MEDEIROS, P.L., BRAMANTE, C.M., BERNARDINELI, N., GARCIA, R.B., DE MORAES, I.G., DUARTE, M.A. Influence of preflaring on the accuracy of length determination with four electronic apex locators. J Endod 2009;35:1300-2.

DE DEUS, Q.D. Endodontia. Endodontia. 5a ed. Rio de Janeiro: Medsi; p. 312-33, 1992.

DUMMER, P. M., MCGINN, J. H., REES, D. G. The position and topography of the apical canal constriction and apical constriction. Int Endod J. 1984 Oct;17(4):192-8.

ELAYOUT, A., WEIGER, R., LÖST, C. The ability of ROOT ZX apex locator to reduce the frequency of overestimated radiographic working length. J. Endod., v. 28, n. 2, p. 116-9, 2002.

FELIPPE, M.C.S., LUCENA, M., SOARES, I.J. Avaliação da precisão de um aparelho audiométrico na determinação do comprimento dos dentes. Rev Bras Odontol 1997;54:47-52.

FELIPPE, M.C.S., SOARES, I.M.L., SOARES, I.J. In vitro evaluation of an audiometric device in locating the apical foramen of teeth. Endod & Dent Traumat 1994;10:220-2.

FELIPPE, W.T., FELIPPE, M.C.S., CARMONA, J.R., CROZOÉ, F.C.I., ALVISI, B.B. Ex vivo evaluation of the ability of the ROOT ZX II to locate the apical foramen and to control the apical extent of rotary canal instrumentation. Int Endod J 2008;41:502-7

FERREIRA, C.M, FRÖNER, I.C., BERNARDINELI, N. Utilização de duas técnicas alternativas para localização do forame apical em Endodontia: avaliação clínica e radiográfica. Rev Odontol. USP, v.12, n. 3, p. 241-246, 1998.

FOUAD, A. F., RIVERA, E. M., KRELL, K. V. Accuracy of the Endex with variations in canal irrigants and foramen size. J Endod. 1993 Feb;19(2):63-7.

GENOVA, U., BUSSINI, B., POGGIO, C. Los localizadores electrónicos del ápice endodóntico. J. Endod. Pract., v.3, n.4, p.29-36, 1997.

GORDON, M.P.J., CHANDLER, N.P. Electronic Apex locators. Int Endod J. 2004 Jul;37(7):425-37.

GREEN, D. A., A stereomicroscopic study of the root apices of 400 maxillary and mandibular anterior teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1956 Nov;9(11):1224-32.

GROVE, C.J. Why root canals should be filled to the dentinocemental junction. The Journal of the American Dental Association, 1930.

GROVE, C.J. Further evidence that root canals can be filled to dentinocemental junction. The Journal of the American Dental Association, 1930.

GROVE, C.J. A simple accurate procedure for treating and filling root canals. The Journal of the American Dental Association, 1930.

GUISE, G.M., GOODELL, G.G., IMAMURA, G.M. In vitro comparison of three electronic apex locators. J Endod. 2010 Feb;36(2):279-81. Epub 2009 Nov 10.

HEIDEMANN, R.; VAILATI, F.; TEIXEIRA, C.S.; OLIVEIRA, C.A.P.; PASTERNAK JUNIOR, B.; Análise comparativa ex vivo da eficiência na odontometria de três localizadores apicais eletrônicos: Root ZX, Bingo 1020 e Iplex. Rev Sul-Bras de Odontol 2009;6:7-12.

IGARASHI, I., JABER, J., JOU, Y.T., KIM, S. The effect of foramen morphology on apex locators. Journal of Endodontics, 1997.

INGLE, J.I. Endodontia. 3ª Edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1989.

JENKINS, J.A., WALKER, W.A., SCHINDLER, W.G., FLORES, C.M. An in vitro evaluation of the accuracy of the ROOT ZX in the presence of various irrigants. Endod. 2001 Mar;27(3):209-11.

KAUFMAN, A. Y., KEILA, S., YOSHPE, M. Accuracy of a new apex locator: an in vitro study. Int Endod J. 2002 Feb;35(2):186-92.

KETTERL, W.L. Extirpation vitale. Médecine & Hygiène, 1988.

KOBAYASHI, C. Electronic canal length measurement. Oral Surg Oral Med Oral Pathol., 79(2):226-3, 1995.

KUTTLER, Y. Microscopic investigation of root apices. J. Am. Dent. Assoc., 50(5): 544-552, 1955.

KUTTLER, Y. Endodoncia Práctica. México: Alpha, 1961.

LAMBJERG-HANSEN, H. Vital and mortal pulpectomy on permanent human teeth. *Scand. J. Dent. Res.*, 82:243-332, 1974.

LEE, S.J., NAM, K.C., KIM, Y.J., KIM, D.W. Clinical accuracy of a new apex locator with a automatic compensation circuit. *J Endod.* 2002 Oct;28(10):706-9.

LEONARDO, M. R., SILVA, L. A. B., NELSON-FILHO, P., SILVA, R. A. B., RAFFAINI, M. S. G. G. Ex vivo evaluation of the accuracy of two electronic apex locators during root canal length determination in primary teeth. *Int Endod J.* 2008 Apr;41(4):317-21. Epub 2008 Jan 19.

LEVY, A.B., GLATT, L. Deviation of the apical foramen from the radiographic apex. *J N J State Dent Soc.* 1970 Apr;41(8):12-3.

LEVY, A.B., GLATT, L. Deviation of the apical foramen from the radiographic apex. *J. New Jersey Dental Soc.*, 17: 1086-1087, 1930.

LUCENA, M.G., FELIPPE, M.C.S., SOARES, I.J. Nível apical do tratamento endodôntico. *RBO*, v.52, n.6, p.6-9, 1995.

LUCISANO, M.P., LEONARDO, M.R., NELSON-FILHO, P., SILVA, R.A.B. Utilização de localizadores eletrônicos foraminais na determinação da odontometria, em dentes decíduos. *Cienc Odontol Bras* 2009;12:73-81.

MAACHAR, DF; SILVA PG; BARROS, RMG; PEREIRA, KFS. Evaluation of the accuracy Novapex apex locator: in vitro study. *Rev. Odontol UNESP*, 7(1): 41-46, 2008.

McDONALD, N.J. The electronic determination of working length. Dent Clin. North Amer. V. 36, n.2, p. 293-307, 1992.

MELLO-MOURA, A.C., MOURA-NETTO, C., ARAKI, A.T., GUEDES-PINTO, A.C., MENDES, F.M. Ex vivo performance of five methods for root canal length determination in primary anterior teeth. Int Endod J. 2010 Feb;43(2):142-7.

MIGUITA, K. B., CUNHA, R. S., DAVINI, F., FONTANA, C. E., BUENO, C. E. S. Análise comparativa de dois localizadores apicais eletrônicos na definição do comprimento de trabalho na terapia endodôntica: estudo *in vitro*. RBO, 2011.

MILANO, N.F., SILVA, C.A.G. Comprimentos e distorções na condutometria em pré-molares e molares superiores e inferior. Revista Gaúcha de Odontologia, 1988.

PAGAVINO, G., PACE, R., BACCETTI, T. A SEM Study of in vivo accuracy of the Root ZX electronic apex locator. J Endod., 24: 438-441, 1998.

PALMER, M.J., WEINE, F.S., HEALEY, H.J. Position of the apical foramen in relation to endodontic therapy. J Can Dent Assoc (Tor). 1971 Aug;37(8):305-8.

PASCON, E.A., MARRELLI, M., CONGI, O., CIANCIO, R., MICELI, F., VERSIANI, M.A. An in vivo comparison of working length determination of two frequency based electronic apex locators. Int Endod J. 2009 Nov;42(11):1026-31.

PILOT, T.F., PITTS, D.L. Determination of impedance changes at varying frequencies in relation to root canal file position and irrigant. *J Endod.* 1997 Dec;23(12):719-24.

PLOTINO, G., GRANDE, N.M., BRIGANTE, L., LESTI, B., SOMMA, F. Ex vivo accuracy of three electronic apex locators: Root ZX, Elements Diagnostic Unit and Apex Locator and ProPex. *Int Endod J.* 2006 May;39(5):408-14.

RAMOS, C.A.S., BRAMANTE, C.M. *Odontometria: fundamentos e técnicas* São Paulo: Santos, p. 130, 2005.

RAVANSHAD, S., ADL, A., ANVAR, J. Effect of Working Length Measurement by Electronic Apex Locator or Radiography on the Adequacy of Final Working Length: A Randomized Clinical Trial. *J Endod.* 2010 Nov;36(11):1753-6. Epub 2010 Sep 19.

REAL, D.G., CARVALHO, A. L. P., PALEARI, G. S. L., NETO, K. O., MOURA, A. A. M., DAVIDOWICZ, H. Análise comparativa “in vitro” entre os localizadores apicais eletrônicos Just II e ROOT ZX. *Revista Instituto Ciência Saúde*, 2006.

REAL, D.G., DAVIDOWICZ, H., MOURA, A.A.M., ANTONIO, M.P., STREFEZZA, F. Análise sobre a eficácia do localizador apical eletrônico Just II na odontometria em dentes extraídos. *Revista do Instituto de Ciências da Saúde*, 2004.

RENNER, D., BARLETTA, F.B., DOTTO, R. F., DOTTO, S.R. Avaliação clínica do localizador apical eletrônico NOVAPEX em dentes anteriores. *Revista Odonto Ciência – Fac. Odonto/PUCRS*, v. 22, n. 55, 2007.

SIU, C., MARSHALL, J. G., BAUMGARTNER, J. C. An in vivo comparison of the Root ZX II, the apex NRG XFR, and mini apex locator by using rotary nickel-titanium files. J Endod. 2009 Jul;35(7):962-5.

SHABAHANG, S., GOON, W.W.Y., GLUSKIN, A.H. An in vivo evaluation of Root ZX electronic apex locator. J Endod 1996;22:616-8.

SJÖGREN, V., HÄGGLUND, B., SUNDQVIST, G. et al. Factors affecting the long term results of endodontic treatment. J Endod. 1990 Oct;16(10):498-504.

SOARES, I.J., HOLLAND, R., SOARES, I.M.L. Comportamento dos tecidos periapicais após tratamento endodôntico em uma ou duas sessões: influência do cimento obturador. RBO, 1990.

SOUZA, R., VILHENA, F.S., SASSONE, L.M., RABAMG, H.R.C., TCHEOU, C., JACINTO, R.C., GOMES, B.P.F.A., SOUZA-FILHO, F.J. Avaliação in vivo de três localizadores apicais comparados com método radiográfico na odontometria. Anais 23º Encontro SBPqO, Atibaia, 2006.

STÖBER, E.V., RIBOT, J., MERCAD\_E, M., VERA, J., BUENO, R., ROIG, M. Evaluation of the Raypex 5 and the Mini Apex Locator: An In Vivo Study. J Endod. 2011 Oct;37(10):1349-52. Epub 2011 Jul 30.

STOLL, R., URBAN-KLEIN, B., ROGGENDORF, M.J., JABLONSKI-MOMENI, A., STRAUCH, K., FRANKENBERGER, R. Effectiveness of four electronic apex locators to determine distance from the apical foramen. Int Endod J. 2010 Sep;43(9):808-17. Epub 2010 Aug 3.

SUNADA, I. New method for measuring the length of the root canal. *Journal of the Japan Statistical Society*, 1958.

SUNADA, I. New method for measuring the length of the root canal. *J Dent Res* 1962;41:375-87.

TOSUN, G., ERDEMIR, A., ELDENIZ, A. U., SERMET, U., NESER, Y. Accuracy of two electronic apex locators in primary teeth with without apical resorption: a laboratory study. *Int Endod J.* 2008 May;41(5):436-41. Epub 2008 Feb 25.

SWARTZ, B., SKINDMORE, A.F., GRIFFIN, J.A. – Twenty years of endodontic success and failure. *J Endod* 1983 May;9(5):198-202.

WALTON, R.E., TORABINEJAD, M. Principles and practice of endodontics. Philadelphia: Saunders, 1989.

WRBAS, K.T., ZIEGLER, A.A., ALTENBURGER, M.J., SCHIRRMEISTER, J.F. In vivo comparison of working length determination with two electronic apex locators. *Int Endod J.* 2007 Feb;40(2):133-8.

WEINE, F.S. Cálculo do comprimento de trabalho: tratamento endodôntico. São Paulo: Editora Santos, 1995.