

**UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PERNAMBUCO**

FÁBIO LUIZ CUNHA D’ASSUNÇÃO

**ESTUDO “IN VITRO” DA ACURÁCIA E DA
REPETIBILIDADE DE ODONTOMETRIAS REALIZADAS
COM TRÊS LOCALIZADORES APICAIS ELETRÔNICOS**

CAMARAGIBE – PE

2007

FÁBIO LUIZ CUNHA D’ASSUNÇÃO

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**ESTUDO “IN VITRO” DA ACURÁCIA E DA
REPETIBILIDADE DE ODONTOMETRIAS REALIZADAS
COM TRÊS LOCALIZADORES APICAIS ELETRÔNICOS**

Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de Odontologia de Pernambuco, em cumprimento às exigências para a obtenção do título de Doutor em Odontologia, área de concentração em Endodontia.

Orientadora: Profa. Dra. Diana Santana de Albuquerque

CAMARAGIBE - PE

2007

Dados internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca Prof. Guilherme Simões Gomes
Faculdade de Odontologia de Pernambuco – FOP/UPE

D231e D'Assunção, Fábio Luiz Cunha

Estudo *in vitro* da acurácia e da reprodutividade de Odontometrias realizadas com três localizadores apicais eletrônicos/ Fábio Luiz Cunha D'Assunção; orientador: Diana Santana de Albuquerque. - Camaragibe, 2007.

111f.: il. -

Tese (Doutorado em Dentística/Endodontia) - Universidade de Pernambuco, Faculdade de Odontologia de Pernambuco, Camaragibe, 2007.

1 ENDODONTIA 2 ODONTOMETRIA 3 ÁPICE DENTÁRIO 4 INSTRUMENTOS ODONTOLÓGICOS/tendências 5 IMPEDÂNCIA ELÉTRICA I Albuquerque, Diana Santana de (orient.) II Título

Black D24
Tony Macedo CRB4/1567

FÁBIO LUIZ CUNHA D'ASSUNÇÃO
ESTUDO “IN VITRO” DA ACURÁCIA E DA REPETIBILIDADE DE
ODONTOMETRIAS REALIZADAS COM TRÊS LOCALIZADORES
APICAIS ELETRÔNICOS

Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de Odontologia de Pernambuco, em cumprimento às exigências para a obtenção do título de Doutor do curso de Doutorado em Odontologia, área de concentração em Endodontia.

DATA DE APROVAÇÃO _____/_____/_____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Arnaldo de França Caldas Jr.
Examinador – FOP-UPE

Prof. Dr. Roberto Alves dos Santos
Examinador – FOP-UPE

Profa. Dra. Adriane Tenório Dourado Chaves
Examinadora – FOP-UPE

Prof. Dr. Carlos Aguiar
Examinador – UFPE

Prof. Dr. Juan Ramon Salazar-Silva
Examinador – UFPB



Dedicatória



Dedico esta tese a [Jesus Cristo e a Maria](#), que me fizeram ser paciente e acreditar
que este momento chegaria.

Por todas as lágrimas derramadas por minhas falhas, e pelos sorrisos de alegria
pelas minhas vitórias.

Que a luz que deles emana ilumine os meus caminhos para que eu seja humilde e
paciente com os meus futuros orientandos.

Aos meus pais

Leopoldo Marques D'Assunção e Maria de Fátima Cunha D'Assunção

O orgulho nos seus olhos reflete minha gratidão pelas noites sem dormir, pelos dias de trabalho duro e por todos os esforços que fizeram para me proporcionar este momento inesquecível.

À minha filha

Nathália Cunha Lima D'Assunção

Tudo acontece no tempo de Deus.

Dedico esta tese com amor e reconhecimento por todos os dias e noites que não compartilhamos e que jamais voltarão.

Fico na esperança de um dia poder lhe entregar um pouco de toda a experiência de vida que adquiri durante o curso de Doutorado.

À minha namorada

Verônica Cabral dos Santos

Como diz o pensador: “o amor não é só o físico ou o romântico, o amor é a aceitação e compreensão”. Pelo seu amor, admiração e paciência.

Por termos vencido esta etapa de nossas vidas como casal.

Obrigado por toda a ajuda e carinho.

À minha irmã e aos meus irmãos

Ana Claudia Cunha D'Assunção, Silvio Romero Cunha D'Assunção e Leopoldo Marques D'Assunção Filho.

Por estarem comigo, morarem comigo, e me darem suporte nos momentos mais difíceis da minha vida, reservo à vocês um lugar de honra nesta tese.

À minha orientadora e amiga

Diana Santana de Albuquerque

Dívida eterna com Deus eu teria se não dedicasse, também a você este êxito.

Por todos os nossos dramas, dúvidas, mudanças e pela amizade
que como uma pedra angular foi lapidada com o tempo.

Dedico esta tese a você

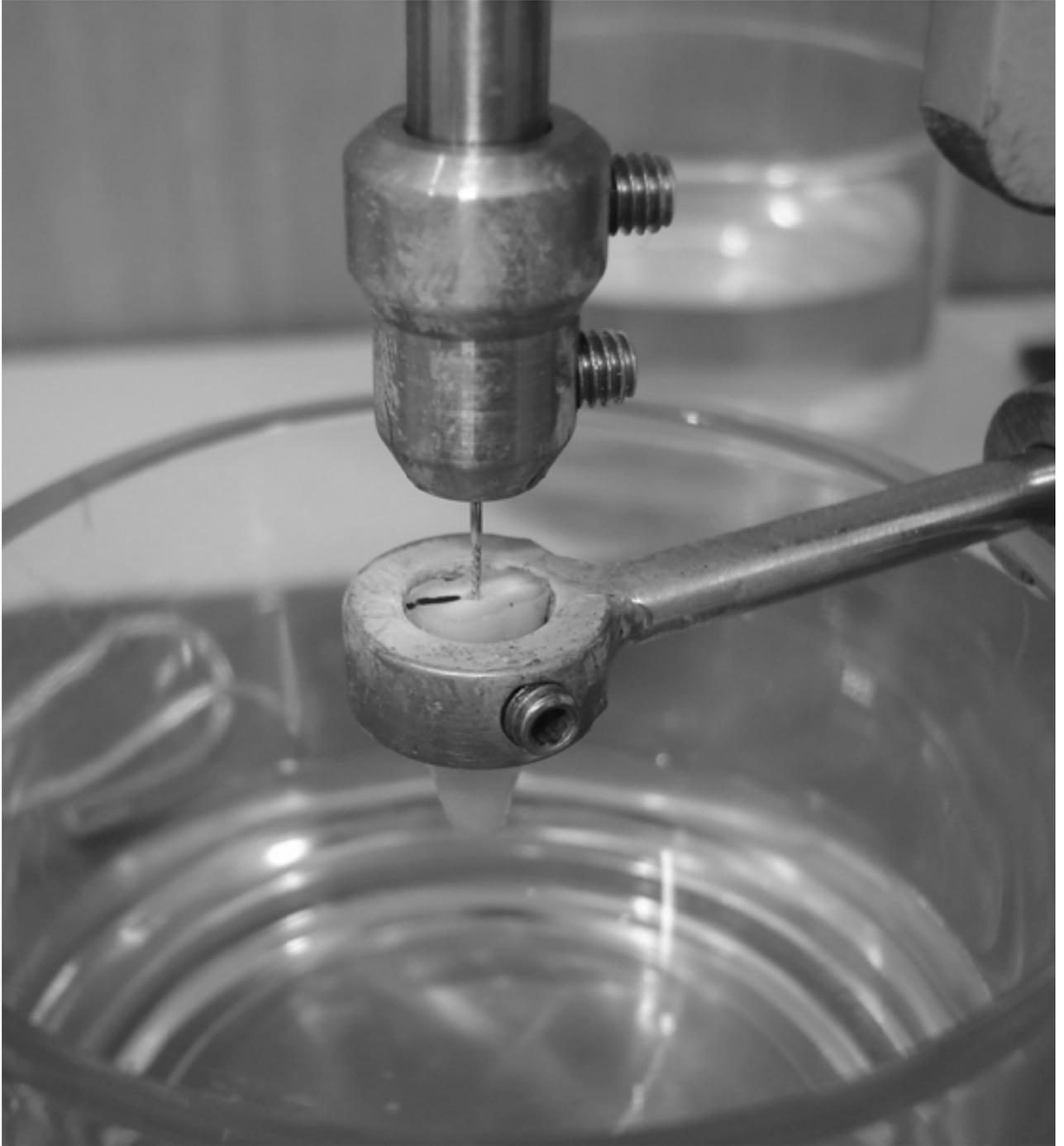
por toda a confiança, respeito e caráter que me foram passados.

A Bíblia diz que “a luz que brilha não deve ficar escondida”.

Você nasceu para brilhar e sua luz se traduz em conhecimento, capacidade e amor
pelo que faz.

Admiro você, por trabalhar os seus projetos de vida, sem querer impressionar os
outros.

Obrigado por tudo



AGRADECIMENTOS



Uma nação não é erguida com um simples gesto, uma batalha não é vencida por um único gladiador. Esta pesquisa só foi possível graças à mobilização, confiança e respeito de muitas instituições e pessoas. Agradeço a todos, e de uma forma especial:

À Universidade de Pernambuco na pessoa do Magnífico Reitor
Prof. Dr. Carlos Fernando de Araújo Calado.

À Faculdade de Odontologia de Pernambuco na pessoa do digníssimo Diretor Prof.
Dr. Belmiro Cavalcanti do Egito Vasconcelos.

À Secretaria da Pós-graduação da Faculdade de Odontologia de Pernambuco na
pessoa de Anderson Fernandes Vera Cruz.

Ao Curso de Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia de
Pernambuco, na pessoa do seu Digníssimo Diretor
Prof. Dr. Marcos Antônio Japiassu Resende Montes.

Ao Curso de Pós-Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia de
Pernambuco, na pessoa de seu Coordenador
Prof. Dr. Emanuel Dias de Oliveira e Silva

À Coordenação da área de concentração em Endodontia, na pessoa do digníssimo
Prof. Dr. Roberto Alves dos Santos, pela tranquilidade, confiança e respeito que se
traduziram em publicações de qualidade e reconhecimento à importância estratégica
do Curso de Doutorado em Odontologia/Endodontia da FOP/UPE.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo
apoio financeiro instituído através da concessão de bolsa durante praticamente todo
o curso de Doutorado.

Aos pacientes anônimos e desconhecidos, que doaram seu tempo, seus dentes e
sua confiança.

Ao Prof. Dr. Arnaldo de França Caldas Jr. pela admiração, inspiração,
confiança e respeito.

Não irei decepcioná-lo e irei trilhar os caminhos da ciência e da pesquisa.

Você é um dos maiores responsáveis pela minha visão de
“publicação com autocrítica e qualidade”.

A Profa. Dra. Rosana Maria Coelho Travassos. A misericórdia e o perdão são
sempre infinitos. Estejamos sempre preparados para recomeçar e olhar para o
passado apenas com a intenção de edificar o futuro. Obrigado pelas lições.

A todos os professores de Pós-Graduação da FOP/UPE e UFPE, em especial ao
Professores: Dr. Rodivan Braz, Dr. Diógenes Ferreira, Dra. Sandra Sayão,
Dr. Edir Carneiro Leão, Dr. Carlos Aguiar, Dr. José Tadeu e Dra. Helen Khoury,
pela confiança e respeito.

Aos professores da Disciplina de Endodontia da Universidade Federal da Paraíba:
Dr. Cleucio Vieira Maurício, Dr. Juan Ramon Salazar-Silva, Ronaldo de Almeida
Ferreira, Ângelo Brito Pereira de Melo, e ao funcionário Osmando Leal.

A TORMEC, na pessoa de Genilson,
pela confecção da plataforma de medição utilizada nesta pesquisa.

A Edmilson Mazza Baptista, pela brilhante, paciente e gentil assessoria estatística
durante todo o curso de Doutorado.

Ao COESP, na pessoa da Dra. Socorro Paulino, por todo o apoio logístico, à
realização dessa e de outras pesquisas.

A todos os profissionais e funcionários da Biodontológica, nas pessoas de Marcelo e
Maria Helena Santiago. Obrigado por tudo e principalmente pela confiança.

À Raquel Queiroz e todos os amigos do consultório do Mag Shopping.

Aos amigos da Ortoquality nas pessoas de Vicente e Larissa Pacheco.

A todos os amigos da Facisa/CBPEX, na pessoa do Prof. Dr. Dimas Lucena.

Aos tios: Severino Trajano da Cunha, Rosa Menezes da Cunha; Ademir Trajano da Cunha Maria José da Cunha Barbosa e respectivas famílias.

Sem vocês eu não teria vencido.

As tias Carmen D'Assunção, Mirtes D'Assunção, Ana Maria D'Assunção, Antônia D'Assunção. Aos tios Antônio Leopoldo D'Assunção, Marco D'Assunção, Márcio D'Assunção e suas respectivas famílias.

Vocês estavam comigo a cada momento desta pesquisa.

A minha sobrinha Tathiana D'Assunção, por torcer pelo meu êxito durante todo o curso de Doutorado.

Aos inesquecíveis amigos de Doutorado Andréa Gadelha Ribeiro, Ângelo de Melo Brito, Glauco dos Santos Ferreira, Roseane Uchoa, Orlando Limongi, Flares Baratta Filho, Roberto Vanni, Fernanda Braga Gomes, Márcia da Silva Schmitz e Sidney Ricardo Dotto. Nossos dramas foram semelhantes e compartilho com vocês este momento de glória.

Aos insubstituíveis, impagáveis e grandiosos amigos:
Dalva Helena e Augusto Marques, Jovenaldo Costa, Mário Valério Coutinho Pereira, Augusto Frederico Mattos, Carlos Gonzáles (Paraguay), Rodrigo Rojas (Muchacho), Marco Antônio Mota da Silva, Fernando e Rose Gondim, Vicente e Larissa Pacheco, Anísio Campos, André Lins, Ana Kaline, Poliana de França, Linalda Correia, Julio Cezar Nascimento Souza, Ana Paula Fadul, Solange Felix e Laerte.

O que eu faria sem vocês?

Aos espirituosos amigos da Associação Norte-Americana de Endodontia, Craig F. Duhaime e Alex Fleury.

Vocês me ensinaram que o céu é o limite quando trabalhamos com amor.

Aos meus amigos de Exército: Major Genivaldo Moura da Silva,

Coronel Lucena e Coronel Rodriguez.

Vocês me mostraram que “Uma instituição não é formada apenas por paredes,
a instituição é formada, principalmente pelos homens”.

Obrigado por edificarem a autodisciplina no meu coração.

A Carolina França de Medeiros. Nada acontece por acaso e ao adquirir sua
amizade, Deus me presenteou com uma jóia única. Receba a minha admiração pelo
ser humano que você é. Sem sua força eu jamais teria conseguido.

Obrigado, verdadeira amiga.

Ao Prof. Dr. Juan Ramon Salazar-Silva, pelo incansável espírito desbravador e
inovador na Endodontia do COESP e UFPB.

Pela amizade que se inicia de forma humilde e respeitosa.

Que as próximas pesquisas possam transformar a evidência científica
em benefícios para os pacientes.

Agradeço a confiança.

Você é um exemplo de seriedade e dedicação.

À minha auxiliar Rafaela Caroline Dantas da Silva que,
além de auxiliar, tornou-se pesquisadora.

Você foi o elo mais forte da corrente do bem que gerou esta pesquisa.

Ajudou-me durante todos os cursos e congressos,
registrou pacientemente toda a minha coleta de dados e tornou possível um curso
equilibrado em todos os sentidos.

Aos amigos do Grupo de Oração Jesus Misericordioso.

Não tenho palavras para expressar a minha gratidão.

Nos momentos de vaidade, inerentes à humanidade, vocês me mostraram que:

“Jesus condena a dominação intelectual”.

“Quanto a vocês, nunca se deixem chamar mestre, pois um só é o Mestre de vocês,
e todos vocês são irmãos”. (Mt 23, 8-9)

À Severina Inácio Nogueira, minha secretária.

Você cuidou de mim durante este ano e esteve presente na vida de minha filha.

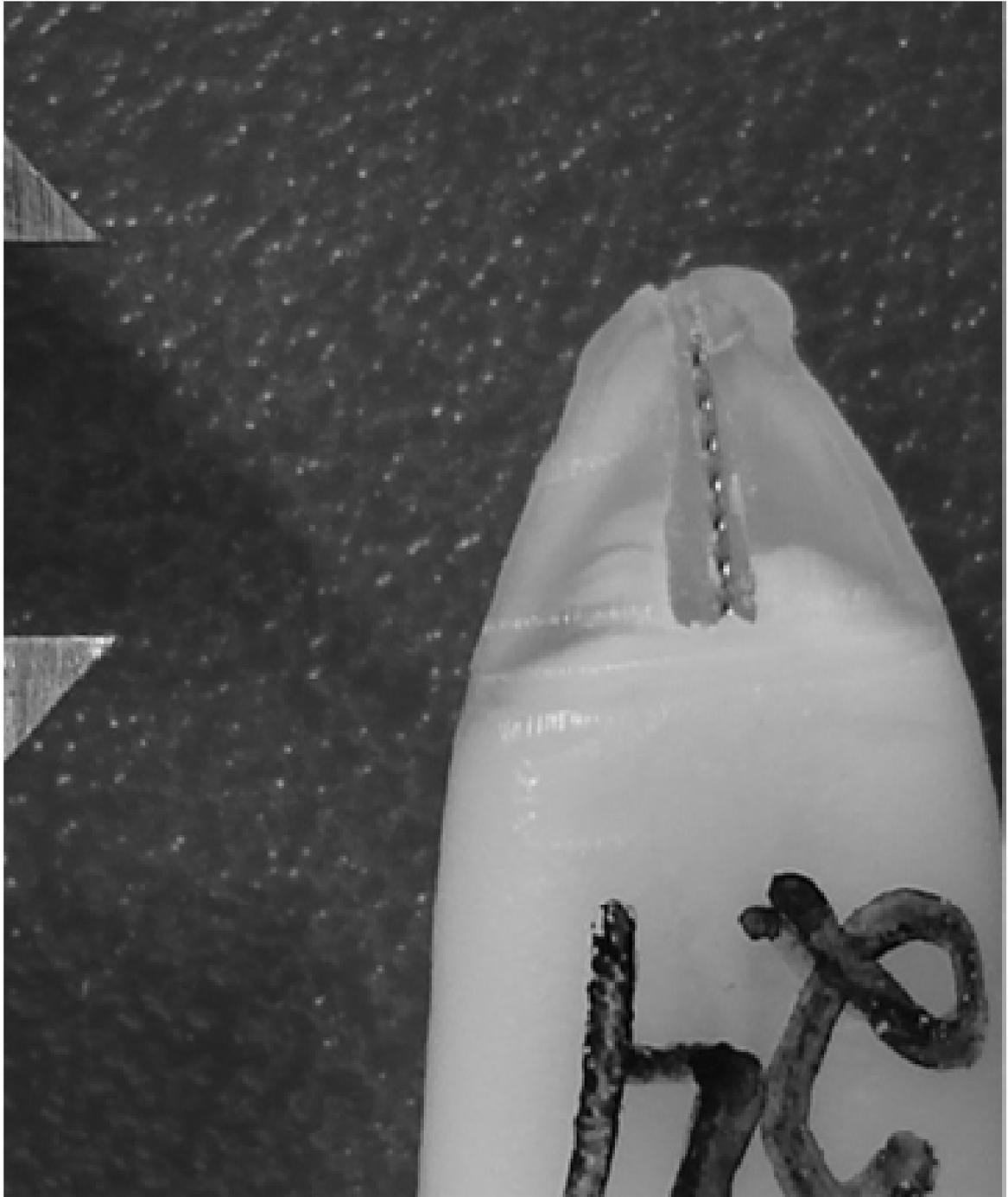
Obrigado por tudo.

À Maria Esperança Sayago. Você iniciou um belo caminho na minha vida,
e inspirou momentos de perseverança e confiança na nossa especialidade.

A José Francisco Cabral de Vasconcelos, Maria Cavalcante dos Santos Vasconcelos
e Bárbara Cabral dos Santos que me acolheram no seio do seu lar e me trouxeram o
conforto de uma família.

À memória de Michel Pinho da Silva. Deus te levou tão jovem,
mas o exemplo de alegria estará sempre no coração dos amigos.

Que Deus ilumine os teus caminhos na tua nova jornada.



RESUMO



RESUMO

ESTUDO *IN VITRO* DA ACURÁCIA E DA REPETIBILIDADE DE MEDIÇÃO DE TRÊS LOCALIZADORES APICAIS ELETRÔNICOS

Este estudo avaliou, *in vitro*, a acurácia e a reprodutibilidade das odontometrias eletrônicas realizadas por três localizadores apicais eletrônicos (EALS): Root ZX-II, Mini Apex Locator e Novapex. Foram usados trinta e três dentes humanos permanentes, raízes retas, únicas, canais únicos e com ápices formados. A coroa e o conteúdo dos canais de cada espécime foram removidos. Foi usado o método da plataforma de medição com micrômetro digital que indicou a posição da ponta da lima com precisão de 0,001mm. Dois espécimes foram utilizados como controle positivo e negativo. A partir dos três aparelhos testados foram obtidas trinta e uma medidas eletrônicas no limite apical indicado em 0,5mm, sendo que houve uma repetição para cada uma delas, ou seja, sessenta e duas medidas eletrônicas para cada aparelho localizador apical, totalizando cento e oitenta e seis odontometrias eletrônicas. Após a última odontometria, para cada dente, o conjunto lima e espécime foi fixado e em seguida, foi obtida a respectiva distância real entre a ponta da lima e a constrição apical de cada dente por desgaste dos quatro milímetros apicais de cada espécime. Cada dente foi fotografado numa plataforma. As imagens foram projetadas numa tela plana de computador. Determinou-se as distâncias da ponta da lima à constrição apical utilizando-se o sistema Image Tool v. 1.28. As medidas foram dispostas em tabelas de frequências e analisadas quanto ao grau de concordância, entre os métodos de odontometria eletrônica e visual. As médias de distância da lima para a constrição apical foram inferiores a $\pm 0,10$ mm em cada aparelho. Todos os intervalos para cada par de aparelhos contiveram o valor zero, resultado este que indicou a não existência de diferença significativa entre os pares de aparelhos; o valor de coeficiente de concordância foi 0,83 para o Root ZX-II e Mini Apex Locator; 0,88 para o Root ZX-II e Novapex e 0,99 para o Mini Apex Locator e o Novapex. Para avaliação da repetibilidade as médias foram no máximo iguais a 0,0942mm. Através do teste *t* de Student comprovou-se que houve diferença estatística entre os aparelhos e a constrição apical ($p < 0.05$). Os coeficientes de correlações foram bastante elevados e os coeficientes de concordância foram exatamente iguais a 1,00 em cada aparelho (repetibilidade bastante elevada em cada aparelho). Nos resultados comparativos entre os examinadores houve alta concordância. Concluiu-se que embora os três localizadores possuam uma alta repetibilidade das suas medidas, os três localizadores apicais eletrônicos não foram acurados em determinar o comprimento real do canal radicular próximo a constrição apical.

Palavras-Chave: Endodontia. Odontometria. Ápice Dentário. Instrumentos Odontológicos/Tendências. Impedância Elétrica.



ABSTRACT



ABSTRACT

AN *IN VITRO* EVALUATION OF THE ACCURACY AND REPEATABILITY OF MEASUREMENTS OBTAINED BY THREE ELECTRONIC APEX LOCATORS

This study evaluated, *in vitro*, the accuracy and the repeatability of the electronic working length obtained by: Root ZX-II, Mini Apex Locator and Novapex. Thirty three anterior human teeth were used. The crown and the content of the canals of each specimen were removed. The mounting model method (MM) was used with digital micrometer indicating the position of the file tip in an accuracy of 0.001mm. Two specimens were used as positive and negative controls. Thirty one electronic working lengths were obtained for each apex locator in the limit "0.5"mm and there was a repetition for each one of them. In the total, sixty two electronic measures for each apex locator were obtained, totaling one hundred and eighty six electronic working lengths. After this, files and specimen were fixed and soon after, it was obtained the respective actual distance among the file tip and the apical constriction of each tooth by cut and visualization of each specimen apical 4mm. Each tooth was photographed in a platform containing a digital caliper. The images were projected in a computer LCD. The distances of the file tip to the apical constriction were determined being used the system Image Tool v. 1.28. The measures were disposed in frequencies tables and analyzed in relation to the agreement degree, among the methods of electronic and visual working length. The electronic measurements mean were inferior to 0.10mm for each device. All the intervals for each pair of devices contained the zero value, this result indicated that there was no significant difference among the three devices; the value of agreement coefficient was 0.83 to Root ZX-II and Mini Apex Locator; 0.88 for Root ZX-II and Novapex and 0.99 for the Mini Apex Locator and Novapex, these results indicated high accuracy. For repeatability evaluation the means were at the maximum to 0.0942mm. According to the *t* Student's test, there was a statistical difference among the three devices ($p < 0.05$). In the differences among the pairs of measures for device the mean of the differences among the two measures were quite close of zero (0.0070mm). The confidence intervals had quite reduced ranges, the coefficients of correlations were quite high and the agreement coefficients were exactly 1.00 in each device (high repeatability in each device). There was a high agreement in the comparative results among the examiners. It was concluded that the three tested electronic apex locators possess an high coefficient of repeatability in determining the working length, however the electronic apex locators are not accurate to locate the apical constriction.

Key-words: Endodontics. Odontometry. Tooth Apex. Dental Instruments/Trends. Electrical Impedance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Espécime disposto para radiografia no sentido vestibulo-lingual.....	54
Figura 2. Checagem da presença de obstruções no canal radicular.....	54
Figura 3. Aparelho Novapex.....	55
Figura 4. Aparelho Root ZX.....	56
Figura 5. Aparelho Mini Apex Locator.....	57
Figura 6. Espécime preparado, e com uma lima do tipo k 10 # no forame apical.....	58
Figura 7. Método da plataforma de medição modificado por D'Assunção e Albuquerque (2006), para avaliar a acurácia e repetibilidade de odontometrias eletrônicas.....	59
Figura 8. Anel em três dimensões, e canal radicular com a lima de medição.....	60
Figura 9. Medidor do micrômetro digital	60
Figura 10. Micrômetro digital de fuso rotativo Digimess de 0-25 mm (Digimess, Brasil).....	60
Figura 11. Paquímetro digital (Digimess, São Paulo, Brasil).....	65
Figura 12. Foto de ápice radicular preparado sob 15x de aumento.....	65
Figura 13. Plataforma para fotografias, máquina digital e paquímetro digital.....	65

Figura 14. Anatomia apical de acordo com Kuttler (1955).....	66
Figura 15. Visualização da constrição apical (a) forame apical, (b) constrição apical (c) ponta da lima de medição.....	66
Figura 16. Localização da constrição apical no programa Image Tool.....	66
Figura 17. Calibração das medidas pelo paquímetro.....	67
Figura 18. Calibração das medidas pelo programa Image Tool.....	67
Figura 19. Distância da ponta da lima à constrição apical.....	67

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Médias das somas das medidas pelas diferenças dos aparelhos Root ZX-II e Mini Apex Locator.....	75
Gráfico 2. Médias das somas das medidas pelas diferenças dos aparelhos Root ZX-II e Novapex.....	75
Gráfico 3. Médias das somas das medidas pelas diferenças dos aparelhos Mini Apex Locator e Novapex.....	75
Gráfico 4. Box Plot da diferença acumulativa entre Root ZX-II e Mini Apex Locator.....	76
Gráfico 5. Box Plot da diferença acumulativa entre Root ZX-II e Novapex.....	76
Gráfico 6. Box Plot da diferença acumulativa entre Mini Apex Locator e Novapex.....	77
Gráfico 7. Gráfico das medidas repetidas para o aparelho Root ZX-II.....	80
Gráfico 8. Gráfico das medidas repetidas para o aparelho Mini Apex Locator.....	80
Gráfico 9. Gráfico das medidas repetidas para o aparelho Novapex.....	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Avaliação da faixa de medidas por aparelho Localizador apical eletrônico utilizado em relação à medida do padrão ouro (construção apical).....	72
Tabela 2. Média, desvio padrão das medidas por aparelho localizador apical eletrônico em relação à medida do padrão ouro (construção apical)..	72
Tabela 3. Média, desvio padrão, coeficiente de repetibilidade, correlação de Pearson, concordância e intervalo de confiança com 95,0% para a diferença entre pares de dois aparelhos localizadores apicais.....	74
Tabela 4. Avaliação da faixa de medidas repetidas por aparelho utilizado em relação à medida do padrão ouro.....	77
Tabela 5. Média, desvio padrão das medidas repetidas por aparelho em relação à medida do padrão ouro.....	78
Tabela 6. Média, desvio padrão, coeficiente de Repetibilidade, Correlação de Pearson, Concordância e Intervalo de Confiança com 95,0% para a diferença entre os pares de medidas repetidas por aparelho.....	79

LISTA DE ABREVIATURAS

AA	Tipos de pilhas LR6 de níquel-cádmio
AL	<i>Actual length</i>
CA	<i>Califórnia</i>
CDC	Junção cimento-dentina-canal
CDJ	<i>Cemento-dentinal Junction</i>
CI	Comprimento inicial
cm	Centímetro
CR	Comprimento real
CRC	Comprimento real do canal
CRT	Comprimento real de trabalho
DP	Desvio-padrão
E- 0,5	Medida eletrônica registrada no micrômetro digital
ERCMDs	<i>Electronic Root Canal Length Measuring devices</i>
GHz	<i>Giga-hertz</i>
Hz	<i>Hertz</i>
IC	Intervalo de confiança
KHz	<i>Kilo-hertz</i>
KVP	Kilovoltagem - aplicada através do tudo de raios x
mA	Miliamperagem
mb	<i>Megabytes</i>
mm	Milímetros
MM	Modelo de plataforma de medição (<i>Mounting Model</i>)
MV	Método visual
P_c	Coeficiente de concordância
R 0,0	Referência cervical para a ponta da lima montada na plataforma MM
SAS	<i>Statistical Analysis System</i>
USA	<i>United States of America</i>
V	<i>Volts</i>
σ_1	Primeiro desvio padrão

σ_2	Segundo desvio padrão
μ	Média

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	28
2	REVISÃO DA LITERATURA	33
2.1	Importância da odontometria	33
2.2	Limite apical de trabalho e obturação	36
2.3	Localizadores apicais eletrônicos	41
2.4	Tipos de pesquisa que avaliam localizadores apicais eletrônicos	43
3	OBJETIVOS.....	50
3.1	Objetivo geral	50
3.2	Objetivos específicos	50
4	MATERIAIS E MÉTODOS	52
4.1	Desenho do estudo	52
4.2	Localização do estudo e amostra estudada	52
4.3	Considerações bioéticas	53
4.4	Destino do material biológico	53
4.5	Seleção da amostra e critérios de exclusão.....	53
4.6	Tamanho da amostra	55
4.7	Descrição dos aparelhos localizadores apicais	55
4.7.1	Descrição do Novapex	55
4.7.2	Descrição do Root ZX – II (<i>Canal Measurement Module</i>)	56
4.7.3	Descrição do Mini Apex Locator	57
4.8	Coleta de dados	57
4.8.1	Preparo dos dentes	58
4.8.2	Componentes do método da plataforma de medição para obtenção do coeficiente de repetibilidade	58
4.8.3	Seqüência de uso da plataforma de medição (MM).....	61
4.8.4	Obtenção das medidas	62
4.8.5	Odontometria eletrônica	62
4.8.6	Obtenção da distância da ponta da lima até a constrição apical	63
4.9	Análise dos dados	68
4.10	Métodos estatísticos	68
4.10.1	Explicação sobre o coeficiente de repetibilidade.....	69

5	RESULTADOS	71
5.1	Objetivos estatísticos	71
5.2	Avaliação comparativa entre as medidas obtidas através dos aparelhos Root ZX II, Mini Apex Locator e Novapex	71
5.3	Avaliação comparativa entre as medidas repetidas para os aparelhos Root ZX II, Mini Apex Locator e Novapex	77
6	DISCUSSÃO	82
6.1	Metodologia empregada	83
6.2	Discussão de resultados	88
7	CONCLUSÕES	98
	REFERÊNCIAS	100
	APÊNDICE	109
	ANEXOS	110



INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

O exercício da clínica endodôntica reserva alguns axiomas paradoxais. Um deles versa sobre o posicionamento apical da instrumentação/obturação do canal radicular. Da maneira que foi convencionado, o resultado do tratamento endodôntico sofre uma avaliação pela posição apical de sua obturação. Não obstante ser de conhecimento geral que a localização do forame apical não enseja, invariavelmente, o vértice radiográfico apical, a maioria dos profissionais usualmente recorre a este ponto, no sentido de balizar a qualidade final do tratamento. Desta maneira, o operador centraliza suas atenções para a região apical, certo de que receberá informações pertinentes à situação dos tecidos periapicais daquele elemento, subsidiando sua hipótese diagnóstica e delineando seu plano de tratamento. Em síntese, na prática diária, convencionou-se que o sucesso do tratamento endodôntico está vinculado ao posicionamento apical de sua obturação. Ainda que parcialmente verdadeira, esta postura indiretamente colabora com a fundamentação da importância da identificação correta e manutenção do comprimento de trabalho na técnica endodôntica (RAMOS; BRAMANTE, 2005).

Em decorrência da dúvida no limite adequado de odontometria pode haver erros no momento da obtenção do comprimento real de trabalho, que levam a abstração na interpretação de radiografias para odontometrias, proporcionando uma subjetividade na obtenção da odontometria e, por conseqüência, podendo criar um leito final inadequado quando ocorrer a obturação do sistema de canais radiculares. (D'ASSUNÇÃO, 2004).

Entretanto, houve uma grande evolução na tentativa de localizar essa constrição apical, desde uma sensibilidade tátil digital, tomadas radiográficas, tomadas interpretadas segundo fórmulas matemáticas, gabaritos e, por fim, métodos eletrônicos (RAMOS; BRAMANTE, 2001).

Historicamente, o método eletrônico de localizar o ápice radicular foi proposto inicialmente por Custer (1918 apud Teixeira; Figueiredo, 2004), testado em cães por Suzuki (1942 apud Teixeira; Figueiredo, 2004) e somente em 1962 foi introduzido na odontologia por Sunada, o qual se baseou no princípio de que a resistência elétrica entre a mucosa oral e o ligamento periodontal é constante em

cada indivíduo. Todos os aparelhos eletrônicos atuais utilizam o corpo humano como componente para fechar o circuito elétrico, onde um pólo é representado por uma lima no interior do canal radicular, conectada ao localizador de ápice, e o outro pólo é uma alça posicionada no lábio do paciente.

McDonald (1992) classificou os localizadores eletrônicos, segundo a sua evolução, em três tipos: resistência (ou de primeira geração), impedância (ou de segunda geração) e frequência dependente (ou terceira geração). Como será visto mais adiante, não é lógica, de acordo com Nekoofar et al. (2006), a classificação dos localizadores apicais em “gerações”. Segundo esses autores, seria mais sensata a classificação dos localizadores quanto ao seu princípio de funcionamento.

Neste sentido, vários são os localizadores apicais no mercado que utilizam dupla frequência dependente. O Novapex (Forum Technologies, Rishon Lezion, Israel) é um localizador apical do tipo frequência dependente, que trabalha com duas frequências alternadas. Segundo Arora e Gulabivala (1995), a utilização de diferentes aparelhos para a determinação do comprimento de trabalho, com o canal úmido ou seco, tem demonstrado a confiabilidade deste método. Porém, na literatura internacional, poucos são os artigos científicos que avaliaram esse aparelho quanto a sua acurácia (GOLDBERG et al., 2005; D’ASSUNÇÃO; ALBUQUERQUE; FERREIRA;2006, ELAYOUTI et al., 2005).

Já o Root ZX (J. Morita, Kyoto, Japão) é considerado um padrão de localizador apical, com diversas pesquisas mostrando uma precisão deste aparelho entre 89% e 100% (FOUAD; REID, 2000; JENKINS et al., 2001; NAM et al., 2002; KAUFMAN et al., 2002; MEARES; STEIMAN, 2002; GOLDBERG et al., 2005; TSELNIK et al., 2005; PLOTINO et al., 2006). O aparato fornece as medidas precisas pelo cálculo da relação entre as duas frequências (400 Hz e 8 kHz) e normalmente é utilizado nos estudos sobre localizadores apicais para comparação com outros aparelhos. Todavia, em 2005 foi lançado no mercado o Root ZX – II (J. Morita, Kyoto, Japão). É um localizador apical que pode ser acoplado a uma outra unidade (*Low speed handpiece module*), podendo ser vendido separadamente. Tem

o princípio de funcionamento igual ao Root ZX original, com algumas diferenças que serão descritas mais adiante.

O Mini Apex Locator (Sybron Endo, Anaheim, CA, USA), de acordo com os fabricantes, utiliza um sofisticado sistema de medidas por multi-freqüência e um sinal digital que permitem o modelo localizar a constrição apical, mesmo na presença de fluidos no canal radicular e de restaurações metálicas. Todavia, por se tratar de um aparelho recente, foi pouco testado quanto à acurácia de suas odontometrias (D’ASSUNÇÃO et al. 2007).

Os localizadores eletrônicos apicais têm sido exaustivamente estudados quanto a sua precisão. Entretanto, ao se analisar as pesquisas sobre o assunto, verificam-se certas discrepâncias e diversidades nos resultados, provavelmente por conta das variáveis metodológicas aplicadas, sobretudo quanto à interpretação do limite apical ideal obtido pelos diferentes equipamentos disponíveis no mercado (RAMOS; BRAMANTE, 2005; PLOTINO et al. 2006; D’ASSUNÇÃO et al. 2007; HERRERA et al. 2007).

Segundo Leles (2001), a forma mais comum de se garantir a confiabilidade de uma medida ou método é verificar sua reprodutibilidade, ou seja, tomar diferentes medições repetidas e avaliar o grau de concordância entre elas. Essa concordância pode ser estabelecida a partir da comparação de medidas obtidas, pelo mesmo examinador (concordância intra-examinador) ou por diferentes examinadores (concordância interexaminadores). A forma de se medir a concordância depende do tipo da variável medida. Estrela, (2005), acrescenta que os estudos *in vitro* buscam simular condições biológicas reais, em laboratório, fornecendo aos pesquisadores princípios a serem estudados posteriormente.

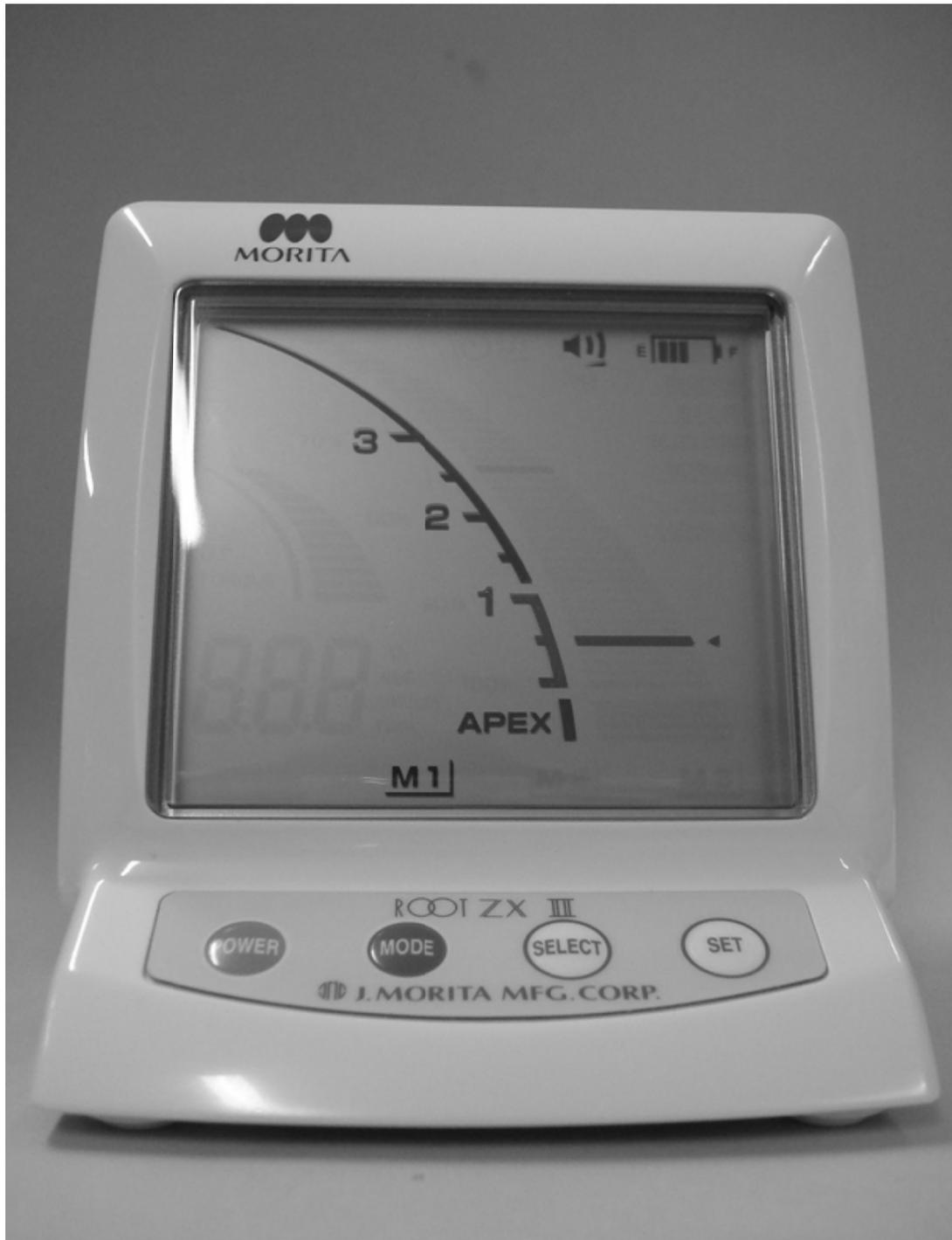
Em novembro de 2005, foi realizada uma pesquisa para se verificar a acurácia e a repetibilidade de três localizadores apicais, na determinação do comprimento de trabalho. Na oportunidade, Elayouti *et al.* apresentaram uma metodologia que questionava todas as pesquisas *in vitro* anteriores. No mês de fevereiro de 2006, Elayouti e Löst apresentaram no *International Endodontic Journal* a metodologia mencionada e concluíram que as pesquisas anteriores, que utilizavam

dentos extraídos, e a visualização através de lupa ou microscópio de luz não tinham uma margem de erro que pudesse ser considerada acurada ($\pm 0,5\text{mm}$), além de não calcularem o coeficiente de repetibilidade das medidas. Os autores sugeriram uma metodologia com um modelo para avaliação (plataforma de medição) da acurácia e repetibilidade das odontometrias eletrônicas, obtidas por localizadores apicais. Esses pesquisadores compararam a precisão e repetibilidade do método desenvolvido por eles (MM) através de uma plataforma de medição, com a do tradicionalmente utilizado, o método visual (MV). O método descrito pelos autores utiliza um micrômetro digital para determinar a distância percorrida pela lima durante a odontometria eletrônica.

Diante do questionamento do controle metodológico das pesquisas realizadas até o momento do desenvolvimento da plataforma de medição, como o método de avaliação da acurácia de localizadores, pode-se inferir que permanece o paradigma de que as odontometrias eletrônicas podem não ser acuradas, paradigma esse, baseado na interrogação sobre a acurácia de pesquisas que consideram uma margem de erro ampla ($\pm 0,5\text{mm}$) e que, segundo as conclusões de Nekoofar et al. (2006), “não podem servir para avaliação de equipamentos de precisão como localizadores apicais”. Uma discrepância de ($\pm 0,5\text{mm}$) pode levar a uma odontometria a 0,5mm além da constrição apical, sítio eleito pelos pesquisadores e fabricantes de localizadores apicais, com ideal para a odontometria eletrônica. Ao utilizar-se o método da plataforma de medição, consegue-se uma margem de erro de ($\pm 0,001\text{mm}$), sendo considerada por Elayouti et al., (2005) como ideal para avaliação da acurácia de localizadores apicais.

Pelo exposto, essa pesquisa teve por objetivo avaliar *in vitro* a acurácia da e a repetibilidade da odontometria eletrônica obtida por três modelos de aparelhos localizadores apicais, com princípios de funcionamento diferentes, utilizando-se o método da plataforma de medição. Os aparelhos avaliados foram: Root ZX II, Novapex, e Mini Apex Locator, comparando-se o percentual de acertos das medidas eletrônicas com o das obtidas no cálculo do comprimento real do canal e o coeficiente de repetibilidade das medidas eletrônicas, investigando-se a existência de diferença significativa entre os valores médios dos três modelos de localizadores

apicais, com a finalidade de contribuir para a adequada execução das demais fases da terapia endodôntica.



REVISÃO DA LITERATURA



2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Importância da odontometria

O preparo químico mecânico, do sistema de canais radiculares consiste basicamente em se promover a remoção correta do conteúdo pulpar, seja tecido pulpar totalmente sem processo inflamatório, tecido hígido, por exemplo, nos casos de indicação protética para pilar de prótese fixa, ou acometido de inflamação (pulpite aguda irreversível até a necrose pulpar), estando ou não infectado. Além da remoção do conteúdo da cavidade pulpar, a instrumentação visa dar uma forma tal, que esta cavidade possa receber o material obturador do canal radicular, na iminência de se manter obliterado, prevenindo uma possível recidiva infecciosa. Estas primícias básicas da biomecânica do sistema de canais radiculares só serão alcançadas, com efeito, a partir da determinação correta do limite apical de instrumentação. (CAMPBELL et al., 1998).

Ingle e Beveridge (1979), De Deus (1992), Weine (1998), Ricucci e Langeland, (1998), Estrela (2004), Teixeira e Figueiredo (2004), Leonardo (2005), são unânimes em considerar que deve haver respeito aos tecidos da região periapical, durante as fases do tratamento endodôntico. Possíveis traumas decorrentes de uma sobre-instrumentação e/ou sobre-obturação devem ser evitados, ou, por outro lado, uma instrumentação incompleta culmina em uma sub-obturação que prejudicará o processo de reparo.

Empregando microscopia eletrônica de varredura, em 1999 Gutiérrez et al. demonstraram que a sobre-instrumentação e sobre-obturação de canais radiculares provocam uma variedade de mudanças no periápice dos dentes, consistindo de diferentes perfurações no cimento apical, *zipping* e outras deformidades que prejudicam a correta obturação do sistema de canais radiculares. Os autores demonstraram também que o alto percentual de bactérias aderidas às lacunas de reabsorção apical nos ápices dos dentes sobre-instrumentados, nos

canais radiculares infectados levam a um potencial risco a dor pós-operatória, desconforto pós-operatório e *flare-ups*.

O sucesso do tratamento endodôntico, de acordo com Gordon e Chandler (2004), só será alcançado se o comprimento do dente, e do canal radicular, forem determinados com acurácia, no que Akisue et al. (2007), confirmam mencionando que o estabelecimento da odontometria correta é um importante passo para o sucesso do tratamento endodôntico. Esses autores ressaltam que a odontometria é um passo que, quando negligenciado, leva a uma inflamação crônica do remanescente pulpar ou a manifestações agudas que culminam com o fracasso do tratamento endodôntico.

A percepção desse problema levou Elayouti et al. (2002) a afirmarem que um prognóstico pobre ocorre quando a obturação do sistema de canais radiculares é realizada além do forame apical. Os autores ainda aduziram que a extrusão de raspas de dentina através do forame apical deve ser evitada durante a limpeza e modelagem do sistema de canais radiculares.

Teoricamente, a odontometria é o conjunto de procedimentos que visam estabelecer o comprimento do dente para fins de preparo e obturação do canal radicular e é imprescindível para manter os procedimentos necessários ao tratamento do canal radicular confinados aos limites das paredes dentinárias. Um fator essencial para o estabelecimento do comprimento de trabalho diz respeito a situação clínica do dente a ser tratado. A presença de polpa viva ou a necrose deste tecido ditam diferentes condições fisiopatológicas no cimento e na dentina apicais, sítios importantes para a determinação do comprimento de trabalho (BERGER, 1998). Nesse sentido, O comprimento real de trabalho corresponde à distância entre um ponto de referência coronário e o limite CDC, onde deverão encerrar-se as manobras de instrumentação e a obturação do sistema de canais radiculares. (RAMOS; BRAMANTE, 2005).

O método mais utilizado pelos dentistas para obtenção do comprimento de trabalho é o radiográfico, porém, este método, possui uma acurácia em torno de 23% até 63%. Sabe-se que existem muitas variáveis que podem interferir na interpretação de radiografias de odontometria. A principal delas versa que esta possui apenas duas dimensões das três existentes no espaço, ou seja, a altura e a largura, conseqüentemente falta a profundidade e, em função disso, o contorno das estruturas a serem observadas se superpõem de acordo com a trajetória do feixe de raios X. (STEIN; CORCORAN, 1992; WILLIAMS et al., 2006).

Quando se comparou as técnicas radiográficas de odontometria, convencional e digital, diversos estudos mostraram que não existe diferença significativa na obtenção de odontometrias por meio das duas técnicas e os resultados desses estudos são contraditórios não havendo um consenso em relação a qual técnica é mais efetiva na obtenção do comprimento de trabalho. (LAMUS; KATZ; GLAROS, 2001; FOLK et al., 2005).

Em decorrência de dúvida inerentes à técnica de odontometria, quanto ao limite adequado de odontometria, pode haver erros no momento da obtenção do comprimento real de trabalho levando a abstração na interpretação de radiografias para odontometrias, proporcionando uma subjetividade na obtenção da odontometria e, por conseqüência, podendo ser criado um leito final inadequado quando da obturação do sistema de canais radiculares. (RICUCCI; LANGELAND, 1998; D'ASSUNÇÃO, 2004).

Numa avaliação prévia D'Assunção, Ferreira e Travassos (2004) realizaram um estudo verificando a concordância intra-examinadores e inter-examinadores quando avaliaram radiografias convencionais de odontometrias, de tratamentos endodônticos. Mesmo com condições adequadas para a interpretação das odontometrias, os avaliadores ao final da pesquisa obtiveram uma concordância apenas moderada interexaminadores e uma concordância fraca intra-examinadores.

Além de todas as dificuldades na obtenção da odontometria radiográfica, citadas anteriormente, sabe-se que a significância da constrição apical no tratamento

de canal radicular é reconhecida e as técnicas tradicionais de preparo do canal radicular tem como objetivo alcançar essa barreira natural entre o canal radicular e os tecidos periapicais. Todavia a precisa determinação ou mesmo a estimativa da localização da constrição apical não é possível com radiografias periapicais devido às variações anatômicas ou erros de projeção dos feixes de raios X. (HOER; ATTIN, 2004).

Na fase de odontometria, mesmo diante das evidências científicas, criou-se muitas vezes uma fixação no paradigma de que as técnicas radiográficas de odontometria sobrepõem às outras e são mais precisas do que as demais. Porém com as pesquisas mais rigorosas surgidas na década de 90 e com a necessidade de procedimentos médico-odontológicos estarem regidos por evidências científicas tem sido comprovado que a odontometria eletrônica é promissora no que diz respeito à precisão dessas medições. (ELAYOUTI et al. 2002).

Mesmo após cinquenta e dois anos dos clássicos estudos de anatomia apical dos canais radiculares, realizados por Kuttler (1955), permanece ainda a dúvida quanto as palavras do autor que na época afirmava:

“É reconhecida a necessidade do completo conhecimento da anatomia microscópica do dente. A anatomia, é claro, é o fundamento da arte e ciência da saúde. O terço apical do canal radicular e os tecidos que o revestem são o centro da maioria das atividades de instrumentação e obturação do sistema de canais radiculares. As radiografias trazem uma pobre informação do terço apical dos canais radiculares, e os endodontistas são obrigados a trabalhar com poucas informações científicas”.

2.2 Limite apical de trabalho e obturação

Para se entender corretamente o conceito de odontometria, faz-se necessário o conhecimento da anatomia apical. A anatomia do forame apical varia com a idade do paciente. Três aspectos devem ser considerados durante a odontometria: o forame apical, a constrição apical e o limite CDC. O forame apical quase sempre não coincide com o término apical da raiz do dente, podendo estar distante até 3mm do vértice apical. Em geral a distância do forame apical para o ápice do dente é menor nos dentes anteriores e maior nos posteriores. As

discrepâncias nas medidas obtidas em estudos anatômicos podem ser explicadas pelo tipo e idade dos dentes selecionados, presença de patologias apicais e variações na constrição apical (GORDON; CHANDLER, 2004).

Na primeira década do século XX, o conceito aceito era que a polpa dental estendia-se através do dente, passava pelo forame apical até o tecido periapical, e que o diâmetro mais estreito do canal radicular encerrava-se precisamente no extremo apical. Essas idéias alimentaram a técnica predominante à época, de indicar o vértice radiográfico radicular (ápice radiográfico) como sendo o ponto correto onde terminar a instrumentação e obturação do canal radicular. Assim, o ápice radiográfico substituiu a sensação do paciente como indicador para se determinar o comprimento de trabalho. (RAMOS; BRAMANTE, 2005).

Lamentavelmente, a denominação ápice radicular, por vezes, tem sido erroneamente utilizada no sentido de limite apical. A indistinção de terminologia parece ter início precocemente no processo de aprendizado da Endodontia, onde o questionamento sobre o limite apical está profundamente inserido no contexto da pré-clínica. Normalmente, o acadêmico, procurando seu orientador para identificar, na radiografia com finalidade de odontometria, quantos milímetros estaria aquém ou além do limite, fixa a imagem do ápice radicular com sendo, invariavelmente, o ponto onde está localizado o forame apical. Embora usualmente utilizado referindo-se ao local onde os procedimentos de instrumentação e obturação necessitam estar limitados, o termo ápice não delinea claramente o limite apical de instrumentação, imprescindível na determinação correta do comprimento de trabalho. (SIMON, 1994).

Sobre este tema, Grove (1930 apud Kuttler, 1955), verificou que a polpa poderia não se estender além da constrição apical, pois a célula exclusiva da polpa, o odontoblasto, não se encontrava além desse ponto, destacando que o preparo além da constrição apical poderia resultar em lesão aos tecidos periapicais. No seu estudo sobre odontometrias, considerado clássico, Kuttler (1955) avaliou 1007 dentes e verificou que o ápice radiográfico na maioria das vezes não coincide com o forame apical e que o tratamento endodôntico levado até o vértice apical poderia levar a dor pós-operatória e a fracassos.

Para tal feito, a determinação correta do comprimento de trabalho deve ser almejada, apesar das dificuldades para obtê-la. Em seus estudos, Seltzer et al. (1963) demonstraram que a instrumentação e a obturação do canal radicular devem limitar-se à região da constrição apical, que segundo Green (1960), dista 0.52mm a 0.66mm do forame apical. A esse ponto da constrição apical dá-se o nome de junção cimento dentina canal, e, de acordo com Kuttler (1955), pode estar até 2mm aquém do forame apical, dependendo da idade do paciente, agressões à polpa e outros. Sobre esta, Gutmann e Leonard (1995), dissertam que a real localização do forame e da constrição apical é clinicamente impossível de ser estabelecida.

Pratten e Mcdonald (1996) assinalaram que a tendência do método radiográfico, quando comparado ao eletrônico, em estimar odontometrias aquém do limite adequado deve-se a três motivos: inabilidade do examinador em estimar os desvios do CRT numa radiografia; a incorreta assertiva de que a constrição apical encontra-se a 1mm aquém do ápice radiográfico e finalmente, a junção dos dois motivos citados anteriormente.

Para estabelecer a odontometria muitos autores utilizam equações matemáticas, comprimento médio do dente, sensação táctil, além de outras técnicas. Por muitos anos o método mais utilizado é a colocação de uma lima endodôntica no interior do canal radicular, próximo ao ápice e a verificação radiográfica da posição da lima no canal radicular. (FRANK; TORABINEJAD, 1993). O método radiográfico de odontometria é ainda o mais difundido entre os profissionais de odontologia. Todavia, o método radiográfico nos dá uma imagem bidimensional, onde há superposição de imagens, não há coincidência do forame apical com o ápice radicular na maioria dos dentes e, por vezes, há de se repetir à exposição radiográfica por falha de técnica ou revelação (ELAYOUTI; WEIGER; LOST, 2002).

Ponce e Fernandez (2003) postularam que o ponto ideal para que o canal radicular fosse obturado deveria ser a junção do cimento com a dentina e, portanto, a polpa deveria ser removida até este ponto, onde se inicia o ligamento periodontal. Conhecido pelos norte-americanos como (CDJ) a junção Cimento-Dentina-Canal

(CDC) é o limite anatômico e histológico onde o ligamento periodontal inicia-se e a polpa dental termina.

A maioria dos autores concorda que, hipoteticamente o preparo e a obturação do canal devem estar limitados apicalmente pela junção cimento-dentina-canal (limite CDC). O termo “hipoteticamente” deve ser aplicado nesse caso porque o CDC configura um ponto histológico, que indica a necessidade do uso de um microscópio para encontrá-lo, sendo inviável no ambiente clínico. (RAMOS; BRAMANTE, 2005).

Teoricamente o CDC é o limite apropriado para o término apical do tratamento endodôntico, pois neste local a área de contato entre os tecidos perirradiculares e o material obturador é mínima. (RICUCCI; LANGELAND, 1998). Segundo Nekoofar et al. (2006) o termo “teoricamente” é aplicado neste caso porque o CDC é um sítio histológico e pode apenas ser detectado em dentes extraídos e seccionados. Na situação clínica é impossível determinar essa posição. Além disso, o CDC não é uma característica constante, isto significa que a extensão para o interior do canal radicular pode variar muito. Portanto, o CDC não pode ser considerado como um limite ideal, para ser usado clinicamente como término apical para preparo e obturação do sistema de canais radiculares.

Para Ricucci e Langeland (1998) o melhor prognóstico para o tratamento endodôntico é a adequada instrumentação e a obturação homogênea nas proximidades da constrição apical. Os piores prognósticos para o tratamento endodôntico são a instrumentação e obturação além da constrição apical. O segundo pior prognóstico para um tratamento endodôntico é a obturação numa distância maior que 2mm aquém da constrição apical. A distância entre o forame apical e a constrição apical é muitas vezes maior que 1mm. Diante do exposto, radiografias adequadas, conhecimento de anatomia, sensação tátil e localizadores apicais eletrônicos vão ajudar a determinar a correta odontometria. Deve haver respeito aos tecidos da região periapical, durante as fases do tratamento endodôntico. Possíveis traumas decorrentes de uma sobre-instrumentação e/ou sobre-obturação devem ser evitados, ou, por outro lado, uma instrumentação incompleta culminará em uma sub-obturação que também prejudicará o processo de

reparo. A constrição apical, quando presente, é a porção mais estreita do canal radicular, com o menor diâmetro de suprimento sanguíneo. O preparo do canal radicular neste ponto resulta em uma adaptação ótima e condições de saúde ideais pós-tratamento endodôntico. A localização exata da constrição apical varia muito de dente para dente e sua relação com o CDC é também variável, tendo em vista que o CDC é bastante irregular, podendo ser 3mm mais alto em uma parede, quando comparado a sua parede oposta.

Especial atenção deve ser dada quando da determinação do comprimento real de trabalho, quer seja provisório ou definitivo, pois sob a luz dos resultados das pesquisas neste assunto, a constrição apical, e não o ápice radicular é concebida como o ponto almejado para estabelecer o limite apical de instrumentação dos canais radiculares (WELK; BAUMGARTNER; MARSHALL, 2003; RAMOS; BRAMANTE, 2005). Em relação à anatomia da constrição apical Höer e Attin (2004) descreveram de forma detalhada que esta constrição situa-se entre o forame menor e o forame apical. Em 2005, num estudo histológico posterior, estes autores dissertaram que: de um total de cento e noventa e três canais radiculares, noventa e três deles (48%) possuíam constrições apicais tradicionais. Cem canais radiculares (51%) possuíam constrições apicais multi-constritas, paralelas ou abertas. Nesse sentido, já em 1984, Dummer et al. classificaram a constrição apical em quatro tipos distintos: constrição única, constrição aberta, constrição multi-constrita e constrição apical paralela. Os autores acrescentaram que esta variação de constrições pode confundir a sensação tátil da obtenção da odontometria, como também, provocar erros durante a obtenção da odontometria eletrônica.

Ainda sobre o limite apical ideal, Nekoofar et al. (2006) atentam que um ponto que gera muitas discussões, e que é negligenciado por muitos pesquisadores, é a morfologia do término apical do canal radicular. Kuttler, em 1955, concluiu que o canal radicular tinha duas secções: uma secção longa cônica na região coronária consistindo de dentina e uma secção cônica pequena em forma de funil consistindo de cimento, localizada na porção apical. Segundo este autor essa segunda porção é considerada um cone invertido e sua base é conhecida como forame apical ou em inglês *major apical foramen*. O ápice do cone invertido é o forame menor ou *minor*

foramen que freqüentemente coincide, ou fica próximo da junção cimento-dentinária – CDC, ou *Cemento-dentinal junction* - CDJ. Sabe-se bem que o forame apical não tem uniformidade, pode ser assimétrico e sua posição pode variar no terço apical, por tipo de dente, modificação por reabsorção apical e idade do paciente. Para autores como Nekoofar et al. (2006) e Höer e Attin (2004) o forame apical é o início da constrição apical.

Como foi dissertado anteriormente, houve uma grande evolução na tentativa de localizar a constrição apical, desde uma sensibilidade tátil digital, tomadas radiográficas, interpretação segundo fórmulas matemáticas, gabaritos e, por fim, métodos eletrônicos (RAMOS; BRAMANTE, 2001). Todavia, segundo Plotino et al. (2006), todos os métodos de odontometria têm suas limitações e o desenvolvimento dos localizadores apicais trouxe uma possibilidade concreta de se obter odontometrias mais precisas.

2.3 Localizadores apicais eletrônicos

De acordo com Nekoofar et al. (2006), o funcionamento dos localizadores apicais eletrônicos é baseado no fato da condutividade elétrica dos tecidos ao redor do ápice da raiz ser maior do que a existente no interior do sistema de canais radiculares, mesmo o canal estando seco ou com fluido não condutivo. Custer (1918 apud Teixeira; Figueiredo, 2004) e posteriormente Suzuki (1942 apud Teixeira; Figueiredo, 2004) indicaram que a resistência elétrica entre um instrumento endodôntico no interior do canal radicular e um eletrodo conectado a mucosa oral registrava valores constantes. Baseado nesses achados, Sunada (1962) reportou que quando a ponta de um instrumento endodôntico encontrava o ligamento periodontal, através do “forame apical”, a resistência elétrica entre o instrumento e a mucosa oral tinha um valor constante. Fundamentados neste princípio, os aparelhos baseados em resistência eram “aptos a detectar o tecido periodontal no forame apical”. Para Nekoofar et al. (2006), os fabricantes dos mais recentes localizadores apicais eletrônicos afirmam que seus produtos localizam a constrição apical. A afirmação dos fabricantes se baseia no fato de que esses aparelhos operam usando diferentes princípios eletrônicos comparados aos aparelhos baseados em resistência

elétrica. Todavia, a evidência científica sugere que a afirmação dos fabricantes não é correta. Por exemplo: Welk et al (2003) reportaram que a habilidade de dois localizadores apicais eletrônicos em identificar a constrição apical variou de 90,7% a 34,4%.

Dunlap et al. (1998), Jenkins et al. (2001) e Plotino et al. (2006) concordaram que a base científica para o funcionamento dos localizadores apicais eletrônicos é a mudança de capacitância elétrica na constrição apical, independente da presença de diferentes eletrólitos no interior do canal radicular, sob diferentes condições clínicas. Infelizmente, de acordo com Nekoofar et al. (2006), a maioria dos fabricantes não determina a exata forma com que os seus equipamentos operam eletronicamente. Gordon e Chandler (2004) classificaram e descreveram os localizadores apicais eletrônicos por “gerações”, todavia isso não ajuda os clínicos na escolha do aparelho adequado. Na essência, não é possível classificar todos os vários produtos do mercado, com exceção daqueles que o princípio fundamental foi determinado pelo fabricante. Claramente pela limitada informação fornecida pelos fabricantes de localizadores apicais eletrônicos, a classificação desses aparelhos é motivo de controvérsia e ignorância.

Há um consenso geral de que procedimentos no canal radicular devem ficar confinados no interior deste, contendo como ponto lógico de final do preparo e obturação do canal radicular a parte mais constricta deste. Não é possível a detecção clínica da constrição apical, além disso, a constrição apical não é uniformemente presente, ou pode ser irregular. Igualmente, não é lógico basear o ponto final dos procedimentos numa distância arbitrária do ápice radiográfico tendo em vista que a posição do forame não está relacionada com o ápice da raiz. Os ERCMDs – *Electronic Root Canal Length Measuring Devices*, (Localizadores apicais eletrônicos) oferecem um meio de localizar o mais apropriado término apical para os procedimentos endodônticos, mesmo indiretamente. O princípio por trás dos localizadores apicais é que os tecidos humanos possuem certas características que podem ser modeladas por meio da combinação de componentes elétricos, portanto pela medição das propriedades elétricas do modelo, isto é, a partir da resistência e impedância, pode-se detectar o término apical. Portanto, a maioria dos modelos localizadores apicais eletrônicos são capazes de encontrar o ponto onde os tecidos

do ligamento periodontal começam fora do canal radicular e, a partir dessa fórmula, podem ser utilizados para manter o tratamento endodôntico no interior do canal radicular. A maioria das pesquisas sugere que deveria ser reduzido 0,5mm da ponta da lima de aferição, na medida onde o localizador apical eletrônico sugere que a ponta da lima está no ligamento periodontal, (*Zero reading*). Isto não significa que a constrição apical foi localizada, na verdade, significa que a lima está no interior do canal radicular próximo ao ligamento periodontal. Não é apropriado confiar em algum aparelho lendo 0,5mm aquém do forame apical maior, assim como na situação citada anteriormente, isto será frequentemente impreciso. Finalmente, o uso da geração para descrever e classificar esses aparelhos é inútil, não científico e, talvez, melhor aceito para objetivos comerciais. (NEKOO FAR et al. 2006).

2.4 Tipos de pesquisas que avaliam localizadores apicais eletrônicos

Em 2004, Gordon e Chandler, realizaram uma pertinente revisão da literatura, referente aos localizadores apicais eletrônicos. Um dos capítulos desse estudo foi uma revisão das metodologias que avaliam os localizadores apicais eletrônicos. Os autores consideraram os estudos *in vivo* os mais representativos para avaliar a acurácia de localizadores apicais eletrônicos. Nestes casos, os pesquisadores cimentam as limas de aferição no interior dos canais radiculares e promovem a exodontia dos dentes para comparar, sob magnificação, o local exato do limite de trabalho. Nas metodologias *in vivo*, os autores verificam qual o comportamento do localizador apical eletrônico durante o uso na clínica diária. Os estudiosos acrescentam que, quando a exodontia dos elementos dentários não for possível, radiografias podem servir para avaliar o limite de trabalho, porém, este tipo de metodologia produz certos problemas associados com a odontometria radiográfica que possui imagem em duas dimensões, variações anatômicas existentes e distorções inerentes à técnica radiográfica. Já os estudos *in vitro* utilizam soluções ou materiais eletrocondutivos para simular a condição clínica do canal radicular. Pesquisas tem utilizado alginato, gelatina, Agar e soro fisiológico para comparar a odontometria eletrônica com o comprimento real do canal radicular. Segundo esses autores, este tipo de metodologia pode levar a infiltração dessas substâncias pelo forame apical promovendo odontometrias eletrônicas prematuras.

Entretanto, para Goldberg et al., (2005); D’Assunção; Albuquerque; Ferreira (2006) e D’Assunção et al., (2007), alguns experimentos *in vitro* demonstram melhor acurácia do que resultados obtidos *in vivo*, devido as condições clínicas.

Existe uma grande controvérsia quanto às metodologias empregadas para testar a precisão dos localizadores apicais e quanto ao limite apical de odontometria eletrônica. Desde microscopia eletrônica de varredura (Pagavino et al. 1998), até tubos de vidro, vários métodos já foram utilizados para avaliar a precisão de localizadores apicais eletrônicos: (HUANG, 1987; FAN et al., 2006).

Numa revisão pertinente ao assunto, muito embora Custer (1918 apud Teixeira; Figueiredo, 2004) tenha utilizado o forame apical como referência para a primeira pesquisa com o princípio dos localizadores apicais, os estudos clássicos de Suzuki (1942 apud Teixeira; Figueiredo, 2004) e Sunada (1962) não especificaram que leito apical foi referendado como término apical das odontometrias eletrônicas obtidas na época. Infelizmente, até os dias atuais, algumas pesquisas não informam o limite apical de comparação com as odontometrias eletrônicas (BROCHARO et al., 2001; LOPES et al., 2002; LIMA et al., 2002). Felizmente, esta falha não é comum à maioria dos artigos científicos que avaliam localizadores apicais eletrônicos.

Alguns estudos utilizam o ápice radiográfico, ou o forame apical radiográfico, como padrão ouro de comparação com as odontometrias eletrônicas (STEFFEN; SPLIETH; BEHR, 1999; TRAVASSOS, 1999; FOUAD; REID, 2000, D’ASSUNÇÃO, 2004; AKISUE, 2007). Como foi descrito em diversas pesquisas, este tipo de metodologia leva a interpretação subjetiva inerente aos exames radiográficos. A avaliação de localizadores apicais eletrônicos a partir de radiografias periapicais pode ser problemática e não é um método aceitável, especialmente em pré-molares. Quando o instrumento endodôntico aparece aquém do forame apical, na verdade ele está bem mais aquém do que aparece radiograficamente. Adicionalmente, quando o instrumento aparece na radiografia além do limite adequado, na verdade ele está bem mais além do que aparenta (HECK, 2005; WILLIAMS et al., 2006; ERDEMIR et al., 2007). Um sério erro das pesquisas que avaliam métodos de odontometria a partir de radiografias periapicais é que o forame apical pode estar localizado de 0,0mm a 3,0mm, distante do ápice radiográfico.

Portanto, testar localizadores apicais usando radiografias periapicais pode ser problemático e não é um método adequado. Em adição, a avaliação do instrumento endodôntico no canal radicular por radiografias pode ser arbitrária e os resultados desses estudos podem ser questionados (ELAYOUTI; LOST, 2006).

Muito embora a maioria dos fabricantes de localizadores apicais eletrônicos defina a constrição apical como o ponto ideal de odontometria, independente do tipo de aparelho localizador apical eletrônico testado, diversas pesquisas que avaliaram a precisão da odontometria eletrônica, desconsideraram essa recomendação e obtiveram como ponto de aferição o forame apical (SHABAHANG, 1996; OUNSI; HADDAD, 1998; VARELA et al., 1998; ALVES, 2000; SOUZA 2000; CUSTÓDIO, et al., 2001; MARTINEZ-LOZANO et al., 2001; JENKINS, 2001; ALVES et al., 2001; KAUFMAN et al., 2002; ELAYOUTI et al., 2002; TINAZ, 2002; COSTA et al., 2002; GOLDBERG et al., 2002; TINAZ; ALACAN; TOPUZ, 2002; BRUNTON; ABDEEN; MACFARLANE, 2002; NAM et al., 2002; NASS; FERREIRA, 2002; GRIMBERG et al., 2002; LEE et al., 2002; NEKOOFAR et al., 2002; CLASSEN, 2003; LUCENA-MARTIN et al., 2004; ALVES et al., 2005; VENTURI; BRESCHI, 2005; CARNEIRO et al., 2006; EBRAHIM et al., 2006; D’ASSUNÇÃO; ALBUQUERQUE; FERREIRA, 2006; D’ASSUNÇÃO et al., 2007; BERNARDES et al., 2007; WRBAS et al., 2007). Em outros casos os autores aferiram a porção mais cervical do forame apical: (VARJABAHAYA; TEPMONGKOL, 1997). Alguns estudos instituíram uma diminuição de 0,5mm do forame apical (TOPUZ et al., 2007; EBRAHIM et al., 2007). Essa maciça maioria de pesquisas que usa o forame apical como parâmetro pode ser explicada pelo fato da metodologia mais utilizada nas referidas pesquisas ter apenas o forame apical como término visível do canal radicular, ficando a constrição apical no interior do canal radicular. Não havendo a confecção de um desgaste dos três ou quatro milímetros apicais radiculares, torna-se empírico inferir sobre a correta localização da odontometria eletrônica na constrição apical a partir destas metodologias em questão.

Neste sentido, Ousin e Naaman (1999) criticaram o critério de recuar a lima 0,5mm do forame apical para avaliação de localizadores apicais. Para eles, alguns autores verificaram o diâmetro maior do forame apical como marca final e outros utilizaram a porção mais coronária do forame apical. A bem da verdade, não há um

consenso dos estudos sobre qual seria a marca odontométrica final ideal, dando margem a várias interpretações. No estudo de Ousin e Naaman (1999) o forame apical foi citado como ponto para odontometria eletrônica mais preciso que a constrição apical, porém na discussão do artigo ficou claro que os dois operadores que avaliaram os localizadores apicais, o fizeram duas vezes, e os valores extremos foram excluídos, levando mais uma vez a subjetividade na obtenção dos dados.

Outros pesquisadores avaliaram a precisão dos localizadores apicais em localizar a constrição apical, mantendo as recomendações dos fabricantes (PRATTEN; McDONALD, 1996; NGUYEN et al., 1996; DUNLAP et al., 1998; LAUPER; LUTZ; BARBAKOL, 1996; CAMPBELL et al., 1998; IBARROLA et al., 1999; TSELNIK et al., 2005; HAFFNER et al., 2005; PLOTINO et al., 2006; EDERMIR et al., 2007; VENTURI; BRESCHI, 2007). Este tipo de pesquisa normalmente lança mão de um desgaste apical e uma análise mais apurada da anatomia do terço apical radicular. Em termos de relevância científica estas metodologias são mais rígidas do que as que consideram a saída do forame apical sem analisar a anatomia apical.

É fato que os fabricantes de localizadores apicais eletrônicos afirmam que o ponto mostrado no *display* (0,5mm), corresponde à constrição apical do canal radicular. Levando em consideração que Campbell et al. (1998) afirmaram que os outros números e valores constantes nos painéis dos localizadores apicais não correspondem às distâncias em milímetros, algumas pesquisas avaliaram a capacidade dos localizadores apicais em localizar ambos: a constrição apical e o forame apical, comparando os resultados entre si. (OUNSI ; NAAMAN, 1999; WEIGER et al., 1999; HECK et al., 2001; WELK et al., 2003; HÖER; ATTIN, 2004; HÖR et al., 2005; ELAYOUTI ; LÖST, 2006).

Vale ressaltar que alguns estudos testaram outras funções e variáveis inerentes as características funcionais dos localizadores apicais tais como: diagnóstico de perfurações verticais e horizontais, fraturas verticais e horizontais, alterações no funcionamento de marca-passos, influência de retratamento e ressecção radicular apical. (FUSS; ASSOOLINE; KAUFMAN, 1997; ZMENER et al., 1999; GAROFALO et al., 2002; OISHI et al., 2002; ELAYOUTI et al., 2005;

GOLDBERG et al., 2005; EBRAHIM et al., 2006; AZABAL; OTERO; MACORRA, 2004; WILSON et al., 2006).

Um outro ponto a ser considerado nas pesquisas que avaliam a acurácia dos localizadores apicais eletrônicos é a margem aceitável utilizada nas pesquisas. A grande maioria dos estudos, tanto *in vivo*, como *in vitro*, considera a margem aceitável de $\pm 0,5\text{mm}$. De acordo com as metodologias mais rigorosas, o erro humano, durante a obtenção da odontometria e posicionamento do cursor na referência oclusal da odontometria, deve ser evitado ou minimizado, produzindo resultados fidedignos, respondendo de uma forma mais honesta e científica se os localizadores apicais eletrônicos são acurados ou não (HÖR; ATTIN 2005; ELAYOUTI et al., 2005; ELAYOUTI; LOST, 2006).

Elayouti et al. (2006) versam que embora a margem de erro do método visual de obtenção do comprimento real do canal radicular não seja clinicamente relevante (0,4mm), ela influencia os resultados de estudos laboratoriais, especialmente quando as leituras possuem acréscimo de 0,5mm na sua categorização ou quando o limite de trabalho exato é investigado (por exemplo estudos para localizar a constrição apical ou forame apical). São exemplos de aproximações metodológicas para diminuição do erro: o uso da média de repetições ou considerar uma margem aceitável de $\pm 0,5\text{mm}$. (LAUPER; LUTZ; BARBAKOL, 1996; WELK et al., 2003; D’ASSUNÇÃO et al., 2007). Este fato pode explicar a variabilidade de resultados dos estudos que avaliaram a precisão dos localizadores apicais eletrônicos. Os resultados devem ser interpretados cuidadosamente em estudos que usam método e dispositivos sem repetibilidade ou não usam métodos para reduzir o erro. Quando a aproximação dos resultados de dois métodos é determinada, um método com pobre repetibilidade não vai concordar nos seus resultados com o método mais rigoroso e reproduzível. Além disso, o resultado será ainda pior quando ambos possuírem pobre repetibilidade. Consequentemente, é imperativo que em estudos que comparem aparelhos de medição, sejam usados métodos de boa repetibilidade.

A odontometria eletrônica é usualmente realizada a partir do ajuste de um cursor de silicone da lima de medida, a uma referência na coroa do dente. Após esta

fase é medida a distância do cursor de silicone até a ponta da lima de aferição. Como já foi comentado, durante este procedimento, medidas imprecisas podem ocorrer por ajuste inadequado do cursor ao ponto de referência, movimentação do cursor durante o procedimento de medição, falta de paralelismo entre o longo eixo da lima e a referência e identificação inadequada do comprimento da lima. Na clínica diária estes problemas podem ser minimizados adotando-se técnicas para diminuir a imprecisão das aferições, como por exemplo: preparo de um ponto de referência coronário estável e obtenção de medidas repetidas. Todavia em estudos laboratoriais ou clínicos podem ocorrer erros que vão influenciar nos resultados, especialmente quando diferentes aparelhos são comparados ou quando a repetibilidade de um aparelho ou método é avaliada. (ELAYOUTI; LOST, 2006).

A primeira pesquisa que utilizou uma plataforma de estabilização do dente e do instrumento de aferição foi o estudo de Hör et al. (2005). Todavia os autores não utilizaram um micrometro digital para averiguar as odontometrias eletrônicas. Além disso, os pesquisadores utilizaram uma agulha em substituição à lima de aferição.

Um modelo para avaliação da acurácia e repetibilidade das odontometrias eletrônicas, obtidas por localizadores apicais, foi sugerido por Elayouti e Lost em 2006. Esses pesquisadores compararam a precisão e repetibilidade do método desenvolvido por eles (MM) através de uma plataforma de medição, com a do tradicionalmente utilizado, o método visual (MV). O método descrito pelos autores utiliza um micrômetro para determinar a distância percorrida pela lima durante a odontometria eletrônica. No método visual o comprimento de trabalho é determinado visualmente, usando-se uma régua ou paquímetro, sob um aumento de 6x. Na plataforma de medição, cada medida foi repetida uma vez e a repetibilidade de cada método foi avaliada mediante o cálculo do coeficiente de repetibilidade, o qual foi o de 0,04mm obtido pelo modelo proposto (MM) e o de 0,9mm obtido pelo método visual (MV). O erro de mensurações obtidas a partir do método proposto (MM) foi significativamente menor que o método visual (MV). Adicionalmente, houve uma diferença considerada estatisticamente significativa entre as médias das diferenças absolutas, em diferentes medições, em comparação ao método visual. Os autores concluíram que o método da plataforma de suporte (MM) teve uma repetibilidade

superior àquela obtida pelo método convencional da interpretação visual, o qual demonstrou obter medidas imprecisas. Os estudiosos acrescentaram que, dentre outros problemas, quando é usado o método visual, pode haver erros pela falta de ajuste ou de movimentação do cursor de silicone, no ponto de referência eleito para odontometria.

Embasando-se neste brilhante estudo de Elayouit e Lost (2006), esta pesquisa utilizou parte de sua metodologia para aferir a acurácia e repetibilidade de três localizadores eletrônicos apicais: Root ZX II, Mini Apex Locator e o Novapex, com posterior colagem da lima no canal radicular e desgaste lateral apical radicular, a fim de comprovar a acurácia e a repetibilidade destes aparelhos.



Objetivos



3 Objetivos

3.1 Objetivo geral

Avaliar *in vitro* a acurácia e a repetibilidade da odontometria eletrônica.

3.2 Objetivos específicos

- a) Determinar e comparar a acurácia das odontometrias eletrônicas, obtidas por meio de três localizadores apicais eletrônicos, com o comprimento real do canal radicular na constrição apical;
- b) Determinar e comparar o coeficiente de repetibilidade das odontometrias eletrônicas, observando se existiu ou não diferença significativa entre os valores médios das odontometrias obtidas pelos três localizadores apicais eletrônicos.



MATERIAIS E MÉTODOS



4 MATERIAIS E MÉTODOS

Objetivando-se uma melhor reprodutibilidade da pesquisa, a metodologia foi descrita por tópicos, facilitando-se a compreensão do leitor.

4.1 Desenho do estudo

Na presente pesquisa, foi realizada uma avaliação da acurácia de equipamentos utilizados na terapia endodôntica, verificando-se o percentual de odontometrias corretas, além da repetibilidade das medidas obtidas por três aparelhos eletrônicos de odontometria: Root ZX-II (J. Morita, Kyoto, Japão), Mini Apex Locator (Sybron Endo, Anaheim, CA, USA) e Novapex (Forum Technologies, Rishon Le-zion, Israel).

Para a validação de um método de diagnóstico ou de mensuração, como é o caso da odontometria eletrônica, um dos aspectos a ser observado é a repetibilidade ou reprodutibilidade. A repetibilidade ou precisão é avaliada pela comparação de medidas repetidas de um mesmo objeto. Repetibilidade diz respeito à consistência ou concordância de resultados quando o exame se repete em condições idênticas, num curto período de tempo. Para se realizar um estudo de acurácia, que vai determinar se o método é eficiente, é necessário que se teste sua repetibilidade ou reprodutibilidade para que o mesmo seja confiável e a partir daí, este possa ser validado. (PEREIRA, 1995).

4.2 Localização do estudo e amostra estudada

Foram selecionados para este estudo trinta e três dentes humanos permanentes, com raízes retas, únicas, com canais únicos e com ápices completamente formados. Estes dentes foram extraídos de pacientes atendidos na Clínica de Periodontia e no Curso de Especialização em Cirurgia do Centro Odontológico de Estudos e Pesquisas (COESP), em João Pessoa (PB), o qual cedeu toda a infra-estrutura, necessária para a realização da pesquisa.

Foi obtido um termo de doação dos dentes que foram utilizados na pesquisa (ANEXO A).

Os espécimes foram colocados em hipoclorito de sódio a 2,5% por duas horas e os restos de ligamento periodontal e osso alveolar foram removidos com curetas periodontais e por último foram lavados em água corrente e armazenados em soro fisiológico. Os espécimes foram autoclavados por quinze minutos a 121° C, e novamente armazenados em soro fisiológico, trocado semanalmente.

4.3 Considerações bioéticas

Esta pesquisa foi aprovada na 27ª Reunião Ordinária do Comitê de Ética em Pesquisa da Secretaria da Saúde do Estado da Paraíba, realizada no dia 27 de fevereiro do corrente ano (ANEXO B).

4.4 Destino do material biológico

Os diferentes tipos de resíduos foram selecionados adequadamente. Os resíduos contaminados foram separados, identificados e colocados em saco plástico branco leitoso resistente, impedindo que se espalhasse para o ambiente. Os resíduos perfuro-cortantes foram colocados em recipientes rígidos com boca pequena. Os resíduos sólidos contaminados e não contaminados foram coletados pelo órgão municipal responsável, para seu adequado destino e processamento.

4.5 Seleção da amostra e critérios de exclusão

Os espécimes utilizados na pesquisa foram inspecionados diretamente com lupa de 4x de magnificação (Lumaggi. Victoria, Hong Kong) e radiografados no sentido mesio-distal e vestibulo-lingual. Os que possuíam ápice aberto, fraturas

radiculares, forame obstruído, perfurações radiculares e canais acessórios foram excluídos da amostra. Foi introduzida uma lima do tipo K #10 para checar obstruções no canal radicular, saída foraminal no vértice radicular e a patência foraminal (Figura 1).

O filme radiográfico periapical utilizado para a avaliação dos espécimes foi o AGFA de 22mm de altura por 35mm de largura, (AGFA – DENTUS M2, Bélgica, lote R4 223186 – 12/2008). A exposição foi de 0,3 segundos. O aparelho de raios-X utilizado foi um Espectro II (Dabi Atlante, São Paulo, Brasil), de 70kVp com 10mA, com temporizador digital, cone longo e filtragem total equivalente a 2,5mm de alumínio. As radiografias periapicais foram tomadas com angulação vertical de 0°. O processamento radiográfico foi feito no mesmo dia pelo método tempo/temperatura. As soluções: reveladora e fixadora foram da marca Kodak (Kodak, Japão) e foram trocadas após o processamento de quinze radiografias ou dentro de cinco dias após a utilização inicial. O processamento radiográfico foi manual em câmara escura portátil de acrílico modelo VH Softline (Araraquara, São Paulo, Brasil), com três recipientes plásticos posicionados da esquerda para a direita, na seguinte ordem: revelador, água para banho intermediário e solução fixadora. A lavagem final foi feita em um tanque de inox com água corrente.



Figura 1 – Espécime disposto para radiografia no sentido vestibulo-lingual.



Figura 2 – Checagem da presença de obstruções no canal radicular.

4.6 Tamanho da amostra

O tamanho total da amostra foi de cinquenta e dois espécimes, sendo que após o desgaste apical, restaram trinta e três espécimes devidamente preparados para que fosse possível a utilização de testes estatísticos paramétricos de acordo com Elayouti et al (2005). Dois espécimes foram usados como controles para teste do correto funcionamento da plataforma de medição.

4.7 Descrição dos aparelhos localizadores apicais

4.7.1 Descrição do Novapex

O Novapex (Forum Technologies, Rishon Le-zion, Israel) trabalha com duas frequências alternadas e é composto de um painel de medição que simula um canal radicular, com marcações de 1,0mm, 0,5mm (constricção apical) e 0,0mm de distância do forame apical. O aparelho também possui dois eletrodos para conexão da lima e da alça labial (Figura 3). Utiliza uma bateria interna de 3,6 v, o qual conduz um indicador que avisa quando há necessidade de recarga. O alarme sonoro do Novapex é intermitente, porém, a medida que o instrumento endodôntico no interior do canal vai se aproximando da constricção apical e do forame apical o som vai aumentando a sua intensidade e diminuindo a intermitência. Ao ultrapassar a marca “0,5mm”, o som torna-se contínuo.

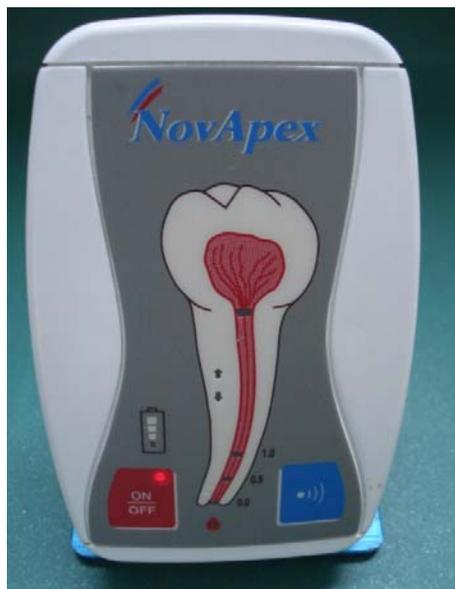


Figura 3 – Aparelho Novapex.

4.7.2 Descrição do Root ZX –II (*Canal Measurement Module*)

O Root ZX – II é um localizador apical que pode ser acoplado a uma outra unidade (*Low speed handpiece module – módulo de peça de mão de baixa rotação*). Tem especificações técnicas e princípio de funcionamento iguais aos do Root ZX (J. Morita, Kyoto, Japão). O aparelho Root ZX II (J. Morita, Kyoto, Japão) possui um visor de cristal líquido maior que o Root ZX e mede o comprimento de trabalho pelo cálculo da relação entre as duas frequências (400 Hz e 8 kHz). De acordo com o fabricante, a marcação de 0,5mm indica que a ponta da lima encontra-se na constrição apical e os números da régua de medida do monitor de cristal líquido não representam a odontometria em milímetros. Se a lima passar do ponto indicado pela linha apical, o alarme tornar-se-á contínuo e a palavra *apex*, próximo à linha apical, começará a piscar. Quanto a tomada da odontometria eletrônica, deve-se avançar com a lima conectada ao localizador apical até a marca 0,5mm e, em seguida, avançar até a marca 0,0 *apex* para, posteriormente, ela recuar até a marcação 0,5mm. Segundo o fabricante, este é o ponto considerado como ideal para a odontometria. O aparelho funciona com três baterias AA de 1,5v. A unidade é composta, basicamente, de um painel de

medição com marcações de 3mm, 2mm, 1mm e *apex* e possui dois eletrodos para a conexão da lima e da alça labial (Figura 4).

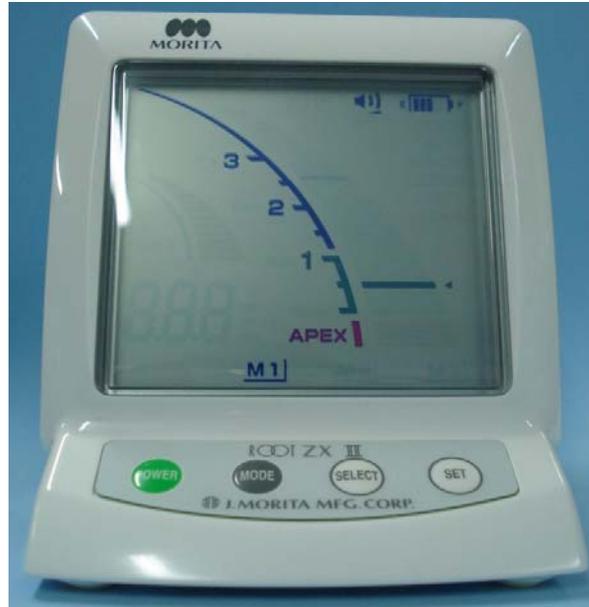


Figura 4 – Aparelho Root ZX - II.

4.7.3 Descrição do Mini Apex Locator

O Mini Apex Locator (Sybron Endo, Anaheim, CA, USA), utiliza um sofisticado sistema de medidas por multi-freqüência e um sinal digital. Após o acesso à câmara pulpar, deve ser conectada uma lima de número #08 a #20. Quando se inicia o processo de medição é criado um micro-circuito a partir das múltiplas freqüências do aparelho. O seu painel possui luzes azuis indicadoras de 2,0; 1,5 e 1,0mm aquém do limite ideal; uma luz indicadora verde que indica a posição considerada pelos fabricantes como ideal e uma luz amarela que indica que a lima está além do limite apical ideal. O software do localizador apical recebe e processa o sinal digital, emitido pelos eletrodos do aparelho, conectado ao lábio do paciente por meio da alça labial, o qual irá fechar o circuito e determinar a odontometria, traduzindo em milímetros a distância da ponta da lima até a constrição apical. O aparelho funciona com uma bateria AA de 1,5v(Figura 5).



Figura 5 – Aparelho Mini Apex Locator.

4.8 Coleta de dados

Os dados da pesquisa foram coletados na seqüência a seguir.

4.8.1 Preparo dos dentes

Inicialmente a coroa de cada espécime foi removida com disco diamantado montado em peça reta, na altura da junção cimento-esmalte, para confecção de um plano que serviu como referência cervical. O tamanho médio dos dentes foi um padrão de 13mm, para facilitar a manipulação na plataforma de medição. O conteúdo de cada canal radicular foi removido com instrumentos convencionais do tipo K, de diâmetro compatível com o do canal radicular. Para convencionar a patência apical, uma lima #10 do tipo K (Dentsply-Maillefer, Baillaigues, Switzerland) foi inserida nos canais radiculares, recuada após passar cerca de 1mm através do forame apical. Foi realizado o preparo cervical/médio com brocas Gates-Glidden (Dentsply-Maillefer, Baillaigues, Switzerland) de números: 4, 3, 2 e 1, de acordo com o diâmetro dos canais radiculares até 5 mm aquém do comprimento da raiz. Os espécimes foram numerados com caneta para marcação permanente, ponta fina, Pilot P.R 1,0mm, tanto na superfície radicular

como na borda cervical, para facilitar a visualização durante a obtenção das odontometrias eletrônicas (Figura 6).



Figura 6 – Espécime preparado, e com uma lima do tipo K 10 # no forame apical.

4.8.2 Componentes do método da plataforma de medição para obtenção do coeficiente de repetibilidade

Desenvolvida por Elayouti et al. (2005), a plataforma usada nesta pesquisa foi modificada por D'Assunção e Albuquerque (2006), sem mudanças nos objetivos a que se destina (Figura 7). O modelo é composto dos seguintes elementos:

- A) Um micrometro digital devidamente preparado para receber qualquer lima manual, que poderá ser fixada para servir de lima de medição;
- B) Um tambor na parte superior do micrômetro, com rotação no sentido horário para levar a ponta do micrômetro (montada com a lima endodôntica), com movimentos para adiante, e com rotação anti-horária, para produzir o movimento de reversão do instrumento endodôntico;
- C) Um suporte conectado ao micrômetro para fixar a lima de medição;
- D) Um anel em três dimensões, ajustável com o objetivo de fixar o dente e alinhar o longo eixo do canal radicular com a lima de medição (Figuras 7 e 8);

- E) Um recipiente para colocação de meio eletro-condutivo (soro fisiológico), e do clipe labial do localizador apical;
- F) O medidor do micrômetro digital indica a posição da ponta da lima com uma acurácia de 0,001mm. Qualquer distância percorrida pela ponta da lima pode ser determinada calculando-se a diferença entre as duas medidas consecutivas obtidas no micrômetro digital (através da posição inicial e final da ponta da lima). (Figura 9);
- G) O micrômetro digital usado foi o de fuso rotativo modelo 110.284 Digimess de 0-25 mm (Digimess, Brasil) (Figura 10).



Figura 7 – Método da plataforma de medição modificado por D'Assunção e Albuquerque (2006), para avaliar a acurácia e repetibilidade de odontometrias eletrônicas.



Figura 8 – Detalhes do anel em três dimensões com a lima de medição.



Figura 9 – Detalhes do medidor do micrômetro digital.

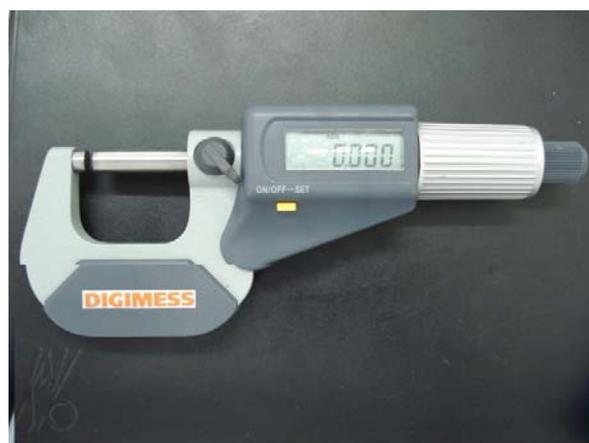


Figura 10 – Micrômetro digital Digimess de 0-25 mm (Digimess, Brasil).

4.8.3 Seqüência de uso da plataforma de medição (MM)

De acordo com a descrição realizada sobre o funcionamento da plataforma de medição, e com as instruções citadas por Elayouti e Lost (2006), a seqüência de uso do modelo de suporte para acurácia de odontometrias eletrônicas é a seguinte:

1. Uma lima do tipo K #15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) foi acoplada ao micrometro para servir como lima de aferição;
2. Um espécime foi fixado no anel e o longo eixo do canal radicular foi alinhado com a lima de aferição (Figura 8);
3. O movimento da lima de medição foi realizado girando-se o tambor do micrômetro no sentido horário, para avançar, ou anti-horário, para retroceder;
4. A ponta da lima endodôntica foi ajustada ao nível da referência inicial do canal radicular, que foi obtido zerando-se o display do micrômetro. A medida foi então registrada e utilizada para os três localizadores apicais como medida referência – {R 0,0};
5. Cada localizador apical foi conectado à lima endodôntica e ao meio eletro-condutivo do mesmo espécime;
6. A lima de medição foi avançada apicalmente, até os localizadores apicais mostrarem nos seus mostradores o ponto "0,0", o que de acordo com os fabricantes, corresponde ao forame apical.;
7. O dispositivo de aferição do micrômetro, conectado à lima endodôntica, foi recuado lentamente, até o mostrador dos localizadores apicais marcar "0,5", o que, de acordo com os fabricantes, corresponde à constrição apical. Aguardou-se cinco segundos e a medida do micrômetro foi registrada como medida eletrônica-{E 0,5}; para cada localizador apical eletrônico.

8. À distância percorrida pela ponta da lima de {R 0,0} até {E 0,5} representou o comprimento de trabalho e foi calculada a partir da fórmula da subtração de {R.00} por {E 0,5};
9. Para obter-se a medida de repetição, uma segunda odontometria foi realizada no mesmo canal radicular, nas mesmas condições, tendo novamente como parâmetro inicial a referência {R 0,0};
10. Nas repetições das medidas, um novo registro da medida de referência {R 0,0} foi desnecessário, porque o dente e a lima estavam fixados nos respectivos anéis e permaneceram sem mudanças nas suas posições durante o experimento;
11. O operador que realizou as odontometrias eletrônicas não tomou conhecimento das medidas obtidas no micrômetro, que foram anotadas por outro operador.

4.8.4 Obtenção das medidas

Utilizando-se os três localizadores apicais eletrônicos testados foram obtidas trinta e uma medidas eletrônicas no limite apical de 0,5mm, sendo que houve uma repetição para cada uma delas. No total final constaram, sessenta e duas medidas eletrônicas para cada aparelho localizador apical, totalizando cento e oitenta e seis odontometrias eletrônicas.

4.8.5 Odontometria eletrônica

Para a realização da odontometria eletrônica, como já foi descrito selecionou-se uma lima endodôntica do tipo K #15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) de 21mm de comprimento, havendo espaço suficiente para a conexão no pólo do localizador apical. A lima foi conectada a um eletrodo do localizador apical eletrônico, para todos os canais radiculares avaliados. O outro eletrodo do aparelho ficou posicionado no interior do recipiente de vidro, em contato com o soro fisiológico, lateralmente ao dente a ser mensurado. Os aparelhos foram

ligados, conforme instruções dos fabricantes, não havendo necessidade de ajuste prévio. O canal radicular foi preenchido com solução irrigadora fisiológica a 0,9%, sendo removido o excesso cervical com pelotas de algodão. Procedeu-se à leitura da posição do forame apical, introduzindo-se, lentamente, no interior do canal radicular, a lima de aferição movendo-se o tambor da cabeça micrométrica no sentido apical, até que se registrasse no localizador apical eletrônico a marca apex no visor. A lima foi recuada até a marca no mostrador do localizador apical 0,5mm, correspondendo à constrição apical. Após isso, a medida em 0,5mm foi registrada e a lima foi recuada até a demarcação do limite cervical {R 0,0}. É importante salientar que as medidas obtidas pelos localizadores apicais, montados no micrômetro, foram adquiridas movendo-se a lima no sentido cervical, para se evitar medidas imprecisas por curvatura do instrumento em irregularidades do canal radicular. A odontometria eletrônica foi repetida, para confirmar a sua repetibilidade. Após o registro das duas odontometrias eletrônicas em todos os dentes e aparelhos, cada lima foi fixada ao seu respectivo dente, na marca 0,5 obtida pelo último localizador apical testado (Root ZX-II). As odontometrias eletrônicas só foram registradas após cinco segundos de estabilidade da obtenção das medidas com os localizadores apicais. Após a obtenção, repetição e registro das odontometrias eletrônicas obtidas pelos três aparelhos, cada lima foi fixada ao seu respectivo dente, após a última odontometria eletrônica, com Etil-cianocrilato Super Bonder (Henkel Ltda., Brasil), e registrada para cada dente. Cada espécime ficou por 30 minutos montado na plataforma, para que houvesse a polimerização final do Etil-cianocrilato. Durante a remoção do conjunto lima/dente, da plataforma de medição, um cuidado adicional foi tomado para não modificar a posição do medidor do micrômetro. Em seguida, foi obtida a respectiva distância entre a ponta da lima e a constrição apical de cada dente.

4.8.6 Obtenção da distância da ponta da lima até a constrição apical

A obtenção da distância entre a ponta da lima e a constrição apical foi obtida de acordo com Welk et al. (2003) e Carneiro et al. (2006). Os quatro

milímetros apicais de cada espécime foram desgastados com broca diamantada 3195-F (KG Sorensen, Diadema, São Paulo, Brasil) e discos de polimento Soflex (3M do Brasil, Sumaré, Brasil), no plano determinado como ideal para preservação e visualização da ponta da lima, em relação à referência apical (construção apical). O corte com brocas foi feito até que fosse deixado um remanescente de dentina delgado que foi removido, cuidadosamente, com Lâminas de bisturi 15C (Solidor, Médico International Trading Co. Ltda. China).

O terço apical de cada espécime, depois de preparado, foi colocado ao lado de um paquímetro digital de medidas lineares (Digimess, São Paulo, Brasil), com régua de 15cm, com possibilidade de medição externa, interna, profundidade, fabricado em aço inoxidável temperado de alta resistência, com display cristal líquido e com a indicação da medida em milímetros ou polegadas, com possibilidade de leituras de 0,01mm/00005 e repetitividade de 0,01mm/0005 para facilitar a obtenção das distâncias, das referências apicais para a ponta de cada lima de aferição (Figura 11). O paquímetro foi ajustado para a marca de 4 mm e esses conjuntos, foram fotografados com máquina Sony modelo W-70 (Sony, Japão) com 15x e 30x de magnificação (Figura 12), fixada em uma estativa de padronização de acordo com (Rodriguez, 2007), de tal forma que a câmera fotográfica enquadrou o ápice de cada dente com uma distância uniforme (6 cm), evitando interferências durante a aquisição da imagem (Figura 13). As imagens foram projetadas numa tela plana de computador de LCD de 20 polegadas HP W1907 (Hewlett Packard, USA), por meio de um computador Athlon 1.7GHz, com 256mb de memória.

Para obtenção do padrão ouro, quanto às medidas dos localizadores apicais, três investigadores, sendo um clínico e dois endodontistas, sem interferência, determinaram, respectivamente, as distâncias, em décimos de milímetros: da ponta da lima à construção apical, com o auxílio de um paquímetro digital, ao lado da foto, em cada espécime, para comparação em décimos de milímetros com as medidas obtidas pelos localizadores apicais, conectados à plataforma, na construção apical. As distâncias do limite apical que foram positivas

indicaram que a ponta da lima ficou além da constrição apical. Valores negativos indicaram que a ponta da lima ficou aquém da constrição apical. A cada quinze exames, obedeceu-se á um intervalo de quinze minutos de repouso, para todos os examinadores. Os três examinadores avaliaram a constrição apical após uma explicação ilustrada da anatomia apical (Figura 14). Foi aplicado o teste estatístico de correlação de Pearson para avaliar a concordância inter-examinadores que demonstrou alta concordância.

Todo o processo de medição da distância da ponta da lima até a constrição apical foi feito de acordo com Rodrigues (2007), utilizando-se o sistema Image Tool v. 1.28 for Windows (University of Texas Health Science Center in San Antonio, USA), para fazer a medição em décimos de milímetros da distância da ponta da lima na odontometria final até a constrição apical para cada dente. (Figura 15). Como dito anteriormente, a calibração das imagens dos ápices foi feita pelo posicionamento do paquímetro ajustado para 4mm. (Figuras 16 a 19).



Figura 11 - Paquímetro digital (Digimess, São Paulo, Brasil).

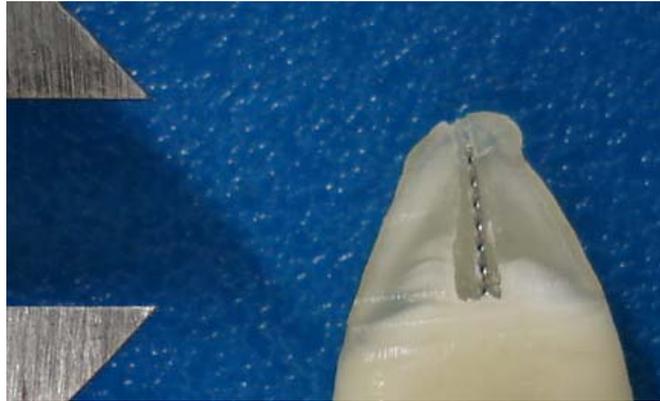


Figura 12 – Foto de ápice radicular preparado sob 15x de aumento.

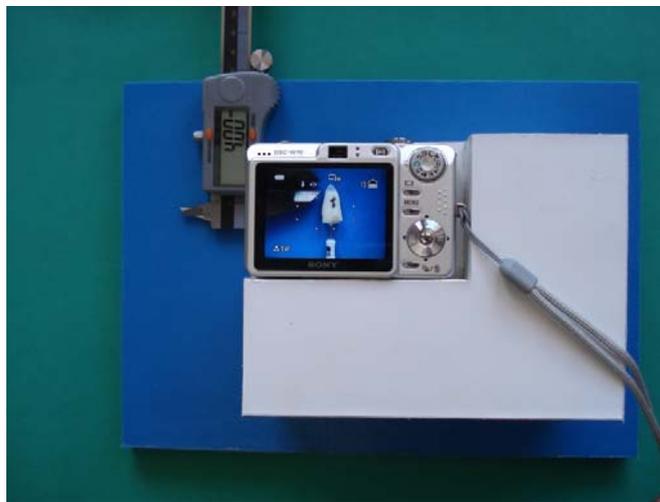


Figura 13 – Estativa para fotografias, máquina digital e paquímetro digital.

Constricção apical

Forame apical

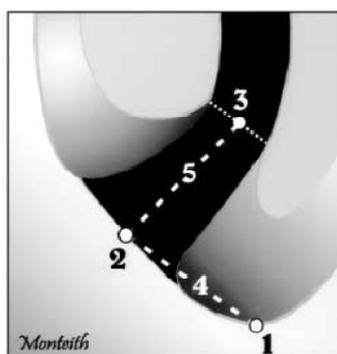


Figura 14 – Anatomia apical de acordo com Kuttler (1955).

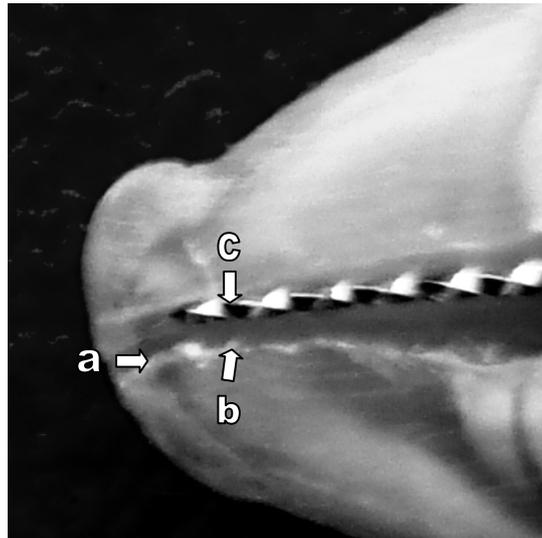


Figura 15 - Visualização da constrição apical (a) forame apical, (b) constrição apical (c) ponta da lima de medição.

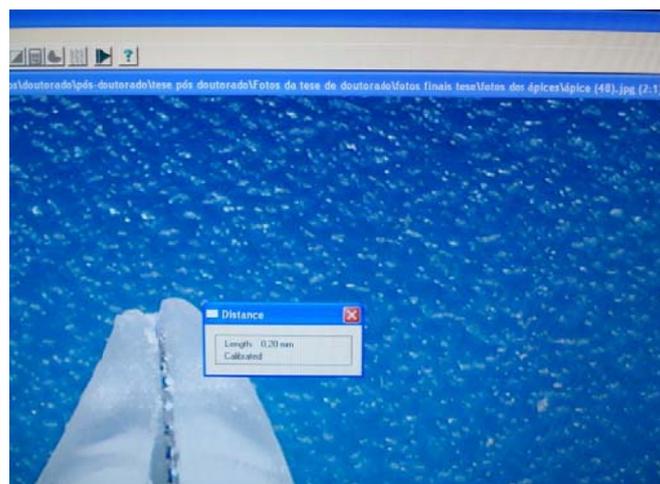


Figura 16 - Localização da constrição apical no programa Image Tool.

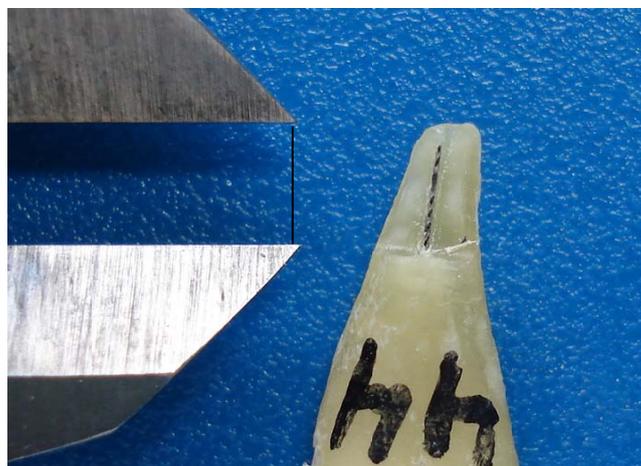


Figura 17 – Calibração das medidas pelo paquímetro.

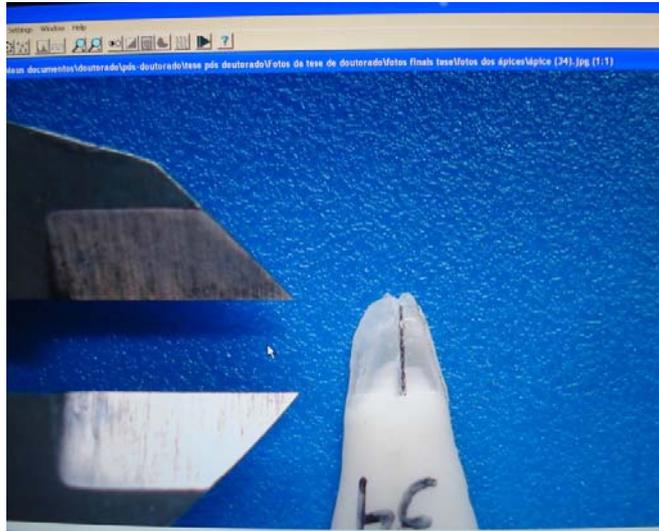


Figura 18 – Calibração das medidas pelo programa Image Tool.



Figura 19 – Distância da ponta da lima à constrição apical.

4.9 Análise dos dados

Com base nos dados, as medidas foram dispostas em tabelas de freqüências e analisadas quanto ao grau de concordância entre os métodos de odontometria eletrônica e direta. Além disso, foi verificado o coeficiente de repetibilidade das medidas obtidas por cada um dos três localizadores apicais.

4.10 Métodos estatísticos

Para análise dos dados foram obtidas distribuições absolutas, percentuais, as medidas estatísticas: média e desvio padrão, o coeficiente de repetibilidade, o coeficiente de correlação de Pearson, o coeficiente de concordância e o procedimento gráfico proposto por Bland e Altman (1986), o intervalo da média ± 2 desvios padrão (técnicas de estatística descritiva). Além disso, foram obtidos intervalos de confiança para as medidas e para as diferenças entre aparelhos, entre medidas repetidas e entre examinadores com 95,0% de confiança e o teste *t* de student para comparação das odontometrias eletrônicas e o padrão ouro (técnicas de estatística inferencial).

O coeficiente de repetibilidade é igual a duas vezes o valor do desvio padrão da diferença analisada e a fórmula para o cálculo do coeficiente de concordância proposto por Lin é:

$$\rho_c = \frac{2\sigma_1\sigma_2\rho}{2\sigma_1\sigma_2 + (\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\mu_1 - \mu_2)^2}$$

Na fórmula, respectivamente, são descritos: o ρ_c é o coeficiente de concordância, σ_1 e σ_2 representam os desvios padrão das duas medidas e μ_1 e μ_2 representam as médias. Os valores de σ_1 e σ_2 foram substituídas pelos desvios padrão amostrais (S_1 e S_2) e os valores de μ_1 e μ_2 foram substituídos pelas médias amostrais (\bar{X}_1, \bar{X}_2).

Os intervalos de confiança foram obtidos com 95,0% de confiança. Os dados foram digitados no programa Microsoft Office Excel 2003 (Microsoft Corp. USA) e os cálculos estatísticos foram realizados no programa SAS (*Statistical Analysis System*) na versão 8 e na planilha do programa Microsoft Office Excel 2003.

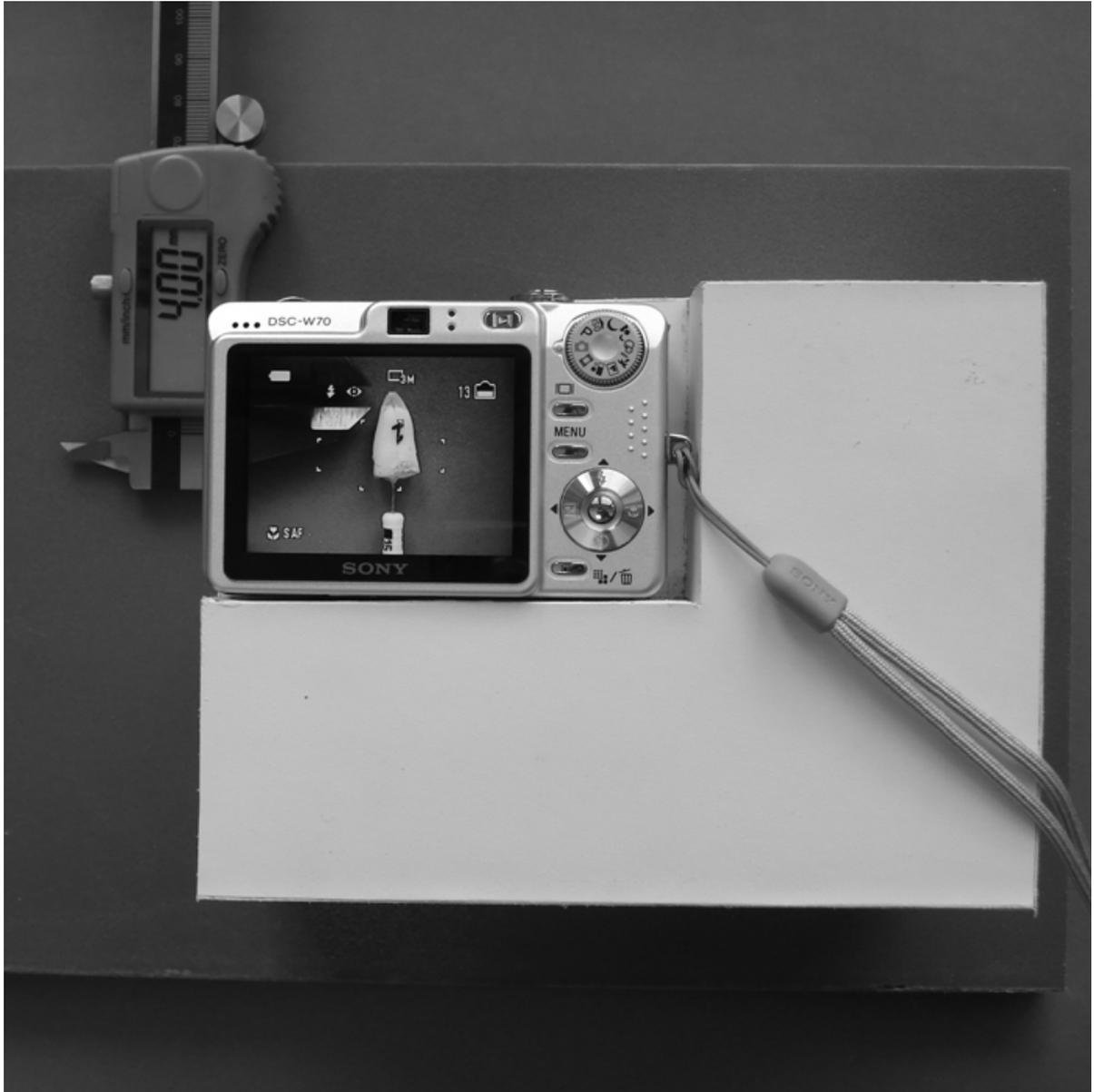
4.10.1 Explicação sobre o coeficiente de repetibilidade

A determinação do coeficiente de repetibilidade de uma técnica pode ajudar a quantificar a precisão ou a imprecisão de um procedimento.

Segundo Elayouti e Löst (2006), repetibilidade é a capacidade de um aparelho ou método de prover valores similares para a mesma medição, sob as mesmas condições, quando houver repetições por diversas vezes. Para se determinar a repetibilidade de um aparelho ou método, as seguintes condições devem existir:

1. Procedimentos e locais idênticos para as medições;
2. Equipamentos de medições e condições idênticos;
3. Um operador experiente e consistente;
4. Repetições completadas num curto período de tempo.

Para que fossem realizadas as comparações entre as medidas obtidas pelos localizadores apicais eletrônicos, foi usado o método da plataforma de medição (MM) descrito por Elayouti e Löst em 2006, pois, segundo os estudiosos citados, quando a repetibilidade é avaliada, as variações de medições atribuídas ao método, ao aparelho e ao operador devem ser minimizadas.



RESULTADOS



5 RESULTADOS

5.1. Objetivos Estatísticos

Os objetivos estatísticos estão de acordo com os objetivos da pesquisa que foram os seguintes:

Determinar o grau de concordância entre os três aparelhos localizadores apicais eletrônicos utilizados e verificar se existe ou não diferença significativa entre as medidas obtidas pelos aparelhos localizadores apicais eletrônicos em relação à constrição apical.

Determinar por aparelho a concordância entre as medidas repetidas e verificar se existe ou não diferença significativa entre as medidas repetidas obtidas pelos três localizadores apicais eletrônicos em relação à constrição apical.

5.2 Avaliação comparativa entre as medidas obtidas através dos aparelhos Root, ZX-II, Mini Apex Locator e Novapex

A Tabela 1 mostra que a maioria das medidas se localizava entre - 0,24mm a 0,25mm em cada um dos aparelhos, sendo esta frequência mais elevada entre as medidas do aparelho Root ZX-II do que entre os outros dois aparelhos localizadores apicais eletrônicos. Para o aparelho Root ZX-II três medidas estavam aquém do intervalo citado e nenhuma além deste intervalo, enquanto que para o aparelho Mini Apex Locator havia seis medidas fora do intervalo, sendo uma no intervalo - 0,50 a - 0,26 e cinco no intervalo 0,26 a 0,50.

Já para o aparelho Novapex havia uma medida na faixa – 0,50 a – 0,26 e seis na faixa de 0,26 a 0,50.

Tabela 1 – Avaliação da faixa de medidas por aparelho Localizador apical eletrônico utilizado em relação à medida do padrão ouro (construção apical).

Faixa de medidas em milímetros	Aparelho utilizado					
	Root ZX-II		Mini Apex Locator		Novapex	
	n	%	n	%	N	%
-0,50 a -0,26	3	9,7	1	3,2	1	3,2
-0,25 a -0,01	6	19,4	5	16,1	10	32,2
0,00	13	41,9	-	-	-	-
0,01 a 0,25	9	29,0	20	64,6	14	45,2
0,26 a 0,50	-	-	5	16,1	6	19,4
TOTAL	31	100,0	31	100,0	31	100,0

Na Tabela 2 apresenta-se a média, desvio padrão das medidas obtidas e intervalo de confiança para a média das medidas para cada um dos aparelhos localizadores apicais eletrônicos. Desta tabela destaca-se que: a única média negativa das medidas foi registrada para as medidas do aparelho Root ZX-II. As médias foram inferiores a $\pm 0,10\text{mm}$ em cada aparelho, entretanto a média mais próxima de zero ocorreu no aparelho Root ZX-II, sendo encontrada para esse aparelho a única média que conteve o valor 0,00.

Tabela 2 – Média, desvio padrão das medidas por aparelho localizador apical eletrônico em relação à medida do padrão ouro (construção apical).

Medidas estatísticas	Aparelho utilizado		
	Root ZX-II	Mini Apex Locator	Novapex
Média	-,0077	0,0923	0,0732

Desvio padrão	0,1492	0,1628	0,1738
IC 95% para a média	- 0,0625 a 0,0470	0,0325 a 0,1520	0,0095 a 0,1370

De acordo com o teste de Shapiro-Wilk comprovou-se que as diferenças entre os pares de aparelhos Root ZX-II, Mini Apex Locator e Novapex apresentaram distribuição normal ($p = 0,623$ para a diferença entre Root ZX-II e Mini Apex Locator; $p = 0,068$ para a diferença entre o Root ZX-II e o Novapex e $p = 0,847$ para a diferença entre o Mini Apex Locator e Novapex).

Na Tabela 3 apresentam-se os resultados das diferenças entre os pares de aparelhos: média, desvio padrão, coeficiente de repetibilidade, intervalos média ± 2 desvios padrão, intervalo de confiança com 95,%, coeficiente de correlação de Pearson, coeficiente de concordância proposto por Lin e o valor de (p) para variâncias correlacionadas. Desta tabela destaca-se que: as médias das diferenças entre o Root ZX-II com cada um dos aparelhos foi negativa e a diferença entre o Mini Apex e o Novapex foi positiva; a menor média foi registrada entre os aparelhos Mini Apex Locator e o Novapex.

Dos cálculos auxiliares de freqüência registrou-se que dois corpos de prova apresentaram diferenças que ultrapassaram os limites do intervalo: média ± 2 , desvios padrão na diferença entre os aparelhos Root ZX-II e Mini Apex Locator, sendo uma com valor inferior (- 0,32) e uma com valor superior (0,17). Entre os aparelhos Root ZX-II e Novapex dois valores ultrapassam os limites, sendo todos dois menores do que o limite inferior (-0,31 e - 0,28). Na comparação entre os valores do Mini Apex Locator e Novapex dois valores ultrapassaram o limite inferior do intervalo, sendo um valor menor do que o limite inferior: (-0,28) e um mais elevado do que o limite superior (0,34). Todos os intervalos de confiança para cada par de aparelhos contiveram o valor zero, resultado este que indicou a não existência de diferença significativa entre os pares de aparelhos; o valor de coeficiente de concordância foi 0,83 para os aparelhos Root ZX-II e Mini Apex Locator e foi 0,88 para os aparelhos Root ZX-II e Novapex e foi quase perfeita

entre os aparelhos Mini Apex Locator e Novapex, resultados estes que indicam uma concordância elevada entre os aparelhos. O teste de *t* de Student mostrou que houve diferença significativa entre as odontometrias eletrônicas obtidas pelos três aparelhos e o padrão ouro (construção apical) ($p < 0,05$).

Tabela 3 – Média, desvio padrão, coeficiente de repetibilidade, correlação de Pearson, concordância e intervalo de confiança com 95,0% para a diferença entre pares de dois aparelhos localizadores apicais.

Estatística	Pares de aparelhos		
	Root ZX-II e Mini Apex Locator	Root ZX-II e Novapex	Mini Locator e Novapex
Média	- 0,1000	- 0,0810	0,0190
Desvio padrão	0,1023	0,0855	0,1235
Coeficiente de repetibilidade ⁽¹⁾	0,2046	0,1710	0,2470
Intervalo: Média \pm 2.desvios padrão	- 0,3046 a 0,1046	- 0,2520 a 0,0900	- 0,2280 a 0,2660
IC 95% diferença (Ap 1 – Ap 2)	- 0,1375 a - 0,0625	- 0,1123 a - 0,0496	- 0,0263 a 0,0643
Coeficiente de correlação Pearson: $r(p)$	0,79 (< 0,001*)	0,87 (< 0,001*)	0,73 (< 0,001*)
Coeficiente de concordância: ρ_C (Lin)	0,83	0,88	0,99
Valor de p ⁽²⁾	0,484	0,098	0,607

(*) Correlação estatisticamente diferente de zero.

(1) Entre as medidas dos pares de aparelhos.

(2) Para a comparação entre as variâncias correlacionadas.

Obs: Os valores entre parêntesis representam valores da significância p .

Os Gráficos de 1 a 6 demonstraram as médias das somas e das diferenças das medidas individuais. Destes gráficos observa-se que a maioria dos

pontos dos Gráficos 1 e 2 se encontram com ordenadas negativas, indicando uma tendência do aparelho Root ZX-II a apresentar medidas menores do que o padrão ouro e menores do que os outros dois aparelhos localizadores apicais eletrônicos. Os Gráficos de 1 a 3 mostram que duas diferenças em cada foram inferiores a $\pm 0,25$. O Gráfico 3 apresenta distribuição mais uniforme dos pontos em relação as diferenças com valores positivos e negativos.

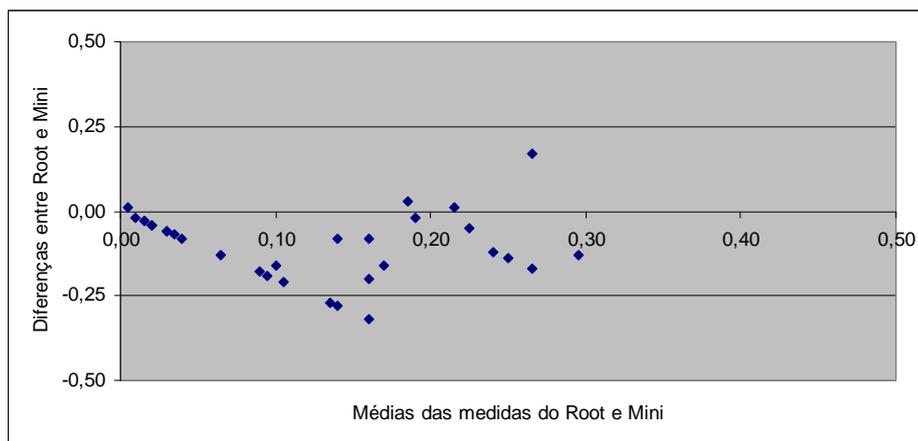


Gráfico 1– Médias das somas das medidas pelas diferenças dos aparelhos Root ZX-II e Mini Apex Locator.

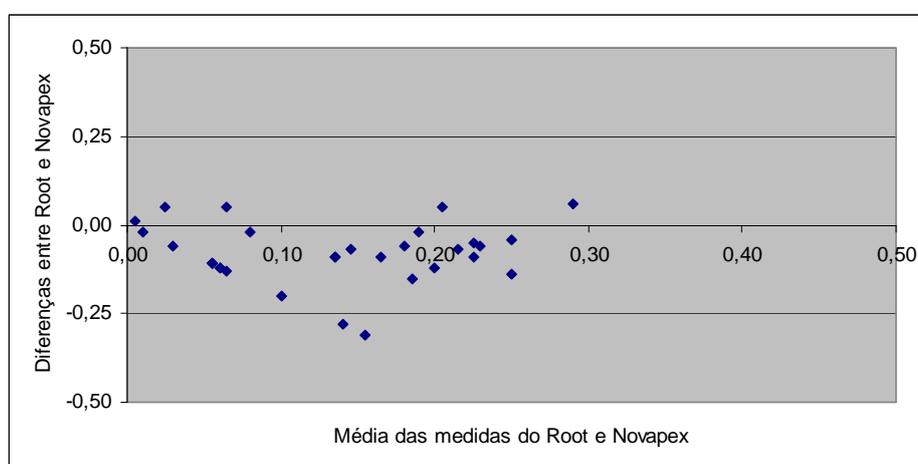


Gráfico 2 – Médias das somas das medidas pelas diferenças dos aparelhos Root ZX-II e Novapex.

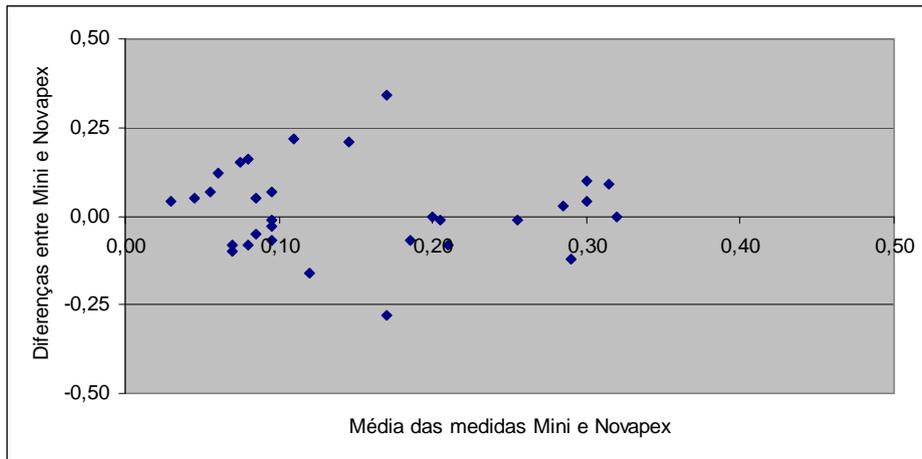


Gráfico 3 – Médias das somas das medidas pelas diferenças dos aparelhos Mini Apex Locator e Novapex.

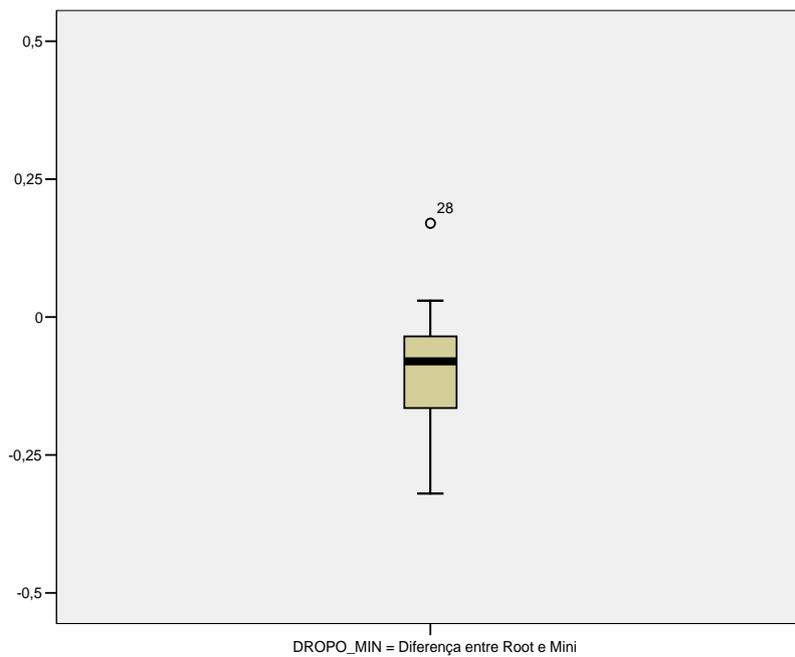


Gráfico 4 – Diferença acumulativa entre Root ZX-II e Mini Apex Locator.

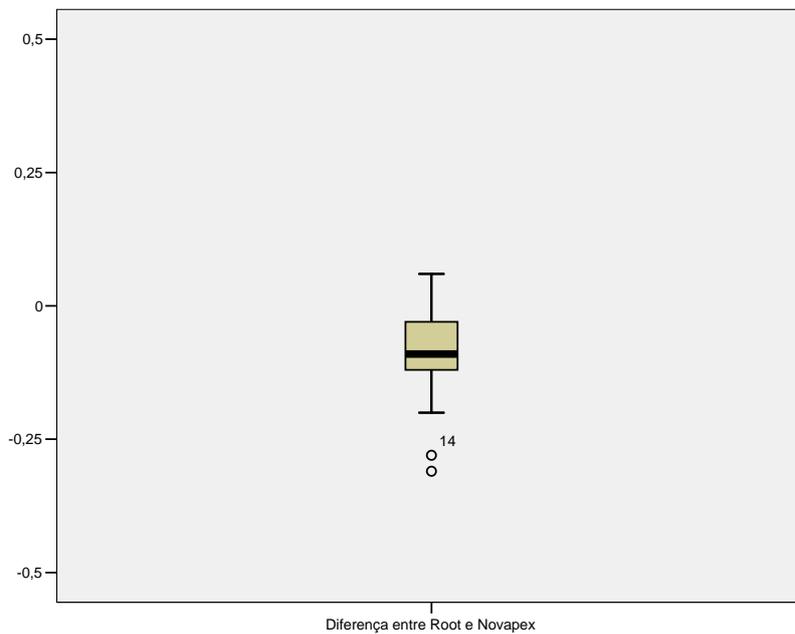


Gráfico 5 – Diferença acumulativa entre Root ZX-II e Novapex.

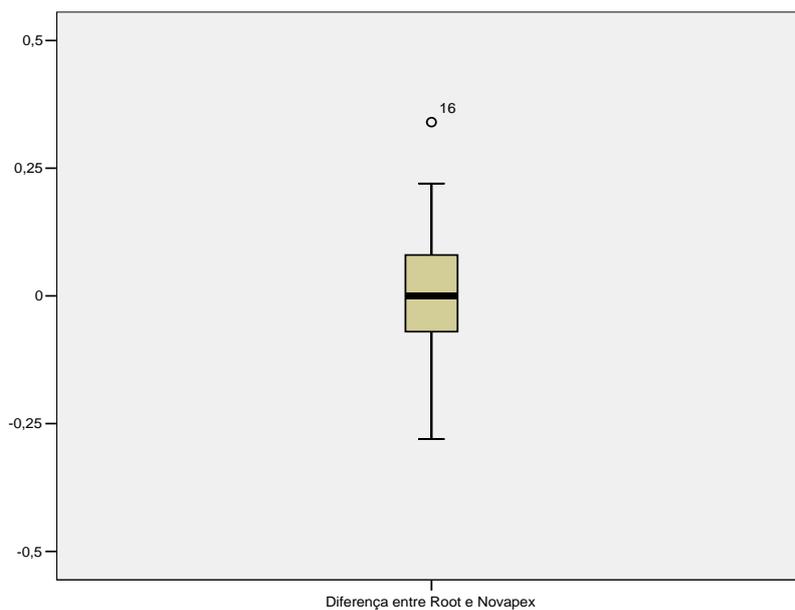


Gráfico 6 – Diferença acumulativa entre Mini Apex Locator e Novapex.

5.3. Avaliação comparativa entre as medidas repetidas para os aparelhos Root ZX-II, Mini Apex Locator e Novapex

Na Tabela 4 apresentam-se os resultados das medidas repetidas por aparelho. Desta tabela destaca-se que todas as diferenças entre a primeira e a segunda medida variaram de -0,09 a 0,09 no aparelho Root ZX-II, sendo que 35,5% das diferenças foram nulas; com exceção de duas diferenças no aparelho Mini Apex Locator e uma para o aparelho Novapex que foram inferiores entre - 0,20 a - 0,10 todas as demais se encontravam no intervalo - 0,09 a 0,09.

Tabela 4 – Avaliação da faixa de medidas repetidas por aparelho utilizado em relação à medida do padrão ouro.

Faixa das medidas	Aparelho utilizado					
	Root ZX-II		Mini Apex Locator		Novapex	
	n	%	n	%	n	%
-0,20 a -0,10	-	-	2	6,4	1	3,2
-0,09 a -0,01	8	25,8	9	29,0	10	32,2
0,00	11	35,5	12	38,7	13	41,9
0,01 a 0,09	12	38,7	8	25,8	7	22,6
0,10 a 0,20	-	-	-	-	-	-
TOTAL	31	100,0	31	100,0	31	100,0

Na Tabela 5 apresenta-se a média e o desvio padrão das medidas para avaliação da repetibilidade dos aparelhos localizadores apicais eletrônicos. Desta tabela observa-se que as médias foram negativas para o aparelho Root ZX-II e positivas para os aparelhos Mini Apex Locator e Novapex. As médias foram no máximo iguais a 0,0942 e foram menos elevadas entre as amostras do aparelho Root ZX-II do que entre os outros dois aparelhos.

Tabela 5 – Média, desvio padrão das medidas repetidas por aparelho em relação à medida do padrão ouro.

Estatística	Aparelho utilizado					
	Root ZX-II		Mini Apex Locator		Novapex	
	Medida 1	Medida 2	Medida 1	Medida 2	Medida 1	Medida 2

Média	-0,0119	-0,0077	0,0942	0,0923	0,0802	0,0732
Desvio padrão	0,1518	0,1492	0,1607	0,1628	0,1737	0,1738

Na Tabela 6 apresentam-se os resultados das diferenças entre os pares de medidas por aparelho. Desta tabela destaca-se que: as médias das diferenças entre as duas medidas foram bastante próximas de zero desde que o maior valor foi 0,0070. Ressalta-se que das frequências das diferenças registrou-se que: dois valores ultrapassaram os limites dos intervalos das diferenças entre as duas medidas repetidas: média \pm 2 desvios padrão em cada uma dos aparelhos Root ZX-II e Mini Apex Locator e apenas uma diferença ultrapassou os limites do aparelho Novapex. Os intervalos de confiança tiveram amplitudes bastante reduzidas, os coeficientes de correlações foram bastante elevados e os coeficientes de concordância foram exatamente iguais a 1,00 em cada aparelho o que leva a concluir que a repetibilidade foi bastante elevada em cada aparelho. O teste de igualdade de variâncias não mostrou diferenças significantes na variabilidade entre as medidas repetidas em nenhum dos aparelhos ($p > 0,05$).

Tabela 6 – Média, desvio padrão, coeficiente de Repetibilidade, Correlação de Pearson, Concordância e Intervalo de Confiança com 95,0% para a diferença entre os pares de medidas repetidas por aparelho.

Estatística	Aparelho		
	Root ZX-II	Mini Apex Locator	Novapex
	Med 1 x Med2	Med 1 x Med2	Méd 1 x Med2
Média	- 0,0042	0,0019	0,0070
Desvio padrão	0,0193	0,0513	0,0380

Coeficiente de repetibilidade ⁽¹⁾	0,0386	0,1026	0,0760
Intervalo: Média \pm 2.desvios padrão	- 0,0428 a 0,0344	- 0,1007 a 0,1045	- 0,069 a 0,083
IC 95% diferença (Medida 1 – Medida 2)	- 0,0113 a 0,0029	- 0,0169 a 0,0207	- 0,0068 a 0,0210
Coeficiente de correlação Pearson: r(p)	0,99 (< 0,001*)	0,95 (< 0,001*)	0,98 (< 0,001*)
Coeficiente de concordância: ρ_C (Lin)	1,00	1,00	1,00
Valor de p ⁽²⁾	0,602	0,191	0,116

(*) Correlação estatisticamente diferente de zero.

(1) Entre as medidas de repetibilidade.

(2) Para a comparação entre as variâncias correlacionadas.

Obs: Os valores entre parêntesis representam valores da significância p.

Os Gráficos 7 a 9 mostram valores das diferenças muito reduzidas e com distribuição uniforme entre os valores positivos e negativos.

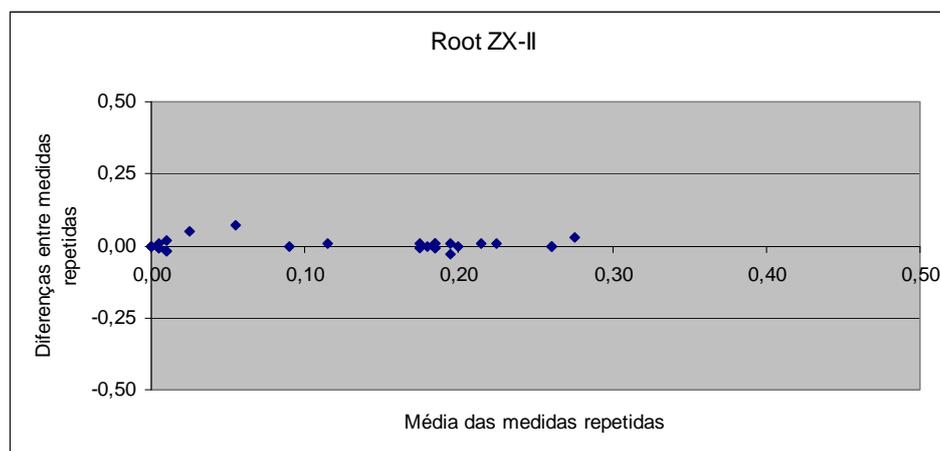


Gráfico 7 – Gráfico das medidas repetidas para o aparelho Root ZX-II.

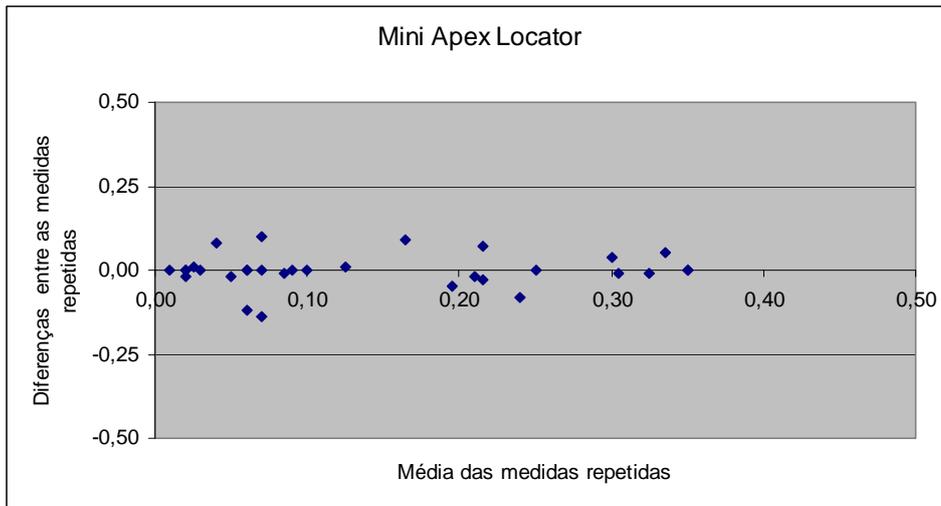


Gráfico 8 - Gráfico das medidas repetidas para o aparelho Mini Apex Locator.

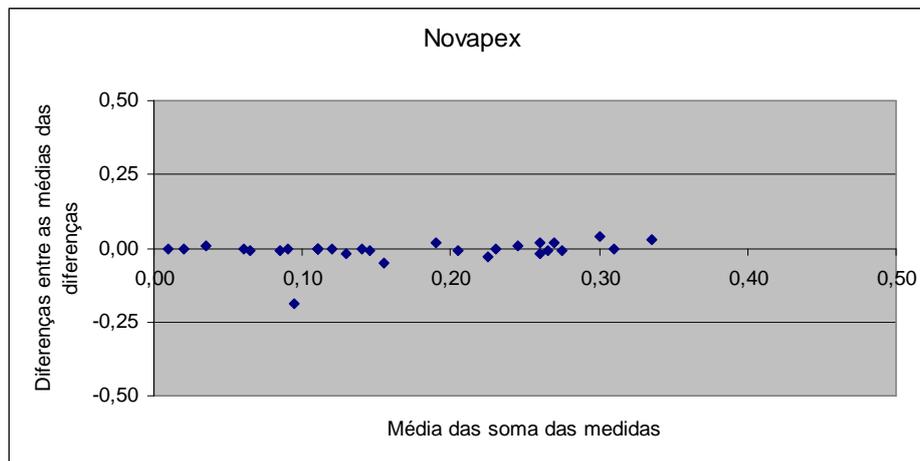


Gráfico 9 - Gráfico das medidas repetidas para o aparelho Novapex.



Discussão

6 DISCUSSÃO

Todo ponto de vista se apóia em certos pressupostos sobre a natureza da realidade. Quando se reconhece este fato, os pressupostos funcionam como hipóteses; quando se esquece isso, esses funcionam como crenças. Os conjuntos de hipóteses criam as teorias e o conjunto de teorias cria os paradigmas. Dessa forma, um paradigma é uma espécie de teoria geral de objetivos capaz de abranger a maioria dos fenômenos conhecidos de seu campo ou de lhes fornecer um contexto. É de se supor que toda teoria ou paradigma científico esteja continuamente aberto às modificações ou refutações. Entretanto, as teorias bem sucedidas podem tender a ser vistas por certas, passam a ser paradigmas normativos, tornam-se inquestionáveis e passam a fornecer o modo certo de agir, de fazer ou de pensar. Essa aderência a um paradigma pode formar um forte vínculo e, assim, os profissionais e pesquisadores só serão capazes de admitir a sua própria teoria por lhes parecer evidente que não pode ser de outro modo. A isto chama-se fixação do paradigma (PÉCORA; CAPELLI, 2003).

As pesquisas em saúde, de uma forma geral, devem realizar associações entre causa e efeito de uma forma coerente e crítica. Não se deve tratar relações dinâmicas entre determinantes de índole qualitativamente distinta, como se fossem ligações de terminação causal simples, ou seja, como variáveis qualitativamente homogêneas ou de peso igual, por mero reducionismo. Dentre outras necessidades ao rigor metodológico, são importantes: a coleta dos dados adequada, formulação de hipótese causal, controle de variáveis estranhas à associação, testagem de significância estatística e interpretação dos achados à luz de critérios de causalidade predeterminados. Preenchidos esses requisitos, acrescenta-se que as próprias condições de pesquisa constituem variável complexa e importante para o que se considera como resultados da investigação. A confiabilidade do re-teste, a reprodutibilidade e a minimização de variações em seus resultados quando utilizados por diferentes operadores em momentos

distintos, também são considerados como pontos chave no rigor metodológico das pesquisas em saúde. (MOYSÉS, 1999).

Esta pesquisa avaliou a acurácia e repetibilidade das odontometrias eletrônicas obtidas com três localizadores apicais eletrônicos, visando criar evidências para responder se o paradigma de que a odontometria eletrônica realmente localiza a constrição apical. No intuito de discutir de forma mais apurada os resultados da presente pesquisa foram abordados alguns aspectos metodológicos importantes.

6.1 Metodologia empregada

Utilizou-se nessa pesquisa uma avaliação *in vitro* da acurácia de equipamentos e materiais utilizados na terapia endodôntica. Verificou-se o percentual de odontometrias corretas, bem como a repetibilidade das medidas obtidas por três aparelhos localizadores apicais eletrônicos. Até a existência do método da plataforma de medição a margem de erro aceitável era de $\pm 0,5\text{mm}$. Durante a presente pesquisa a margem de erro passou a ser de $0,001\text{mm}$. Desenvolvida por Elayouti e Löst (2006), a plataforma de medição é de simples construção, e favorece uma reprodutibilidade superior aos métodos anteriores, além de minimizar erros de execução quando comparado a outros métodos como o direto de visualização da lima na saída do forame apical.

O uso do método estatístico de Bland e Altman (1986) ao nível de 5,0%, verificou a repetibilidade das medidas obtidas. De acordo com Martelli Filho et al. (2005), este método estatístico, pode utilizar um mínimo de dez pares de medidas, livres de distribuição (não normal). Como poderá ser visto adiante, não é possível uma comparação fiel com resultados anteriores, pois se forem extrapolados os resultados obtidos nessa tese, para a margem de $\pm 0,5\text{mm}$, utilizada comumente pelos autores citados na revisão da literatura, todos os três aparelhos localizadores apicais testados obteriam 100% de acurácia.

Uma desvantagem encontrada no método da plataforma de medição é o fato de que os dentes que possuíam obstrução no forame apical, ápice aberto e forame para-apical foram excluídos da amostra e houve uma quantidade considerável de perdas (trinta e seis dentes). Adicionalmente, durante o desgaste radicular apical, mais espécimes foram perdidos (quinze dentes) pela impossibilidade de visualização das estruturas apicais após o desgaste excessivo. Essa situação já havia sido abordada por Welk; Baumgartner e Marshall (2003) que obtiveram perda de espécimes durante o desgaste apical para análise.

Em relação aos dentes utilizados para controle utilizados na presente pesquisa, observou-se na literatura consultada, que além do presente estudo, apenas a pesquisa de Venturi e Breschi (2007) utilizou grupo controle. O uso dos espécimes para controle reforçou a validade da metodologia utilizada, visto que, quatro odontometrias eletrônicas foram obtidas para cada aparelho localizador apical, sendo duas além da constrição apical e duas aquém da constrição apical. Após o desgaste dos ápices, todas as medidas foram confirmadas como corretas, aquém ou além da constrição apical.

Gordon e Chandler (2004) preconizaram que a mudança na capacitância elétrica na altura da constrição apical, é a base para a operação e acurácia de aparelhos como o Root ZX. Este aparelho foi testado em diversas pesquisas, alcançando um índice de mais de 90% de precisão na margem aceitável de $\pm 0,5\text{mm}$. Entretanto, Lauper, Lutz e Barbakol (1996) criticaram as metodologias que utilizavam diferentes espécimes para avaliação da precisão de diferentes aparelhos localizadores apicais eletrônicos. Os autores ressaltaram a importância de se testar diferentes localizadores apicais nos mesmos espécimes, sob as mesmas condições e comentaram a dificuldade de comparar os resultados com outros estudos, devido às diferentes variáveis metodológicas empregadas.

Desde o estudo pioneiro de Huang (1987), ficou clara a influência na odontometria eletrônica, de muitas variáveis como: reabsorções apicais, diâmetro do forame apical, eletrocondutividade do canal radicular e outros. Nesta pesquisa, no entanto, com uma seleção criteriosa da amostra, houve uma variação mínima nos terços apicais e isto foi comprovado pela alta concordância em medições repetidas, quando da comparação entre medidas repetidas pelo mesmo aparelho. O mais apropriado seria rever as metodologias utilizadas em outros estudos, realizando-se uma profunda análise histológica a partir de métodos confiáveis que considerassem todas as variáveis possíveis (diâmetro da constrição apical, solução irrigadora, distância do forame apical, grupo dentário, idade do paciente e do dente). Um exemplo dessa variabilidade é o estudo conduzido por Fouad e Reid. (2000) que considerou o diâmetro do forame apical de 0,30mm como limite máximo para o estudo da precisão dos localizadores apicais eletrônicos. Em oportunidades anteriores, também utilizou-se as metodologias questionadas nessa pesquisa: avaliação por radiografias (D'ASSUNÇÃO, 2004); visualização direta da lima no forame apical (D'ASSUNÇÃO; ALBUQUERQUE; FERREIRA, 2006); e margem aceitável de $\pm 0,5$ mm da constrição apical (D'ASSUNÇÃO et al., 2007). O fato de haver uma certa concordância, em termos de percentual de acertos, da presente pesquisa com outros estudos controlados demonstra que seria arrogante de nossa parte invalidar essas metodologias que precederam a atual. Apenas torna-se interessante a correta aplicabilidade em cada nível de evidência a que se destina o estudo. Como foi discutido por Moysés (1999) a associação causal errônea pode levar a erros metodológicos grosseiros. Em outras palavras, com metodologias pouco rigorosas, não há condições de se inferir com segurança se há uma associação ou não, por exemplo, entre odontometria eletrônica e a posição correta da constrição apical. Estudos com o método da plataforma de medição, que necessitam de um grande aparato tecnológico e uma seleção de amostra rigorosa, deveriam ser indicados para avaliar a acurácia e a repetibilidade de localizadores apicais eletrônicos; os estudos *in vivo* com desgaste apical poderiam medir variáveis clínicas impossíveis de serem reproduzidas *in vitro* como, por exemplo, a influência do estado da polpa, se vital ou necrosada.

Finalmente os estudos *in vitro* que consideram a margem aceitável de $\pm 0,5\text{mm}$ deveriam ser utilizados como estudos preliminares e treinamento pré-clínico do uso de localizadores apicais eletrônicos.

Durante a presente pesquisa, freqüentemente, quando o tambor do micrômetro foi girado os seus valores também mudaram porém, o indicador do display do Novapex e do Mini Apex Locator não se alterou, fato que ocorreu com menor freqüência para o Root ZX-II. Essa situação foi mais comum para o Mini Apex Locator. Em termos de resultados, como será visto adiante, essa característica se traduziu numa menor concordância com a exata posição da constrição apical as odontometrias eletrônicas obtidas pelos três aparelhos. Essa situação deve ser abordada em futuros estudos.

No estudo de Welk et al. (2003), embora o Root ZX e o Endo Analyzer tenham princípios diferentes, respectivamente, múltipla freqüência e método da razão das impedâncias, de acordo com Huang (1987) o princípio dos localizadores apicais eletrônicos é físico. Todavia, tanto os fenômenos físicos quanto os biológicos vão influenciar a habilidade dos localizadores apicais eletrônicos em obter odontometrias precisas. Nekoofar et al. (2006) corroboraram com este raciocínio e criticaram a classificação dos localizadores apicais eletrônicos por “gerações”. Na presente pesquisa, foram utilizados três localizadores apicais com princípios eletrônicos diferentes. Diante dos resultados, os três não foram acurados para a realização da odontometria eletrônica, muito embora as odontometrias eletrônicas tenham ficado num ponto próximo à constrição apical. Portanto, não é correto por parte dos fabricantes afirmarem que apenas o princípio dos localizadores apicais “geração”, vai proporcionar uma odontometria eletrônica mais precisa, quando é sabido que diferentes variáveis vão influenciar nos resultados da obtenção do comprimento de trabalho eletrônico. Pesquisas rigorosas foram realizadas e não houve base para essa afirmação dos fabricantes (WELK; BAUMGARTNER; MARSHALL, 2003; GOLDBERG et al. 2005; D’ASSUNÇÃO; ALBUQUERQUE; FERREIRA, 2006). Na presente pesquisa,

embora o Mini Apex Locator seja considerado pelos fabricantes como mais preciso por possuir múltipla frequência, essa diferença, na prática não se traduziu em resultados. Mais uma vez novas pesquisas com metodologias controladas devem ser realizadas para comprovar ou rejeitar essas “teorias” na sua grande maioria, empíricas, comerciais e sem fundamentação científica.

Hör et al. (2005) afirmaram que a variação de posição da ponta da lima de aferição nas odontometrias eletrônicas depende da resistência da dentina e esta não pode ser medida clinicamente, pois existe uma grande variação da coroa até o ápice do dente. Portanto, segundo esses autores, uma precisa localização da constrição apical não é possível. Isto pode ser visto no baixo percentual de concordância exata entre as limas de aferição e a constrição apical, encontrado na presente pesquisa. De fato, vários são os estudos que demonstraram que as variáveis podem alterar os resultados. (PRATTEN; McDONALD, 1996; IBARROLA et al., 1999; TSELNIK et al., 2005; PLOTINO et al., 2006; VENTURI; BRESCHI, 2007). Portanto, estudos posteriores comparando aparelhos iguais ou de mesmo princípio podem ser de grande valia para confirmar ou negar tais afirmações.

Fato importante foi discutido por Pratten e McDonald (1996), ao compararem localizadores apicais eletrônicos e radiografias periapicais para a identificação da constrição apical. Os autores alertaram que embora o localizador apical eletrônico seja mais preciso em determinar o ponto ideal de instrumentação e obturação, não é indicado se essa diferença é clinicamente relevante. Portanto, a diferença estatisticamente significativa entre EALs e RX deve ser vista com reservas. Em outras palavras, o potencial para haver medidas melhores com o localizador apical eletrônico existe, porém dependendo de situações particulares cada caso deve ser avaliado individualmente. Por analogia, diferenças de décimos de milímetros da ponta de uma lima de aferição até a constrição apical, devem também ser observadas com cuidado, sempre com o objetivo de promover o maior sucesso possível nos índices de tratamentos endodônticos bem sucedidos, sendo esse o principal objetivo da pesquisa em Endodontia.

Como versa o próprio título do artigo de Elayouti e Löst (2006), foi desenvolvido um método de medição para uma determinação consistente da acurácia e repetibilidade de localizadores apicais. Na descrição de repetibilidade os autores dissertam que esta é a capacidade de um dispositivo de medição em produzir valores similares, da mesma medida, sob as mesmas condições em medições repetidas. A análise estatística demonstrou que os três localizadores testados na presente pesquisa não preencheram os requisitos necessários para serem considerados como acurados, porém estes são possuidores de boa repetibilidade.

Claramente os fabricantes insistem em afirmar que os localizadores apicais identificam a constrição apical, porém, como será discutido adiante, esta afirmação não é verdadeira, embora não haja relevância clínica numa distância de décimo de milímetros para mais ou menos, embora haja uma alta repetibilidade nas medidas obtidas na atual pesquisa, o mais apropriado seria que os fabricantes afirmassem que o localizador apical eletrônico identifica um ponto próximo à constrição apical.

Muito embora a constrição apical tenha sido utilizada como parâmetro, como foi discutido por diversos autores, esse limite não é fixo. Mesmo com a seleção rigorosa dos espécimes para a presente pesquisa, ficou evidente que a constrição apical não era uniformemente localizada a 0,5mm do forame apical, bem como o localizador apical também não identificou em 100% dos casos esta estrutura. Todavia, todas as odontometrias eletrônicas ficaram num ponto próximo à constrição apical, a média de distâncias para essa estrutura anatômica não ultrapassou 0,10mm para os três localizadores apicais eletrônicos.

6.2 Discussão dos resultados

O objetivo da presente pesquisa foi o de avaliar a acurácia e repetibilidade da odontometria eletrônica, tendo como parâmetro a constrição apical dos canais radiculares. Há uma grande quantidade de pesquisas que avaliaram localizadores apicais eletrônicos. Como foi dissertado no capítulo de revisão da literatura, a comparação de resultados deve ser feita com os mesmos parâmetros metodológicos. Dessa forma, foram discutidos, em termos de percentual de acertos e média de desvios da constrição apical, os artigos que tinham como parâmetro apenas a constrição apical. Foi feita uma discussão dos resultados encontrados na presente pesquisa, comparando-se os dados com pesquisas anteriores que tiveram a constrição apical como ponto de comparação.

Nguyen et al. (1996) ao desgastarem ápices para a avaliação de precisão de odontometrias eletrônicas, encontraram resultados piores que os da presente pesquisa. Os autores encontraram uma distância entre 0,20mm além a 1,00mm aquém da constrição apical, com uma média de 0,45mm (SD \pm 0,33mm). Histomorfologicamente a constrição apical estava ausente em todos os dentes estudados. Entretanto, a ponta da lima estava confinada no interior do canal radicular em todos os dentes testados. Nesse sentido, essa situação foi encontrada também em nossa pesquisa, embora o forame apical não fosse parâmetro de odontometria, todas as limas de teste encontravam-se no interior do canal radicular. Apesar disso, Kobayashi et al. (1997) afirmaram que a marca (0,5mm) dos localizadores apicais corresponde a constrição apical. Em seu estudo, morfometricamente a constrição apical foi encontrada numa distância de 0,51mm aquém do forame menor o que tornaria válida a identificação da constrição apical por localizadores apicais. Todavia, segundo esses autores isto ocorre porque os localizadores apicais operam pelo princípio de localização da parte mais estreita do canal radicular que pode coincidir com a constrição apical.

Resultados também negativos, quando comparados com a presente pesquisa foram encontrados por Ibarrola et al. (1999) que obtiveram odontometrias eletrônicas corretas com uma média de 0,4mm de distância para a

construção apical, para o grupo sem alargamento prévio do canal radicular e 0,04mm para o grupo com alargamento prévio do canal radicular. Os autores dissertaram que a pior distância encontrada para os dentes sem pré-alargamento do canal radicular, embora exista, não é clinicamente relevante. Todavia, ao se comparar os dados do grupo com alargamento prévio do canal radicular, com os dados da presente pesquisa, a média de odontometrias corretas foi melhor do que a encontrada para a média obtida pelo Mini Apex Locator (0,0923mm) e pelo Novapex (0,0732mm). Já Weiger e Lost (1999) obtiveram uma proporção média de medidas, dentro de ± 0.5 mm da construção apical, de 0,85mm para o Root ZX, na posição “0,5mm”, sem se levar em conta o conteúdo do canal radicular. Para esses autores o Apit (Osada, Electric Co. A, USA), constantemente exibiu medidas mais curtas que as do Root ZX. Adicionalmente, os autores contra-indicaram a comparação de resultados de estudos que utilizam o forame apical como parâmetro, com estudos que utilizaram a construção apical e acrescentaram que estes resultados devem ser vistos com precaução.

Confirmando esse raciocínio, embora as odontometrias eletrônicas obtidas por Plotino et al. (2006) tenham atingido uma margem de precisão acima dos 90%, para três aparelhos testados (Root ZX, o Elements diagnostic Unit e o Propex), no caso específico do Propex houve uma diferença estatisticamente significativa e a maioria das odontometrias eletrônicas ficou além do limite sugerido pelos autores como a “construção apical”. Os estudiosos acrescentaram que embora esses localizadores apicais previnam o risco da lima endodôntica ultrapassar o forame apical durante a odontometria, por esse tipo de metodologia não há como prever em que nível histológico do canal radicular as limas se encontravam. Essa característica do Propex em ultrapassar a construção apical pode estar associada a instrução determinada pelo fabricante de obter-se a odontometria eletrônica na medida (0,0). Na presente pesquisa as odontometrias eletrônicas obtidas pelo Root ZX-II foram as únicas que em média ficaram aquém da construção apical (-0,0077mm). Por analogia, essa característica dos localizadores apicais eletrônicos Mini Apex Locator e Novapex poderá ser avaliada

em pesquisas posteriores verificando-se qual dos limites pré-determinados no *display* dos aparelhos corresponde ao ponto ideal de odontometria.

No estudo de Lee et al. (2002) a distância média entre a ponta da lima e o CDC foi de 0,18mm (DP -0,98mm a +0,65mm). Foram corretas no limite CDC, 92% das odontometrias eletrônicas. O desvio padrão foi de 65% para o limite CDC. Os autores acrescentaram que nem sempre o limite CDC foi encontrado. Em doze oportunidades havia uma vaga configuração deste limite anatômico. Segundo esses autores, houve uma tendência dos localizadores apicais eletrônicos testados em medir além do limite CDC. Na presente pesquisa a média de distância para a constrição apical foi melhor, em termos comparativos, para os três aparelhos avaliados. Lee et al. (2002) concluíram ainda que o desvio padrão das medidas obtidas é uma medida mais confiável que a margem aceitável de $\pm 0,5$ mm, quando da avaliação da acurácia de localizadores apicais eletrônicos.

Já para Welk et al. (2003) a média de distâncias entre a odontometria eletrônica e a constrição apical foi de $\pm 1,03$ mm para o Endo Analyzer e $\pm 0,19$ mm para o Root ZX ($p < 0,0001$). A capacidade do Root ZX em localizar a constrição apical foi de 90,7% e para o Endo Analyzer foi de 34,4%. Em termos comparativos, esses autores obtiveram percentuais de localização da constrição apical melhores do que os encontrados na presente pesquisa. Todavia, infelizmente mais uma vez a margem aceitável de $\pm 0,5$ mm foi utilizada e se forem comparadas às médias das distâncias da lima até a constrição apical, mais uma vez, os três localizadores apicais eletrônicos avaliados no presente estudo foram mais acurados. Um fato interessante na comparação do Endo Analyzer com o Root ZX é que o manual de instruções do Endo Analyzer orienta que a odontometria correta deve ser obtida na medida (0,0), ou em outras palavras, no forame apical. Neste limite a lima ultrapassou o forame apical numa média de 1,03mm (+ 0,21mm a +4,58mm). Em nenhum caso a lima ficou aquém ou no limite da constrição apical. Apesar da evolução dos localizadores apicais eletrônicos, os autores criticam duramente o postulado dos fabricantes que orientam a

odontometria eletrônica no forame apical e acrescenta que deveria ser utilizada a constrição apical como parâmetro de odontometria eletrônica. Nesta linha de raciocínio, na presente pesquisa o Root ZX-II, o Mini Apex Locator e o Novapex ultrapassaram a constrição apical respectivamente em 29%, 80,7% e 64,6% da amostra estudada.

Em termos percentuais, resultados melhores foram encontrados por Höer e Attin (2004) que obtiveram 82,4% de acurácia para o Justy II e 81% para o Endy 5000. Entretanto, a determinação exata da constrição apical só ocorreu em 51% dos casos para o Justy II e 64,3% das odontometrias eletrônicas obtidas pelo Endy 5000. Os autores consideraram os localizadores apicais eletrônicos acurados e clinicamente viáveis na detecção da constrição apical, independente da situação da polpa do dente testado, se vital ou não. Da mesma maneira que os resultados encontrados na nossa pesquisa, em nenhum dos dentes testados, a lima de aferição ultrapassou o forame apical. Os pesquisadores ainda acrescentaram em sua discussão que a constrição apical foi utilizada para determinar se os localizadores apicais eletrônicos testados eram acurados ou não devido ao fato de que uma odontometria restrita a esse ponto leva a uma completa remoção da polpa dental, sem danos aos tecidos periapicais. De acordo com esses autores muitos estudos definem o forame apical ($\pm 0,5\text{mm}$ ou $\pm 1,0\text{mm}$) como intervalo (CUSTÓDIO, et al., 2001; D'ASSUNÇÃO; ALBUQUERQUE; FERREIRA, 2006; EBRAHIM et al., 2006; GOLDBERG et al., 2002; LUCENA-MARTIN et al., 2004; MARTINEZ-LOZANO et al., 2001; OUNSI; VARELA et al., 1998; TINAZ; ALACAN; TOPUZ, 2002; VENTURI; BRESCHI, 2005; WRBAS et al., 2007). Os resultados desses estudos não são comparáveis à pesquisa por eles realizada, bem como a presente pesquisa, levando-se em consideração que a lima endodôntica além do forame apical não é aceitável como uma odontometria correta. A percepção dessa limitação fez também com que os autores questionassem a margem aceitável de $\pm 0,5\text{mm}$ que leva a resultados “melhores” do que os encontrados por Höer e Attin (2004) e também na presente tese.

Ainda na tentativa de localizar a constrição apical, Tselnik et al. (2005) aduziram que em três dentes utilizados em sua pesquisa, nos quais a ponta da lima ultrapassou a constrição apical por mais de 1mm, esta estava localizada em cimento e que este, aumentando com a idade, não deveria ser incluído no preparo químico mecânico o que, para os autores, abre uma discussão acadêmica. O forame apical não deveria servir de parâmetro para avaliação de odontometrias eletrônicas. Os resultados mostraram que a distância média da ponta da lima de aferição para a constrição apical foi a de 0,346mm para o Elements Diagnostic e 0,410mm para o Root ZX, além da constrição apical, resultados esses piores que os encontrados na presente pesquisa. Para a localização da constrição apical, o Root ZX obteve uma precisão de 75% na margem aceitável de $\pm 0,5$ mm. O Elements Diagnostic obteve, igualmente, uma precisão de 75% na margem de $\pm 0,5$ mm. Não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre a precisão dos dois localizadores apicais, na identificação da constrição apical ($p > 0,05$). A média de odontometrias acuradas foi mais uma vez inferior quando comparada a média encontrada na presente tese.

Posteriormente, Haffner et al. (2005) obtiveram uma variação média de localização da constrição apical para o Root ZX de: 0,3mm ($\pm 0,6$ mm); 0,7mm ($\pm 1,0$ mm) para o Endy; 0,2mm ($\pm 0,7$ mm) para o Justy II e 1,3mm ($\pm 1,7$ mm) para o Endox. O limite de $\pm 0,5$ mm da constrição apical foi obtido pelo Root ZX em 78% dos casos; para o Endy em 67%; para o Justy II em 80% e para o Endox em 31% de toda a amostra. Os autores concluíram que, embora o Endox não tenha apresentado resultados satisfatórios, a atual geração de localizadores apicais é útil para a determinação do comprimento de trabalho. Parece redundante, mas torna-se necessário insistir que, embora os resultados da presente tese tenham sido menos satisfatórios em termos percentuais, há subjetividade na margem aceitável de $\pm 0,5$ mm e isso, mais uma vez, se comprovou pela média de distâncias para a constrição apical que, na presente pesquisa foi mais acurada que a média encontrada para os quatro aparelhos localizadores apicais eletrônicos testados por Haffner et al. (2005).

Finalmente, o estudo realizado por Elayouti et al. (2005) comparou as medidas obtidas por três localizadores apicais eletrônicos, utilizando dentes montados em plataforma de medição com os 3mm apicais removidos para facilitar a obtenção do comprimento real do canal radicular. O estudo de Elayouti et al. (2005) poderia ser o único com uma possibilidade de comparação com a presente pesquisa, isto porque foi o único a utilizar o método da plataforma de medição, comparando três localizadores apicais e a repetibilidade das medidas obtidas. Entretanto, a remoção do terço apical não irá proporcionar uma avaliação apurada do término apical devido à remoção da constrição apical. No presente estudo, da mesma forma que na metodologia empregada por Welk; Baumgartner e Marshall (2003), e diferentemente da pesquisa de Elayouti et al. (2005), o padrão ouro foi obtido pela medição por paquímetro digital da distância, entre a ponta da lima, após a odontometria eletrônica, e a constrição apical, permitindo uma obtenção do comprimento real do canal mais fidedigno.

Os resultados da acurácia da presente pesquisa foram respectivamente: em termos de média de distância da ponta da lima até a constrição apical foi obtida uma média de -0,0077mm (DP 0,1492) para o Root ZX-II; de 0,0923mm (DP 0,1628) para o Mini Apex Locator e finalmente 0,0732 (DP 0,1738) para o Novapex. De uma maneira geral os resultados desta pesquisa foram melhores que os do estudo de Elayouti et al. (2005) que obteve uma repetibilidade de 0,03mm para o Root ZX; 0,02mm para o Raypex 4 e 0,02mm para o Apex Pointer. Da mesma forma que na atual pesquisa, a repetibilidade foi considerada alta. Não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre os três aparelhos testado pelos autores, no entanto, ao serem comparadas as medidas eletrônicas da constrição apical, com a visualização direta da constrição apical, houve diferença estatisticamente significativa. A concordância inter-operadores foi melhor no presente estudo (coeficiente de concordância próximo de 1 para os três examinadores) enquanto que para os pesquisadores do estudo anterior foi encontrada uma média considerada aceitável de +0,07mm a -0,07mm.

Este fato pode ser explicado por que na pesquisa anterior o comprimento real do canal foi obtido de forma direta com lupa de 4.3X de magnificação, enquanto na presente pesquisa os examinadores obtiveram o comprimento do canal radicular através do desgaste apical, visualização do terço apical em programa específico e análise estatística, o que garantiu um resultado mais controlado e uma menor variabilidade nas avaliações dos ápices. No estudo de Elayouti et al. (2005) o Root ZX foi o único aparelho que não produziu odontometrias sobre-estimadas, sendo considerado o aparelho mais preciso dos três testados. Nesta tese, o Root ZX-II foi o localizador apical eletrônico que menos produziu odontometrias sobre-estimadas porém, nenhum dos localizadores apicais eletrônicos testados foi considerado como acurado.

Quando Elayouti e Löst (2006) compararam o método da plataforma de medição e o método visual, houve diferença significativa entre os métodos, embora o localizador apical eletrônico, no caso o Root ZX, e os espécimes testados tenham sido os mesmos, variando apenas o método. Como na atual pesquisa, o erro de medição (0,02mm) e as médias das diferenças absolutas foram pequenos. Sobre este fato, ao se comparar os resultados obtidos com o Root ZX que é considerado o localizador apical padrão para pesquisas, com o Root ZX-II, que segundo o fabricante possui o mesmo princípio do Root ZX convencional, chegou-se aos seguintes resultados: na pesquisa de Elayouti e Löst (2006) o coeficiente de repetibilidade do Root ZX foi de 0,04mm, sendo este resultado semelhante ao encontrado na presente pesquisa para o Root ZX-II que obteve 0,0386mm de coeficiente de repetibilidade. A média de diferenças absolutas da distância da ponta da lima para a constrição apical foi melhor para o Root ZX-II, enquanto que o Mini Apex Locator e o Novapex foram piores, quando comparados ao Root ZX que obteve uma média 0,01mm na pesquisa de Elayouti e Löst (2006).

Uma outra situação a ser avaliada na comparação do artigo de Elayouti et al. (2005) refere-se a remoção do terço apical realizada pelos autores anteriores que leva a remoção do ponto chave da odontometria eletrônica, à constrição

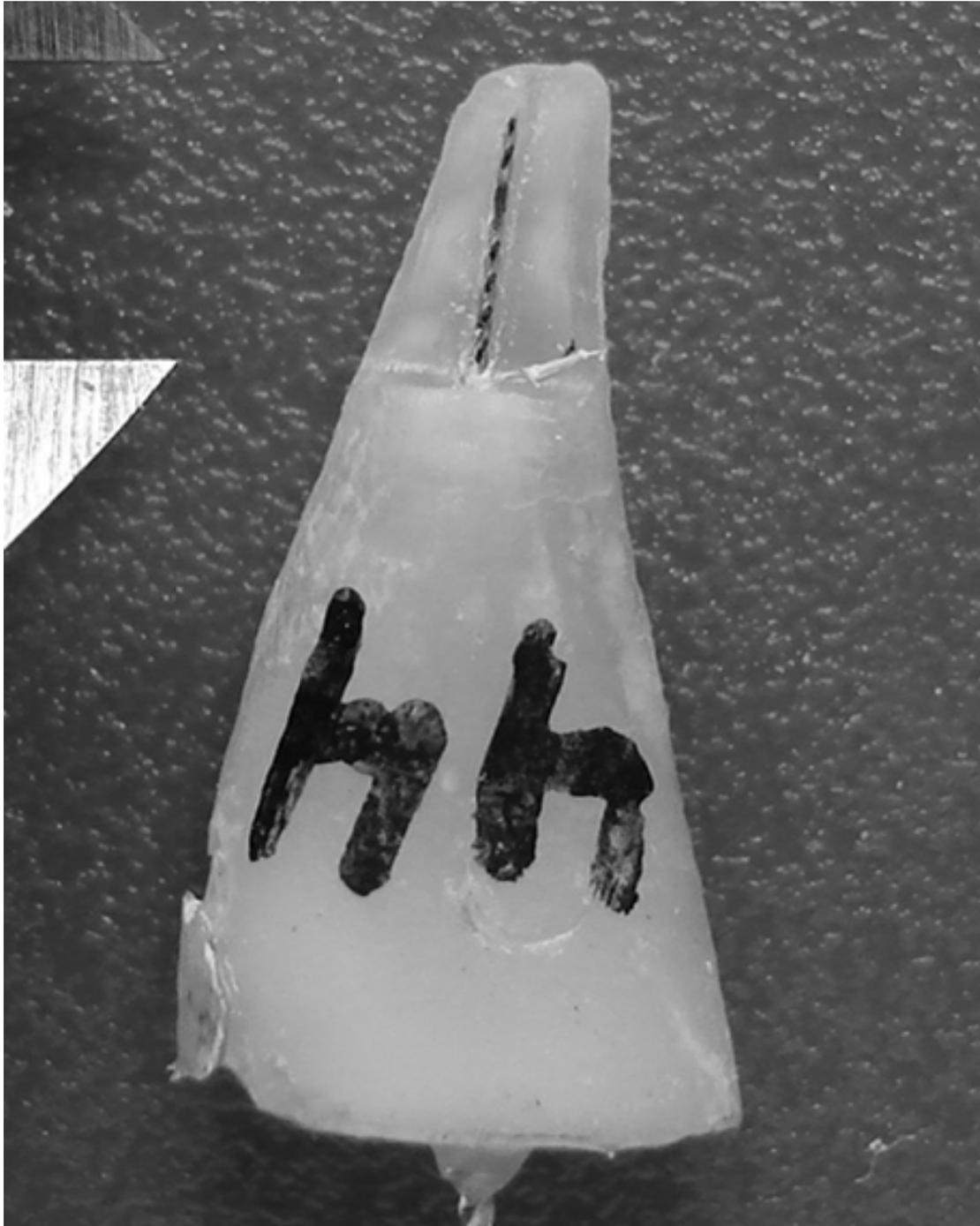
apical. Mais uma vez tornam-se necessárias novas pesquisas variando o diâmetro do forame para avaliar se este pressuposto é passível de inferência, levando-se em consideração que a pesquisa de Elayouti et al. (2005), embora tenha ampliado o forame, por outro lado, padronizou a eletrocondutividade e a anatomia do terço apical do canal radicular para todos os espécimes da pesquisa, quando comparado a metodologia proposta nesta tese.

Na presente pesquisa o forame apical não foi ultrapassado em nenhuma das vezes, com exceção da passagem intencional da lima no controle positivo. Adicionalmente, a distância mínima para o forame apical nas odontometrias eletrônicas obtidas pelos três localizadores apicais eletrônicos foi de -0,12mm, distância essa perfeitamente segura diante dos dados apresentados em relação a constrição apical, embora neste estudo, em termos percentuais, o Root ZX-II tenha sido apto a localizar a constrição apical em apenas 41,9% dos casos e o Mini Apex Locator e o Novapex não tenham localizado a constrição apical com exatidão em nenhum dos espécimes. Em termos de média de distância da ponta da lima até a constrição apical foi obtida uma média de -0,0077mm (DP 0,1492) para o Root ZX-II; de 0,0923mm (DP 0,1628) para o Mini Apex Locator e finalmente 0,0732 (DP 0,1738) para o Novapex. Houve diferença estatisticamente significativa entre os aparelhos testados e não houve acurácia. Entretanto, o coeficiente de concordância entre as medidas repetidas assumiu o valor máximo, conseqüentemente os aparelhos localizadores testados na presente pesquisa possuem uma alta repetibilidade.

Uma possível explicação para a não acurácia dos três localizadores apicais eletrônicos pode ser a variação de tipos de constrições apicais que de acordo com Dummer et al. (1984) pode confundir a sensação táctil da obtenção da odontometria, como também, provocar erros durante a obtenção da odontometria eletrônica. Dessa forma, estudos clínicos controlados devem ser realizados para avaliar até que ponto uma distância de décimos de milímetros irá repercutir clinicamente como inconsistência ou interferência negativa para o sucesso do

tratamento endodôntico. Um problema adicional a ser questionado em futuras pesquisas diz respeito a qual deveria ser o marcador no display dos localizadores ideal para a odontometria eletrônica, já que não há um consenso entre os fabricantes de localizadores apicais eletrônicos

Pelo exposto, levando-se em consideração que um paradigma científico está continuamente aberto às modificações ou refutações, considerando-se que a fixação nesse torna-se algo infundado na ciência da saúde e que o melhor prognóstico para o tratamento endodôntico é a adequada instrumentação e a obturação homogênea nas proximidades da constrição apical, os localizadores apicais eletrônicos vão levar a uma correta identificação do comprimento real de trabalho nas proximidades da constrição apical. Todavia, os localizadores apicais eletrônicos são dispositivos não acurados para a localização exata da constrição apical.



Conclusões



7 CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia empregada e mediante as condições em que o estudo foi realizado concluiu-se que:

- A odontometria eletrônica não é um método acurado para localização exata da constrição apical, porém possui uma ótima repetibilidade para obtenção do comprimento real do canal radicular;
- Os três localizadores apicais eletrônicos não foram acurados em determinar o comprimento real do canal radicular exatamente na constrição apical;
- Houve uma ótima repetibilidade das odontometrias eletrônicas, não havendo diferença significativa entre os valores médios das odontometrias obtidas pelos três localizadores apicais eletrônicos;
- Durante a obtenção das odontometrias eletrônicas os localizadores apicais eletrônicos identificaram um ponto muito próximo da constrição apical.



REFERÊNCIAS



REFERÊNCIAS

AKISUE, E.; GAVINI, G.; FIGUEIREDO, J. A. P de. Influence of pulp vitality on length determination by using the elements diagnostic unit and apex locator. *Oral surg. oral med. oral pathol. oral radiol. endod.*, St. Louis, 2007. *In press*.

ALVES, A. M. H. Avaliação *in vitro* da capacidade do aparelho Tri auto ZX em determinar o comprimento dos dentes no caso de retratamento endodôntico. 2000. 78f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

_____ et al. Ex vivo evaluation of the capacity of the Tri Auto ZX to locate the apical foramen during root canal retreatment. *Int. Endod. J.*, Oxford, v. 38, n. 10, p. 718-724, Oct. 2005.

ALVES, M. C. T. et al. Avaliação da precisão de um localizador apical. *J. B. E.*, Curitiba, v. 2, n. 6, p. 253-257, jul./set. 2001.

ARORA, R. K.; GULABIVALA, K. An in vivo evaluation of the ENDEX and RCM Mark II electronic apex locators in root canals with different contents. *Oral surg. oral med. oral pathol. oral radiol. endod.*, St. Louis, v. 79, n. 4, p. 497-503, Apr. 1995.

AZABAL, M; OTERO, G. D.; MACORRA, J. C. Accuracy of the Justy II apex locator in determining working length in simulated horizontal and vertical fractures. *Inter. Endod. J.*, Oxford, v. 37, n. 3, p.174-177, Mar. 2004.

BERGER, C. L. *Endodontia*, São Paulo: Pancast, 1998, 723p.

BERNARDES, R. A. Et al. Evaluation of precision length determination with 3 electronic apex locators: Root ZX, Elements Diagnostic Unit and Apex Locator, and RomiApex D-30. *Oral surg. oral med. oral pathol. oral radiol. endod.*, St. Louis, 2007. *In press*.

BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *The Lancet*, Oxford, v. 1, p. 307-310, 1986.

BROCHADO, V. H. D. et al. Avaliação da precisão de localizadores apicais eletrônicos na determinação do comprimento de trabalho. **Pesq Odontol Bras.**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 79, set. 2001.

BRUNTON, P.; ABDEEN, D.; MACFARLANE, T. V. The effect of an apex locator on exposure to radiation during endodontic therapy. **J. Endod.**, Baltimore, v. 28, n. 7, p. 524-526, July 2002.

CAMPBELL, D. et al. Apical extent of rotary canal instrumentation with an apex-locating handpiece in vitro. **Oral surg. oral med. oral pathol. oral radiol. endod.** St. Louis, v. 85, n. 3, p. 319-324, Mar. 1998.

CARNEIRO, E. et al. Accuracy of Root length Determination Using Tri Auto ZX and ProTaper Instruments: An in Vitro Study. **J. Endod.**, Baltimore, v. 32, n. 2, p. 142-144, Feb. 2006.

CLÁSEN, A. J. **Avaliação “in vitro” da mensuração do comprimento de dentes com cinco modelos de localizadores apicais eletrônicos.** 2003. 124f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia de Bauru – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

COSTA, F. L. M. et al. Estudo comparativo da capacidade de 3 localizadores apicais eletrônicos na determinação do comprimento dos dentes. **Pesq Odontol Bras.**, São Paulo, v. 16, p. 64, 2002.

CUSTÓDIO, A. F. et al. Análise da obtenção do CRT através do localizador apical Triauto-ZX com/sem rotação. **Pesq Odontol Bras.**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 27, set. 2001.

D’ASSUNÇÃO, F. L. C. **Avaliação clínica da precisão de um localizador apical.** 2004. 91f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia de Pernambuco – Universidade de Pernambuco, Camaragibe, 2004.

_____.; ALBUQUERQUE, D. S.; FERREIRA, L. C. de Q. The ability of two apex locators to locate the apical foramen: an in vitro study. **J. Endod.**, Baltimore, v. 32, n. 6, p. 560-562, Jun. 2006.

_____. et al. The accuracy of root canal measurements using Mini Apex Locator and Root ZX-II: an evaluation in vitro. **Oral surg. oral med. oral pathol. oral radiol. endod.**, St. Louis, v. 104, n. 3, p. e-50-53, Sept. 2007.

_____. ; FERREIRA, G. S.; TRAVASSOS, R. M. C. Verificação da concordância inter e intra-examinadores em odontometria. **Rev. ABO Nac.**, São Paulo, v. 12, n. 1, suplemento 1, p. 78, fev./mar. 2004.

DE DEUS, Q. de. **Endodontia**, 5. ed. São Paulo: Medsi, 1992. 694p.

DUMMER, P. M.; 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, A. C. Et al. 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.

EBRAHIM, A. K.; WADACHI, R.; SUDA, H. Accuracy of three different electronic apex locators in detecting simulated horizontal and vertical root fractures. **Aust. Endod. J.**, St. Leonards, v.32, n.2, p. 64-69, Aug. 2006.

_____. In vitro evaluation of the accuracy of five different electronic apex locators for determining the working length of endodontically retreated teeth. **Aust. Endod. J.**, St. Leonards, v. 33, n. 1, p. 7-12, Apr. 2007.

_____. et al. The effects of file size sodium hypochlorite and blood on the accuracy of Root ZX apex locator in enlarged root canals: an in vitro study. **Aust. Dent. J.**, St Leonards, v. 51, n. 2, p. 153-157, Jun. 2006.

ELAYOUTI, A. et al. Determining the apical terminus of root-end resected teeth using three modern apex locators: a comparative *ex vivo* study. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 38, n.11, p. 827-833, Nov. 2005.

ELAYOUTI, A.; LÖST, C. A simple mounting model for consistent determination of the accuracy and repeatability of apex locators. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 39, n. 2, p. 108-112, Feb. 2006.

ELAYOUTI, A.; WEIGER, R.; LOST, C. The ability of Root ZX apex locator to reduce the frequency of overestimated radiographic working length. **J. Endod.**, Baltimore, v. 28, n. 2, p. 116-119, Feb. 2002.

ERDEMIR, A. et al. The influence of irrigating solutions on the accuracy of the electronic apex locator facility in the Tri Auto ZX handpiece. **Int Endod. J.**, Oxford, v. 40, n.5, p. 391-397, May. 2007.

_____. **Endodontia:** ciência endodôntica. 2. ed. São Paulo: Artes Médicas, 2004. 1010p.

ESTRELA, C. **Metodologia Científica:** ciência, ensino, pesquisa, 2. ed., São Paulo: Artes Médicas, 2005. 794 p.

FAN, W. et al. Evaluation of the accuracy of three electronic apex locators using glass tubules. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 39, n. 2, p. 127-135, Feb. 2006.

FOLK, R. B. et al. Comparison of two different direct digital radiography systems for the ability to detect artificially prepared periapical lesions. **J Endod.**, Baltimore, v. 31, n. 4, p. 304-307, Apr. 2005.

FOUAD A. F., REID L. C. Effect of using electronic apex locators on selected endodontic treatment parameters. **J Endod.**, Baltimore, v. 26, n. 6, p. 364-368, Jun. 2000.

FRANK, A. L.; TORABINEJAD, M. An in vivo evaluation of Endex electronic apex locator. **J. Endod.**, Baltimore, v.19, n.4, p.177-179, Apr. 1993.

FUSS, Z.; ASSOOLINE, L. S.; KAUFMAN, A. Y. Determination of location of root perforations by electronic apex locators. **Oral surg. oral med. oral pathol. oral radiol. endod.**, St. Louis, v. 82, n. 3, p. 324-329, Sept. 1996.

GAROFALO R. R., et al. Effect of electronic apex locators on cardiac pacemaker function **J. Endod.**, Baltimore, v. 28, n. 12, p. 831-833, Dec. 2002.

GOLDBERG, F. et al. *In vitro* evaluation of the ability of three apex locators to determine the working length during retreatment. **J. Endod.**, Baltimore, v. 31, n. 9, p. 676-678, Sept. 2005.

_____. *In vitro* measurement accuracy of an electronic apex locator in teeth with simulated apical root resorption. **J. Endod.**, Baltimore, v. 28, n. 6, p. 461-463, June 2002.

GORDON, M. P. J.; CHANDLER, N. P. Electronic apex locators. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 37, n. 7, p. 425-427 Jul. 2004.

GREEN, D. Stereomicroscopic study of 700 root apices of maxillary and mandibular posterior teeth. **Oral surg. oral med. oral pathol.**, St. Louis, v. 13, p. 728-733, 1960.

GRIMBERG, F. et al. *In vivo* determination of root canal length: a preliminary report using the Tri Auto ZX apex-locating handpiece. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 35, n. 7, p. 590-593, July 2002.

GUTIÉRREZ, J. H.; BRIZUELA, C.; VILLOTA, E. Human teeth periapical pathosis after overinstrumentation and overfilling of the root canals: a scanning electron microscopic study. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 32, n. 1, p. 40-48, Jan. 1999.

GUTMANN J. L.; LEONARD, J. E. Problem solving in endodontic working-length determination. **Comp. Continuing Educ. Dent.**, v. 16, n. 3, p. 288-302, Mar. 1995.

HAFFNER C. et al. Accuracy of electronic apex locators in comparison to actual length. **J Dent**, Oxford, v. 33, n. 8, Sept. 2005.

HECK, A. R. Análise comparativa de dois aparelhos para odontometria eletrônica. **Pesq Odontol Bras.**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 136, Set. 2001.

HERRERA, M.; ÁBALOS, C.; PLANAS, A. J.; LLAMAS, R. Influence of apical constriction diameter on Root ZX Apex Locator Precision. **J. Endod.**, Baltimore, v. 33, n. 8, p. 995-998, Aug. 2007

HOER, D.; ATTIN, T. The accuracy of electronic working length determination. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 37, n. 2, p. 125-131, Feb. 2004.

HÖR, D.; KRUSY, S.; ATTIN, T. *Ex vivo* comparison of two electronic apex locators with different scales and frequencies. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 38, n. 12, p. 855-859, Dec. 2005.

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. et al. Effect of preflaring on Root ZX apex locators. **J Endod.**, Baltimore, v. 25, n. 9, p. 625-626, Sept.1999.

INGLE, J. I.; BEVERIDGE, E. E. **Endodontia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1979. 944p.

INSTRUÇÕES de uso do SybronEndo Mini Apex Locator. Disponível em: <<http://sybronendo.com/sybronendo/flashvideos/miniapexlocator/miniapexlocator-video.html>>. Acesso em: 02 jan. 2007.

JENKINS, J. A. et al. An in vitro evaluation of the accuracy of the Root ZX in the presence of various irrigants **J. Endod.**, Baltimore, v. 27, n. 9, p. 209-211, Mar. 2001.

J. MORITA CORP. **Dental measurement module Root ZX II**: operation instructions. Tustin, CA, 2004: 8-11.

KAUFMAN, A. Y.; KEILA, S.; YOSHPE, M. Accuracy of a new apex locator: an in vitro study. **J. Endod.**, Baltimore, v. 2, n. 35, p. 186-92, Feb. 2002.

KAUFMAN, A. Y. et al. Reliability of different electronic apex locators to detect root perforations *in vitro*. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 30, n. 6, p. 403-407, Nov. 1997.

KOBAYASHI, C.; YOSHIOKA, T.; SUDA, H. A new engine-driven canal preparation system with electronic canal measuring capability. **J. Endod.**, Baltimore, v. 12, n. 23, p. 751-54, Dec. 1997.

KUTTLER, Y. Microscopic investigation of root apexes. **J. Amer. Dent. Ass.**, Chicago, v. 50, p. 544-52, May 1955.

LAMUS, F.; KATZ, J. O.; GLAROS, A. G. Evaluation of a digital measurement tool to estimate working length in endodontics. **J. Contemp Dent. Pract.**, Cincinnati v. 1, n. 2, p. 24-30, Feb. 2001.

LAUPER, R.; LUTZ, F.; BARBAKOW, F. An in vivo comparison of gradient and absolute impedance electronic apex locator. **J. Endod.**, Baltimore, v. 22, n. 5, p.260-263, May 1996.

LEE S. J. et al. Clinical accuracy of a new apex locator with an automatic compensation circuit **J. Endod.**, Baltimore v. 28, n. 10, p. 706-709, Oct. 2002.

LELES, C.; R. Princípios de Bioestatística, In:_____. ESTRELA, C. **Metodologia Científica: ensino e pesquisa em odontologia**. 1. ed., São Paulo: Artes Médicas, 2001. p. 277-305.

LEONARDO, M.R. **Endodontia: tratamento de canais radiculares: princípios técnicos e biológicos**. São Paulo, Artes Médicas, 2 v., 2005. 1532 p.

LIMA, R. A. et al. Avaliação do localizador apical Bingo 1020 frente à utilização de hipoclorito de sódio 1% como substância irrigante. **Pesq. Odontol. Bras.**, São Paulo, v. 16, p. 174, 2002.

LOPES, H. P; SIQUEIRA JÚNIOR, J. F. **Endodontia: biologia e técnica**, 2. ed. Rio de Janeiro: Medsi, 2004. 964p.

LOPES, R. et al. Análise comparativa in vitro entre os métodos radiográfico convencional e digital utilizando o localizador apical. **Pesq. Odontol. Bras.** São Paulo, v. 16, p. 93, 2002.

LUCENA-MARTIN, C. et al. In vitro evaluation of three electronic apex locators. **J. Endod.**, Baltimore, v. 30, n. 4, p. 231-233, Apr. 2004.

MARTELLI FILHO , J. A. et al. Novo método estatístico para análise de reprodutibilidade. **Rev. Dent. Press Ortodon. Ortop. Facial.**, Maringá, v. 10, n. 5, p. 122-129, set./out. 2005.

MARTÍNEZ-LOZANO, M. A. et al. Methodological considerations in the determination of working length. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 34, n. 5, p. 371-376, Jul. 2001.

MEARES, W. A.; STEIMAN, H. R. The influence of sodium hypochlorite irrigation on the Root ZX electronic apex locator. **J. Endod.**, Baltimore, v. 8, n. 28, p. 595-598, Aug. 2002.

MOYSÉS, S. J. O conceito de promoção da saúde na construção de sistemas de atenção em saúde bucal coletiva. In _____ **ABOPREV: promoção de saúde bucal**. 2. ed., São Paulo: Artes Médicas, 1999. p. 371-409.

McDONALD, N. J. The electronic determination of working length. **Dent. Clin. N. Amer.**, Philadelphia, v. 36, n. 2, p. 293-307, Apr. 1992.

NAM, K.C. et al. Root canal length measurement in teeth with electrolyte compensation **Med. biol. eng. comput.**, Stevenage, v. 40, n. 2, p. 200-204, Mar. 2002.

NASS C. C.; FERREIRA R. Comparação in vivo do método radiográfico e eletrônico, na obtenção do comprimento de trabalho para endodontia. **JBE - Jornal Brasileiro de Endo/Perio**, Curitiba, v. 3, n. 8, p. 72-76, jan./mar. 2002.

NEKOO FAR, M. H. The accuracy of the Neosono Ultima EZ apex locator using files of different alloys: an in vitro study. **J. Calif. Dent. Assoc.**, San Francisco, v. 30, n. 9, p. 681-684, Sep. 2002.

NEKOO FAR, M. et al. The fundamental operating principles of electronic root canal length measurement devices. **Int. Endod J.**, Oxford, v. 39, n. 8, p. 595-609, Dec. 2006.

NGUYEN, H. Q. et al. Electronic length measurement using small and large files in enlarged canals. **Int. Endod J.**, Oxford, v. 29, n. 6, p. 359-364, Nov. 1996.

OISHI, A. et al. Electronic detection of root canal constrictions **J. Endod.**, Baltimore, v. 28, n. 5, p. 361-364, May 2002.

_____.; HADDAD, G. In vitro evaluation of reliability of the Endex electronic apex locator. **J. Endod.**, Baltimore, v. 24, n. 2, p. 120-121, Feb. 1998.

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, June 1998.

PÉCORA, J. D.; CAPELLI, A. O choque de paradigmas na instrumentação de canais curvos. 2003. Disponível em:

<http://www.forp.usp.br/restauradora/rotatorios/paradigma/paradigma_port.pdf>. Acesso em:

PEREIRA, M. G. Aferição dos eventos. In: ____ **Epidemiologia: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1995. 358-375p.

PONCE, E. H.; VILAR-FERNANDEZ, J. A. The cemento-dentino-canal junction, the apical foramen, and the apical constriction: evaluation by optical microscopy. **J. Endod.**, Baltimore, v. 29, n. 3, p. 214-219, Mar. 2003.

PORTO ALEGRE. Secretaria Municipal de Saúde. **Manual de biossegurança para estabelecimentos odontológicos**. Porto Alegre, 1998. 52 p.

PLOTINO, G. et al. *Ex vivo* accuracy of three electronic apex locators: Root ZX, Elements Diagnostic Unit and Apex Locator and Propex. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 39, n. 5, p. 408-414, May 2006.

PRATTEN, D. H.; MCDONALD, N. J. Comparison of radiographic and electronic working lengths. **J. Endod.**, Baltimore, v. 22, n. 4, p. 173-176, Apr. 1996.

RAMOS, C. A. S.; BRAMANTE, C. M. **Endodontia: fundamentos biológicos e clínicos**. 2. ed. São Paulo: Santos, 2001. 259p.

_____. **Odontometria: fundamentos e técnicas**. São Paulo: Santos, 2005. 130 p.

RICUCCI, D; LANGELAND, K. Apical limit of root canal instrumentation and obturation: part 2, a histological study. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 31, p. 394-403, 1998.

RODRIGUES, R. Q. F. **Prevalência de critérios de diagnóstico e identificação de fatores de risco locais para a periimplantite**. 2007. 96f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Universidade Potiguar, Natal, 2007.

SELTZER, S.; BENDER, I. B.; TURKENKOPFT, F. S. Factors affecting a success full repair after root canal therapy. **J. Amer. Dent. Ass.**, Chicago, v. 52, p. 652-658, Nov. 1963.

SHABAHANG, S.; GOON, W. W.; 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.

SIMON, J. H. S. The apex: how critical is it? **Gen. Dent.**, Chicago, v. 42, n. 4, p. 330-334, July/Aug., 1994.

SOUZA, M. C. A. **Estudo comparativo entre um método eletrônico e um radiográfico aplicados a odontometria de dentes humanos**. 2000. 66f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia, Universidade de Taubaté, Vassouras, 2000.

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.

STEIN, T. J.; CORCORAN, J. F. Radiographic "working length" revisited. **Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v. 74, n. 6, p. 796-800, Dec. 1992.

SUNADA, I. New method for measuring the length of root canal. **J. Dent Res.**, Washington, v. 41, n. 2, p. 375-387, Jan./Feb., 1962.

SYBRON ENDO. **Mini Apex Locator Sales Manual**. Glendora, CA, 2006: 1-3.

TEIXEIRA, L. L.; FIGUEIREDO, J. A. P. Odontometria. In:_____. **Endodontia**, 2. ed. Rio de Janeiro: Medsi, 2004. p. 307-322.

TINAZ, A. C.; et al. The accuracy of three different electronic root canal measuring devices an in vitro evaluation. **J Oral Sci.**, Tokyo, v. 44, n. 2, p. 91-95, Jun. 2002.

TINAZ, A. C.; ALACAM, T.; TOPUZ, O. A simple model to demonstrate the electronic apex locator. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 35, n. 11, p. 940-945, Nov. 2002.

TOPUZ, Ö. et al. Accuracy of the apex locating function of TCM Endo V in simulated conditions: a comparison study. **Oral surg. oral med. oral pathol. oral radiol. endod.**, St. Louis, v. 103, n. 3, p. e-73-76, Mar. 2007.

TRAVASSOS, R. M. C. et al. Estudo comparativo do comprimento real de trabalho dos canais radiculares: método eletrônico x método radiológico, estudo in vivo, **Rev Fac Odontol Pernambuco**, Recife, v. 17, n. 1/3, p. 43-49, jan./dez. 1999.

TSELNIK, M.; BAUMGARTNER, C.; MARSHALL, J. G. An evaluation of Root ZX and Elements Diagnostic apex locators. **J. Endod.**, Oxford, v. 31, n. 7, p. 507-509, Jul. 2005.

VAJRABHAYA, L.; TEPMONGKOL, P. Accuracy of apex locator. **Endod. dent. traumatol.**, Copenhagen, v. 13, n. 4, p. 180-182, Aug. 1997.

VALERA, M. C.; et al. Avaliação clínica de um localizador apical eletrônico empregado para odontometria. **JBC - J. Bras Odontol. Clin.**, Curitiba, v. 2, n. 10, p. 30-34, 1998.

VENTURI, M.; BRESCHI, L. A comparison between two electronic apex locators: an ex vivo investigation **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 40, p. 362-373, May 2007.

_____. A comparison between two electronic apex locators: an *in vivo* investigation **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 38, p. 36-45, Jan. 2005.

WEIGER, R. et al. An in vitro comparison of two modern apex locators. **J. Endod.**, Baltimore, v. 25, n. 11, p. 765-768, Nov. 1999.

WEINE, F. S. **Tratamento endodôntico**. 5. ed. São Paulo: Santos Livraria Editora, 1998. 862p.

WELK, A. R.; BAUMGARTNER, J. C.; MARSHALL, J. G. An in vivo comparison of two frequency based electronic apex locators. **J. Endod.**, Baltimore, v. 29, n. 8, p. 497-500, Aug. 2003.

WILLIAMS, C. B.; JOYCE, A. P.; ROBERTS, S. A comparison between in vivo radiographic working length determination and measurement after extraction. **J. Endod.**, Baltimore, v. 32, n. 7, p. 624-627, Jul. 2006.

WILSON, B. W. et al. Safety of electronic apex locators and pulp testers in patients with implanted cardiac pacemakers or cardioverter/defibrillators. **J. Endod.**, v. 32, n. 9, p. 847-852, Sept. 2006.

WRBAS, K. T. et al. In vivo comparison of working length determination with two electronic apex locators. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 40, p. 138-133, Feb. 2007.

ZMENER, O. et al. Detection and measurement of endodontic root perforations using a newly designed apex-locating handpiece. **Endod. Dent. traumatol.**, Copenhagen, v. 15, n. 4, p. 182-185. Aug. 1999.

Este trabalho está de acordo com as normas de documentação da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a saber:

NBR 6023/ 2002; NBR 6027/ 2003; NBR 10520/ 2002; NBR 14724/ 2002; NBR 6024/ 2003; NBR 6028/ 2003; NBR 6032/ 2007.

APÊNDICE – FICHA DE ODONTOMETRIA ELETRÔNICA

Localizador eletrônico		
Dente		
ME1 (0,5MM)	CRD	AVALIADOR
ME2 (0,5MM)		
Lima para odontometria		
Ref. Oclusal		
OBS.		

**ANEXO A – CERTIDÃO DE APROVAÇÃO NO COMITÊ DE ÉTICA
EM PESQUISA**

ANEXO B – TERMO DE DOAÇÃO

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)