

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA  
NÍVEL MESTRADO – OPÇÃO ENDODONTIA

**AVALIAÇÃO “IN VITRO” DA CAPACIDADE DO  
APARELHO TRI AUTO ZX EM DETERMINAR O  
COMPRIMENTO DOS DENTES NOS CASOS DE  
RETRATAMENTO ENDODÔNTICO**

ANA MARIA HECKE ALVES

*DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO CURSO  
DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA  
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA  
CATARINA, COMO REQUISITO PARA A  
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM  
ODONTOLOGIA - OPÇÃO ENDODONTIA.*

**Orientadora:** Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria José de Carvalho Rocha  
**Co-Orientadora:** Prof<sup>ª</sup>. Mara Cristina Santos Felipe

**FLORIANÓPOLIS  
2000**

Ana Maria Hecke Alves

**"AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DO APARELHO TRI AUTO ZX EM DETERMINAR O COMPRIMENTO DOS DENTES NOS CASOS DE RETRATAMENTO ENDODÔNTICO",**

Esta dissertação foi julgada adequada e aprovada para a obtenção do título de MESTRE EM ODONTOLOGIA - OPÇÃO ENDODONTIA, no programa de Pós-Graduação em odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 07 de julho de 2000.

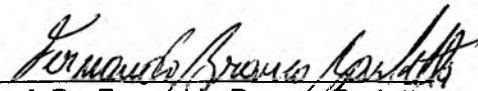


**Profª. Drª. Isabel Cristina Santos Almeida**  
Coordenadora do Curso de Pós-graduação

Banca Examinadora



**Profª. Drª. Maria José de Carvalho Rocha**  
Orientadora



**Prof. Dr. Fernando Branco Barletta**



**Profª. Mara Cristina Santos Felipe**

*Ó profundidade da riqueza,  
Tanto da sabedoria como do  
conhecimento de Deus!  
Quão insondáveis são os seus juízos,  
E quão inescrutáveis, os seus caminhos!  
Quem conheceu a mente de Deus?  
Ou quem foi seu conselheiro?  
Ou quem deu primeiro a Ele?  
Porque d'Ele, e por meio d'Ele,  
E para Ele são todas as coisas.  
A Ele, pois, seja a Glória eternamente.  
Amém.*

*(Rom. 11: 33-36)*

## *Meu Reconhecimento*

*À Minha Mãe  
Zilda*

*Mulher virtuosa, quem achará?  
O seu valor excede ao de muitas riquezas.  
Prov. 31-10*

*Mãe, você me deu a oportunidade de conhecer  
O Valor que excede a muitas riquezas*

*Aos Meus Amados*

*Edvan Seiki*

*Andar juntos, experiência que não se consegue só.  
É bom ter você!.*

*Augusto e Isabel*

*Preciosidade que Deus me deu!  
Quero sabedoria para cuidar com zelo e  
discernimento da integridade de vocês!*

*Meu Reconhecimento aos Ausentes para Sempre*

*Meu pai  
Hercílio*

*Hoje, consigo ver que você foi sábio:  
O princípio da sabedoria é reconhecer Deus - você o fez.  
Você tinha princípios - os princípios de Deus  
Você se permitia aprender - gastava tempo ouvindo e lendo.  
Você tinha disciplina - fazia o que precisava, não apenas o que gostava.  
Você não cultivou rancor, mesmo quando tinha razão para fazê-lo.  
Você era livre - não permitia que os erros dos outros lhe escravizassem na raiva e  
amargura. Antes perdoava (sem a condicional "se").  
Hoje veja o que você disse e escuto o que você foi!*

*Prof. Dra. Jara Maria Lohmann Soares*

*Conheci você trabalhando,  
Acreditando na vida,  
Buscando mudança,  
Recorrendo a Deus.  
A tua atitude fez diferença.  
Agradeço a Deus por ter tido o privilégio de lhe conhecer.*

*Aos mestres*

*Prof. Wilson Fadeu Felipe*

*e*

*Prof. Mara Cristina Santos Felipe*

*“Melhor é o fim das coisas que o princípio delas” Ecl. 7:2*

*Experiência esta que só os perseverantes conhecem.*

*Apesar dos acontecimentos, vocês foram firmes, e chegamos ao fim!*

*Agradecimento Especial*

*Prof. Maria José de Carvalho Rocha*

*Prontidão de vontade*

*É um dos ingredientes que dá sabor ao cumprimento do trabalho.*

*A tua boa atenção, disposição e força fizeram diferença.*

*Aos Mestres*

*Prof. Ary Elias Sabbag Junior*  
*Prof. Adércio Miguel Domingues*  
*Prof. Estera Muszkat Menezes*  
*Prof. Fernando Branco Barletta*  
*Prof. Ilson José Soares*  
*Prof. Isabel Cristina Santos Almeida*  
*Prof. Maria Helena Pozzobom*  
*Prof. Nelson Luiz da Silveira*  
*Prof. Sérgio Fernando Torres de Freitas*  
*Prof. Telmo Favares.*

*Deus sempre manda um anjo ajudar aqueles que estão dispostos a cumprir o seu dever. (J.C. Cuyler).*

*Agradeço a Deus pela vida de vocês, que de forma direta e indireta contribuíram para minha formação.*



## *Agradecimentos*

*Adriana Ferreira Pereira  
Ana Augusta Kuwakino  
Rosa Wagner da Silva*

*Ajudantes idôneas!  
Muitas vezes assumiram o meu papel de mãe.*

*Anninha  
Camille  
Dorcas  
Hercildo  
Iza  
Uzias  
Zezinho*

*Irmãos, sobrinhos...  
Mais que irmãos e sobrinhos: Amigos*

*Cleonice da Silveira Teixeira  
Eduardo Antunes Bortoluzzi  
Fernanda Medeiros Perin  
Jaqueline C. A. Natividade  
Luonothar Antunes Schmitt Dreger  
Marly Nunes  
Marcia Favares  
Patrícia Viganò  
Sérgio Batista Andrade*

*Companheiros da “endo” no dia-a-dia!*

*Amaro de Mendonça Cavalcante*  
*Braulio Pasternak Junior*  
*Bertha Angélica Chavez Gonzalez*  
*Cinthia de Camargo Rodrigues*  
*Cleide Cristina Rodrigues Martinhon*  
*Franklin Delano Soares Fortes*  
*Juliana Boechat Rosa*  
*Karime Favares Lima*  
*Lucineide de Melo Santos*  
*Raquel Baroni de Carvalho*

*Companheiros no mestrado.*

*Sou grata a Deus pela lembrança gostosa que tenho de todos. Sinto não ter compartilhado mais com vocês.*

*Ana Maria Frandalozo*  
*Falita*  
*Vera Ingrid Sovernigo*

*Sempre dispostas, prontas e alegres.*

*Carlos*  
*Ciro*  
*Cláudio*  
*Douglas*  
*Gilberto*  
*Gyselda*  
*Josefina*  
*Lirian Yuri*  
*Maria Yoko*  
*Wanderlei*

*Colegas Odontólogos e Amigos sempre presentes!*

*Agradeço a Deus pelo universo de cooperadores que tem me dado, cujo totalidade de nomes não estão expressos nestas páginas.*

*Orientadores, Professores e Amigos*

*Nem olhos viram,  
Nem ouvidos ouviram,  
Nem jamais penetrou no coração humano,  
O que Deus tem preparado para aqueles que o amam!  
1 Cor. 2:9*

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b>	p. xiv
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	p. xv
<b>LISTA DE TABELAS</b>	p. xvi
<b>LISTA DE QUADROS</b>	p. xvii
<b>RESUMO</b>	p. xviii
<b>ABSTRACT</b>	p. xix
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	p.1
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b>	p.6
<b>2.1 Histórico da odontometria pelo método eletrônico</b>	p.7
<b>2.2 Estudos <i>in vivo</i></b>	p.10
<b>2.3 Estudos <i>in vitro</i></b>	p.16
<b>3 PROPOSIÇÃO</b>	p.29
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b>	p.31
<b>4.1 Preparo das amostras</b>	p.32
<b>4.2 Obtenção do comprimento dos dentes pelo método direto</b>	p.33
<b>4.3 Obtenção do comprimento dos dentes pelo método eletrônico</b>	p.35

<b>4.4</b>	<b>Obturação dos canais</b>	p.38
<b>4.5</b>	<b>Desobturação dos canais e nova obtenção do comprimento dos dentes pelo método eletrônico</b>	p.39
<b>4.6</b>	<b>Análise dos resultados</b>	p.40
4.6.1	Comparação entre CD e CE	p.40
4.6.2	Tolerância adotada às medidas fornecidas pelo Tri Auto ZX	p.41
4.6.3	Análise estatística	p.41
<b>4.7</b>	<b>Considerações a respeito do aparelho Tri Auto ZX</b>	p.42
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b>	p.45
<b>5.1</b>	<b>Análise das medidas eletrônicas CE1</b>	p.48
<b>5.2</b>	<b>Análise das medidas eletrônicas CE2</b>	p.50
<b>5.3</b>	<b>Comparação entre CE1 e CE2</b>	p.52
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO</b>	p.56
<b>6.1</b>	<b>Quanto a metodologia</b>	p.57
<b>6.2</b>	<b>Quanto aos resultados</b>	p.60
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	p.71
<b>8</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	p.73

## LISTA DE ABREVIATURAS

- APEX - um dos níveis apicais que aparece no painel de controle do aparelho Tri Auto ZX. Indica a posição do forame apical.
- CD - comprimento dos dentes obtido pelo método direto.
- CE - comprimento dos dentes obtido pelo método eletrônico.
- CE1 - comprimento dos dentes obtido pelo método eletrônico em canais preparados, antes da obturação.
- CE2 - comprimento dos dentes obtido pelo método eletrônico em canais desobturados.
- EDTA - ácido etilenodiamino-tetracético.
- EMR - uma das funções (modos) que aparece no painel de controle do aparelho Tri Auto ZX. Indica a função de localizador apical eletrônico ("Electronic Measurement of Root canal").
- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> - água oxigenada
- mm - milímetros
- NaCl - cloreto de sódio
- NaOCl - hipoclorito de sódio

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1** - Cursor posicionado no bordo de referência quando a ponta da lima atingiu o forame apical durante a odontometria pelo método direto p.33
- FIGURA 2** - Paquímetro eletrônico empregado para obter as medidas da lima p.34
- FIGURA 3** - Painel de controle do aparelho Tri Auto ZX ajustado para localizar o forame apical p.36
- FIGURA 4** - Dispositivo empregado para a obtenção das medidas eletrônicas p.37
- FIGURA 5** - Painel de controle do aparelho Tri Auto ZX indicando que o nível "apex" foi alcançado pela ponta da lima p.37
- FIGURA 6** - Critério para classificar as medidas como positivas e negativas p.40
- FIGURA 7** - Figura esquemática das conexões elétricas do Tri Auto ZX p.42
- FIGURA 8** - Aparelho Tri Auto ZX p.43
- FIGURA 9** - Aparelho Tri Auto ZX preparado apenas para a função de localizador apical p.44
- FIGURA 10** - Radiografias realizadas em diferentes dentes no momento em que o nível "apex" foi alcançado pela ponta da lima: a) sentido méso-distal; b) sentido vestibulo-lingual. p.51
- FIGURA 11** - Radiografia realizadas logo após a obtenção da odontometria eletrônica (CE2): sentidos méso-distal(a) e vestibulo-lingual(b) p.52
- FIGURA 12** - Gráfico das medidas aquém e além do forame, obtidas antes da obturação (CE1) e depois da desobturação (CE2) p.54
- FIGURA 13** - Gráfico das medidas aceitáveis e não aceitáveis obtidas antes da obturação e depois da desobturação p.55
- FIGURA 14** - Dente 20 apresentando guta-percha extrusionada pelo forame . p.66
- FIGURA 15** - Dente 34 – radiografia, no sentido méso-distal, no momento da obtenção do CE2 p.67
- FIGURA 16** - Dente 46 – radiografia, no sentido méso distal momento da obtenção do CE2 p.68

## LISTA DE TABELAS

- TABELA 1** - Comprimento dos dentes, em milímetros, obtido pelos métodos direto (CD) e eletrônico (CE1 e CE2) p.46
- TABELA 2** - Diferenças, em milímetros, entre as medidas obtidas pelos métodos direto e eletrônico antes da obturação (CD/CE1) e depois, na desobturação (CD/CE2) p.47
- TABELA 3** - Freqüência acumulada das amostras nos diferentes intervalos, em relação ao forame, antes da obturação (CE1) e depois na desobturação (CE2). p.53
- TABELA 4** - Análise estatística das diferenças entre as medidas CD/CE1 e CD/CE2 p.55
- TABELA 5** - Análise estatística das medidas aceitáveis do CE1 e CE2 p.55



## **LISTA DE QUADROS**

- QUADRO 1** - Distribuição das diferenças do CE1, em relação ao forame, nos diferentes intervalos p.49
- QUADRO 2** - Distribuição das diferenças do CE2, em relação ao forame, nos diferentes intervalos p.50

ALVES, Ana Maria Hecke. **Avaliação *in vitro* da capacidade do aparelho Tri Auto ZX em determinar o comprimento dos dentes nos casos de retratamento endodôntico.** Florianópolis, 2000. 78 p. Dissertação (Mestrado em odontologia – opção endodontia) - Universidade Federal de Santa Catarina.

Descritores: odontometria eletrônica, localizador apical, retratamento.

## RESUMO

Este estudo "in vitro", avaliou a capacidade do aparelho Tri Auto ZX em localizar o forame apical nos casos de retratamento endodôntico, sendo utilizados 62 dentes extraídos, com raízes únicas e completamente formadas. Realizado o acesso, os canais foram preparados pela técnica tradicional até 1mm aquém do forame apical. Em seguida, os dentes foram mensurados pelos métodos direto (CD) e eletrônico (CE1), e os canais então obturados pela técnica da condensação lateral, empregando-se cones de guta-percha e cimento de óxido de zinco e eugenol. Decorridos 7 dias, o material obturador foi parcialmente removido e realizou-se, na presença de remanescentes de material obturador, nova odontometria eletrônica (CE2). As medidas fornecidas pelo aparelho, CE1 e CE2, foram comparadas com o CD e as diferenças foram analisadas estatisticamente. Dentro do limite de tolerância adotado ( $\pm 0,50$ mm), o aparelho Tri Auto ZX foi preciso em localizar o forame em 75,86% das medidas CE1, com uma distância média de 0,36mm aquém deste. Nas medidas CE2, esta precisão foi de 81,03%, com uma distância média de 0,04mm aquém do forame. Concluiu-se que o aparelho Tri Auto ZX foi capaz de fornecer o comprimento dos dentes, nos casos de retratamento endodôntico, sempre que seja possível a passagem de uma lima em toda a extensão do canal e o forame não esteva obstruído.

ALVES, Ana Maria Hecke. ***In vitro* evaluation of capability of Tri Auto ZX device to determine the tooth length in endodontic retreatment.** Florianópolis, 2000. 78 p. (Master of Science in Dentistry - major Endodontics). Universidade Federal de Santa Catarina.

Key words: electronic odontometry, apex locator apical, retreatment.

## ABSTRACT

The aim of this *in vitro* experiment was to evaluate the Tri Auto ZX device capability to determine the position of the apical foramen in endodontic retreatment. Sixty-two extracted teeth, with single roots and mature apexes were used in this experiment. The endodontic access was carried out and the canals were instrumented by traditional technique until 1mm short of the apical foramen. Next, the teeth were measured by direct method (DM) and electronic method (EM1). The canals were filled by lateral condensation technique, with gutta-percha points and zinc oxide and eugenol cement sealer. After seven days, the filling material was removed and new electronic odontometry, in the presence of filling material remnants, was performed (EM2). The EM1 and EM2 measurements were compared with DM, and the differences were statistically analyzed. The results demonstrated, with  $\pm 0,5\text{mm}$  of tolerance, that the Tri Auto ZX was accurated to locate the apical foramen in 75.86% of EM1 measurements, with a mean of 0.36mm short of the apical foramen. In EM2 measurements, this accuracy was 81.03%, with a mean of 0.04mm short of the apical foramen. From this study it can be concluded that Tri Auto ZX device was able to determine the tooth length in endodontic retreatment, as long as the canal had patency and the foramen was not blocked.

# **1 INTRODUÇÃO**

# 1 INTRODUÇÃO

Os insucessos endodônticos podem estar relacionados a erros de diagnóstico, a acidentes ocorridos durante o acesso ao canal radicular, preparo mecânico ou obturação. Na fase do preparo mecânico, falhas em determinar o limite apical podem conduzir a uma instrumentação além ou aquém do nível desejado com conseqüente sobre ou sub-obturação, que dificultam ou até impedem o reparo dos tecidos periapicais.

Quando os exames clínico e radiográfico detectam o insucesso endodôntico, duas condutas podem ser adotadas: o retratamento do canal ou a cirurgia paraendodôntica. Se for possível o acesso a todo o conduto radicular, a escolha deve ser o retratamento, o qual deverá corrigir os eventuais deslizos cometidos durante o primeiro tratamento (Aun, Gavini, Fachin, 1998).

De acordo com o material obturador a ser removido ou o obstáculo a ser transposto, a técnica de desobturaçã\* sofrerá variações. A escolha da técnica deve levar em conta vários fatores, como a anatomia do canal, o tipo de material obturador, a qualidade e o limite apical da obturação.

A guta-percha, material mais empregado para a obturação dos canais, geralmente não apresenta dificuldades de remoção durante o retratamento. Quando localizada no terço cervical, pode ser facilmente retirada empregando-se calcadores aquecidos ou instrumentos rotatórios. Porém, quando localizada mais apicalmente, costuma-se utilizar instrumentos endodônticos

---

\* Desobturaçã – desobstruçã, remoçã da obturaçã do canal (Aun, Gavini, Fachin, 1998)

associados a solventes. Uma vez que a guta-percha vai sendo dissolvida, é removida do canal pelo uso de instrumentos e soluções irrigadoras. Quando o instrumento atinge o terço apical, a odontometria torna-se importante para realizar o preparo no nível correto e evitar a extrusão do material obturador e do solvente para os tecidos periapicais.

Dentre os princípios estabelecidos para a terapia endodôntica, Walton & Rivera (1997) mencionam que instrumentos, soluções irrigadoras, resíduos e materiais obturadores devem ser contidos no interior do canal. Todos esses elementos são, comprovadamente, irritantes físicos ou químicos que, se extravasados, geram inflamação e podem retardar ou impedir o reparo. Portanto, é preciso definir os limites da intervenção endodôntica, estabelecendo-se um ponto de referência visível para o profissional e, a partir deste, estabelecer o limite apical do tratamento.

Embora existam controvérsias, a maioria dos autores acredita que o limite apical da intervenção endodôntica seria aquele posicionado o mais próximo possível da constrição apical, nas proximidades da junção cemento-dentinária. A existência da constrição favorece a formação da matriz apical e o confinamento do material obturador no conduto, contribuindo para o selamento apical biológico e reparo dos tecidos periapicais (Kuttler, 1955; Dummer, McGinn, Rees, 1984; Ricucci & Langeland, 1998).

Vários pesquisadores, avaliando a influência de procedimentos endodônticos realizados em diferentes níveis, constataram que os melhores resultados foram alcançados com obturações situadas de 1 a 2 mm aquém do forame apical (Soares, Holland, Soares, 1990; Sjögren, Hägglund, Sundqvist, Wing, 1990), e os piores, quando as obturações coincidiram ou ultrapassaram o

forame (Seltzer, Bender, Turkenkopf, 1963; Swartz, Skidmore, Griffin, 1983; Soares, Holland, Soares, 1990; Sjögren, Hägglund, Sundqvist, Wing, 1990).

Dentre os métodos existentes para determinar o comprimento dos dentes, o mais utilizado é o radiográfico, que, além de fornecer dados anatômicos importantes para a execução do tratamento, evidencia a presença de patologias. Embora de grande valor, este método apresenta certas limitações, como distorções de imagens (Chunn, Zardiackas, Menke, 1981; Milano & Silva, 1988); dificuldades de se obter o comprimento de dentes com curvaturas apicais para vestibular ou palatal/lingual (Levi & Glatt, 1970 apud Weine, 1998); não permite obter o exato comprimento de canais que apresentam forame excêntrico (Palmer, Weine, Healey, 1971). Outra limitação é a dificuldade de se visualizar o ápice radicular devido à sobreposição de estruturas anatômicas e/ou patologias periapicais radiopacas.

Tentando superar tais limitações, outros métodos têm sido propostos. Custer, em 1918, já fazia menção sobre o uso da corrente elétrica para determinar o término apical do canal radicular, e foi Sunada, em 1962, quem introduziu, na prática clínica, a odontometria através do método elétrico.

Entretanto, a precisão dos primeiros aparelhos empregados era afetada pelo conteúdo do canal. Várias modificações foram feitas em seus circuitos procurando aperfeiçoá-los e, em 1991, surgiu uma nova geração de localizadores apicais eletrônicos que emprega o método da razão. Este invento, comercializado com o nome de Root ZX (J.Morita Corp., Kioto, Japão), pode ser utilizado em canais úmidos, pois não é afetado por eletrólitos presentes no canal (Kobayashi & Suda 1994). Mais recentemente, surgiu no mercado um novo equipamento, o Tri Auto ZX (J. Morita Corp., Kioto, Japão), que faz a

instrumentação mecanizada do canal e que possui acoplado um localizador apical eletrônico desta última geração (método da razão).

Estudos recentes, desenvolvidos *in vitro* e *in vivo*, têm demonstrado a alta confiabilidade destes aparelhos na determinação do comprimento de dentes que serão submetidos ao tratamento endodôntico (Goldberg, 1995; Shabahang, Goon, Gluskin, 1996; Felipe, Lucena, Soares 1997; Igarashi, Jaber, Jou, Kim, 1997; Vajrabhaya & Tepmongkol, 1997; Dunlap, Remeikis, BeGole, Rauschenberger, 1998; Weiger, John, Geigler, Löst, 1998, Campell, Friedman, Nguyen, Kaufman, Keila, 1998; Grimberg, Banegas, Zmerner, 1998; Ibarrola, Chapman, Howard, Knowles, Ludlow, 1999). Porém, não foram encontrados, na literatura consultada, estudos específicos que mostrem a confiabilidade desses aparelhos nos casos de retratamento endodôntico, onde existem restos de material obturador e outros resíduos no interior do canal radicular.



## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

## **2 REVISAO DA LITERATURA**

### **2.1 Histórico da odontometria pelo método eletrônico**

Inicialmente, o método elétrico para a odontometria foi baseado na diferença da condutividade elétrica de um canal radicular seco ou preenchido com um líquido não condutor e a condutividade dos tecidos periapicais, de maneira que, o instante em que um instrumento, inserido no canal, passava pelo forame era sinalizado (Custer, 1918). Quando aplicado em dentes de cães, foi descoberto que a resistência elétrica entre um instrumento inserido no canal e um eletrodo aplicado na membrana da mucosa oral registravam valores constantes (Suzuki apud Sunada, 1962). Baseado nestes achados, anos mais tarde, foi verificado, em humanos, que a resistência elétrica do ligamento periodontal e da mucosa oral apresenta valor constante e igual a 6,5 Kohms, quando é aplicada uma corrente de 40 uA (Sunada, 1962). Nesta época, foi introduzido, na prática clínica, a primeira geração dos localizadores apicais eletrônicos, tentando facilitar a obtenção do comprimento de trabalho para a terapia endodôntica e superar as limitações e desvantagens do método radiográfico. A principal limitação dessa primeira geração de aparelhos foi a necessidade de se secar o canal, pois o seu conteúdo interferia nos resultados. Outro inconveniente foi o uso de corrente contínua que resultava em medidas instáveis (Yamaoka, Yamashita, Saito, 1989; Kobayashi, 1995).

Com a introdução da corrente alternada, surgiram novas gerações de localizadores, pois outras relações e mensurações elétricas, como frequência

e impedância, foram analisadas, conhecendo-se, assim, as mudanças destas componentes ao longo do canal e, principalmente, ao atingir a constrição e o forame apical. Aprimoramentos foram feitos nestes localizadores. Mudando a intensidade de corrente elétrica, diminuiu o desconforto do paciente (Yamaoka, Yamashita, Saito, 1989); o som foi utilizado para expressar as mudanças de frequência do instrumento ao longo do canal (Inoue, 1974). Para eliminar a interferência do conteúdo do canal, o instrumento recebeu uma cobertura isolante, a qual, muitas vezes, o impedia de alcançar o comprimento total do dente em canais atrésicos. Em outras situações, essa cobertura era danificada, permitindo contato do instrumento com o conteúdo do canal, resultando em medidas imprecisas (Mc Donald, 1992).

Com o objetivo de superar a influência dos eletrólitos presentes no canal radicular, foi introduzido o método de gradiente de voltagem. Sendo o esmalte, a dentina e o cimento isolantes elétricos, a densidade de uma corrente constante através do canal é maior na parte mais constrita e a conformação do campo elétrico muda repentinamente no forame (Ushiyama, 1983). Uma dificuldade encontrada com esse método foi em canais que não têm apenas uma constrição apical, ou seja, uma constrição em nível mais mediano poderia ser detectada como sendo a apical, além de ser difícil seu uso em canais amplos (Mc Donald, 1992).

Os aparelhos da terceira geração, denominados de localizadores apicais frequência-dependentes, utilizam o método do valor relativo. Operam baseados no princípio de que existe uma diferença de impedância entre os eletrodos dependendo da frequência utilizada. Duas frequências são emitidas pelo aparelho (1 KHz e 5 KHz). Quando o instrumento é movido apicalmente, a

diferença dos valores de impedância às duas frequências começa a mudar. Quando a ponta do instrumento alcança a constrição apical, o valor da impedância tem a máxima diferença. Esses aparelhos conseguem determinar o comprimento do dente com alta confiabilidade, mesmo na presença de eletrólitos (Nishiyama, Duarte, Godoy, Moraes, Almeida, 1994; Coutinho & Siqueira, 1994; Felipe & Soares 1994), contudo precisam ser previamente calibrados para eliminar a influência do conteúdo do canal radicular (Yamaoka, Yamashita, Saito, 1989 e Pilot & Pitts, 1997). Nas versões mais modernas, estes localizadores não necessitam ser previamente calibrados.

Devido às múltiplas variáveis elétricas presentes no canal, novas pesquisas continuaram a ser executadas para aprimorar a precisão desses equipamentos. Assim, em 1991, surgiu uma nova geração de localizadores, os quais empregam o método da razão. Este método mede a impedância para duas frequências diferentes, calcula o quociente das impedâncias e o expressa em termos de posição do instrumento dentro do canal. Este aparelho, comercializado com o nome de Root ZX, de uso simples para o clínico, também não necessita ser previamente calibrado e pode ser utilizado em canais úmidos (Kobayashi & Suda, 1994).

O Root ZX e o localizador apical eletrônico acoplado ao aparelho Tri Auto ZX, ambos baseados no método da razão, têm sido objetos de vários estudos desenvolvidos através de diferentes metodologias, procurando avaliar o seu comportamento em determinar o limite apical da terapia endodôntica (Goldberg, 1995; Shabahang, Goon, Gluskin, 1996; Felipe, Lucena, Soares, 1997; Vajrabhaya & Tepmongkol, 1997; Dunlap, Remeikis, BeGole,

Rauschenberger, 1998; Weiger, John, Geigler, Löst, 1998; Grimberg, Banegas e Zmener, 1998; Ounsi e Naaman, 1999).

Na seqüência, encontram-se descritos, em ordem cronológica, vários desses experimentos, que, para melhor entendimento, foram divididos em estudos nos quais os aparelhos foram testados na clínica (estudos *in vivo*) e em experimentos desenvolvidos em laboratório (estudos *in vitro*).

## 2.2 Estudos *in vivo*

Duckmanton (1995) utilizou o Root ZX em 68 canais com diferentes conteúdos (tecido pulpar vital, polpa necrótica, solvente de guta-percha, Ledermix, solução de hipoclorito de sódio, remanescentes de hidróxido de cálcio), canais vazios, calcificados, com ápices abertos e com lesão periapical. No momento em que o aparelho indicou que lima atingiu a constrição apical, os dentes foram radiografados para avaliar a relação da ponta da lima com o vértice radiográfico da raiz. A ponta da lima mensuradora estava a 0,5mm aquém em 34 canais, coincidindo em 13 canais. Em nenhum caso a lima ultrapassou o vértice radiográfico. Sete canais precisaram ser secos antes para que a leitura fosse efetuada pelo aparelho. Nos 16 canais em que o aparelho localizou a constrição muito aquém, foi devido à presença de outras constrições existentes. Em 3 canais não foi possível obter a odontometria pelo aparelho. Neste estudo clínico, o equipamento mostrou-se preciso em 69% dos canais, independente do seu conteúdo e, em análise radiográfica, os canais obturados mostraram-se num nível clinicamente aceitável. Nos casos de ápices abertos, o aparelho não foi eficiente.

Goldberg (1995) avaliou o Root ZX na obtenção do comprimento de trabalho para a terapia endodôntica, em canais com polpas vitais e necróticas. Nos pacientes anestesiados e com os procedimentos endodônticos prévios já executados, o autor fez a odontometria com o aparelho eletrônico seguindo as orientações do fabricante e, em seguida, foram feitas radiografias periapicais com a lima na mesma posição, para avaliar a distância da sua ponta ao vértice radiográfico. O grau de precisão considerado, das medidas obtidas com o Root ZX, foi aceitável quando a ponta do instrumento se encontrava a 1mm do vértice, com uma tolerância de  $\pm 0,5$  mm. Nos 60 canais avaliados, os resultados mostraram 90% (54 canais) de medidas aceitáveis, e em 10% (6 canais) as medidas foram deficientes. Não foram observadas diferenças estatísticas entre o grupo de dentes com polpa viva (89,47% de medidas aceitáveis) e o grupo com polpa morta (90,90% de medidas aceitáveis).

Park & Lee (1996) avaliaram o desempenho do Root ZX em 505 canais com polpas vivas e necróticas, submetidos ao tratamento endodôntico. A presença ou não de lesão periapical e a vitalidade pulpar foram avaliadas. Verificaram que a odontometria fornecida pelo Root ZX foi em 66% dos casos coincidentes (dentro de  $\pm 0,5$  mm) com as leituras radiográficas. Nos dentes com vitalidade pulpar, não foram observadas diferenças significativas entre as medidas fornecidas pelo aparelho e as leituras radiográficas, mas, na presença de lesão periapical, a percentagem que coincidiu foi significativamente menor. Em outros 24 canais de dentes com indicação para exodontia, foi avaliada a capacidade deste aparelho em localizar a constrição apical. Nestes canais, a ponta da lima coincidiu com a constrição apical anatômica dentro de uma variação de  $\pm 0,50$

mm, em 70,8% dos casos. Na média, as leituras do Root Zx foram  $0,12\text{mm} \pm 0,50$  mm além da constrição apical.

Shabahang, Goon, Gluskin (1996) observaram o comportamento do Root ZX em 26 dentes com indicação para exodontia e com polpas vitais. Após a abertura endodôntica, sem a remoção do conteúdo dos canais, o aparelho foi empregado para localizar o forame apical. No nível em que o aparelho indicava a sua localização, a lima foi fixada com ionômero de vidro nas paredes da cavidade de acesso, e seu cabo foi removido. O eletrodo do aparelho foi conectado novamente ao remanescente da lima para certificar-se que a leitura do aparelho não havia mudado. Logo depois, foi realizada a exodontia e limpeza dos dentes que, então, foram descalcificados, desidratados e tornados transparentes. Sob um estereomicroscópio, a relação entre a ponta da lima e o forame apical foi observada, fotografada e classificada em três categorias: no forame apical, além do forame e aquém do forame. Os dentes foram tornados opacos novamente para efetuar as mensurações e a reinspeção da posição da ponta da lima em relação ao forame. O aparelho localizou o forame apical em 9 canais (34,61%); a constrição apical em 8 canais (30,8%); a ponta da lima estava aquém 3mm do forame em 1 canal (3,8%) e ultrapassou o forame em até 0,5mm em 8 canais (30,8%). Considerando aceitáveis as medidas com diferença de até  $\pm 0,5\text{mm}$ , o Root ZX localizou o forame com precisão de 96,2%. Os autores ressaltaram que, mesmo em dentes onde foram observadas lacunas de reabsorção, em apenas um deles a lima havia ultrapassado 0,5mm o forame apical.

Vajrabhaya & Tepmongkol (1997) estudaram Root ZX em 20 dentes unirradiculados com indicação para exodontia. Após a anestesia, abertura coronária, remoção do conteúdo do canal, irrigação com hipoclorito de sódio e classificação do conteúdo removido em necrótico ou vital foi realizada a odontometria. Quando o aparelho indicou o nível 0,5 (área da constrição apical segundo o fabricante), a lima foi fixada ao dente com resina composta fotopolimerizável e a leitura com aparelho repetida para confirmação da medida. Em seguida à exodontia e limpeza dos dentes, os forames foram marcados com tinta nanquim. A superfície radicular, em nível apical, foi desgastada até que o canal radicular e a ponta do instrumento ficassem visíveis. A distância entre a ponta da lima e o bordo cervical do forame apical foi mensurada, sendo considerado como resultado aceitável as distâncias entre zero a 1,0 mm, aquém do forame, e entre zero a 0,5mm, além do forame. Das 19 medidas obtidas com o Root ZX, 15 estavam aquém do bordo cervical do forame numa distância média de 0,2mm, 3 coincidiram e apenas 1 estava a 0,1mm além desse ponto. Dentro do critério adotado, este aparelho apresentou 100% de precisão. Os autores concluíram que, sob as condições testadas, o Root ZX pode ser usado com segurança na terapia endodôntica, reduzindo o número de radiografias. Alertam, porém, que o nível 0,5 pode ser empregado com maior êxito para localização do forame do que da constrição apical.

Empregando metodologia semelhante, Dunlap, Remeikis, BeGole, Rauschenberger (1998) também avaliaram a capacidade do Root ZX em localizar a constrição apical. Dentes com exodontia indicada, possuindo canais visíveis radiograficamente e ápices formados, foram separados em diferentes grupos:



canais com polpa viva e canais com necrose pulpar. Após o acesso endodôntico, limas de diferentes calibres (#10 a #25), selecionadas de acordo com o diâmetro do canal, foram conectadas ao aparelho e inseridas nos canais até o visor do aparelho piscar "apex" e, em seguida, recuadas até o aparelho indicar a constrição apical. Nesta posição, as limas foram fixadas aos dentes com ionômero de vidro e seus cabos removidos. Depois foram efetuadas as exodontias, limpeza e radiografias dos dentes num posicionador no sentido vestibulo-lingual. As mensurações das distâncias da ponta do instrumento ao vértice radiográfico foram feitas com um paquímetro: 26% apresentaram-se além do vértice radiográfico (0,03 mm a 3,14 mm) e 74% estavam aquém do vértice radiográfico (0,11 mm a 2,13 mm). A constrição apical foi analisada pelo desgaste da raiz até a lima ser visível através de uma fina camada de dentina, sendo esta cuidadosamente removida com bisturi. A distância da ponta da lima à constrição apical foi mensurada com microscópio (12X). O aparelho localizou a ponta da lima, aquém ou na constrição apical, em 29,4% e, além, em 70,6% dos casos. As medidas da ponta do instrumento à constrição foram em 52,0% dos casos menores que 0,25 mm, em 82,3% menores que 0,50 mm e em 94,1% menores que 0,75 mm. Não houve diferença significativa entre as medidas fornecidas pelo localizador apical entre canais com polpa vital e necrótica.

Pagavino, Pace, Baccetti (1998) utilizaram o Root ZX na odontometria de 35 dentes unirradiculados, com ápices completamente formados e com indicação para exodontia, cujos canais apresentavam tecido pulpar vital. Os dentes tiveram grande parte de suas coroas desgastadas para facilitar o acesso ao canal. Uma lima, conectada ao aparelho, foi inserida no canal até que

no visor acusasse a indicação "apex" e soasse o sinal que indica que o forame foi alcançado. Neste momento, a lima foi fixada ao dente com resina composta fotopolimerizável e, após a remoção do seu cabo, com alta rotação, o dente foi extraído e limpo. A posição do forame (lateralizado ou não) e a distância entre a ponta do instrumento e o forame foram analisadas e fotografadas em um estereomicroscópio com aumento de 40X. No grupo A, foram agrupados os dentes cujos forames estavam localizados no vértice radicular e, no grupo B, dentes com forame lateralizado. Em todos os espécimes foi possível visualizar a ponta do instrumento. Foram danificados 6 espécimes durante o preparo para a microscopia eletrônica, ficando o grupo A com 15 espécimes e o grupo B com 14. As distâncias da ponta da lima ao bordo cervical do forame foram mensuradas com a ajuda de um "software" para análise de imagens. O Root ZX localizou o forame apical com absoluta precisão em apenas um dente. Em todos os outros, a lima passou além do bordo cervical do forame, sendo que, no grupo A, esta distância variou de zero a 0,49 mm e, no grupo B, de 0,12mm a 0,85 mm. Maior precisão foi encontrada no grupo A e o maior erro foi encontrado no grupo B. Levando em conta uma margem de erro de até  $\pm 0,5$  mm, este localizador apical mostrou uma precisão em 82,75% dos casos; porém, se a margem de erro for estendida a  $\pm 1,0$  mm, a precisão atingiu 100% dos casos. Argumentam estes autores que a menor precisão verificada nos forames laterais pode ter sido consequência da metodologia em medir a distância do bordo cervical do forame à ponta do instrumento. Clinicamente, estes resultados mostram que, em casos de forame lateral este aparelho é mais preciso que o método radiográfico e que o instrumento deve trabalhar com recuo de 1,0 mm para evitar a sobre-

instrumentação; em casos de forame no vértice apical, o recuo deve ser de 0,5mm.

### 2.3 Estudos *in vitro*

Czerw, Fulkerson, Donnelly, Walmann (1995) estudaram a precisão de 4 localizadores apicais eletrônicos: o Digipex III, o Apex Finder, o Neosono-MC Plus e o Root ZX. Os autores utilizaram 30 dentes (incisivos e caninos) humanos, limpos, hidratados, sem fratura e com ápices formados, cujos bordos incisais foram desgastados até obter uma superfície plana a fim de facilitar as mensurações. Após os procedimentos prévios à odontometria, as raízes foram imersas em um meio gelatinoso contido num recipiente onde também estava o eletrodo negativo dos aparelhos testados. Uma lima com cursor, fixada ao prendedor de lima (eletrodo positivo do aparelho), foi introduzida no canal até o localizador indicar que o forame havia sido alcançado. Neste momento, o cursor da lima foi colocado em contato com o bordo de referência e, em seguida, a lima foi removida do canal e mensurada. Os valores obtidos foram comparados aos comprimentos reais dos dentes, determinados pela inserção de uma lima no canal até que sua ponta fosse visualizada no forame apical. O Root ZX apresentou 6 medidas maiores que as medidas diretas (0,50mm) e 24 medidas coincidentes. Na mensuração eletrônica de 30 dentes com canal seco, não houve diferença significativa entre as medidas diretas e as fornecidas pelos aparelhos Digipex e o Root ZX, as quais foram coincidentes ou tinham no máximo 0,5 mm de diferença.

Nguyen, Kaufman, Komorowski, Friedman (1996), procurando verificar a influência do diâmetro da lima e do canal radicular na odontometria através do localizador apical Root ZX, utilizaram 21 canais de dentes unirradiculados e extraídos. Após o acesso endodôntico, a odontometria direta foi estabelecida pela passagem de uma lima #10 até o menor forame apical. Depois, os dentes tiveram suas raízes imersas no alginato, onde foi realizada a odontometria eletrônica inicial introduzindo-se uma lima #10 conectada ao Root ZX, calibrado para detectar a constrição apical. O canal foi instrumentado até a lima #60 e, durante o alargamento, o comprimento do dente foi continuamente controlado pelo Root ZX. No final do preparo foram feitas novas odontometrias com o aparelho, utilizando lima #10 e #60. O valor médio do comprimento inicial, do comprimento final com a lima #10 e final com a lima #60 foi calculado e comparado. Continuando a análise, a última lima usada no alargamento foi fixada ao dente com resina, no comprimento final obtido pelo aparelho. O dente foi removido do alginato. A relação da ponta da lima à constrição apical e ao forame foi analisada histomorfometricamente pelo desgaste do ápice das raízes. O comprimento inicial eletrônico foi 0,45mm menor que o comprimento direto. As diferenças entre as medidas do comprimento inicial eletrônico, comprimento final #10 e #60 não foram estatisticamente significantes. A constrição apical se mostrou ausente em todos os dentes, porém a ponta da lima não ultrapassou o forame apical em nenhum dos espécimes. Concluem estes autores que o Root ZX indica a localização da constrição apical mesmo quando esta foi eliminada. Nos canais alargados, as medidas obtidas eletronicamente com a lima #10 foram similares às obtidas com lima #60. Portanto, o calibre da lima mensuradora e o diâmetro do canal não exerceram influência no comportamento do aparelho.

Katz, Mass, Kaufman (1996) testaram o Root ZX na presença de diferentes soluções irrigadoras, em 20 molares decíduos recém-extraídos, os quais apresentavam diferentes graus de reabsorção. Após a abertura coronária e remoção da polpa, os dentes foram medidos pela técnica direta e tiveram suas raízes imersas em alginato, onde também estava imerso o eletrodo negativo do Root ZX. O aparelho foi calibrado para sinalizar a medida do comprimento total do dente menos 0,5 mm. Cada dente foi mensurado três vezes em cada ambiente: soro fisiológico, solução de hipoclorito de sódio a 2,5% e com os canais secos. Foi calculada a média das três mensurações. As limas foram introduzidas nos canais calibradas com o comprimento médio calculado, fixadas aos dentes e, a seguir, foram realizadas tomadas radiográficas. A distância entre a ponta da lima e o vértice radicular radiográfico foi medida, para, em seguida, ser calculado o comprimento do dente pela técnica de Ingle. Comparando o resultado entre as medidas diretas, eletrônicas e os comprimentos radiográficos, os autores concluíram que as medidas obtidas pelo Root ZX foram similares às obtidas pela técnica direta subtraindo-se 0,5mm e, as medidas fornecidas pelo método radiográfico foram maiores (entre 0,4mm a 0,7mm) do que as eletrônicas. Não houve diferença significativa entre as diferentes condições intra-canal, comparando o método radiográfico, eletrônico e direto.

Felippe, Lucena, Soares (1997) compararam a odontometria fornecida pelo Root ZX, ajustado para detectar o forame, com a odontometria obtida pelo método direto. Utilizaram 315 dentes humanos, unirradiculados, extraídos e com raízes formadas. Após a abertura e esvaziamento dos canais, foi

realizada a mensuração direta do dente introduzindo no canal uma lima até que sua ponta fosse visualizada no forame e, em seguida, um porta agulha, tangente ao bordo de referência, apreendeu a lima removendo-a do canal e levando-a a uma régua milimetrada para mensuração. Para as medidas eletrônicas, os dentes foram fixados na altura da junção amelo-cementária em um cilindro plástico que continha soro fisiológico, de modo que a raiz dental ficasse submersa no soro onde também estava o eletrodo negativo do aparelho (grampo labial). O canal foi irrigado com soro fisiológico e uma lima, conectada ao eletrodo positivo do aparelho, foi inserida no canal para permitir a mensuração eletrônica. Em 303 dentes (96,19%), as medidas fornecidas pelo aparelho coincidiram com as medidas diretas, em 11 dentes (3,49%) a ponta da lima estava 1mm aquém do forame e, em apenas um deles (0,32%) estava a 1,5mm aquém do forame.

Igarashi, Nii, Jou, Kim (1997) investigaram, em 54 canais de incisivos, caninos, pré-molares e molares, a precisão dos aparelhos Tri Auto ZX, Root ZX, Justy e Sono Explorer MkIII em localizar a constrição apical comparando as medidas fornecidas pelos aparelhos com as obtidas pela técnica direta. Inicialmente, os canais foram instrumentados com lima #10 e irrigados com EDTA. O terço apical e o eletrodo negativo foram imersos no soro fisiológico. Uma lima #10, conectada ao eletrodo positivo de cada aparelho, foi introduzida no canal até o momento em que o mesmo indicasse a posição da constrição apical. A seguir, a lima foi removida do canal e mensurada. Essa medida foi comparada com a medida direta. As medidas fornecidas pelos aparelhos Tri Auto ZX, Root ZX e Justy não apresentaram diferença significativa com o comprimento direto. As menores diferenças entre as medidas direta e a eletrônica foram observadas com

os comprimentos fornecidos pelo Tri Auto ZX ( $0,02 \pm 0,06\text{mm}$ ) seguidas pelo Justy ( $0,04 \pm 0,05\text{mm}$ ) e depois pelo Root ZX ( $0,14 \pm 0,04\text{mm}$ ). Os autores observaram, ainda, que com os aparelhos Tri Auto ZX, o Root ZX e o Justy, nos incisivos superiores, foram obtidas medidas aquém ( $0,32 \pm 0,14\text{mm}$ ) e nos canais distais dos molares inferiores, medidas além ( $0,39 \pm 0,09\text{mm}$ ).

Mowrey, Di Fiore, Noblett, Lautenschlager (1997) avaliaram a precisão dos localizadores apicais Root ZX, Endex e Neosono-Ultima EZ na presença de solventes de guta-percha (clorofórmio, eucaliptol, halotano e xilol) usados em retratamentos endodônticos. Compararam as medidas fornecidas por estes aparelhos com a odontometria manual. Canais de sessenta dentes humanos, unirradiculados, foram instrumentados até o calibre #40, a 1mm do vértice apical, obturados com guta-percha e cimento Roth 801. Com os forames patentes\*, os dentes foram fixados na altura da junção amelo-cementária numa base plástica, de modo que as raízes ficassem submersas em ágar 1% de solução salina fosfato-tamponada. A desobturação foi realizada utilizando os solventes associados à ação de um instrumento #40. Com o grampo labial em contato com o gel, as leituras eletrônicas foram obtidas pela introdução nos canais de uma lima #10, conectada ao prendedor de lima de cada aparelho. A cada mudança de solvente, os canais foram irrigados com soro fisiológico e secos com cones de papel absorvente. Os resultados não mostraram diferenças significantes entre os solventes, ou entre o método manual e eletrônico. Estes autores concluíram que estes equipamentos são precisos para localizar o forame apical e que não são afetados pela presença destes solventes de guta percha.

---

\* patente – aberto, desobstruído (Stedman, 1979).

Igarashi, Jaber, Jou, Kim (1997) investigaram o efeito da morfologia do forame apical na determinação eletrônica do comprimento dos dentes através dos localizadores apicais eletrônicos Root ZX, Justy e Tri Auto Zx comparando as medidas fornecidas por eles com as medidas obtidas pela técnica direta. Foram separados 54 dentes com forames lateralizados (corono-apical) e destes selecionados 13 dentes, que possuíam o forame com diâmetro maior que 0,5 mm. A odontometria eletrônica foi obtida com uma lima #10. Em 6 canais, todos os localizadores apicais apresentaram leituras aquém do forame ( $-0,48 \pm 0,10$  mm) enquanto que em outros 6 canais as leituras foram além ( $+0,56 \pm 0,05$  mm). Em um canal as leituras foram inconstantes. Concluem estes autores que as leituras imprecisas fornecidas por estes aparelhos podem ser devido à presença de forames apicais ovais ou estendidos.

Voss & Markula-Liegau (1998) avaliaram a capacidade do Root Zx em localizar os diferentes níveis apicais ("apex", "0,5", "1", "1,5", "2", "2,5" e "3"), como também verificaram a relação destes níveis com a constrição apical. Utilizaram 54 raízes dentais, fixadas numa base plástica, de tal forma que os ápices ficaram imersos em solução salina. Os canais foram esvaziados com solução de hipoclorito de sódio a 5%. Foi obtida a mensuração eletrônica em cada nível, cujos valores foram anotados. Para localizar a constrição apical, as raízes foram desgastadas transversalmente em fatias de 0.1mm. As áreas das secções transversais resultantes foram avaliadas sob microscopia e colocadas contra o plano de referência. Os desvios da constrição apical foram  $0,66 \pm 0,30$  mm quando o nível apical, selecionado no painel de controle do aparelho, foi "apex";  $0,48 \pm 0,25$  mm quando o nível foi "0.5";  $0,32 \pm 0,25$  mm para o nível "1";



0,18 ± 0,20 mm para "1.5"; 0,03 ± 0,19 mm para "2"; -0,27 ± 0,27 mm para "2.5", e -0,59 ± 0,39 mm quando o nível, selecionado no visor, foi "3". Segundo os autores, para localizar a constrição apical, neste aparelho, deve ser selecionado, no visor, o nível "1.5" ou "2.0".

Weiger, John, Geigler, Löst (1998) compararam a mensuração eletrônica realizada pelos localizadores apicais Root ZX e Apit em 41 canais radiculares de dentes extraídos, preenchidos com soluções de NaCl a 0,9%, NaOCl a 1% e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 3%, separadamente. No Root ZX foram selecionados os níveis "1", "0,5" e "apex". O intervalo de referência (distância entre a ponta da lima e o nível do forame) definido como aceitável foi de 0,5 e 1,0 mm aquém do forame. Foram realizadas duas vezes cada mensuração e calculada a diferença média. Na presença do NaOCl e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, metade dos valores obtidos com o Root ZX, quando ajustado em "1.0", estavam dentro do intervalo de referência, e as diferenças médias foram de 0,10mm e 0,12mm, respectivamente. Os valores do Root ZX, ajustados em "0.5" e "apex", predominantemente, deram valores entre o forame e 0,5 mm aquém deste. Após seis meses foram repetidas as mensurações com a solução NaCl a 0,9%, não havendo diferenças com os resultados anteriores. Concluíram que esse aparelho pode ajudar na localização da constrição apical em metade dos casos.

O localizador apical acoplado ao aparelho Tri Auto ZX, além de realizar a odontometria, também monitora o nível apical da instrumentação mecanizada do canal. Campell, Friedman, Nguyen, Kaufman, Keila (1998), publicaram um estudo onde avaliaram a capacidade deste aparelho em obter a

odontometria e também em manter a constrição apical, nos diferentes níveis de ajuste (1.0, 1.5 e 2.0). Utilizaram 60 dentes unirradiculados, com ápices completamente formados e curvaturas menores que 20 graus. Após a regularização do bordo de referência oclusal e a realização das aberturas endodônticas, obtiveram o comprimento direto dos dentes introduzindo uma lima (tamanho 1 Profile, Série 29) até esta ser visível no forame apical. Com o auxílio de uma lente de aumento (20X), esta lima foi recuada até a constrição apical e mensurada. A seguir, as raízes foram colocadas submersas em alginato, onde também foi imerso o grampo labial, conectado ao eletrodo negativo do aparelho. Para as mensurações eletrônicas, foi selecionado o nível 0.5 (constrição apical). Os canais foram irrigados com hipoclorito de sódio a 2,5% quando, então, foi introduzida a lima (Profile, Serie 29, tamanho 1) até que o aparelho sinalizou que a constrição foi alcançada. A lima foi marcada, removida e mensurada. Esta medida foi comparada com comprimento direto. O comprimento eletrônico foi menor que o comprimento direto em todos os casos. A diferença das medidas variaram em média 0,54mm ( $\pm 0,26$ mm). Com o aparelho ajustado para trabalhar no canal em diferentes níveis (1.0, 1.5 e 2.0), em todos os dentes, a instrumentação foi mantida no interior do canal, porém o resultado mais consistente foi quando o aparelho estava ajustado no nível 1.0, cujos comprimentos, na maioria dos casos, foram de 0,2mm aquém da odontometria eletrônica inicial (correspondente à constrição apical), com diferença média de 0,1mm ( $\pm 0,10$ mm). No nível 1.5 e 2.0, a diferença média foi 0,36mm ( $\pm 0,20$ mm) e 1,30mm ( $\pm 1,04$ mm), respectivamente. Os autores concluíram que a instrumentação mecanizada, monitorada pelo localizador ajustado no nível 1.0, resultou em preparos mais consistentes com a constrição apical.

Grimberg, Banegas, Zmener (1998) realizaram uma pesquisa em que um dos objetivos foi comparar os valores da odontometria obtidos por meio do Tri Auto ZX com os obtidos pelo método radiográfico convencional. Concluído o acesso endodôntico de 40 dentes humanos, unirradiculados, apresentando condutos livres de obstrução e sem curvaturas acentuadas, uma lima K #15 (com cursor) foi introduzida no canal até que sua ponta coincidisse com o forame apical. A distância da ponta da lima ao cursor, diminuído 1mm, foi chamada de odontometria radiográfica, e a lima com este comprimento foi introduzida no canal e radiografada no sentido méso-distal e vestibulo palatal. Para a odontometria eletrônica, as raízes foram imersas em alginato, onde também foi imerso o eletrodo negativo do localizador apical. Com os canais irrigados com solução de hipoclorito de sódio e o aparelho ajustado para o nível apical 1.0, uma lima K #15, conectada ao prendedor de lima, foi introduzida até o aparelho sinalizar o forame e, em seguida, recuada até o nível 1 fosse sinalizado. Nesta posição, tomadas radiográficas foram executadas nos sentidos citados acima. Ao compararem as duas radiografias de cada dente, os autores observaram que em 38 casos (95%) os resultados foram considerados aceitáveis, pois as odontometrias apresentaram diferenças de no máximo 0,5mm. Apenas em 2 dentes, os resultados foram considerados deficientes, levando esses autores a concluir que este localizador apical é efetivo e confiável.

Buscando controlar o nível apical de trabalho durante a instrumentação mecanizada do canal, Steffen, Splieth, Behr (1999) estudaram o comportamento de dois localizadores apicais, o Root ZX e o Justy, combinados diretamente com o aparelho Canal Leader (SET, Olching, Germany) que faz o

preparo mecanizado do canal, comparando as medidas obtidas desta associação com os resultados fornecidos por estes localizadores associados à limas endodônticas manuais. Os autores utilizaram 50 dentes extraídos, unirradiculados, com ápices formados e forames de diâmetro equivalente ao de uma lima #15. Os dentes foram posicionados de modo que as raízes ficaram submersas no soro fisiológico, onde também foi imerso o grampo labial. Antes do uso dos localizadores apicais, calibrados para acusar o nível 0.5, os canais foram irrigados com solução de NaOCl a 1% e secos com pontas de papel absorvente. A seguir, foram realizadas as mensurações eletrônicas. Uma lima K com cursor adaptado ao seu intermediário e conectada ao eletrodo do localizador apical foi introduzida nos canais até que o nível selecionado no aparelho fosse sinalizado. Neste momento, as limas foram fixadas nos dentes e estes radiografados. As radiografias revelaram que o Root ZX, associado às limas manuais, posicionou a ponta da lima entre 0,5 e 1,5mm aquém do vértice radiográfico em 48 dos 50 casos. Quando o Root ZX estava associado ao Canal Leader, durante o preparo mecanizado, o mesmo ocorreu em 47 dentes. Em nenhum caso a ponta da lima ultrapassou o vértice radiográfico. Respeitando as condições da pesquisa, os autores recomendam o uso dos localizadores apicais em associação com instrumentos rotatórios mecanizados e sugerem que pesquisas clínicas sejam executadas testando este e outros sistemas de preparação mecanizada.

Ounsi & Naaman (1999) avaliaram a capacidade do Root ZX em localizar a constrição e o forame apical, como também a capacidade de dar resultados similares independente de quem execute. Em 36 dentes extraídos de humanos, unirradiculados, com ápices formados, foram realizados os

procedimentos endodônticos prévios, para então ser executada a mensuração direta do dente. Após, foi obtida a mensuração eletrônica, utilizando uma lima #10 conectada ao aparelho eletrônico, que foi introduzida no canal até que o Root ZX sinalizasse a posição "apex", sendo recuada até que o aparelho acusasse o nível 0.5. Em seguida, outra leitura foi registrada, introduzindo novamente a lima no canal até o aparelho indicar o nível "apex". As mensurações foram repetidas 4 vezes (36 dentes X 2 operadores X 2 medidas = 144 medidas). Os valores extremos foram desprezados, sendo a média entre as medidas restantes utilizada para as comparações. A medida obtida no nível 0.5, foi comparada com a média do comprimento direto subtraído 0,5mm. A confiabilidade foi avaliada comparando as duas medidas do mesmo operador, como também as medidas entre os dois operadores distintos. Os resultados, após análise estatística, mostraram que este aparelho é confiável para os níveis "apex" e 0.5. Para verificar a precisão foi analisada a distribuição dos valores: quando o aparelho acusou o nível 0.5, 50% dos valores (72 medidas) estavam dentro do limite de tolerância de  $\pm 0,5$  mm, porém, quando o aparelho sinalizou o nível "apex" 84,72% (122 medidas), estavam dentro deste limite. Se o limite de tolerância for alterado para  $\pm 0,75$  mm, então a precisão para detectar o nível 0.5 e "apex" seria 68.75% (99 medidas) e 97.92% (141 medidas), respectivamente. Nenhuma diferença foi maior que 1 mm. Estes resultados mostram que este aparelho é mais preciso para detectar o forame apical e o clínico deve escolher o nível de preparo a partir deste. Não deve ser usado como o fabricante indica.

Ibarrola, Chapman, Howard, Knowles, Ludlow (1999) procuraram avaliar o efeito da eliminação de interferências cervicais sobre a precisão do Root

ZX, programado para detectar o forame. Para tanto, selecionaram 32 canais (raízes mesiais de molares) que foram divididos em dois grupos. No grupo 1, a mensuração eletrônica foi realizada após o acesso endodôntico; já no grupo 2, os dentes foram mensurados após o alargamento coroa-ápice com instrumentos rotatórios taper .04 (do 9 ao 6) e passagem de uma lima #10 para estabelecer a patência\* do canal. As limas, no comprimento indicado pelo aparelho, foram fixadas com cimento de cianoacrilato e resina composta fotopolimerizável. As raízes foram desgastadas até que o forame apical e as pontas das limas tornaram-se visíveis, quando então foram analisadas em microscopia. A mensuração, da ponta da lima à constrição apical, foi executada com mensuramento linear usando um programa de imagem "software" (Visilog 5, Noesis Vision, Quebec, Canadá). No grupo 1, 13 das 16 amostras apresentaram diferença de no máximo  $\pm 0,5\text{mm}$  da constrição apical, com uma média de  $0,4\text{mm}$ ; no grupo 2, das 16 amostras, 14 medidas tiveram esta diferença, com uma média de  $0,04\text{mm}$ . Estatisticamente, a diferença das médias obtidas nos 2 grupos foi significativa, sugerindo que resultados mais consistentes são obtidos quando os canais são previamente alargados. Entretanto, ambos os grupos apresentaram médias dentro do limite de tolerância de  $\pm 0,5\text{mm}$ . Os autores discutem que a diferença na média das medidas obtidas no grupo dos canais não preparados, deu-se devido a três canais onde a patência do canal estava comprometida.

Pasternak Junior (1999) desenvolveu um experimento *in vitro*, em que um dos objetivos foi avaliar a capacidade do Tri Auto ZX em determinar o comprimento dos dentes. Em 60 caninos, após realizar o acesso endodôntico e

---

\* patência – abertura, comunicação (Fortes & Pacheco)

verificar a patência dos canais, estes foram mensurados pelo método direto e eletrônico. Comparando as duas odontometrias, e respeitando o limite de tolerância de  $\pm 0,50\text{mm}$ , o autor constatou que o aparelho foi capaz de localizar o forame em 86,6% dos casos. Nos demais casos (13,4%), as medidas fornecidas estavam entre 0,6mm a 0,9mm aquém do forame.

Pode-se verificar, na literatura citada, que a odontometria realizada com os localizadores apicais eletrônicos, Root ZX e o Tri Auto ZX, tem sido eficiente em canais não preparados e previamente alargados. Porém, não encontrou-se na literatura estudos específicos sobre a odontometria eletrônica, na presença de remanescentes de material obturador, nos casos de retratamento endodôntico.

# **3 PROPOSIÇÃO**



### **3 PROPOSIÇÃO**

O propósito desta pesquisa foi avaliar, *in vitro*, a capacidade do localizador apical eletrônico do aparelho Tri-Auto ZX em determinar o término do canal radicular nos casos de retratamento endodôntico, tendo-se como fator de comparação os referidos comprimentos, obtidos antes da obturação.

# **4 MATERIAL E MÉTODOS**

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Preparo das amostras

Para este experimento foram utilizados sessenta e dois caninos humanos, superiores e inferiores, com canal único, extraídos por razões desconhecidas e que estavam armazenados em solução de formol a 10%. Após lavados em água corrente por 30 minutos, os dentes foram identificados por números e, a seguir, realizou-se o acesso endodôntico com broca carbide nº 2<sup>\*</sup> e pontas diamantadas n.º 2082<sup>\*\*</sup> montadas em caneta de alta rotação. Efetuado o esvaziamento dos canais com lima K #15<sup>\*</sup> e solução de hipoclorito de sódio à 1%<sup>\*\*\*</sup>, verificou-se a patência dos canais até o forame com lima K #10<sup>\*</sup>. Para formar um bordo de referência bem definido, as pontas das cúspides foram desgastadas, perpendicularmente ao longo eixo dos dentes, com um disco de carborundum<sup>\*\*</sup> em peça de mão, até obter-se uma superfície plana. Em seguida, os dentes foram medidos pelo método direto, como descrito no item 4.2, e os canais preparados pela técnica tradicional até 1mm aquém do forame, utilizando limas flexofile<sup>\*</sup> até o calibre 35. Durante a modelagem, os canais foram irrigados com solução de hipoclorito de sódio a 1%<sup>\*\*\*</sup>. Concluído o preparo, os dentes foram novamente medidos pelo método direto, conforme descrito a seguir. Esta segunda medida, obtida pelo método direto, foi a referência para avaliarmos as mensurações obtidas com o uso do aparelho eletrônico.

---

\* Maillefer, Ballaigues, Suíça

\*\* KG Sorensen, Brasil

\*\*\* Miyako, São Paulo, Brasil

#### 4.2 Obtenção do comprimento dos dentes pelo método direto

No canal previamente preenchido com soro fisiológico, uma lima K #15\*, com cursor adaptado ao intermediário, foi introduzida em direção apical até que sua ponta fosse visualizada (com auxílio de uma lupa 2,5X), de modo que estivesse justaposta ao forame ou ao bordo cervical do forame quando este encontrava-se lateralizado. Utilizando uma pinça clínica, o cursor foi deslizado até tangenciar o bordo de referência incisal (FIG. 1). A lima, removida do canal, foi mensurada num paquímetro eletrônico\*\* com resolução de 0,01mm (FIG. 2). As medidas obtidas, denominadas daqui por diante de CD, foram registradas em fichas apropriadas.



FIGURA 1: Cursor posicionado no bordo de referência quando a ponta da lima atingiu o forame apical durante a odontometria pelo método direto.

\* Maillefer, Ballaigues, Suíça  
\*\* Starrett, 727-6/150, Brasil



FIGURA 2: Paquímetro eletrônico empregado para obter as medidas da lima

### 4.3 Obtenção do comprimento dos dentes pelo método eletrônico

Nesta etapa executou-se a mensuração eletrônica com o localizador apical do aparelho Tri Auto ZX\* ajustado para detectar o forame, de acordo com as orientações do fabricante (FIG. 3). Para isso, foi utilizado um recipiente contendo uma esponja saturada de soro fisiológico, que serviu de apoio para um cilindro plástico opaco, perfurado, de modo que a solução tivesse livre acesso ao seu interior. Cada dente, a sua vez, foi fixado na altura da junção amelo-cementária numa perfuração existente na tampa do cilindro plástico, de maneira que a raiz dental ficasse submersa no soro fisiológico. Numa das bordas do recipiente, colocou-se o grampo labial conectado ao eletrodo negativo do aparelho. No prendedor de lima, conectado ao eletrodo positivo, prendeu-se uma lima K #15\*\*, de 31 mm de comprimento, com cursor adaptado ao seu intermediário (FIG. 4).

---

\* J. Morita MFG. Corp., Kioto, Japão (considerações a respeito do aparelho encontram-se no item 4.7)

\*\* Maillefer, Ballaigues, Suíça



FIGURA 3: Painel de controle do aparelho Tri Auto ZX ajustado para localizar o forame apical.

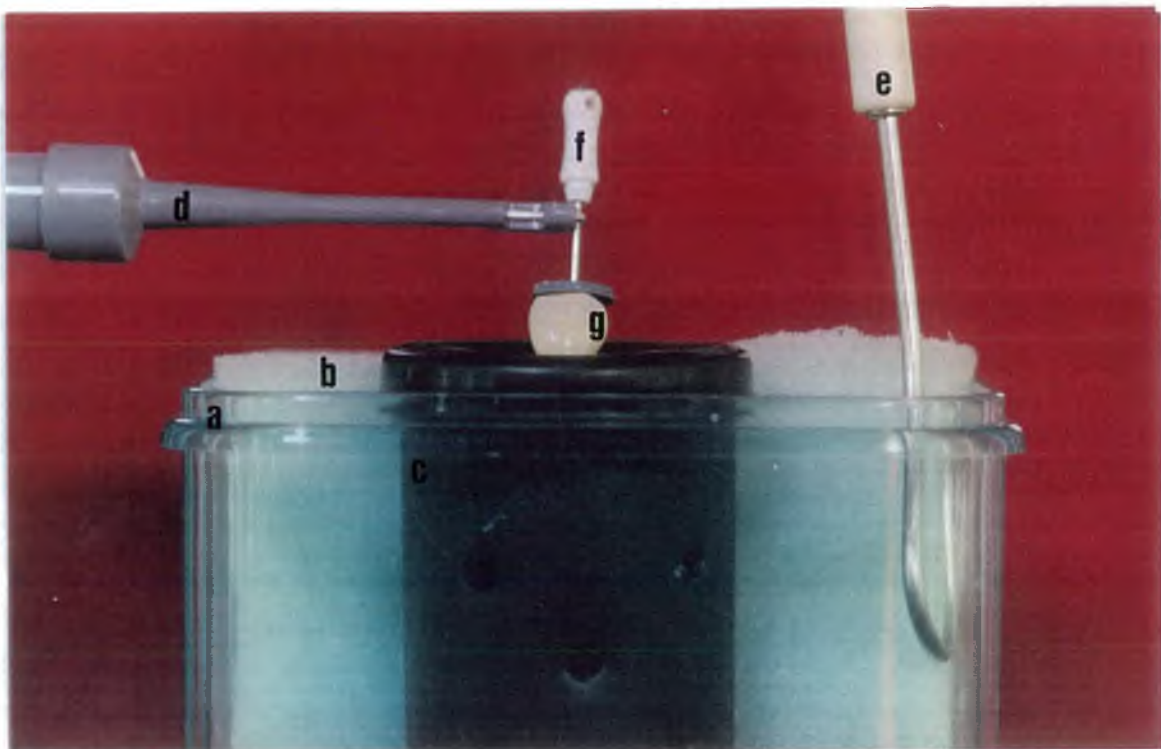


FIGURA 4: Dispositivo empregado para a obtenção das medidas eletrônicas: a) recipiente plástico; b) esponja saturada de soro fisiológico; c) cilindro plástico perfurado; d) eletrodo positivo (preendedor de lima); e) eletrodo negativo (grampo labial); f) lima; g) dente posicionado numa perfuração na tampa do cilindro plástico.



Com o aparelho trabalhando no modo de registro eletrônico manual (EMR), a lima foi introduzida no interior do canal, previamente preenchido com soro fisiológico, até o aparelho sinalizar que sua ponta atingiu o forame apical. Neste momento, o som emitido pelo localizador alcançou o máximo de seu ritmo (antes de tornar-se contínuo) e, no visor, a indicação luminosa “apex” continuou a piscar e as demais indicações permaneceram com a luz contínua (FIG. 5). Nesta posição e com o cursor colocado tangente ao bordo de referência, a lima foi removida do canal e medida conforme o procedimento adotado para o método direto. Obteve-se assim os comprimentos dos dentes fornecidos pelo localizador apical eletrônico, chamados, daqui em diante, de CE1, os quais foram também registrados em fichas apropriadas.



FIGURA 5: Painel de controle do aparelho Tri Auto ZX indicando que o nível “apex” foi alcançado pela ponta da lima.



#### 4.4 Obturação dos canais

Os canais foram obturados com cones de guta-percha\* e cimento de óxido de zinco e eugenol\*\* pela técnica da condensação lateral. Os cones principais de guta-percha, previamente selecionados no nível apical de preparo, foram besuntados no cimento e levados ao canal. A condensação lateral foi conduzida empregando-se espaçadores digitais\*\*\* e cones acessórios\*\*\*\* de calibres correspondentes. Quando o espaçador não penetrava além do terço cervical, procedeu-se o corte do material obturador na entrada do canal com uma cureta aquecida em chama de lamparina. Em seguida à condensação vertical e limpeza da câmara pulpar, o acesso coronal foi selado com material restaurador provisório\*\*\*\*\*.

Após a obturação, todos os dentes foram mantidos em 100% de umidade, à temperatura de 37°C, por 7 dias.

---

\* Tanari – Manacupuru, AM, Brasil.  
\*\* Vigodente – Rio de Janeiro, Brasil.  
\*\*\* Maillefer, Ballaigues, Suíça.  
\*\*\*\* Dentsply, Petrópolis, Brasil.

\*\*\*\*\* Cimpat, Septodont, França.

#### 4.5 Desobturação dos canais e nova obtenção do comprimento dos dentes pelo método eletrônico

Após 7 dias, removeu-se o selamento provisório com broca esférica carbide nº 4\*. A obturação dos terços cervical e médio foi removida, respectivamente, com brocas Gates-Glidden\* n. 2 e 1. Em seguida, o canal foi preenchido com solvente de guta-percha\*\*, e depois de 3 minutos foi iniciada a desobturação do terço apical utilizando-se, sequencialmente, limas K do calibre 25 ao 15 até o comprimento em que os canais foram preparados. Uma vez que a lima atingiu o comprimento desejado, o dente foi novamente fixado ao cilindro plástico para permitir nova mensuração pelo método eletrônico. No canal irrigado com soro fisiológico, a lima K #15\*, conectada ao prendedor de lima do aparelho, foi inserida até obter-se o comprimento do dente, como já descrito anteriormente (item 4.3). Nos dentes em que o aparelho não emitiu qualquer sinal, a lima foi introduzida mais apicalmente, e repetiu-se a mensuração eletrônica. Todos os dentes foram radiografados no sentido vestibulo-lingual e mesio-distal, no momento em que o aparelho sinalizou que o forame foi alcançado pela ponta da lima e também após a remoção da lima, para verificar a presença ou não de remanescentes do material obturador (FIG. 6 e 7)

As medidas obtidas, doravante denominadas de CE2, foram registradas em fichas separadas para comparações com o comprimento dos dentes fornecidos pelos métodos direto (CD) e eletrônico (CE1), obtido logo após o preparo do canal.

---

\* Maillefer, Ballaigues, Suíça

\*\* Eucaliptol, Iodontosul, Porto Alegre, Brasil

## 4.6 Análise dos resultados

### 4.6.1 Comparação entre CD e CE

As medidas dos comprimentos dos dentes fornecidas pelo aparelho nos diferentes momentos (CE1 e CE2) foram comparadas com as medidas obtidas pelo método direto (CD). A diferença entre CD e CE1 e CE2 foram calculadas e anotadas na tabela 2. Quando CD foi maior que CE, a diferença recebeu sinal negativo para indicar que a ponta da lima estava aquém do forame. Nos casos em que CD foi menor que CE, a diferença recebeu sinal positivo para indicar que a ponta da lima estava além do forame (FIG. 6).

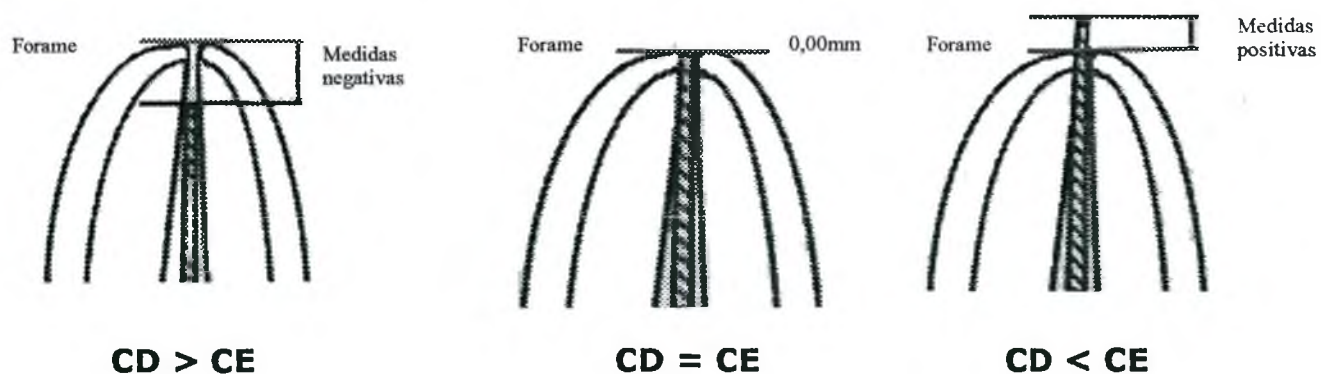


FIGURA 6: Critério para classificar as medidas como positivas e negativas

#### 4.6.2 Tolerância adotada às medidas fornecidas pelo Tri Auto ZX

O limite de tolerância adotado foi  $\pm 0,50\text{mm}$ , o mesmo aplicado por outros autores (Shabahang, Goon, Gluskin, 1996; Ounsi & Naaman, 1999). Assim os comprimentos eletrônicos, cujas diferenças com o CD, foram menores ou iguais a  $0,50\text{mm}$  foram considerados aceitáveis e quando foram maiores que  $0,50\text{mm}$  foram considerados inaceitáveis.

#### 4.6.2 Análise estatística

Para verificar a precisão do Tri Auto ZX, calculou-se a porcentagem de medidas obtidas dentro do limite de tolerância para cada momento (CE1 e CE2) e o intervalo de confiança.

Para verificar se o comportamento do aparelho foi equivalente nas diferentes situações (CE1 e CE2), realizou-se o teste estatístico de proporção (Z).

Para verificar a acuidade das medidas fornecidas pelo aparelho, foram calculados a média aritmética e o intervalo de confiança. Para comparar o valor médio das diferenças entre CD/CE1 e CD/CE2 foi aplicado o teste *t* de Student

#### 4.7 Considerações a respeito do aparelho Tri Auto ZX

O Tri Auto ZX é uma peça de mão composta por localizador apical eletrônico, microprocessador, motor, circuito propulsor do motor, painel de controle, bateria e conectores (FIG. 7)

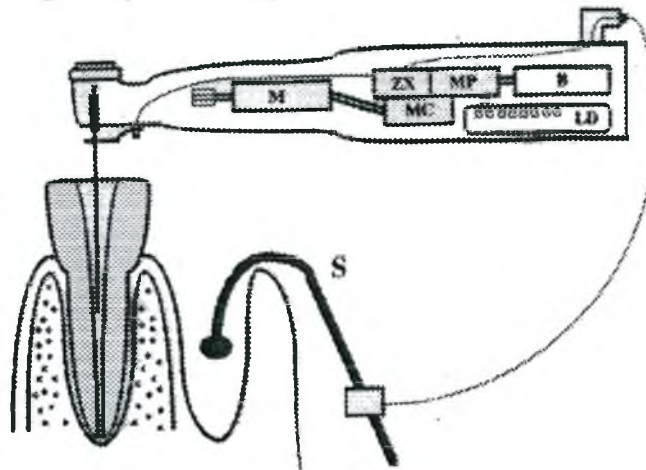


FIGURA 7: Figura esquemática das conexões elétricas do Tri Auto ZX: ZX (LAE Root ZX), MC (circuito propulsor do motor), MP (microprocessador), B (bateria), LD (painel de controle), S (grampo labial), M (motor)  
(Kobayashi, Yoshiota e Suda, 1997)

Estes componentes trabalham interligados, formando 3 mecanismos automáticos: 1. Mecanismo automático liga-desliga – ao introduzir a lima no canal, o mecanismo é acionado automaticamente, pois a corrente para mensuração eletrônica do canal é usada como sinal para iniciar a rotação; quando a lima é removida do canal, o sinal muda parando a rotação. 2. Mecanismo automático de reversão do torque – quando a lima encontra muita resistência no canal, a sua rotação é invertida. Isto sinaliza e previne a fratura de limas e o travamento destas no interior do canal. 3. Mecanismo automático de reversão apical – quando a ponta da lima atinge o nível selecionado ou o forame apical, a rotação da lima é invertida e um alarme contínuo é tocado.

No painel de controle, situado na base da peça de mão, o operador aciona, seleciona e monitora as funções que deseja através dos indicadores luminosos. A peça de mão permite movimento de rotação para sua melhor acomodação à mão do operador facilitando a visualização do painel (FIG. 8). Este aparelho é acionado por bateria recarregável com autonomia de 40 minutos e possui um dispositivo automático que o desliga após 3 minutos sem uso.

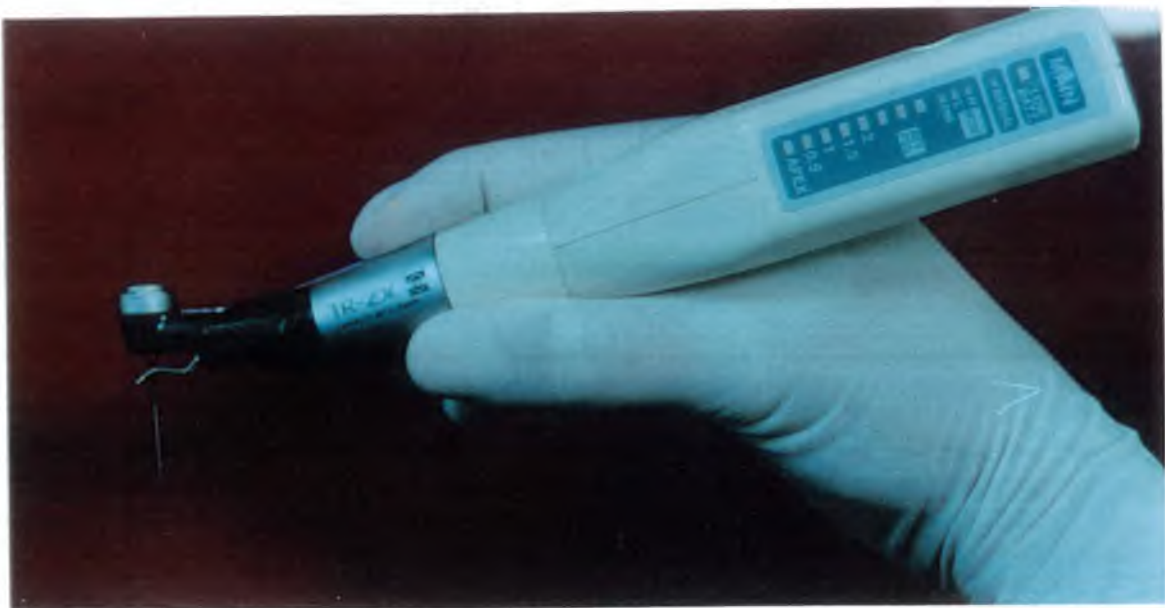


FIGURA 8: Aparelho Tri Auto ZX.

Para a realização da odontometria, o fabricante sugere a remoção do contra-ângulo e a utilização apenas da base do aparelho. Liga-se o Tri Auto ZX pressionando-se o dispositivo "MAIN" e conecta-se os "plugs" dos eletrodos nos locais indicados. A seguir, seleciona-se a função de localizador apical pressionando-se a tecla "MODE " até acender a luz do visor EMR. O próximo passo é selecionar o nível apical que se deseja localizar. Para isso, pressiona-se a tecla "REV. POS." até acender a luz do nível desejado – "apex" (forame), 0.5



(constricção apical), 1.0, 1.5, ou 2.0 (distâncias mais aquém do forame). Na ponta do eletrodo positivo (cor cinza) é conectado o prendedor de lima; e na do eletrodo negativo (cor branca) o grampo labial, que deve ser posicionado na comissura labial do paciente, após ligar o aparelho. Com os dentes já preparados para a mensuração, uma lima de pequeno calibre, com cursor de borracha adaptado ao intermediário, é colocada no prendedor de lima e introduzida no canal (FIG. 9). Durante o seu avanço em direção ao ápice, as luzes verdes do painel, indicadoras dos diferentes níveis, acendem à medida em que a ponta da lima os alcança. Quando a lima está na região apical, inicia um sinal sonoro cujo ritmo aumenta à proporção em que a ponta da lima se aproxima do forame, e torna-se contínuo quando ocorre a ultrapassagem deste ponto. Quando a lima atinge o nível desejado, deve ser mantida em posição e o cursor de borracha deslizado até tocar o bordo de referência coronal. Em seguida, remove-se a lima do canal e mensura-se a distância da ponta da lima ao cursor em um instrumento apropriado.



FIGURA 9: Aparelho Tri Auto ZX preparado para a função de localizador apical.

# **5 RESULTADOS**



## 5 RESULTADOS

Os resultados obtidos durante a pesquisa apresentam-se ordenados na TABELA 1. Na coluna correspondente aos dentes, estão identificados os elementos dentários. Nas colunas CD e CE1 expressam-se os valores correspondentes aos comprimentos dos dentes obtidos, antes da obturação. Na coluna CE2 estão os comprimentos obtidos depois, na desobturação.

TABELA 1: Comprimento dos dentes, em milímetros, obtidos pelos métodos direto (CD) e eletrônico (CE1 e CE2)

DENTE	CD	CE1	CE2	DENTE	CD	CE1	CE2
1	18.43	17.73	18.30	32	24.50	24.07	24.57
2	17.93	17.67	18.51	33	24.64	24.34	24.65
3	19.43	19.48	20.03	34	24.22	23.56	22.67
4	19.46	19.24	20.02	35	24.82	25.09	24.50
5	19.39	19.56	19.97	36	24.59	22.99	24.20
6	20.78	20.36	21.26	37	25.11	25.00	25.22
7	21.53	20.65	21.60	38	25.57	24.14	25.64
8	21.51	20.25	21.34	39	21.46	21.14	21.09
9	22.13	22.33	22.93	40	21.16	21.14	21.43
10	23.28	23.10	23.09	41	23.02	22.50	23.26
11	24.06	23.97	24.07	42	23.70	23.68	23.42
12	22.26	21.75	22.46	43	21.70	21.07	21.10
13	23.32	23.11	23.24	44	21.16	21.03	21.17
14	23.30	23.18	22.81	45	22.84	22.13	22.45
15	23.60	22.80	23.18	46	23.71	22.81	17.99
16	23.05	22.73	23.13	47	22.80	22.40	22.40
17	24.02	23.62	24.09	48	22.80	22.54	23.01
18	22.99	22.78	23.69	49	23.32	22.92	23.05
19	23.22	23.24	23.12	50	22.95	21.91	22.88
20	23.70	23.45	——	51	22.24	21.86	22.23
21	24.04	23.86	23.98	52	22.54	22.34	23.27
22	23.62	23.24	23.41	53	22.56	22.46	22.73
23	24.43	24.03	24.56	54	24.38	24.37	24.08
24	24.80	23.68	23.41	55	22.04	21.86	21.81
25	24.69	24.36	24.60	56	22.01	21.48	21.15
26	25.19	24.52	24.72	57	23.19	22.80	23.16
27	24.23	23.99	23.48	58	22.75	23.17	23.03
28	25.10	24.74	24.94	59	22.62	22.53	22.57
29	25.22	25.01	25.25	60	23.04	22.81	22.61
30	24.03	23.63	24.20	61	22.65	21.76	21,74
31	22.41	22.13	22.47	62	23.41	23.06	23.36

Para avaliar a capacidade do Tri Auto ZX em localizar o forame, as medidas obtidas, CE1 e CE2, foram comparadas com as medidas diretas (CD). As diferenças encontradas entre os valores de CD/CE1 e CD/CE2 de cada dente estão apresentadas na TABELA 2. Quando o comprimento direto (CD) foi menor que o eletrônico (CE), a diferença recebeu sinal positivo (+); quando CD foi maior que o CE, a diferença recebeu sinal negativo (-). As medidas positivas e negativas foram denominadas de além e aquém do forame, respectivamente.

Adotando a margem de tolerância de  $\pm 0,50\text{mm}$ , as medidas fornecidas pelo aparelho foram consideradas aceitáveis quando a diferença com CD foi menor ou igual a  $\pm 0,50\text{mm}$ , e inaceitáveis quando ultrapassaram este valor.

TABELA 2: Diferenças, em milímetros, entre as medidas obtidas pelos métodos direto e eletrônico antes da obturação (CD/CE1) e depois, na desobturação (CD/CE2):

dente	CD/CE1	CD/CE2	Dente	CD/CE1	CD/CE2
1	-0,70	-0,13	31	-0,28	+0,06
2	-0,26	+0,58	32	-0,43	+0,07
3	+0,05	+0,60	33	-0,30	+0,01
4	-0,22	+0,56	35	+0,27	-0,32
5	+0,17	+0,58	36	-1,60	-0,39
6	-0,42	+0,48	37	-0,11	+0,11
7	-0,88	+0,07	38	-1,43	+0,07
8	-1,26	-0,17	39	-0,32	-0,37
9	+0,20	+0,80	40	-0,02	+0,27
10	-0,18	-0,19	41	-0,52	+0,24
11	-0,09	+0,01	42	-0,02	-0,28
12	-0,51	+0,20	43	-0,63	-0,60
13	-0,21	-0,08	44	-0,13	+0,01
14	-0,12	-0,49	45	-0,71	-0,39
15	-0,80	-0,42	47	-0,40	-0,40
16	-0,32	+0,08	48	-0,26	+0,21
17	-0,40	+0,07	49	-0,40	-0,27
18	-0,21	+0,70	50	-1,04	-0,07
19	+0,02	-0,10	51	-0,38	-0,01
21	-0,18	-0,06	52	-0,20	+0,73
22	-0,38	-0,21	53	-0,10	+0,17
23	-0,40	+0,13	54	-0,01	-0,30
24	-1,12	-1,39	55	-0,18	-0,23
25	-0,33	-0,09	56	-0,53	-0,86
26	-0,67	-0,47	57	-0,39	-0,03
27	-0,24	-0,75	58	+0,42	+0,28
28	-0,36	-0,16	59	-0,09	-0,05
29	-0,21	+0,03	60	-0,23	-0,43
30	-0,40	+0,17	62	-0,35	-0,05

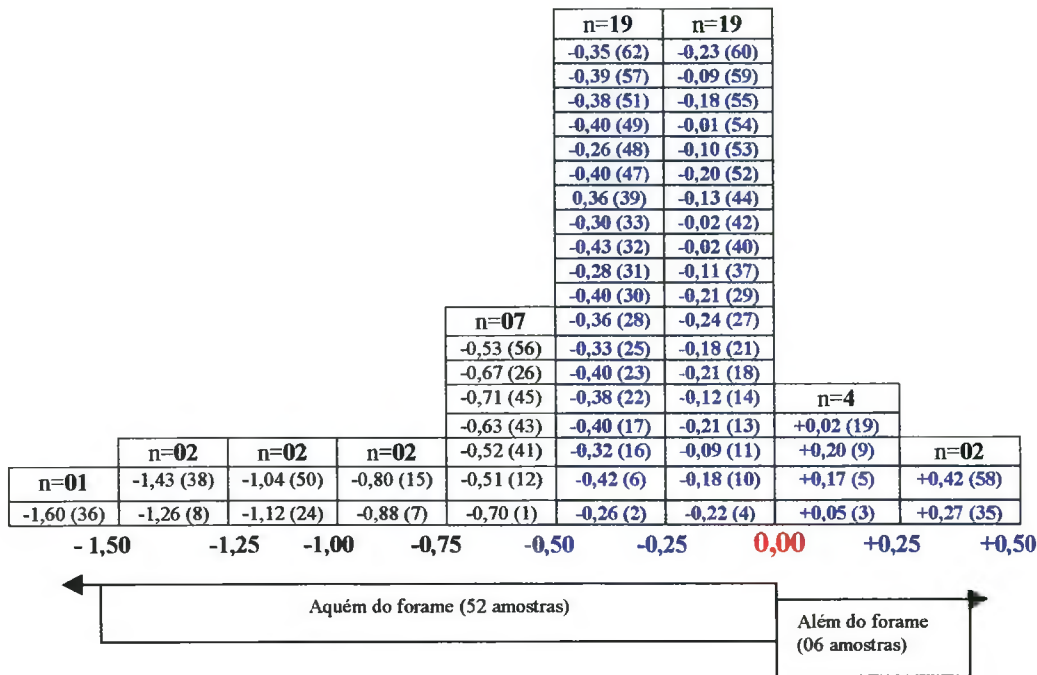
Foram excluídos do estudo estatístico os dentes 20, 34, 46 e 61, porque não foi possível comparar os valores de CE2 com os valores de CD e CE1. Os detalhes sobre estes dentes estão argumentados no capítulo 6 (Discussão).

### **5.1 Análise das medidas eletrônicas CE1**

Comparando as medidas do CE1 com as do CD, verificamos que em 52 dentes (89,65%), as medidas estavam aquém do forame. Em 38 casos, as medidas foram consideráveis aceitáveis por estarem dentro do limite de tolerância ( $\pm 0,50\text{mm}$ ). Nos 6 dentes que ultrapassaram o forame, também foram consideradas aceitáveis por serem menores que 0,50mm. As leituras individuais variaram, em relação ao forame, de  $-1,60\text{mm}$  a  $+0,42\text{mm}$ , e a média foi de  $-0,36\text{mm}$ .

Adotando o limite de tolerância de  $\pm 0,50\text{ mm}$ , pode-se dizer que, em 75,86% dos casos ( $n=44$ ), o aparelho foi preciso na determinação do comprimento dos dentes após o preparo do canal. A distribuição das diferenças de CE1, nos diferentes intervalos, em relação ao forame está no QUADRO 1.

QUADRO 1: Distribuição das diferenças do CE1 em relação ao forame, nos diferentes intervalos.  
 ( Os números entre parênteses correspondem ao número do dente)



Testou-se a hipótese nula de que a diferença média entre CE1 e CD é igual a zero versus a hipótese alternativa de que esta diferença é diferente de zero. O resultado do teste t-Student, para amostras pareadas, indicou a rejeição da hipótese nula no nível de significância de 0,05 ( $p < 0.0001$ ).

Foi calculado o intervalo de confiança, podendo-se dizer que existem 95% de chance de que: a) o intervalo [-0.46; -0.26] contenha a diferença média entre CE1 e CD; b) o intervalo [86,88%; 64,85%] contenha a verdadeira proporção de casos, cujas medidas estejam afastadas por até 0.50mm.





Testou-se a hipótese nula de que a diferença média entre CE2 e CD é igual a zero versus a hipótese alternativa de que é diferente de zero. O resultado do teste t-Student, para amostras pareadas, indicou a não rejeição da hipótese nula no nível de significância de 0.05 ( $p < 0.4216$ ).

Calculou-se o intervalo de confiança podendo-se dizer que, nos casos de retratamento, existem 95% de chance de que: a) o intervalo  $[-0.15; +0.06]$  contenha a diferença média entre CE2 e CD; b) o intervalo  $[91,13\%; 70,95\%]$  contenha a verdadeira proporção de casos, cujas medidas estejam afastadas até 0.50mm.

Analisando as radiografias, em todos os canais, no momento da obtenção da odontometria (CE2), havia remanescente de material obturador e nem sempre foi possível distinguir a ponta da lima do material obturador (FIG. 10 e 11).

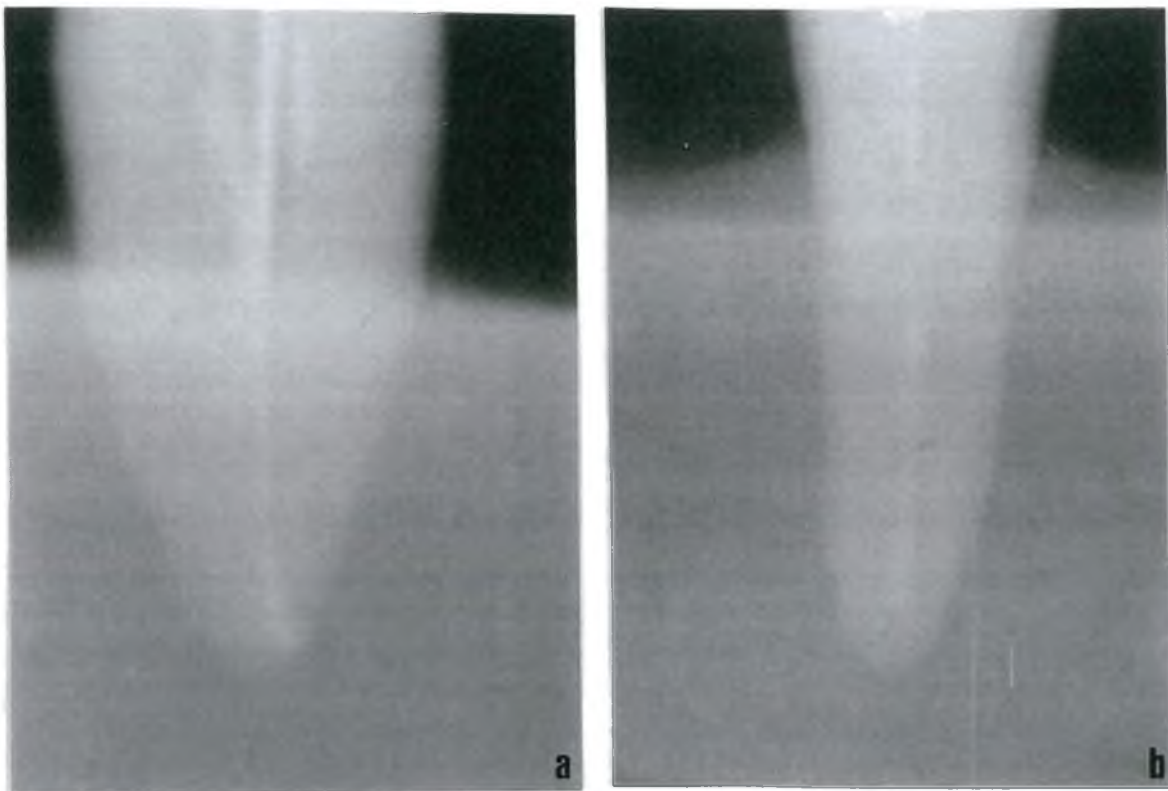


FIGURA 10: Radiografias realizadas em diferentes dentes no momento em que o nível "apex" foi alcançado pela ponta da lima: a) sentido méso-distal; b) sentido vestibulo-lingual.

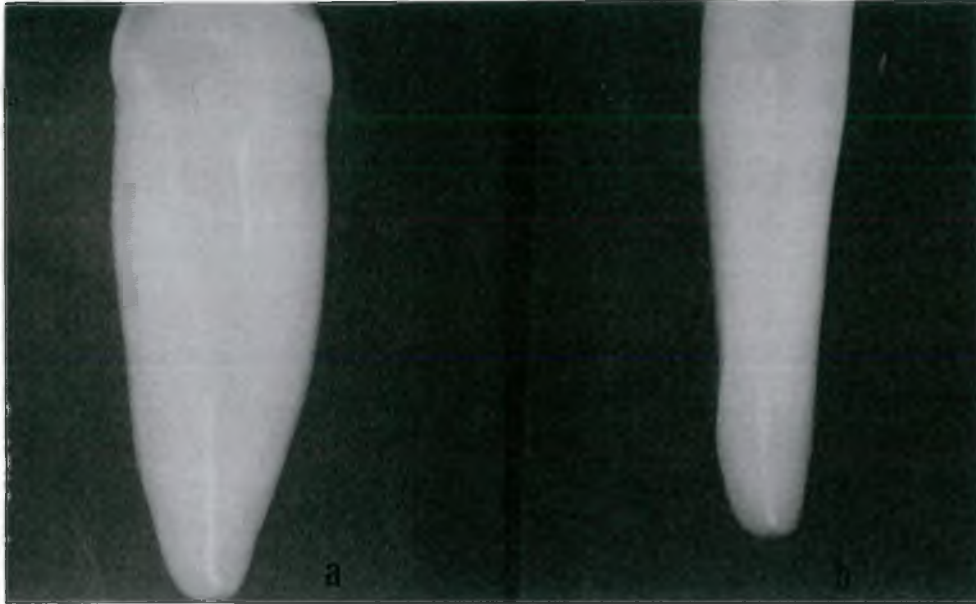


FIGURA 11: Radiografias realizadas logo após a obtenção da odontometria eletrônica (CE2): sentidos méso-distal (a) e vestibulo-lingual (b)

### 5.3 Comparação entre CE1 e CE2

Nos 58 canais, as medidas eletrônicas obtidas após a remoção do material obturador foram, em 75,86% dos casos, maiores que as medidas eletrônicas obtidas antes da obturação. Na TABELA 3, ao agruparem-se as diferenças entre CD/CE1 e entre CD/CE2, nos diferentes intervalos, obteve-se a frequência acumulada, ou seja, o número de medidas que se acumulou em cada intervalo, onde se constata que as medidas de CE2 foram mais próximas do forame que CE1 em todos os intervalos.

TABELA 3: Freqüência acumulada das amostras nos diferentes intervalos, em relação ao forame, antes da obturação (CE1) e depois, na desobturação (CE2)

Distância da ponta da lima ao forame (intervalo)	Freqüência ( n=58 dentes)					
	CE1			CE2		
	f. acum.	f/n	% acum.	F acum.	f/n	% acum.
- 0.25 à +0.25 mm	23	23/58	39,65 %	33	33/58	56,89 %
- 0.50 à +0.50 mm	44	44/58	75,86 %	47	47/58	81,03 %
- 0.75 à +0.75mm	51	51/58	87,93 %	55	55/58	94,82 %
- 1,00 à +1.00mm	53	53/58	91,38 %	57	57/58	98,27 %

Em CE1, nenhuma medida excedeu o forame em mais de 0,42mm, de maneira que as 14 medidas inaceitáveis (24,14%) estavam aquém do forame. Já em CE2, das 11 medidas inaceitáveis (18,97%), apenas 4 (0,07%) estavam aquém do forame.

As medidas de CE2 apresentaram maior tendência de sobrepasse do forame, isto é, na desobturação, o aparelho indicou o forame quando a ponta da lima já o tinha ultrapassado em 27 dentes (46,55%), sendo que 20 medidas (34,48%) foram menores que 0,50mm e 7 (12,06%) apresentaram sobrepasse entre 0,56mm a 0,80mm.

No gráfico das medidas aquém e além do forame (FIG.12) estão plotadas a porcentagem total das medidas fornecidas pelo Tri Auto ZX nos diferentes momentos (CE1 e CE2).



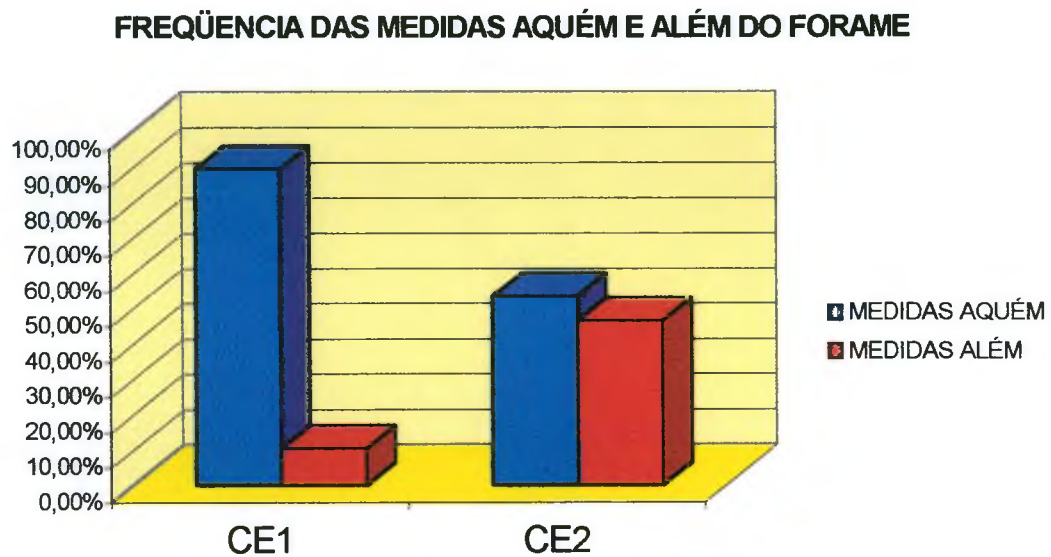


FIGURA 12: Gráfico das medidas aquém e além do forame, obtidas antes da obturação (CE1) e depois da desobturação (CE2).

Submetendo os resultados ao teste estatístico de proporção (Z), obtivemos  $Z = 0,67$ , sendo  $p = 0,4981$  (não significativo), podendo-se dizer que a proporção de casos aceitáveis (entre  $-0,50\text{mm}$  e  $+0,50\text{mm}$ ) foi equivalente para dentes preparados, mas nunca obturados  $75,86\%$  ( $n=44$ ) e os já submetidos a um primeiro tratamento endodôntico  $81,03\%$  ( $n=47$ ). No gráfico das medidas aceitáveis e não aceitáveis (FIG. 13) estão representadas estas percentagens.

**FREQUÊNCIA DAS MEDIDAS ACEITÁVEIS E NÃO ACEITÁVEIS**

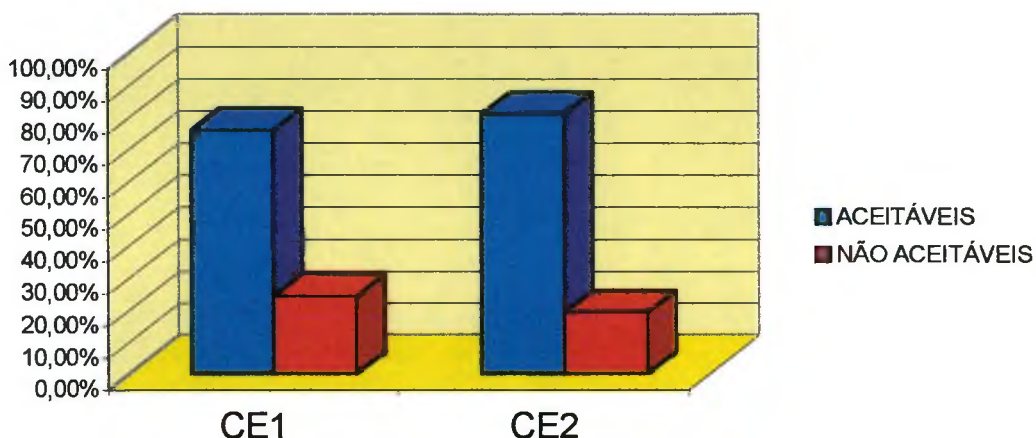


FIGURA 13: Gráfico das medidas aceitáveis e não aceitáveis obtidas antes da obturação (CE1) e depois da desobturação (CE2).

Nas TABELAS 4 e 5, encontram-se outros resultados da análise estatística, bem como dados que já foram relatados anteriormente, dispostos lado a lado para facilitar a comparação dos resultados obtidos com o aparelho nos diferentes momentos.

TABELA 4: Análise estatística das diferenças entre as medidas CD/CE1 e CD/CE2.

	CE1/CD	CE2/CD
Média (mm)	-0.36	-0.04
Intervalo de confiança (95%) (mm)	-0,46 a -0,26	-0.15 a +0.06

TABELA 5: Análise estatística das medidas aceitáveis de CE1 e CE2

	CE1	CE2
Medidas aceitáveis	75,86%	81,03%
Intervalo de confiança (95%)	86,88%; 64,85%	91,13%; 70,95%

# **6 DISCUSSÃO**

## 6 DISCUSSÃO

### 6.1 Quanto à metodologia

As medidas obtidas pelo método direto (CD), usadas como referência para as mensurações eletrônicas (CE1 e CE2), foram obtidas após o preparo do canal, já que a instrumentação poderia impor alterações na anatomia original, que, por vezes, poderia modificar a odontometria obtida inicialmente. Dessa forma, pôde-se esperar que as possíveis diferenças ocorridas entre os comprimentos direto e eletrônicos não foram consequência do preparo. Além disso, ao se obter o CD, após o preparo mecânico, a passagem da lima, através do canal até o forame, restabeleceu e/ou garantiu a patência do canal, que poderia ter sido perdida durante o preparo devido à compactação de dentina no interior do canal ou no forame.

Embora os canais que precisam de retratamento possuam obturações em diversos níveis, na preparação das amostras procurou-se obter canais obturados a um milímetro do forame. Desta maneira, tentou-se simular uma condição mais trabalhosa, pois além de haver mais material para ser removido, também haveria maior risco de se levar material para o forame e região periapical. Sendo o aparelho viável numa situação mais crítica, poder-se-á dizer que, em situações mais fáceis, também pode ser aplicado. Nos casos de retratamento endodôntico, em geral, o operador desconhece como foi executado

o primeiro tratamento, bem como suas medidas, assim as medidas da odontometria inicial não foram guardadas, nem levadas em conta nesta pesquisa.

Esta pesquisa foi desenvolvida num modelo experimental proposto por Aurélio (1983) com as modificações propostas por Huang (1987), que defendeu a validade da avaliação dos localizadores apicais eletrônicos através de estudos *in vitro*. Huang afirma que o princípio dos localizadores apicais não pode ser explicado apenas por características biológicas e que os princípios físicos *in vivo* podem ser simulados. A montagem do experimento, nesta pesquisa, ainda permitiu tomadas radiográficas padronizadas e com menor probabilidade de distorção, porque a película foi posicionada paralelamente ao longo eixo do dente e o feixe de radiação incidiu 90° em relação ao longo eixo do dente e da película.

Diversos investigadores avaliaram a precisão do Root ZX em localizar o forame apical de canais contendo diferentes conteúdos (hipoclorito de sódio, soro fisiológico, água oxigenada, EDTA, sangue, pus e solventes de guta percha, como também restos de tecido pulpar ou material necrótico), concluindo que os diferentes conteúdos não afetaram o comportamento do aparelho (Goldberg, 1995; Katz, Mass, Kaufman, 1996; Weiger, John, Gleigler, Löst, 1998).

Em relação ao solvente de guta-percha, Mowrey, Di Fiore, Noblett, Lautenschlager (1997) testaram o Root ZX e outros aparelhos na presença de clorofórmio, eucaliptol, halotano e xilol e verificaram que estes solventes não afetaram a precisão dos localizadores apicais testados. Na

presente pesquisa, após a desobturação dos canais, optou-se pela irrigação com soro fisiológico antes da odontometria pelo método eletrônico, porque no estudo piloto, quando foram colocados os eletrodos positivo e negativo, imersos num recipiente com Eucaliptol, o aparelho não sinalizou resposta alguma (não fechou circuito); porém, quando repetíamos a operação na presença do soro fisiológico e do hipoclorito de sódio, separadamente ou não, o aparelho sinalizava. Diante disto, verificamos que o solvente Eucaliptol quando misturado ao soro fisiológico ou hipoclorito, não impede que a odontometria eletrônica seja realizada. A irrigação como soro fisiológico pode diminuir e/ou diluir a quantidade do solvente de guta-percha que se levado ao periápice pode irritar os tecidos periapicais.

Apesar de haver experimentos que tenham avaliado a capacidade do Root ZX e do Tri Auto ZX em localizar o nível da constrição apical (0,5mm) e outros níveis (Duckmanton,1995; Goldberg, 1995; Park & Lee, 1996, Dunlap, Remeikis, BeGole, Rauschenberger, 1998; Igarashi, Nii, Jou, Kim, 1997; Voss & Markula-Liegau, 1998; Campell, Friedman, Nguyen, Kaufman, Keila, 1998), neste estudo o nível "apex " foi selecionado, como em outros trabalhos (Felippe, Lucena, Soares, 1997; Weiger, Jonh, Geigler, Löst, 1998; Ounsi & Naaman, 1999) por fornecer a localização do forame, que é um ponto de referência externo e possível de ser visualizado no dente, o que facilitou a avaliação do desempenho do aparelho. O fato de não precisar danificar as estruturas dos dentes para visualizar o forame, ainda permitiu que fossem utilizados os mesmos dentes para comparar o desempenho do aparelho em diferentes momentos (antes da obturação e após a desobturação).



O limite de tolerância de  $\pm 0,50\text{mm}$ , aplicado aos resultados obtidos no experimento, justifica-se devido às dificuldades para demarcações precisas em virtude da alta variação na forma da zona apical, pois os canais nem sempre terminam com uma constrição e forame bem delineado (Gutmann & Leonard apud Shabahang, Goon, Gluskin, 1996). Além do que, em canais com forame lateralizado, o aparelho pode detectar o bordo cervical do forame, limite mais difícil de se definir visualmente e/ou com pequeno aumento (Pagavino, Pace, Baccetti, 1998; Igarashi, Jaber, Jou, Kim, 1997).

Este limite de tolerância também pode ser justificado pelo fato de que as relações cursor/bordo de referência, cursor/paquímetro e ponta da lima/paquímetro, são relações difíceis de serem controladas visualmente. Quando repetidas, raramente se obteve as mesmas casas centesimais no paquímetro. Assim, as pequenas diferenças entre o comprimento obtido pelos métodos direto e eletrônico, podem ter sido causadas pelo controle visual destas relações e não propriamente pela falta de precisão do aparelho em fornecer o nível correto.

Embora neste trabalho, um limite de tolerância  $\pm 0,50\text{mm}$ , tenha sido considerado aceitável, é preciso considerar que, clinicamente, o nível apical é um fator importantíssimo para o sucesso do tratamento endodôntico, de tal forma que  $0,50\text{ mm}$ , além do nível ideal, podem ter diferença significativa nos resultados da terapêutica endodôntica (Swartz, Skidmore, Griffin, 1983; Soares, Holland, Soares, 1990; Sjögren, Hägglund, Sundqvist, 1990).

## 6.2 Quanto aos resultados

Aplicando o limite de tolerância de  $\pm 0.50\text{mm}$ , o Tri Auto ZX, ajustado para localizar o forame apical, nos canais apenas preparados (CE1), não apresentou sobrepasso do forame em nenhum caso. As medidas inaceitáveis aquém do forame estavam entre 0,51mm a 1,60 mm (n=14). O aparelho tendeu a fornecer medidas menores que as diretas. Ao considerar-se estes resultados durante os procedimentos clínicos, pode-se dizer que o uso desse aparelho garantiria integridade aos tecidos periapicais.

Os experimentos que avaliaram a capacidade do Root ZX e do Tri Auto ZX em localizar o forame dentro de um limite de tolerância de  $\pm 0.50\text{mm}$ , em canais não preparados, mostram que a margem de acerto variava de 84,56% a 100,00% (Czerw, Fulkerson, Donnelly, Walmann, 1995; Shabahang, Goon, Gluskin, 1996; Felipe, Lucena, Soares, 1997; Pagavino, Pace, Baccetti, 1998; Ounsi & Naaman, 1999; Pasternak Junior, 1999). Embora pequena, a diferença entre estes valores percentuais pode ser devido ao uso de distintos dispositivos de medição, pois nestes trabalhos foram utilizados réguas e paquímetros com diferentes graus de precisão (1,0mm, 0,50mm, 0,25mm, 0,1mm e até 0,01mm). Com estes percentuais elevados de acerto, os autores têm sido unânimes em indicar a odontometria eletrônica com estes aparelhos. Em alguns estudos, os autores tiveram o cuidado de realizar uma instrumentação com lima #10 e irrigação com EDTA ou apenas irrigação com NaOCl a 1% e secagem antes de efetuarem a mensuração eletrônica (Igarashi, Nii, Jou, Kim, 1997; Steffen, Splieth, Behr, 1999). Estes procedimentos podem ter contribuído para melhorar a precisão



da odontometria eletrônica, pois no manual do fabricante é dito que diante de dificuldades em obter-se medidas consistentes deve-se esvaziar mais o canal.

O fato de neste trabalho ter-se obtido menor precisão nos canais já preparados (75,86%) pode ter sido devido a debris e raspas de dentina, que, independente da técnica de preparo, são encontrados em canais instrumentados (Turek & Langeland, 1982; Langeland et al., 1985 apud Ricucci & Langeland, 1998), uma vez que o fabricante cita no manual que odontometrias com o Tri Auto ZX são melhores obtidas antes dos procedimentos de modelagem do canal (J. Morita MFG.Corp., 1998).

Em contrapartida, o estudo de Nguyen, Kaufman, Komorowski, Friedman (1996) mostra que com o Root ZX, após o preparo, as medidas foram maiores quando comparadas com as medidas obtidas antes do preparo, entretanto, não houve diferença significativa entre estas. Segundo estes autores, o pré-alargamento pode contribuir para a odontometria por eliminar as interferências no caminho percorrido pela lima mensuradora. Contudo, se a técnica utilizada neste pré-alargamento favorecer a impulsão de debris e raspas de dentina para o ápice, a precisão da odontometria eletrônica pode ser afetada (Ibarrola, Champman, Howard, Knowles, Ludlow, 1999).

Não foram encontrados, na literatura consultada, trabalhos específicos que mostrem a influência de remanescentes de material obturador na precisão da odontometria eletrônica. Nos casos de retratamento, a princípio, não há patência e, quando esta é estabelecida, ainda existem distintas interferências

no canal, visto que a limpeza completa nem sempre é obtida antes de ser realizado o novo preparo, e, dependendo das irregularidades do canal, nem mesmo após o preparo (Baldassari-Cruz & Wilcox, 1999).

Neste estudo, as radiografias mostraram remanescente do material obturador em todos os canais, situação em que a odontometria eletrônica parece ser vulnerável e até contra-indicada. No entanto, os resultados encontrados neste trabalho apontam bom desempenho do Tri Auto ZX em localizar o forame frente a resíduos de material obturador, sempre que foi possível a passagem da lima por toda a extensão do canal e que o forame esteve patente.

Após a remoção do material obturador, as medidas fornecidas pelo Tri Auto ZX se concentraram próximas ao forame, dentro do limite de tolerância de  $\pm 0,50\text{mm}$ , em 81,03% (n=47), sendo que muitas destas medidas estavam além do forame (n=20). Com relação às medidas inaceitáveis (n=11), a maioria (n=7) estava além do forame (entre 0,56mm a 0,80mm). Considerando-se estes resultados na clínica, pode-se dizer que em canais com remanescente de material obturador, existe o risco de se atingir o periápice. Quanto às medidas aquém do forame (n=31), apenas 4 mensurações estavam afastadas por mais de 0,50mm (entre 0,60mm a 1,39mm), sendo que 3 destas mensurações já apresentavam a mesma situação no momento CE1.

Apesar do fabricante do aparelho citar que alterações nas condições internas do canal podem interferir na localização do término do canal pelo aparelho (J.Morita MFG. Corp.,1998), os resultados obtidos nos canais em retratamento (81,03%), são similares aos de estudos que avaliaram o Root ZX

em canais não preparados, cujos resultados mostraram uma variação na precisão entre 84,56% a 100,00% (Czerw, Fulkerson, Donnelly, Walmann, 1995; Shabahang, Goon, Gluskin, 1996; Felipe, Lucena, Soares, 1997; Pagavino, Pace, Baccetti, 1998; Ounsi & Naaman, 1999).

Comparando a média das diferenças entre o comprimento direto e o eletrônico nos dois momentos (antes da obturação e depois da desobturação), estatisticamente houve diferença significativa, apesar de ambas as médias (-0,36mm e -0,04mm) estarem dentro do limite de tolerância. Comparando a proporção de medidas aceitáveis, nos dois momentos (CE1 e CE2), pode-se dizer que o comportamento do aparelho foi equivalente nas duas situações, pois estatisticamente não houve diferença significativa. O fato do aparelho ter apresentado um percentual mais alto de acerto em localizar o forame, nos canais com remanescentes de material obturador, deve ser entendido como uma demonstração que o aparelho é confiável também nas situações clínicas de retratamento. Observou-se ainda que, nestes canais desobturados, as medidas (CE2) tenderam a ser maiores que após o preparo (antes da obturação). Numa extrapolação clínica, este aumento de medidas nos retratamentos endodônticos, foi desfavorável quando se estendeu para além do forame.

Verificou-se que na maioria dos canais em retratamento, cujos resultados foram inaceitáveis por estarem além do forame mais que 0,50mm, durante a remoção da obturação parte do material foi impulsionado para a região do forame, de maneira que a lima mensuradora precisou ultrapassar o material remanescente para que o aparelho sinalizasse o forame.

A patência do forame favoreceu a obtenção de medidas mais acuradas pelo Tri Auto ZX. Isto reforça o conceito de que o tratamento endodôntico deve-se limitar ao canal, e que extrusões para a região periapical, além de dificultarem a odontometria eletrônica, dificultam também o reparo (Walton & Rivera, 1997). A obtenção de um canal patente, ou seja, que permita a passagem de um instrumento em toda a sua extensão, tem sido considerada fator indispensável para a sensibilização dos localizadores apicais e necessária para que forneçam medidas corretas. Calcificações, raspas de dentina e bloqueios nos canais são citados como interferência na atuação do Root ZX (J.Morita. Corp.,1993; Shabahang, Goon, Gluskin,1996; Ibarrola, Champan, Howard, Knowles, Ludlow,1999).

Cabe ainda lembrar que, ao se analisar, nas radiografias, a presença de remanescentes do material obturador, teve-se a curiosidade de conhecer a relação entre a ponta da lima e o término do canal. Em muitos dentes esta relação estava mascarada. Nestes casos, a odontometria pelo método radiográfico seria limitada até que se conseguisse eliminar a parte do material obturador que impede a checagem da relação ponta da lima/término do canal. Isto pode ser visto como vantagem da odontometria eletrônica, nos casos de retratamento, por ajudar a definir o limite apical de esvaziamento e limpeza mais precocemente, contribuindo para maior segurança do profissional, economia de radiografias e conseqüentemente de tempo de trabalho.

É importante ressaltar o ocorrido nos dentes que foram removidos do estudo estatístico, pois eles mostram o comportamento do aparelho frente a

situações que não são raras de acontecer na clínica. No dente 20, ao se procurar obter o CE2, o aparelho não apresentou sinal algum, mesmo quando se repetiu a operação com a lima no comprimento direto. Analisando o dente fora do modelo experimental, pôde-se verificar que havia uma quantidade considerável de material obturador extruído, via forame, não sendo possível a visualização do forame. Desta forma, concluiu-se que, quando a guta-percha foi impulsionada para a região apical, esta não permitiu o contato da lima com o meio (FIG. 14). Sempre que foi possível a passagem da lima mensuradora pelo canal e sua ponta não estava isolada, a presença de material obturador no canal, não impediu a odontometria com o Tri Auto ZX.



FIGURA 14: Dente 20, apresentando guta-percha extrusionada pelo forame



Nos dentes 34 e 61, durante a desobturação, o instrumento desviou-se do canal, não conseguindo remover o material obturador da parte apical do canal principal. Nesses dentes, o aparelho não apresentou sinal algum até que o instrumento alcançasse o “periodonto”, ou seja, quando a perfuração completa ocorreu. Analisando as radiografias, verificou-se que havia material obturador nos milímetros finais do canal, porém a ponta da lima estava em outra direção (canal lateral ou perfuração). Estes dentes foram excluídos do estudo porque o trajeto percorrido pela lima em CE2 não correspondeu ao trajeto quando foi obtido CD e CE1, não sendo pertinente a comparação. Porém, nas radiografias, observou-se que o aparelho foi capaz de localizar o término deste “outro canal” ou seja, o limite do dente com o meio externo (FIGURA 15).



FIGURA 15: Dente 34, radiografia, no sentido mesio-distal, no momento da obtenção do CE2

No dente 46, o exame radiográfico mostrou que o aparelho sinalizou o valor de CE2 no final do terço médio. Quando se repetiu a mensuração, o mesmo ocorreu, porém nas radiografias a imagem mostrava que o canal não terminava ali, podendo a lima ser introduzida mais em direção apical (FIG. 16).



FIGURA 16: Dente 46, radiografia, no sentido mesio-distal, no momento da obtenção de CE2

Então, avançando-se a lima, o sinal mudou, reaparecendo a indicação do forame em outro nível. Goldberg (1995) e Grimberg, Banegas, Zmener (1998) relatam, em análise clínica com o Root ZX, a ocorrência de

“fenômeno” parecido. Em alguns casos, o aparelho mostrou que o forame havia sido alcançado, contudo a lima estava apenas começando a ser introduzida no canal, e, ao ser aprofundada, o sinal desaparecia. Relatam ainda que, em estudo *in vitro* com o Tri Auto ZX, isso não aconteceu na mensuração do canal. Porém, aconteceu durante a instrumentação do terço médio e apical, monitorada pelo localizador apical, quando se exercia um aumento de pressão sobre o instrumento e paredes dentinárias. O manual do fabricante mostra que o Tri Auto ZX tem um dispositivo que é sensibilizado pela pressão, mas não cita a relação deste com o localizador apical; apenas sugere que, quando existir dificuldades de se obter leituras consistentes, seria recomendado remover mais tecido ou, em canal amplo, seria necessário empregar uma lima mais calibrosa, ou poderia haver calcificações no canal. Não foi nosso caso nenhuma das sugestões do fabricante, pois a primeira leitura após o preparo foi obtida sem problema algum. Também, salienta o fabricante, que em caso de leitura inconsistente ou instável, o canal não pode ser mensurado precisamente e, portanto, a posição da lima no canal deve ser checada com tomadas radiográficas.

Os estudos anatômicos do ápice radicular tem mostrado que a constrição apical, na maioria dos casos, esta situada entre 0,5 a 0,7mm (Kuttler, 1955). Assim ao considera-se que a constrição apical esteja a 0,50mm do forame, para se estar no nível da constrição apical, ou próximo a ela, os resultados de CE2 mostram a necessidade de um recuo de 0,50mm em 46,55% dos casos, de 1,0 mm em 34,48% e de mais de 1,0mm em 12,07%. Já em 6,9% das amostras, seria indicado um avanço da lima para aproximar-se da constrição apical. Shabahang, Goon e Gluskin (1996), salientam que, além deste ajuste para



assegurar a posição da lima dentro do canal, tomadas radiográficas devem ser feitas.

Nesta pesquisa, visualizou-se nas radiografias que os dentes tiveram diversas alterações no diâmetro da luz do canal, devido a presença de remanescentes de material obturador, porém os resultados foram semelhantes nos 58 dentes, independente destas alterações.

Existem manobras clínicas que podem favorecer a mensuração eletrônica, tais como: irrigação e aspiração eficiente, cuidado ao desobturar o canal para não comprometer a patência do forame, bem como diminuir os resíduos de solvente que são irritantes aos tecidos periapicais.

Diante do exposto, pode-se dizer que a mensuração eletrônica com o Tri Auto ZX pode ser indicada para os casos de retratamento endodôntico. O aparelho não requer remoção total do material obturador do canal, mas a passagem de um instrumento por toda a sua extensão. Nos casos de canal e/ou forame bloqueados, deve-se obter a patência. Caso não seja possível, está contra-indicado o uso do aparelho para odontometria e por conseqüência, também para as funções que dependam do localizador apical.

# **7 CONCLUSÕES**

## **7 CONCLUSÕES**

Através das condições em que este trabalho foi executado e dos resultados obtidos concluiu-se que:

1. O aparelho Tri Auto ZX foi capaz de fornecer a odontometria nos casos de retratamento endodônticos, sempre que o canal estava patente.
2. O aparelho Tri Auto ZX foi capaz fornecer a odontometria nos canais preparados e não obturados.
3. O comportamento do aparelho Tri Auto ZX, na determinação do comprimento dos dentes, foi equivalente nos canais em retratamento e naqueles apenas preparados.

# **8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUN, C.E., GAVINI, G., FACHIN, E., Retratamento dos canais radiculares. In: BERGER, C.R e col. **Endodontia**. São Paulo. Pancast. 1998, 724 p. p 553-572.
- AURÉLIO, J.A., NAHMIAS, Y., GERSTEIN, H. A model for demonstration na electronic canl lenght measuring device. **J. Endod.**, Baltimore, v.9, n.12, p.568-569, Dec. 1983.
- BALDASSARI-CRUZ, L.A., WILCOX, L.R. Effectiveness of gutta-percha removal with and without the microscope, **J. Endod.**, Baltimore, v.25, n.9, p.627-628, Sep.1981.
- CAMPBELL, D., FRIEDMAN, S., NGUYEN, H.Q., KAUFMAN, A., KEILA, S., Apical extent of rotatory canal instrumentation with na apex-locating handpiece *in vitro*, **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v.85, n.3, p.319-324, 1998.
- CHUN C.B., ZARDIACKAS, L.D., MENKE, R.A. *In vivo* root canal length determination using forameter. **J. Endod.**, Baltimore, v.7, p.515-520, Jul.,1981.
- COUTINHO, T.F., SIQUEIRA, N.L., Avaliação qualitativa *in vivo* da eficiência do localizador apical elétrico – apit. **RBO**, Rio de janeiro, v.51, n.6, p.50-54, nov./dez. 1994.
- CUSTER, A.M. Exact methods of locating the apical foramen. **J. of National Dental Association**, v.5, n.8, p.815-819, 1918.
- 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.**, Baltimore, v.21, n.11, p.572-575, Nov. 1996.
- DUCKMANTON, P. Clinical evaluation of root ZX electronic apex locator. **Dent. Res.** v.74, n.5, p.758, May, 1995, abs.
- DUMMER, P.M.H., MCGINN, J.H., REES, D.G. The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.17, n.4, p.192-198, Oct. 1984.
- DUNLAP, C.A., REMEIKIS, N.A., BeGOLE, E. A, RAUSCHENBERGER, C. R. An *in vivo* evaluation of an electronic apex locator that uses the ratio method in vital and necrotic canals. **J Endod**, Baltimore, v.24, n.1, p.48-50, Jan. 1998.

- FELIPPE, M.C.S., LUCENA, M., SOARES, I.J. Avaliação da precisão de um aparelho audiométrico na determinação do comprimento dos dentes. **Rev. Bras. Odont.**, Rio de Janeiro, v.54, n.1, p.53-55, jan./fev. 1997.
- FELIPPE, M.C.S., SOARES, I.J. *In vitro* evaluation of an audiometric device in location the apical foramen of teeth. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v.10, n.5, p.220-222, Oct. 1994.
- FORTES, H., PACHECO, G. **Dicionário Médico**, Rio de Janeiro : Fábio M. de Melo, 1138 p.
- GOLDBERG, F. Evaluación clínica del root ZX en la determinación de la conductometría. **Rev. Asoc. Odontol. Argent.**, Buenos Aires, v.83, n.3, p.180-182, jul./set., 1995.
- GRIMBERG, F., BANEGAS, G., ZMENER, O. Análisis preliminar del tri auto ZX: una experiencia *in vitro*. **Rev. Asoc. Odontol. Argent.**, Buenos Aires, v.86, n.6, p.533-537, nov/dic., 1998.
- HUANG, L. An experimental study of the principle of electronic root canal measurement. **J. Endod.**, Baltimore, v.13, n.2, p.60-64, Feb. 1987.
- IBARROLA, J.L., CHAPMAN, B.L., HOWARD, J.H., KNOWLES, K.I., LUDLOW, M.O. Effect of preflaring on root zx apex locators. **J. Endod.**, Baltimore, v.25, n.9, p.625-626, Sept. 1999.
- IGARASHI, I., JABER, J., JOU, Y.T., KIM, S. The effect of foramen morphology on apex locators. **J. Endod.**, Baltimore, v.23, n.4, p.273, Apr. 1997. Abs.
- IGARASHI, I., NII, K., JOU, Y.T., KIM, S. Comparison of four electronic apex locators in determining canal length. **J. Endod.**, Baltimore, v.23, n.4, p.256, Apr. 1997. Abs.
- INOUE, N. Audiometric method for determining canal length. **Dental Abstracts**, v.19, n.2, p.72-73, Feb. 1974.
- J. MORITA CORP. **Root ZX Manual de operação**. São Paulo : J.Morita Corp., 1993.
- J. MORITA MFG. CORP. **The Tri Auto ZX user's guide**. Tustin, USA : J.Morita Mfg. Corp., 1998.
- KATZ, A., MASS, E., KAUFMAN, A, Y. Electronic apex locator: a useful tool for root canal treatment in the primary dentition. **ASDC Journal of Dentistry for children**, v.63, n.6, p.414-417, Nov./Dez. 1996.
- KOBAYASHI, C. Electronic canal length measurement. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v.79, n.2, p.225-331, Feb. 1995.

- KOBAYASHI, C., SUDA, H. New electronic canal measuring device based on the ratio method. **J Endod.**, Baltimore, v.20, n.3, p.111-114, Mar. 1994.
- KOBAYASHI, C., YOSHIOKA, T., SUDA, H. A new engine-driven canal preparation sistem with electronic canal measuring capability. **J. Endod.**, Baltimore, v.23, n.12, p.751-754, Dec. 1997.
- KUTTLER, I. Microscopic investigation of root apexes. **J. Amer. Dent. Ass.**, v.50, n.5, p.544-52, 1955.
- McDONALD, N.J. The electronic determination of working length. **Dental Clinics of North America**, v.36, n.2, p.293-307, Apr.1992.
- MILANO, N.F., SILVA, C.A.G. Comprimento e distorção na condutometria. **RGO**, Porto Alegre, v.36, n.2, p.97-98, mar./abr. 1988.
- MOWREY, B.E., DI FIORE, P.M., NOBLETT, W.C., LAUTENSCHLAGER, E.P. The gutta-percha solvents affect the precision of apex locators? **J. Endod.** v.23, n.4. p.256, Apr. 1997. Abs.
- NGUYEN, H.Q., KAUFMAN, A.Y, KOMOROWSKI,R.C., FRIEDMAN,S. Electronic length measurement using small and large files in enlarged canals, **Int. Endod. J.**, Oxford, v.29, n.6, p.359-364, Nov.,1996.
- NISHIYAMA, C.K., DUARTE, M.A.H., GODOY, F.F., MORAES, I.G., ALMEIDA, C.M. Avaliação clínica da eficiência de um aparelho eletrônico empregado na determinação da odontometria. **RBO**, Porto Alegre, V.51, N.6, P.45-48, nov./dez., 1994
- OUNSI, H.F., NAAMAN, A. *In vitro* evaluation of the reliability of the root ZX electronic apex locator. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.32, n.2, p.120-123, Mar. 1999.
- PAGAVINO,G., PACE,R., BACCETTI,T. A SEM study of *in vivo* accuracy of the root ZX electronic apex locator. **J Endod**, Baltimore, v.24, n.6, p.438-441, Jun. 1998.
- PALMER, M.J., WEINE, F.S.,HEALEY, H.J. Position of apical foramen in relation to endodontic therapy. **J. Canad. Dent. Assn.**, n.8, p.305-308, 1971.
- PARK,J.H., LEE, S.J. The accuracy of the frequency dependent type apex locator. **Dent. Res.**, v.75, n.5, p.1261, May, 1996.
- PASTERNAK JUNIOR, B. **Avaliação da capacidade do aparelho Tri Auto ZX em determinar o comprimento dos dentes e de manter o comprimento de trabalho de modelagem.** Florianópolis, 1999. 93 p. Dissertação (Mestrado em Odontologia – opção Endodontia. Universidade Federal de Santa Catarina.



- PILOT, T.F., PITTS, D.L. Determination of impedance changes at varying frequencies in relation to root canal file position and irrigant. **J Endod**, Baltimore, v.23, n.12, p.719-724, Dec. 1997.
- RICUCCI, D., LANGELAND, K.. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 2: a histological study. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.31, n.6, p.394-409, Nov. 1998.
- RIVERA, E.M., SERAJI, M.K. Effect of recapitulation on accuracy of electronically determined canal length. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v.76, n.6, p. 225-30, Aug. 1993.
- SELTER, S., BENDER, I.B., TURKENKOPF, S. Factors affecting successful repair after root canal therapy. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.67, p.651-63, Nov., 1963.
- SHABAHANG, S., GOON, W. W. Y., GLUSKIN, A. H. An *in vivo* evaluation of root ZX electronic apex locator. **J Endod.**, Baltimore, v.22, n.11, p.616-618, Nov.1996.
- SJÖGREN, U., HÄGGLUND, B., SUNDSQVIST, G., WING, K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. **J. Endod.**, Baltimore, v.22, n.16, p.498-504, Oct. 1990.
- SOARES, I.J., HOLLAND, R., SOARES, I.M.L. Comportamento dos tecidos periapicais após o tratamento endodôntico em uma ou duas sessões – influência do cimento obturador. **Rev. Bras. Odont.**, Rio de Janeiro, v.47, n.2, p.34-41, mar./abr. 1990.
- STEDMAN DICIONÁRIO MÉDICO. Tradução Sérgio Augusto Teixeira, Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, v.2, 1979. 1791p. Tradução de Stedman Medical Dictionary.
- STEFFEN,H., SPLIETH,C.H., BEHR,K. Comparison of measurements obtained with hand files or the canal leader attached to electronic apex locators: an *in vitro* study. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.32, n.2, p.103-107, Mar. 1999.
- SUNADA, I. New method for measuring the length of the root canal. **J. D. Res.**, Washington, v.41, n.2, p.375-387, Mar./Apr. 1962.
- SWARTZ, D.B., SKIDMORE, A.E., GRIFFIN, A.J. Twenty years of endodontic success and failure. **J. Endod.**, Baltimore, v.9, n.5, p.198-202, May, 1983.
- USHIYAMA, J. New principle and method for measuring the root canal length. **J. Endod.**, Baltimore, v.9, n.3, Mar.1983.
- VAJRABHAYA, L., TEPMONGKOL, P. Accuracy of apical locator. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v.13, n.4, p.180-182, Aug.1997.



- VOSS, A., MARKULA-LIEGAU A. Accuracy of Root ZX reading the apical constriction *in vitro*. **Int. Endod. J.** v.31,n.5, p.217, 1998. Abs.
- WALTON, R.E., RIVERA, E.M. Esvaziamento e instrumentação, In : WALTON, R.E., TORABINEJAD, M., **Princípios e prática em endodontia**. São Paulo : Santos, 2.ed. 1997.
- WEIGER, R., JONH, C. GEIGLE, H. LÖST, C. Evaluation of two locators - an *in vitro* study. **Int. Endod. J.** v.31,n.5, p.218, 1998. Abs
- WEINE, F.S. **Tratamento endodôntico**, 5 ed., Santos, 1998, 862p.
- YAMAOKA, M., YAMASHITA, Y., SAITO, T.. Electrical root canal measuring instrument based on a new principle. **Osada Product Information**, Tokio : Osada Electric CO., 1989. 13p. n.6.