

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

RICARDO FERREIRA
CIRURGIÃO - DENTISTA

**COMPARAÇÃO DA ODONTOMETRIA PELOS MÉTODOS
ELETRÔNICO, RADIOGRÁFICO CONVENCIONAL E
DIGITAL**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba da
Universidade Estadual de Campinas,
para obtenção de grau de Mestre em
Radiologia Odontológica

PIRACICABA - SP
2000

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

00010783X

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

RICARDO FERREIRA
CIRURGIÃO - DENTISTA

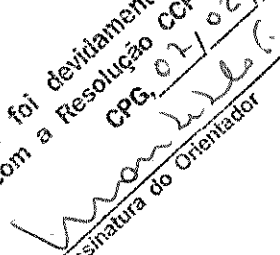
**COMPARAÇÃO DA ODONTOMETRIA PELOS MÉTODOS
ELETRÔNICO, RADIOGRÁFICO CONVENCIONAL E
DIGITAL**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba da
Universidade Estadual de Campinas,
para obtenção de grau de Mestre em
Radiologia Odontológica

Orientador: Prof. Dr. Agenor Montebelo Filho

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Agenor Montebelo Filho
Prof. Dr. Frab Norberto Bóscolo
Prof. Dr. Guilherme Monteiro Tosoni

Este exemplar foi devidamente corrigido,
de acordo com a Resolução CCPG-036/83
CPG, 07/02/01

Assinatura do Orientador

PIRACICABA - SP
2000

| | |
|--------------|-------------------------------------|
| UNIDADE | BQ |
| N.º CHAMADA: | TI UNICAMP |
| | F4130 |
| V. | Ex. |
| TOMBO BC | 44347 |
| PROC. | 10/05/01 |
| C | <input type="checkbox"/> |
| D | <input checked="" type="checkbox"/> |
| PREC. | R\$ 11,00 |
| DATA | 10/05/01 |
| N.º CPD | |

CM-00155173-4

Ficha Catalográfica

F413c Ferreira, Ricardo.
 Comparação da odontometria pelos métodos eletrônico,
 radiográfico convencional e digital. / Ricardo Ferreira. --
 Piracicaba, SP : [s.n.], 2000.
 xvi, 110p. : il.

 Orientador : Prof. Dr. Agenor Montebelo Filho.
 Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas,
 Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

 1. Radiografia dentária. 2. Dentes - Radiografia. 3. Diagnóstico
 por imagem. 4. Odontologia. I. Montebelo Filho, Agneor. II.
 Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de
 Piracicaba. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba
 - UNICAMP.



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de MESTRADO, em sessão pública realizada em 13 de Dezembro de 2000, considerou o candidato RICARDO FERREIRA aprovado.

1. Prof. Dr. AGENOR MONTEBELO FILHO

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "Agenor Montebelo Filho", written over a horizontal line.

2. Prof. Dr. GUILHERME MONTEIRO TOSONI

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "Guilherme Monteiro Tosoni", written over a horizontal line.

3. Prof. Dr. FRAB NORBERTO BOSCOLO

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "Frab Norberto Boscolo", written over a horizontal line.

***Dedico este trabalho a minha querida
esposa Vera Lúcia, pela compreensão,
apoio e carinho. Aos nossos filhos,
Oberdam e Orjana, minha esperança.***

AGRADECIMENTOS

A *Deus*, pela vida e pela luz que mostra o caminho.

Aos meus pais *Rogério e Arlete*, de quem recebi o melhor: Amor, exemplo, sabedoria..., minha eterna gratidão.

Aos meus irmãos, por estarmos juntos nesta caminhada.

Ao *Prof. Dr. Agenor Montebelo Filho*, pela orientação valiosa neste trabalho e pelo ser humano que é.

À *Faculdade de Odontologia de Piracicaba*, nas pessoas do Diretor *Prof. Dr. Antônio Wilsom Sallum* e do Diretor associado *Prof. Dr. Frab Norberto Boscolo*, pela acolhida, atenção dispensada.

À *Profa. Dra. Solange Maria de Almeida*, pela coordenação do Programa de Pós-Graduação em Radiologia Odontológica.

Ao *Curso de Odontologia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI)* pela oportunidade.

Aos amigos da Disciplina de Endodontia da UNIVALI, *Mabel, Márcia, Nestor, Tadeu* e ainda ao mestre e ex-companheiro da Disciplina *Adgar*, pela amizade e ensinamentos.

Aos ex-alunos e alunos da graduação, aperfeiçoamento e especialização do Curso de Odontologia da UNIVALI, pelo aprendizado proporcionado.

Aos colegas da UNIVALI, em especial ao amigo *Agostinho*.

À todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

“Nossa missão é aprender, é fazer-nos à semelhança de Deus por meio do conhecimento. Sabemos tão pouco... Pelo conhecimento, nos aproximamos de Deus e então podemos ensinar os outros e ajudá-los.”

Brian Weiss

SUMÁRIO

| | |
|---------------------------------------|------------|
| RESUMO | 1 |
| ABSTRACT | 3 |
| 1- INTRODUÇÃO | 5 |
| 2- REVISÃO DA LITERATURA | 7 |
| 2.1- LIMITE APICAL DE TRABALHO | 7 |
| 2.2- MÉTODO RADIOGRÁFICO CONVENCIONAL | 20 |
| 2.3- MÉTODO ELETRÔNICO | 28 |
| 2.4- MÉTODO RADIOGRÁFICO DIGITAL | 41 |
| 3- MATERIAL E MÉTODOS | 63 |
| 3.1- AMOSTRA | 63 |
| 3.2- MÉTODOS | 63 |
| 4- RESULTADOS | 77 |
| 5- DISCUSSÃO | 83 |
| 6- CONCLUSÃO | 89 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 91 |
| ANEXOS | 105 |

RESUMO

A determinação do correto comprimento de trabalho é de primordial importância para a terapia endodôntica. O método mais utilizado para este fim é o radiográfico. O propósito deste estudo foi o de comparar a eficácia de três métodos: método radiográfico convencional (filme Ektaspeed Plus marca KODAK), método radiográfico digital (DenOptix) e o método eletrônico (localizador apical - Apit) na determinação do comprimento de trabalho para endodontia nos elementos dentais de humanos *in vitro*. Foi constituída uma amostra de 90 dentes unirradiculares permanentes humanos extraídos, (30 incisivos inferiores, 30 caninos e 30 pré-molares inferiores). Uma lima K nº 15 foi introduzida no canal até que o aparelho eletrônico (Apit) sinalizasse que estava na constrição apical, o instrumento foi fixado nesta posição por meio de um cursor de borracha e adesivo a base de cianocrilato. Colocou-se o dente no respectivo alvéolo de uma secção de mandíbula com os tecidos moles, a fim de simular radiograficamente uma imagem de situação clínica. Duas radiografias para cada espécime foram tomadas, ambas pela técnica do paralelismo (cone longo, distância foco-filme de 40 cm) com aparelho de raios X em 70 Kv e 10 mA com tempo de exposição em 0,2 segundo, uma com o filme e outra com o sensor digital. Tomaram-se as medidas com o auxílio de lupa esteriomicroscópica. Os dados foram avaliados estatisticamente através do teste quiquadrado. Os resultados mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os três métodos de odontometria pesquisados para os três grupos de dentes. O método eletrônico, Apit, apresentou um índice médio de acerto de 88,9%, o método radiográfico convencional e o digital, de 95,5%. Os três métodos de odontometria obtiveram um alto índice de acerto, sendo assim todos considerados confiáveis.

Palavras-chave: odontometria; radiografia digital; odontologia.

ABSTRACT

COMPARISON OF ODONTOMETRY USING CONVENTIONAL AND DIGITAL RADIOGRAPHIC METHODS AND ELECTRONIC METHOD

The establishment of the correct working length is essential in endodontic therapy. The most used method for this purpose is the radiographic one. The aim of this *in vitro* study was to compare the effectiveness of three methods - conventional radiographic method (Kodak Ektaspeed plus film), digital radiographic method (DenOptix) and electronic method (Apit apex locator) – used in the establishment of the working length of human dental elements for endodontic therapy. The sample consisted of 90 extracted uniradicular permanent human teeth (30 inferior incisors, 30 canines and 30 inferior premolars). A 15 K file was introduced in the canal until the electronic apparatus (Apit) signaled that the apical constriction was reached. The file was fixed at this position using a rubber pointer and cyanoacrylate-based adhesive. The tooth was then placed in its respective alveolus of a mandibular section with soft tissue in order to simulate clinical image. Two radiographs of each specimen were taken, both using the parallelism technique (long cone, distance focus-film 40cm) with X-Ray apparatus of 70 Kv and 10 mA and 0,2 s exposure, one using film and the other using digital sensor. Data was statistically assessed using the chi-square test. The results did not show any statistically significant difference among the three methods studied for the tooth types used. The Apit electronic method showed an average index of accuracy of 88.9%, and the index of the remaining ones was 95.5%. All three methods showed a high accuracy index, thus being considered reliable.

Key words: odontometry, digital radiograph, dentistry.

1- INTRODUÇÃO

O objetivo final da terapia endodôntica consiste na neutralização do conteúdo do sistema de canais radiculares. Para que isso seja cumprido se faz necessário uma correta instrumentação, limpeza, desinfecção e obturação desse sistema de canais.

A determinação do correto comprimento de trabalho é de primordial importância para a terapia endodôntica, e um ponto ideal para o término da endodontia seria o limite cemento-dentina-canal (CDC). O fato é que a variação anatômica dos ápices radiculares é muito intensa. Em média o limite CDC localiza-se de 0,5 a 0,7 mm do forame apical, e este 0,5 mm do vértice apical, podendo chegar até a 3 mm (Kuttler, 1955).

O método mais utilizado para a determinação do comprimento de trabalho é o radiográfico, no qual, a partir de uma radiografia inicial, mede-se o elemento dental, diminui-se em média 2 milímetros. Coloca-se um instrumento calibrado com esta medida no canal, toma-se uma segunda radiografia e mede-se a diferença da ponta do instrumento ao vértice apical. Este é um procedimento relativamente seguro, mas apresenta alguns inconvenientes como: tempo de exposição e de processamento radiográficos relativamente altos, manuseio e estoque de substâncias químicas (revelador e fixador), estoque de películas, agressão ambiental por produtos tóxicos.

O sistema de radiografia digital (DenOptix) resolve em grande parte estes inconvenientes, pois reduz em até 80% o tempo de exposição em relação ao filme de sensibilidade D. O processamento radiográfico é inexistente e deste modo não há necessidade de câmara escura, acessórios e tempo envolvidos nessa operação (DENOPTIX, 1997).

Um dispositivo eletrônico também poderia ser utilizado para localizar a constrição apical (CDC) com relativa precisão. SUNADA em 1962, desenvolveu um método eletrônico para a localização do forame apical. A partir deste, vários estudos e aparelhos foram desenvolvidos, e os primeiros dispositivos foram baseados no princípio da constância da resistência elétrica dos tecidos dentais e peridentais. Os últimos tornaram-se mais sofisticados e usaram as características de gradientes de impedância e da dependência da frequência, para tornar as medições mais acuradas e confiáveis sob condições clínicas específicas (Pratten, 1996).

O propósito deste estudo é comparar *in vitro* a eficácia de três métodos: método radiográfico convencional (filme Ektaspeed Plus marca KODAK), método radiográfico digital (DenOptix) e o método eletrônico (localizador apical - Apit) na determinação do comprimento de trabalho endodôntico em dentes extraídos de humanos.

2- REVISÃO DA LITERATURA

2.1- LIMITE APICAL DE TRABALHO

Em 1890, BLACK, apresentou uma tabela de medidas dos dentes, na qual os profissionais baseavam-se para obterem o comprimento de trabalho endodôntico.

HESS (1921a, 1921b) acentuou que nenhuma ramificação apical se forma antes do fechamento completo do ápice. Este autor, ao examinar 3000 dentes, concluiu que o maior número de ramificações apicais situa-se na faixa etária entre 20 e 40 anos e determinou percentualmente sua ocorrência em cada grupo de dentes.

BLAYNEY, em 1924, recomendava que os tecidos periapicais não podiam ser injuriados pela sobre-instrumentação, chamando a atenção para o fato de que nenhum instrumento deveria transpassar o forame apical. Ele recomendava que o canal fosse obturado a 1mm aquém do ápice radicular.

COOLIDGE (1929) ponderou que a junção cimento-dentina representa ponto extremamente variável em relação ao orifício do canal, de sorte a, em alguns dentes, o cimento formar o forame e em outros, não. Para o autor, o sucesso na obturação do canal radicular independe da remoção da polpa a qualquer ponto definido, mas acredita que ela deva ser amputada próxima ao forame apical. Salientou ainda que, nos canais curvos, as ramificações

inacessíveis do canal principal e as raízes contendo calcificações, oferecem dificuldades ao tratamento endodôntico, mas tais dificuldades não impedem o sucesso, se toda a infecção for removida do tecido remanescente e o canal ser cuidadosamente obturado junto à superfície do coto pulpar. Esclareceu que, após a remoção da polpa, ocorrem inúmeras pequenas áreas de reabsorção na superfície radicular e nas paredes do canal radicular, sendo tais áreas, no futuro, reparadas por novos depósitos de cimento e, os remanescentes pulpares são geralmente substituídos por cimento, tanto no canal principal, quanto nos canais acessórios.

GROVE (1932) salientou que a junção cimento-dentina reveste-se de valor na terapia endodôntica por oferecer ponto ideal de término da obturação, ou seja, a obturação do canal radicular até esta posição assegura o fechamento do forame na altura do cimento, providenciando uma cobertura impermeável completa da dentina. Por outro lado, se a obturação situar-se na dentina ou próxima da junção cimento-dentina, cria-se uma situação precária capaz de permitir a migração de bactérias aos tecidos periapicais. A obturação não atingindo, pois, esta junção, permitirá migração contínua de bactérias para os tecidos periapicais, tornando impossível a reparação. Comentou existirem boas razões para justificar a obturação do canal radicular junto à junção cimento-dentina. Em primeiro lugar, torna impossível a migração das bactérias dos tecidos dentinários, e graças à impermeabilidade do cimento, os microorganismos permanecem confinados à dentina. Em segundo, tal fato previne a difusão do soro

dos tecidos periapicais e seu ingresso no canal radicular com subsequente nutrição às bactérias presentes nos túbulos dentinários as quais poderão invadir os tecidos periapicais, passando através do forame com o auxílio das várias forças criadas por esta condição.

PUCCI & REIG (1944) distinguiram o limite apical do tratamento endodôntico nos casos de polpa viva e polpa mortificada. Assim, para os casos de polpa viva, acentuam que embora o limite apical ideal seja representado pela junção cemento-dentina, a existência de filetes pulparez vitais, ampara o respeito à estrutura da polpa remanescente, qualquer que seja a altura de sua remoção, desde que a terapia endodôntica observe rigorosamente os princípios biológicos, estimulando a transformação cálcica do tecido conjuntivo constituinte da polpa apical e os forames correspondentes. Em relação aos dentes com polpa mortificada e sem alteração periapical, concordam os autores com as idéias de GROVE (1932) anteriormente expostas. No que diz respeito a dentes portadores de polpa mortificada e lesão periapical, esclarecem haver divergência quanto aos resultados obtidos ao empregar-se ou não a sobreobturação, pontuando que em algumas situações tal manobra resulta clinicamente satisfatória o que não implica no seu emprego como rotina.

KUTTLER (1955) analisou cortes longitudinais de 268 dentes. Estes foram agrupados em duas séries (1ª série de 18 a 25 anos e 2ª série de 55 anos para cima), num total de 402 ápices, comenta que, na maioria dos cortes, os dois

pontos de união cimento-dentina-canal (CDC) localizavam-se no mesmo plano nos seguintes percentuais: 53% na 1ª série e 60% na 2ª série. No que tange à distância média do forame para o menor diâmetro do canal, esta foi estabelecida em 524 μm para a 1ª série e 659 μm para a 2ª série. Aclara que o centro do forame desvia-se do vértice apical com o progredir da idade em função do aumento da espessura do cimento. A propósito, constatou que a distância média entre o vértice apical e o centro do forame varia em torno de 495 μm no grupo etário de 18 a 25 anos e 607 μm , acima de 55 anos. Afirma que o ápice radicular é os 2 ou 3 mm finais da raiz e que o vértice apical é o seu ponto extremo.

GREEN (1955) analisando 100 molares inferiores, detectou distância média de desvio do forame apical ao redor de 0,44 mm, considerando como pontos de referência a porção mais apical do forame e o vértice radicular.

Ainda GREEN (1956), examinando 400 dentes anteriores superiores e inferiores, evidenciou distância média de desvio do forame de 0,2 mm nos incisivos inferiores e de 0,3 mm para os demais dentes.

SOMMER et al., em 1958, baseavam-se na sensibilidade tátil ao atingir a constricção apical, ao nível da junção dentino-cementária e também na sensibilidade que o paciente acusava quando a lima atingia a região apical. Nesse momento, o comprimento do instrumento, desde sua extremidade apical até sua

coincidência com o bordo incisal ou cúspide de referência, eqüivalia ao comprimento real do dente.

KUTTLE (1958) assinalou ser a obturação de canal radicular ideal, aquela que preencher realmente sua porção dentinária, promovendo vedamento até a junção cimento-dentina e estimulando o selamento de sua porção cementária por néo-formação de cimento. Tal obturação resulta no estabelecimento de uma condição periapical saudável na qual a membrana periodontal e o tecido ósseo apresentam-se normais e a lâmina dura contínua, em torno do ápice radicular. Segundo o autor, sobreobturaç o não   recomendável, pois o material obturador representa corpo estranho e impede a deposição de novo cimento no canal cementário, ao passo que a sub-obturação predispõe   infecção periapical ou   reinfecção. Aconselhou para tal, que o tratamento endodôntico não seja executado até o limite do forame porque, graças ao formato divergente das paredes na porção cementária do canal radicular, tal medida resulta em obturação deficiente desta  rea.

GREEN (1960) computando 700 ápices de dentes posteriores superiores e inferiores, comprovou que aproximadamente 50% dos forames principais abrem-se diretamente no ápice e os que assim não o fazem, situam-se excentricamente, em média a 2 mm do vértice anatômico da raiz.

ENGSTHOM & SPANGBERG (1967) estimaram, sob o ponto de vista histológico, pulpectomias em 23 dentes, verificando que na imensa maioria delas o

coto pulpar histológico se mostrava de 0,5 mm a 1 mm menor que a medida clínica indicada radiograficamente e afirmam que tal fato se deve à localização para-apical do forame.

KETTERL (1968) realizou acompanhamento clínico-radiográfico e histológico de tratamentos realizados a diferentes níveis de limitação apical. Assim, sob o ponto de vista histológico, o exame de 160 casos revelou melhores resultados, quando a obturação se situava de 1 a 2 mm do vértice radiográfico e, clinicamente, através do exame das radiografias de 560 casos, o maior percentual ocorreu nos dentes cujo tratamento endodôntico fora realizado no limite apical de 1 mm aquém da extremidade final da raiz.

VANDE VOORDE & BJORND AHL (1969) comparando o comprimento radiográfico de dentes com seu comprimento real, verificaram que, em média, o comprimento real diferia do radiográfico em torno de 1,2 mm e de 1,6 mm, considerando a distância face incisal-forame.

CHAPMAN (1969) ao estudo de 120 dentes anteriores superiores e inferiores, determinou em 84% das raízes desvio do forame assim distribuído: 42% para vestibular; 13% para mesial; 17% para distal e 12% para lingual. Relativamente à distância média entre o centro do forame e o ápice, detectou para os dentes superiores, valor de 0,364 mm e, para os inferiores, 0,346 mm. Constatou a constrição apical situando-se de 0,5 mm a 1,25 mm do vértice anatômico do dente.

ALTMAN et al. (1970) examinaram 20 incisivos centrais, detectaram que a junção cimento-dentina não pode ser determinada clínica ou radiograficamente e que, histologicamente, há transição gradual do cimento para a dentina radicular.

PALMER et al. (1971), buscando elucidar a problemática da posição do forame, observaram a região apical de 40 dentes radiografados com instrumento posicionado no interior do canal, de sorte que sua extremidade coincidisse com o vértice radiográfico, verificando, em 50% dos casos, transpasse do forame a distâncias variáveis de 1 a 2,5 mm.

HOLLAND et al. (1971) analisaram 898 canais radiculares com tratamento endodôntico realizados há mais de um ano, e evidenciaram maior percentagem de sucesso nos casos tratados de 1 a 2 mm aquém do ápice radicular com diferença de 13% de superioridade sobre os casos tratados junto ao ápice, e atribuíram tal fato à menor irritação dos tecidos periapicais por parte dos materiais obturadores cujas propriedades irritantes são atenuadas pela distância que os separa dos tecidos vivos.

LEVY & GLATT (1972) numa análise de 122 raízes, averiguaram em 66,49% dos casos, desvio da posição do forame oscilando entre 1 a 9 mm.

BURCH & HULEN (1972) pesquisando 877 dentes, denotaram desvio do forame em 92,6% dos canais radiculares, em média a 0,59 mm do vértice

anatômico da raiz quando considerada a "porção mais oclusal do forame". A posição do forame apical é de fundamental importância na repleção do espaço ocupado anteriormente pelo tecido pulpar, em vista de tal estrutura não estar geralmente localizada no vértice anatômico do dente. Radiograficamente é raro detectar-se esta estrutura, mormente desviando-se para vestibular, palatino ou lingual, porquanto a abertura do forame, em qualquer uma destas superfícies, superpõe-se à estrutura radicular.

INOUE (1972) idealizou aparelho que denominou "estetoscópio para dentistas", dotado de corrente de baixa frequência. À medida que o instrumento era introduzido em direção ao ápice radicular, o som auscultado aumentava de intensidade e ao alcançar o forame, atingia a máxima intensidade, semelhante àquela originada quando a agulha de medição tocava a mucosa oral.

ROTHIER (1975/77) pesquisando 611 dentes anteriores e posteriores superiores e inferiores, constatou que a variação da posição anatômica do forame apical é um dos fatores responsáveis pelas falsas interpretações do limite apical da obturação dos canais radiculares.

CAVADA (1977) servindo-se de 48 dentes unirradiculares extraídos, introduzia, nos respectivos canais radiculares, lima tipo K cuja ponta era ajustada ao forame e com o instrumento assim posicionado, efetuava a reinserção do dente no respectivo alvéolo, realizando imediatamente tomada radiográfica. Através do estudo das radiografias, concluiu que o distanciamento "ponta do instrumento-

vértice radiográfico" não coincidia em 70,4% dos casos. Ademais, constatou maior percentagem de coincidência (54,8%) para o incisivo lateral superior e menor, (19%) para o incisivo central superior. Acresce que as distorções de incidência radiográfica podem influenciar a imagem do instrumento modificando sua posição em relação ao ápice radicular e que, em termos práticos, cada caso sempre se comporta independentemente.

HORSTED & NYGAARD-ÖSTBY (1978) na avaliação clínica e histológica de 20 dentes humanos com remoção integral da polpa e obturação de 2 a 4 mm aquém do vértice radiográfico, averiguaram que com o correr do tempo, o espaço vazio era preenchido por um tecido conjuntivo fibroso.

SELTZER (1979) considerou as variações morfológicas apicais decorrentes da presença de canais acessórios, como aqueles que se ramificam do principal na região apical. Afirmou que os forames acessórios somente se desenvolvem quando a bainha radicular sofre desintegração antes que a dentina seja elaborada e que os condutos acessórios resultam de "uma falta de deposição dentinária ao redor do vaso sangüíneo presente no tecido conjuntivo perirradicular".

LAURICHESSE et al. (1979) analisaram 1025 raízes de dentes humanos à respeito a localização do forame apical, sob o ponto de vista radiográfico e estereomicroscópico. Os resultados basearam-se em radiografias tomadas nos sentidos vestibulo-lingual e mésio-distal. Assim, esclareceram que a

proporção das raízes que apresentam canais acessórios sob a forma de delta apical é, em média, de 60%, percentagem que varia em 32% para os incisivos inferiores a 83% para os pré-molares inferiores. Afirmaram, inclusive, que a posição dos forames, quando a radiografia foi tomada no sentido vestibulo-lingual, embora cêntrica, em 50% dos casos não correspondeu à realidade, pois, a tomada radiográfica no sentido mesio-distal reduziu este percentual a 27%. Realçaram que tais constatações obrigam a uma revisão dos critérios no estabelecimento do limite apical da intervenção endodôntica, bem como a busca de novos meios de exame radiográfico dos canais radiculares.

MACHADO & PESCE (1981) no tocante ao estudo da região apical de dentes obturados até o vértice radiográfico da raiz, auferiram que de 58 canais nestas condições, 57 exibiam obturação além do limite do forame apical.

FAZIO et al. (1982) determinaram distanciamento entre o vértice anatômico da raiz e o vértice radiográfico da ordem de 0,837 mm.

WEINE (1982) advogou que o limite apical deve ser estabelecido a 1 mm aquém do ápice radiográfico e no caso de radiolusência periapical definida, sem indicação radiográfica de reabsorção apical, aconselha diminuição adicional de 0,5 mm. Esclareceu, ademais, que na presença de reabsorção apical definida, o limite correto deverá situar-se a 2 mm do vértice radiográfico.

HARRISON et al. (1983), computando o acontecimento de dor pós-operatória, comprovaram sua maior ocorrência em casos de sobre-obturação, tanto a expensas do cimento, como do cone de guta-percha, quando comparados aos casos onde o limite apical situava-se em torno de 1 mm aquém do ápice.

DUMMER et al. (1984) estudando a topografia apical de 270 dentes extraídos de humanos, confirmaram a impossibilidade em se estabelecer corretamente a posição da constrição apical durante a terapia endodôntica, e indicaram a combinação de diferentes métodos para sua determinação.

INGLE & TAINTOR (1985) postularam a criação de uma forma de resistência através da manutenção da constrição apical, o que impede a sobre-obturação. Salientaram que a violação deste princípio pela sobre-instrumentação induz à inflamação aguda do tecido periapical, graças à injúria produzida pelo instrumento ou por restos dentinários forçados para os tecidos, além da inflamação crônica determinada pelo material de obturação extravasado, associados à impossibilidade de compressão da obturação pela perda da terminação limitante apical da cavidade.

LAURICHESSE & BREILLAT (1986) acentuaram que no caso de canal radicular retilíneo com o forame sem desvio ou pouco desviado do vértice radicular, a redução de 0,5 mm do comprimento do dente fornece a longitude de trabalho, mas ao considerar-se o caso de um ápice desviado (mais de 80% das situações), a junção cimento-dentina situa-se a 1 mm do extremo radicular

radiográfico e, portanto, o distanciamento de 1 mm parece mais aconselhável. Ademais, recomendaram que, quando da reabsorção apical, comum frente a lesões do periápice, a fim de se obter um nicho dentinário para a obturação, que se estabeleça um recuo adicional de 0,5 mm situando-se o limite apical a 1,5 mm do vértice radiográfico.

BARKHODAR et al. (1987) explicaram que, geralmente, o forame apical não coincide com o ápice radiográfico e que a complexidade da anatomia apical pode não ser vista radiograficamente.

MATSUMOTO et al. (1987) avaliando o sucesso clínico do tratamento endodôntico de 223 dentes por período de 2 a 3 anos, detectaram os maiores índices, quando a obturação situava-se de 0,5 mm a 2 mm do vértice radiográfico.

PAIVA & ANTONIAZZI (1988) consideraram o limite de trabalho endodôntico em duas situações: polpa viva e necrosada. Nos casos de polpa viva, aconselham limite apical situado entre 1,5 mm a 3 mm aquém do ápice radiográfico, permanecendo o coto pulpar, que criará melhores condições de reparação tecidual, pois uma única ferida terá de ser cicatrizada. Além disso, este limite é favorável à obturação fisiológica do forame pela deposição de cimento osteóide. Em polpas necrosadas, o limite apical do esvaziamento é determinado pelas condições anatômicas do ápice. Afirmaram que, nos dentes com mortificação pulpar ocorrem reabsorções na porção apical do cone cementário que se encontra ausente ou parcialmente destruído. Assim, o limite apical nesses

dentes, com lesão apical ou sem ela, vai ser determinado pelo limite radiográfico da raiz, devendo o instrumento endodôntico ficar aquém deste ponto, criando um limite intra-canal em dentina hígida, condição propiciadora à futura deposição cementária, ou seja, aproximadamente 1 mm aquém do vértice radiográfico.

BRITTO Jr. et al. (1989) afirmaram que a odontometria fornece o limite máximo da obturação. Destacaram que a falha na odontometria pode levar a sobre-obturação ou a obturação incompleta do canal radicular. Neste último caso, um espaço vazio seria deixado entre a obturação e o forame apical, onde haveria a infiltração e acúmulo de exsudato que, ao se decomporem, causariam irritação e possível lesão na região periapical.

Conforme DE DEUS (1992), é somente através do uso de dois, às vezes três, dos métodos de determinação, que se consegue estabelecer uma medida de comprimento de trabalho de forma consistente e eficiente.

LEONARDO & LEAL (1998) descreveram que é imprescindível que se obtenha com exatidão o comprimento do dente que está recebendo o tratamento endodôntico pois, só assim, teremos certeza de que a instrumentação será realizada até as proximidades da união cimento-dentina-canal. É por meio da odontometria que se obtém o comprimento real do dente, podendo se estabelecer um preparo biomecânico correto e, por conseqüência, uma boa obturação tridimensional endodôntica, com respeito aos tecidos periodontais adjacentes.

2.2- MÉTODO RADIOGRÁFICO CONVENCIONAL

A Odontologia sofreu drástica mudança em 1895, quando o Professor Wilhelm Conrad Röntgen descobriu os raios X, sendo que a primeira tomada radiográfica dentária foi realizada pelo Dr. Otto Walkhoff, 14 dias após a comunicação do seu descobrimento, com tempo de exposição de 25 minutos, em sua própria boca. A partir de então, os procedimentos endodônticos tomaram-se mais exeqüíveis (GLASSER, 1958).

KELLS (1917) buscando a determinação do comprimento real do dente, foi o primeiro a introduzir um "fio metálico de diagnóstico" no interior do canal radicular e logo após tomava uma radiografia para verificar seu posicionamento.

CUSTER, em 1918, utilizou sondas metálicas com comprimentos de 20, 21, 22, 23, 24 e 25 mm, identificadas com sulcos confeccionados no cabo. Por exemplo, aquela com 20 mm não possuía sulcos no cabo, mas a sonda com 21 mm apresentava 1 sulco e a de 25 mm exibia cinco sulcos no cabo. De acordo com o tamanho médio do dente, ele escolhia o instrumento com medida mais aproximada e o introduzia no canal, realizando uma tomada radiográfica. As medidas real e radiográfica do instrumento eram comparadas.

CRANE, em 1921, realizou uma tomada radiográfica do dente com um instrumento de tamanho conhecido, no interior do canal. De posse das medidas

radiográficas do dente e do instrumento e da medida real do instrumento, ele aplicou uma regra de três simples e calculou o comprimento do dente.

GROVE (1929) no intuito de auferir medidas mais precisas da extensão do canal radicular, idealizou instrumento composto de um cabo oco, e pelo seu interior passava um fio metálico fino, através de uma abertura centralmente localizada. O cabo possuía escala milimétrica capaz de fornecer a exata leitura do comprimento da introdução da sonda no interior do canal radicular, pois era dotado de conicidade final, de modo que, ao ser inserido na câmara pulpar onde, previamente, havia sido confeccionado um ombro. A confirmação do limite apical foi obtida com o auxílio de tomada radiográfica.

HALL, em 1930, acreditava que todos os instrumentos endodônticos deveriam ter medidas controladas para obtenção do sucesso do tratamento. O nível de instrumentação deveria ser confinado ao interior do conduto radicular, sendo necessariamente monitorado com auxílio de exame radiográfico.

BREGMAN, em 1950, propôs a realização de uma tomada radiográfica com um instrumento de 10 mm de comprimento, dentro do conduto radicular e, com o auxílio de uma régua milimetrada, media os comprimentos radiográficos do dente e do instrumento. Com esses três valores, ele calculava o comprimento do dente através da seguinte equação: comprimento do dente = (comprimento real do instrumento x comprimento radiográfico do dente) / comprimento radiográfico do instrumento.

Em 1957, INGLE apresentou um método simples e objetivo, no qual obtinha a medida do dente através de uma radiografia de diagnóstico, realizada com a mínima distorção possível. Dessa medida, eram subtraídos dois milímetros, prevendo possíveis distorções na imagem radiográfica, além de se constituir em medida de segurança, evitando trauma aos tecidos periapicais. Esse comprimento era transferido ao instrumento endodôntico, delimitado pelo uso de um limitador de borracha e novamente colocado no interior do canal, tomando-se, como referência, o bordo incisal ou cúspide do dente. Realizava-se nova tomada radiográfica e a distância entre a ponta do instrumento e o ápice radiográfico era obtida, devendo-se acrescentar ou diminuir esse valor do comprimento real do instrumento, chegando-se, assim, ao comprimento do dente.

FUCHS (1958) chamava atenção para o fato de que a distorção da imagem radiográfica é uma variação do tamanho real e forma do dente ou região. Assim, quanto maior a distância foco-filme e quanto menor a distância filme-objeto, menor será o aumento da imagem radiográfica.

EVERETT & FIXOTT, em 1963, confeccionaram uma grade de fios de cobre, recoberta por um material plástico, exibindo linhas horizontais e verticais, nas quais as linhas vizinhas e com mesmo sentido eram distanciadas 1mm, sendo que a cada 5mm existia uma linha mais larga, de modo a facilitar a leitura. Essa grade, com tamanho semelhante ao de um filme periapical, era posicionada entre o filme e o objeto, incorporando-se à imagem radiográfica final. Através das

dimensões radiográficas do dente e da grade, além das medidas reais da grade, determinava-se o comprimento do dente. Nessa época, os autores sugeriram que os fabricantes produzissem um filme periapical, com um desenho de uma grade milimetrada incorporado em sua emulsão.

VALE, em 1971, verificou a influência das técnicas radiográficas periapicais da bisettriz com localizador de 20 cm e do paralelismo com localizador de 40 cm, quanto a eficácia do método de odontometria. Foram examinados pacientes, num total de 50 dentes indicados para extração. As tomadas radiográficas foram realizadas com aparelho de 50 kVp, 7 mA e filtragem equivalente a 2 mm de alumínio, com filme Ultra-speed, da Kodak e processadas pelo método temperatura-tempo. Após extração, os dentes foram medidos com paquímetro. O autor verificou que a técnica do paralelismo mostrou melhores resultados, embora discretos, sobre a técnica da bisettriz, porém, nas regiões de pré-molares e molares, a técnica da bisettriz apresentou resultados melhores que a técnica do paralelismo.

PAPAIZ (1981) valendo-se de dentes naturais montados em manequim, concluiu que os graus de ampliação da imagem radiográfica dos dentes da mandíbula exibiam maior homogeneidade, quando comparados aos da maxila e que a técnica radiográfica do paralelismo oferece melhores resultados ao considerar-se a medida longitudinal do dente.

PAIVA et al, (1984) respaldados nos fatores biológicos ligados à reparação pós-tratamento endodôntico, à dor pós-operatória e às variantes na interpretação radiográfica, prepuseram a técnica da odontometria simples, procedendo-se da seguinte maneira: toma-se radiografia inicial e mede-se, com o auxílio de lupa e régua milimetrada, o comprimento do dente calcado em dois pontos de referência: oclusal e vértice radiográfico da raiz. Após esta mensuração, verifica-se, numa tabela apropriada, o comprimento médio do dente. De posse destes valores, obtém-se a média aritmética dos dois valores e desta, subtrai-se 4 mm, por segurança, devido a eventuais distorções radiográficas. A seguir, transporta-se este valor para um instrumento endodôntico introduzindo-o, de imediato, no conduto radicular, fazendo-se em prosseguimento uma segunda radiografia. Com esta processada, mensura-se a distância entre a ponta do instrumento e o vértice radiográfico da raiz, o que fornecerá um valor que somado ao comprimento real do instrumento propiciará o comprimento real do dente. Acrescem a necessidade, quando da obtenção do comprimento real de trabalho, de diminuir determinado valor preestabelecido, de sorte a evidenciar, por ocasião da radiografia de confirmação, um halo radicular envolvendo a ponta do instrumento.

WUEHRMANN & MANSON-HING (1985) sugeriram que as interpretações radiográficas devem sempre ser realizadas com o aumento de imagem.

FORSBERG, em 1987, comparou a eficácia das técnicas radiográficas intrabucais da bisettriz e do paralelismo quanto à capacidade de evidenciar a determinação do comprimento de trabalho durante o tratamento endodôntico. Foram utilizados 97 dentes humanos extraídos unirradiculados e com ápices completamente formados. Esses dentes foram abertos e neles, introduzidas limas com distâncias aquém, no nível e além do forame apical. O filme utilizado foi o Ultra-speed DF-57, da Kodak. Na técnica do paralelismo, a distância foco filme foi de 30 cm e na técnica da bisettriz essa distância foi de 19,5 cm. O aparelho radiográfico utilizado apresentava fatores exposição de 72 kVp e 12 mA, sendo que todos os dentes foram expostos com o feixe de raios X direcionado de mesial para distal, possibilitando a avaliação da curvatura radicular e posição do forame apical na direção vestibulo-lingual. Os resultados mostraram que a técnica do paralelismo foi superior à técnica da bisettriz, quanto à determinação da distância entre a ponta do instrumento e o ápice radiográfico.

COX et al. (1991) avaliaram a precisão visual do profissional em ajustar o comprimento da lima nas radiografias. Foram utilizados três canais de um molar superior (mésio-vestibular, disto-vestibular e lingual), dois canais de um molar inferior (mésio-vestibular e distal), pré-molares superior e inferior unirradiculados. O canal mésio-lingual do molar inferior não foi utilizado para evitar confusão com o mésio-vestibular. O comprimento do dente foi obtido por meio de radiografia prévia e depois de inserida uma lima dentro do canal até o ápice radiográfico, realizou-se nova tomada radiográfica para confirmar esta posição. Nesses canais, foi

introduzida uma lima nº 10 e depois uma lima nº 15, com distâncias que variavam de 4 mm aquém do ápice a 3 mm além do ápice radiográfico, com aumentos de 0,5 mm. O observador, ao analisar a radiografia registrava a distância na qual a lima deveria ser ajustada, de tal modo que ela ficasse a 0,5 mm do ápice radiográfico. Os resultados mostraram que não houve diferença nos dentes superiores e inferiores, entre as limas nº 10 e nº 15 e entre pré-molares e molares. A maior concordância de resultados entre os autores ocorreu quando a lima encontrava-se no ápice radiográfico, portanto, necessitando de ajuste equivalente a uma redução de 0,5 mm e a menor concordância de ajuste ocorreu quando a lima estava 4 mm aquém, necessitando de ajuste adicional de 3,5 mm. Os autores concluíram que a precisão de ajuste foi maior quando a lima encontrava-se além, ou seja quando os ajustes precisavam ser subtraídos. Isso pode ser justificado pelo fato de que quando a lima estava além do ápice radiográfico servia como ponto de referência para o ajuste.

Segundo KATZ et al. (1991) a técnica da bissetriz, usada por muitos anos para determinar o comprimento do dente, produziu dificuldades adicionais pela complexa anatomia dental ou pela superposição das raízes e estruturas adjacentes. O forame apical não pode ser corretamente identificado porque é freqüentemente desviado do ápice anatômico ou emergido para variadas distâncias dele.

Conforme KELLER et al. (1991), atualmente, o método mais popular na determinação correta do comprimento do canal radicular, depende de um grande acordo de interpretação radiográfica. Todavia, existem fatores inerentes associados ao uso das radiografias, incluindo distorção de imagens, interpretação clínico-radiográfica e interferências de estruturas anatômicas. Estes fatores têm estimulado o desenvolvimento de aparelhos eletrônicos que permitem localizar a posição da constrição apical.

FRANK & TORABINEJAD (1993) citam que, os métodos radiográficos são deficientes na localização da posição exata da constrição apical, resultando na insegurança de definição do limite apical da instrumentação, dificultando os procedimentos de obturação e podendo comprometer o restabelecimento da normalidade dos tecidos periapicais. Além disso, devido a problemas técnicos e aos perigos da radiação, especialmente para gestantes, os profissionais mostram-se cada vez mais preocupados, procurando maneiras alternativas para determinar o comprimento de trabalho durante o tratamento de canal radicular.

INGLE et al. (1994) relataram que dentre os diversos problemas existentes na interpretação pelo método de Ingle, podemos citar a definição do ápice radicular radiográfico e a extremidade do instrumento endodôntico.

COUTINHO & SIQUEIRA (1994) afirmaram que os métodos radiográficos são os mais difundidos para a realização da odontometria.

De acordo com RAMOS & BRAMANTE (1997), os métodos radiográficos apresentam algumas dificuldades de interpretação e execução. Os pesquisadores examinaram os índices de sucesso e fracasso na interpretação radiográfica de 253 casos, mostraram que apenas 50% das interpretações apresentavam concordância entre os operadores. O maior número destas divergências envolvia molares superiores. Nessa região, os erros no posicionamento do filme e no ângulo do tubo de raios X, determinam falhas nas tomadas radiográficas.

2.3- MÉTODO ELETRÔNICO

CUSTER (1918) valia-se de baterias secas, de um miliamperômetro, de um eletrodo negativo colocado na mucosa na região próxima ao ápice radicular e de uma sonda fina ligada ao polo positivo. O autor salientou que a sonda introduzida no canal radicular, ao atingir a região do ápice, graças à condutibilidade do líquido apical, determina oscilações no ponteiro do miliamperômetro indicando haver sido alcançado o forame.

SUZUKI, em 1942, de acordo com o que relata KATZ et al. (1991), comprovou a existência de uma diferença na resistência elétrica entre o ligamento periodontal e o dente. A resistência da região apical de $6,5\text{ K}\Omega$, é constante e não é afetada pelo tipo, forma do dente, diâmetro do canal, idade, sexo do paciente ou patologia apical.

GORDON (1960) idealizou aparelho registrador do comprimento do canal radicular, pela mensuração direta da passagem de corrente elétrica através do fluido da região apical, sendo a leitura dos registros feita por meio de um amperômetro, quando completado o circuito.

SUNADA (1962) foi o primeiro a desenvolver um dispositivo para mensurar o comprimento do canal, baseado no princípio de Suzuki. Desenvolveu um aparelho para a medição da resistência elétrica dos tecidos orais. Posicionou uma placa de metal conectada ao polo negativo em contato com a mucosa oral. Uma lima foi conectada ao polo positivo e inserida no canal radicular. Quando o instrumento alcançava o ligamento periodontal pelo ápice radicular, a resistência elétrica foi constante de 6,5 K Ω (40 μ A), apesar da idade do paciente, da forma ou do tipo do dente. O autor também determinou a resistência elétrica registrada de 9,0 K Ω (37 μ A), quando a lima estava a 0,5 ou 1 mm do ápice radicular.

HUANG, em 1960[?], de acordo com RAMOS & BRAMANTE (1997), estudando a teoria proposta por Sunada, relatou que o fenômeno que determina os valores de resistência elétrica dos tecidos vivos possui características físicas inerentes ao comportamento elétrico de suas estruturas. Os resultados foram analisados e foram encontrados diferentes valores que variaram de 4,2 K Ω a 9,3 K Ω , na medida que mudavam as características do aparelho em que se aferiam as leituras, contrastando com o valor constante de 6,5 K Ω relatado por Sunada.

O'NEILL (1974) comentou que, os métodos eletrônicos de mensuração do dente, por meio da avaliação da impedância elétrica do endodonto com os tecidos periapicais, também são sujeitos a falhas na presença de alterações teciduais, como nas reabsorções internas e externas, que ocorrem no canal radicular, favorecendo um resultado falso-positivo.

CASH (1974) computou os resultados da utilização do método eletrônico em dentes a serem submetidos à extração. Relata o autor que a secagem excessiva da membrana periodontal apical bem como o sangramento proveniente destes tecidos e a intensa vascularização do tecido inflamatório alteram o potencial elétrico. Assegurou, ainda, que a presença de lesão periapical não influencia a fidelidade do método e que a existência de cárie, sangue, exudato ou infiltrado salivar podem modificar os resultados.

SEIDBERG et al. (1975) também estudaram os métodos eletrônicos de mensuração do dente, por meio da avaliação da impedância elétrica do endodonto, com os tecidos periapicais chegando ao mesmo resultado falso-positivo pesquisada pelo autor O'Neill.

COLLESANO et al. (1980) propuseram o "Endo-radar" baseado nos mesmos princípios de seus antecessores, isto é, um eletrodo constituído de sonda inserida no canal radicular e outro posicionado no lábio do paciente de modo que a corrente corresponda a valor estabelecido, ou seja, à resistência do ligamento periodontal (em torno de 40 miliampéres).

TROPE et al. (1985) avaliaram os resultados fornecidos pelo método eletrônico de odontometria. Valeram-se de 127 canais radiculares e do aparelho "Sono-Explorer Mark III" (Union Broach, New York, NY). Os resultados acusaram que em 82 canais radiculares o instrumento localizava-se no vértice radiográfico; em 33 canais radiculares a distância "ponta do instrumento-vértice radiográfico" situava-se entorno de 0,5 mm; e em 12 canais radiculares, observaram-se valores de 1 a 2 mm.

De acordo com BRITTO Jr. et al (1989), através da radiografia, podemos obter além da odontometria, outros dados importantes de ordem anatômica, como número, comprimento, direção, volume das raízes e dos canais radiculares ou de ordem patológica, como lesões periapicais crônicas, reabsorções radiculares internas externas e outros. Mas é praticamente impossível obter radiografias sem distorção, que é causada quando um objeto tridimensional é observado em imagem bidimensional. Tal fato associado à complexa morfologia apical, dificulta sobremaneira a obtenção do real comprimento do canal, já que a medida de trabalho endodôntico se dá de maneira indireta. Comentou ainda que, baseado no método elétrico, INOUE (1973), desenvolveu um método audiométrico, impulsionando o desenvolvimento dos aparelhos de segunda geração. Esse pesquisador observou que o ligamento periodontal e o tecido gengival são capazes de produzir oscilações de baixa frequência, que podem ser traduzidas em vibrações sonoras. Desta forma, a leitura além do amperímetro é auxiliada também pela emissão de sons audíveis.

KAUFMAN et al. (1989) analisaram em pacientes, a eficácia de um método eletrônico analógico (Dentometer) e do áudio-indicador (Sono-explorer), quando comparados ao método radiográfico de Ingle na determinação da odontometria. As médias obtidas pelo método de Ingle e Sono-explorer foram significativamente superiores das obtidas pelo Dentometer. Por outro lado, nenhuma diferença foi observada entre o Sono-Explorer e a obtida pelo método de Ingle.

SAITO & YAMASHITA (1990) analisaram o desempenho do Endex. Foram utilizados diferentes agentes irrigadores durante as medições eletrônicas, concluindo, ao fim, que a presença de líquidos não proporcionava mudanças significantes na capacidade de leitura do aparelho.

HUNTER (1991) comentou que, apesar de algumas vantagens conquistadas com os aparelhos tipo impedância, como a diminuição da carga da corrente elétrica, diversos estudos demonstraram que as alterações na corrente utilizada por este tipo de aparelho não foram suficientes para melhorar a precisão das leituras nas condições de umidade no interior do canal. Esses aparelhos freqüentemente fornecem falsas leituras nos dentes que tem ápices amplamente abertos. Exsudato periapical sangue e pus, bem como outros materiais condutores no canal radicular, incluindo o tecido pulpar, umidade, e irrigantes tal como soluções de hipoclorito de sódio e EDTA, podem afetar adversamente a precisão do localizador eletrônico.

CHRISTIE et al. (1993) argumentaram que, entre as desvantagens do aparelho tipo resistência, a literatura cita o uso de corrente contínua, que induz o aparecimento da polarização, determinando um campo elétrico de alta amperagem e baixa voltagem, levando à necrose de células do tecido e dor durante a medição. No entanto, a principal desvantagem dos aparelhos tipo resistência é a necessidade de um canal razoavelmente seco. Se não estiver seco, as leituras tendem a ficar aquém do forame apical.

FOUAD et al. (1993) afirmaram que, existem atualmente três gerações de localizadores de forame apical. Os mais antigos são os localizadores do tipo resistência (método elétrico), considerados de primeira geração, e os dois modelos mais novos, tipo impedância (segunda geração), e tipo impedância-frequência-dependente (terceira geração). Neste último o princípio de funcionamento baseia-se na determinação da resistência elétrica, em função de duas frequências de correntes alternadas (1 kHz e 5 kHz) cujos valores são constantes, independente das condições de umidade do conduto radicular. Analisaram ainda, a precisão da leitura *in vitro* do Endex, entre outros aparelhos, variando a presença de umidade no interior do canal radicular e o tipo de agentes irrigantes. O Endex apresentou resultados aceitáveis (posição de leitura a 0,5mm do ápice), variando entre 73% a 90%, no grupo dos forames estreitos e de 57% a 90% no grupo dos forames largos. Os melhores resultados foram indicados com o canal parcialmente seco ou em presença de xilocaína. Os autores concluíram que

o Endex possui capacidade de medição eletrônica do comprimento de trabalho, sob as condições testadas.

MAYEDA et al. (1993) utilizaram o localizador de ápice Endex para verificar se o estado da polpa, vital ou necrótica, acarretava alguma diferença na determinação do comprimento de trabalho, visto que nos casos de necrose pulpar onde existe reabsorção inflamatória da raiz, a constrição apical está alterada e eventualmente inexistente, devendo a princípio, afetar a leitura nesse tipo de aparelho de terceira geração. Neste estudo *in vivo*, foram analisados 17 dentes vitais e 16 dentes necrosados, que após a medição eletrônica foram radiografados e extraídos com a lima no interior do canal. Não houveram diferenças estatisticamente significantes nas medidas entre canais vitais e necróticos.

FRANK & TORABINEJAD (1993) avaliaram o Endex, comparando suas leituras com o método radiográfico. Os resultados mostraram que as leituras do Endex localizaram-se a 0,5mm do limite indicado pela radiografia como sendo o ápice radicular em 89,64% dos casos. Concluíram, também, que as condições pulpares e periapicais não influenciaram os resultados. O aparelho não foi afetado por umidade ou polpa no canal, ou por hemorragia, exsudato ou hipoclorito de sódio. Nem os operadores apresentaram qualquer dificuldade no uso do Endex onde havia reabsorções intracanal ou inflamatórias no término do canal

NISHYAMA et al. (1994) avaliaram a eficiência do aparelho eletrônico Apit e chegaram a um resultado de 98,3% de confiabilidade quando confirmado

com tomadas radiográficas, notaram ainda que o dispositivo Apit teve a capacidade em diagnosticar perfurações.

FELIPPE & SOARES (1994) utilizaram 350 dentes unirradiculares para avaliar a confiabilidade do Apit. A leitura pelo aparelho, foi comparada ao método visual direto do comprimento real dos dentes. Os resultados foram considerados positivos na presença de umidade em 96,5% dos casos.

COUTINHO & SIQUEIRA (1994) afirmaram também que os aparelhos eletrônicos apresentam algumas limitações tais como dentes que apresentam restaurações metálicas e umidade excessiva no interior do canal.

SOUZA NETO et al. (1995) avaliaram o aparelho Apit *in vivo* utilizando 170 dentes. Quando o aparelho indicava que o instrumento estava 1mm aquém do forame apical, ajustava-se o cursor previamente colocado na lima em um ponto referencial do dente. Tomava-se uma radiografia, para confirmar se o instrumento estava ou não na posição correta. Por último, media-se o espaço da ponta da lima até o cursor. Essa medida correspondia ao comprimento de trabalho, que era comprovada pela radiografia. Comparando as medidas eletrônicas com as fornecidas pelas radiografias, obtiveram um índice de sucesso de 98,5%.

CZERW et al. (1995) avaliaram vários aparelhos localizadores de ápice (Digipex III, Apex Finder, Neosono-MC Plus e o Root ZX), comparando as medidas eletrônicas com a medida real de 30 dentes extraídos, através de um modelo de

teste gelatinoso. Dentre todos os aparelhos utilizados, o Root ZX e Digipex III, obtiveram as leituras mais exatas.

LAUPER et al. (1996) avaliaram *in vivo*, os localizadores eletrônicos de ápice, Apit e Odontometer em um total de 22 dentes unirradiculares. Após a medição eletrônica os dentes foram extraídos para verificar a distância da ponta da lima ao forame apical, com o auxílio de um estereomicroscópio. O estudo encontrou 73% de medidas aceitáveis para o Odontometer e 93% para o Apit.

PRATTEN & Mc DONALD (1996) analisaram comparativamente a confiabilidade dos métodos radiográficos e eletrônicos (Endex) na determinação da localização da constrição apical. Para isto utilizaram a dentição de 6 cadáveres em um total de 27 canais. Os autores, após compararem os resultados das medidas eletrônicas e radiográficas, concluíram que o método radiográfico foi estatisticamente menos confiável.

SHABAHANG et al. (1996) estudaram *in vivo* a capacidade de aparelho Root ZX em localizar o forame apical de 26 dentes vitais unirradiculares, na presença de água, anestésico local, NaOCl, sangue e tecido pulpar. Após a exodontia, quando um potencial de erro de $\pm 0,5$ mm em relação ao forame apical foi considerado tolerável para a aplicação clínica de um localizador eletrônico de ápice, o Root ZX apontou uma taxa de 96,2% de precisão. E afirmam que as restaurações metálicas interferiram na condutividade elétrica, requerendo primeiramente um amplo acesso a cavidade, para depois localizar o forame apical.

Ainda argumentam que, a radiografia de um forame excêntrico e um canal de curvatura oculta, pode mostrar que a lima está aquém do ápice. Esta divergência dos dados radiográficos, pode facilmente aumentar a dúvida no operador. Desta maneira o clínico é forçado a escolher entre os sinais eletrônicos e ou as imagens radiográficas, correndo o risco de uma sobre-instrumentação ou sub-instrumentação do canal.

FELIPPE et al. (1997) analisaram *in vitro* a precisão do aparelho Root ZX em 315 dentes unirradiculares, comparando a medida fornecida pelo aparelho, com o comprimento real do dente obtido através da mensuração visual direta. Para o uso do aparelho os espécimes foram fixados pela coroa em um cilindro plástico perfurado onde a raiz permaneceu mergulhada em soro fisiológico. Os resultados das medidas foram coincidentes em 96,1%. Comentam ainda que, quando observações entre o sinal eletrônico e a imagem radiográfica são inconclusivos, a sensação tátil pode oferecer outra determinação do forame apical. Esta acuidade tátil em sondar a constrição apical, pode ser melhorada pelo alargamento do terço cervical do canal. Desta maneira, uma pré-instrumentação pode proporcionar ao clínico um senso intuitivo para usar a indicação eletrônica ou os dados radiográficos.

VAJRABHAYA & TEPMONGKOL (1997) compararam também *in vivo* as medidas fornecidas pelo Root ZX em 22 dentes unirradiculares com extração indicada. Concluída a medição eletrônica, a lima foi fixada ao dente com o auxílio

de resina fotopolimerizável para não deslocar no momento da extração. Depois dos dentes extraídos, a raiz foi desgastada no sentido longitudinal com uma broca diamantada até que a ponta da lima se tornasse visível, então a distância da lima ao forame apical foi analisada com o auxílio de um microscópio. Os resultados deste estudo demonstraram que o Root ZX alcançou o forame apical em todos os dentes, demonstrando que pode ser usado com segurança para localizar o forame apical durante a terapia endodôntica.

MEREDITH & GULABIVALA (1997) quantificaram a extensão do canal radicular de 20 dentes não tratados por meio do método radiográfico ou do eletrônico. Uma discreta penetração no canal radicular foi executada com uma lima K flex 10 e um microprocessador foi utilizado para mensurar a impedância elétrica de cada canal radicular. Este dispositivo mediu a resistência seriada e paralela (RS e RP) e o componente capacitante (CP) dos tecidos em duas frequências, 100 Hz e 1 kHz. Foram tomadas medidas de cada canal, estando estes secos e irrigados com água deionizada e hipoclorito de sódio, quando a lima de diagnóstico foi posicionada na constrição apical e repetidas quando situadas a 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, e 5,0 mm aquém do forame. Detectaram um evidente aumento na resistência à passagem de corrente elétrica conforme se distanciasse do ápice radicular, tanto nos canais em estado secos ou úmidos, sendo que nos secos observou-se acentuadamente uma maior resistência do que no úmido.

FRANKLIN (1998) afirmou que, considerando a dificuldade de secagem do canal radicular, anteriormente à obtenção da odontometria, surgiu a terceira geração de localizadores de forame, baseada na impedância-freqüência-dependente, desenvolvida por SAITO e YAMASHITA. A base desses localizadores está no fato de que os distintos pontos do canal propiciam diferenças na impedância, que variam entre 8 kHz e 400 Hz. Após a calibragem, a porção cervical do canal apresenta uma diferença mínima entre essas duas freqüências, a medida que o instrumento entra no canal, a diferença nas freqüências aumenta, e fica maior junto à constrição apical, pois estes localizadores indicam em qual ponto o canal é mais estreito.

PAGAVINO et al. (1998) utilizaram 29 dentes vitais para avaliar a precisão do Root ZX em localizar o forame apical. Após a medição eletrônica, os dentes foram extraídos e, através de um microscópio eletrônico, verificaram a relação da ponta da lima com o forame apical. Com um nível de tolerância de $\pm 0,5$ mm, uma precisão de 82,72% foi registrada no total de exemplares.

CAMPBELL et al. (1998) estudaram um novo aparelho disponível comercialmente, denominado Tri Auto ZX. Este aparelho é uma peça-de-mão endodôntica com um localizador de ápice acoplado, que é programado para reverter a direção da rotação, quando a lima alcança um nível apical pré-determinado, que pode ser de 1, 1,5 ou 2 mm aquém do forame apical. Neste estudo, utilizou-se 60 dentes extraídos, que primeiramente foram medidos

visualmente, e depois eletronicamente com o Tri Auto ZX. Os resultados demonstraram que, quando o aparelho foi ajustado no nível 1, aproximou-se consistentemente da constrição apical, revelando ser um aparato bastante útil durante a terapia endodôntica.

DUNLAP et al. (1998) compararam *in vivo* o comprimento eletrônico do canal utilizando o Root ZX, para verificar se o estado da polpa, vital ou necrótica, alterava os resultados fornecidos pelo aparelho. Para isto, utilizaram 17 dentes vitais e 17 necrosados. Após a determinação eletrônica do comprimento do canal, a lima foi fixada na posição indicada pelo aparelho, e na seqüência o dente foi extraído para confirmação deste comprimento. Com nível de tolerância de $\pm 0,5$ mm, uma precisão de 82,3% foi registrado neste estudo, não havendo diferenças estatisticamente significante entre polpa viva ou necrótica ($p > 0,05$).

OUNSI & HADDAD (1998) utilizaram o Endex *in vitro*, em 37 dentes unirradiculares extraídos, com o objetivo de comparar a precisão e a confiabilidade do localizador eletrônico com a sensibilidade tátil e a radiografia. Foram realizadas medições táteis, seguidas de medição eletrônica, que utilizou um simulador do meio bucal, contendo gelatina. Por último, foram realizadas as tomadas radiográficas. Os resultados dos três métodos foram comparados com as medidas obtidas pelo método visual direto e o Endex foi preciso em 84,56%, a radiografia em 97,06% e a sensibilidade tátil em 43,38% do total de exemplares.

SOARES & GOLDBERG (2001) comentam que "a confiabilidade dos aparelhos, os novos desenhos, mais simples e com dimensões reduzidas, de forma a facilitar seu manuseio e as perspectivas de redução de custos, contribuirão para a crescente utilização deste importante recurso. Os dados que fornecem, somados àqueles obtidos através das indispensáveis radiografias, proporcionarão uma base mais segura para a intervenção nos canais radiculares"

2.4- MÉTODO RADIOGRÁFICO DIGITAL

FUJITA et al. (1988) compararam imagens digitalizadas de radiografias periapicais com as respectivas imagens radiográficas periapicais originais. O filme utilizado foi o DF-57 Ultra-speed, da Kodak e sua digitalização foi feita no aparelho Fuji Photo. A radiografia periapical era realizada como receptor de raios X e sua imagem radiográfica era lida por um scanner, sendo convertida em imagem digital e exibida na tela de um computador. As imagens radiográficas foram realizadas em pacientes portadores de variadas patologias dentárias. Os resultados mostraram que as imagens periapicais digitalizadas mostraram melhor contraste e facilidade de interpretação, porém finas linhas radiopacas e radiolúcidas sofreram perda de definição, tais como: lâmina dura, espaço periodontal e fino trabeculado ósseo, isso provavelmente ocorreu devido o tamanho da abertura do scanner ser grande, ou seja, essa abertura era própria para digitalização de filmes panorâmicos, causando a perda de finos detalhes. Determinadas informações foram ocultadas nas áreas com drástica mudança de densidade radiográfica,

como por exemplo, ao redor das coroas dentárias. Os autores concluíram que a digitalização de radiografias periapicais não é necessária quando essas radiografias têm bom contraste. Porém, quando o contraste não é favorável, ou seja, é muito baixo, indica-se a digitalização da imagem radiográfica, de modo a promover o melhoramento da mesma.

HORNER et al. (1990) avaliaram o desempenho do sistema CCD, RadioVisioGraphy em um teste clínico. Um quarto das imagens (33 de 133) foram rejeitadas por dois observadores experientes por não conseguirem enquadrar a área de interesse no receptor; eles atribuíram isto a falta de familiaridade com o sistema. De 100 imagens classificadas através de uma escala de classificação, 17 foram consideradas inaceitáveis em função de um pobre contraste entre o dente e o osso. Apesar da significativa redução na dose de radiação permitida pelo RVG, quando comparados com os filmes de sensibilidades D e E, estes autores chamaram atenção para o tamanho reduzido da área sensível do receptor, pois esta característica pode requisitar um maior número de tomadas, reduzindo potencialmente a vantagem da diminuição da dose. Estes autores ressaltaram ainda a necessidade de estudos adicionais para estabelecer se a resolução inferior do RVG teria, na prática, uma interferência significativa na realização do diagnóstico.

LIPPS et al. (1990) realizaram um estudo em que procuraram determinar qual a mínima dose de radiação possível com os filmes de

sensibilidade D e E e o sistema RVG, para fornecer uma imagem que demonstrasse o relacionamento entre os canais radiculares e o instrumento endodôntico. A conclusão a que chegaram é que o sistema RVG permitiu uma redução no tempo de exposição da ordem de 90% quando comparado ao filme de sensibilidade D.

SHEARER et al. em 1990, realizaram uma comparação *in vitro* entre o aparelho radiovisiográfico RVG 1 e o filme Ekta speed, da Kodak, quanto à capacidade de visualização dos canais radiculares desde a porção apical até à junção amelo-cementária. Foram utilizados oitenta dentes humanos extraídos, montados em blocos de 3cm³ polimetilmetacrilato para simular tecido mole e radiografados com aparelho de raios X operando com 70 kVp e 8 mA, com localizador cilíndrico, a uma distância foco-dente de 22 cm. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa entre as imagens RVG 1 com e sem ajuste e imagens do filme no caso de dentes unirradiculados. No entanto, para dentes multirradiculados, as imagens RVG 1 ajustadas visualizaram o comprimento dos canais em 4,14% a mais que as imagens RVG 1 sem ajuste. Os autores comentaram que os resultados sugerem que a menor resolução do RVG 1 não compromete a visualização dos canais radiculares e que o ajuste de brilho e contraste da imagem não traz informações extras e sim esclarece informações duvidosas. Eles concluem que o RVG 1 é de igual valor ao filme radiográfico periapical, na visualização do sistema de canais radiculares *in vitro*, sugerindo que sejam realizados trabalhos em pacientes. Além disso, a preferência recaiu para o

RVG 1, pois ele é mais rápido na produção de imagens e requer menor tempo de exposição.

SHEARER et al. em 1991, realizaram uma comparação *in vitro* entre o aparelho radiovisiográfico RVG 1 e o filme radiográfico periapical Ekta-speed, da Kodak, quanto à estimativa do comprimento de trabalho durante o tratamento endodôntico. Foram utilizados 60 dentes extraídos montados em blocos de polimetilmetacrilato, material esse equivalente ao tecido mole. Os dentes sofreram aberturas coronárias e uma lima tipo Hedströen foi inserida no canal radicular até ao nível da constrição apical e fixada com resina fotopolimerizável. O aparelho radiográfico utilizado operou com 70 kVp e 8 mA, com distância foco-dente de 22 cm. As imagens RVG 1 puderam ser ajustadas adequadamente quanto ao brilho e contraste. A metodologia consistiu em medir o comprimento da lima visível desde a porção apical até à junção amelo-cementária, sendo expressa em porcentagem em relação ao comprimento radicular, medido desde a porção apical até à referida junção. Os resultados mostraram que o comprimento visível da lima foi significativamente maior no filme periapical que na imagem radiografia digital sem ajuste e que não houve diferença entre o filme e a imagem radiovisiográfica ajustada. Os autores concluíram que as imagens RVG 1 com ajuste de brilho e contraste foram adequadas para substituírem as imagens radiográficas periapicais, na determinação do comprimento de trabalho, durante o tratamento endodôntico, sendo o RVG 1 preferível, devido à produção rápida de imagem e

necessidade de menor tempo de exposição. Eles sugerem ainda, que essa metodologia seja realizada *in vivo*.

Em 1991, a Regam System AB lançou no mercado odontológico um novo sistema de radiografias digital intrabucal, o Sens-A-Ray, apresentando uma peculiaridade no seu sensor, que é a exposição direta do chip CCD aos raios X, dispensando, portanto, o uso de um cintilador acoplado. Os sistemas lançados até então, RadioVisioGraphy e FlashDent, respondiam pela sensibilização gerada na placa intensificadora acoplada ao CCD, cuja condução da luz do cintilador até o chip, se faz via fibra óptica no primeiro e lentes ópticas no segundo (NELVIG et al., 1992).

SANDERINK et al. (1992) avaliaram a imagem padrão do radiovisiógrafo RVG 2, imagem do protótipo do Visualix e do filme Ekta speed, da Kodak, quanto á capacidade de visualização de limas endodônticas e determinação do comprimento do canal radicular *in vitro*. Foram utilizados manequins com pré-molares superiores e inferiores, nos quais foram inseridas limas endodônticas nº 10 e nº 15 em toda extensão do canal radicular e a 1,5 mm aquém do ápice radicular. O RVG 2 e o Ekta-speed mostraram iguais resultados com a lima nº 15, embora as imagens RVG 2 tenham sido levemente inferiores com a lima nº 10. O Visualix foi superior ao RVG 2 quanto à visualização da lima nº 10 e inferior ao Ekta-speed. Desse modo, a imagem RVG 2 padrão é comparável à do Ekta-speed quanto à mensuração do canal radicular com lima nº

15. Os autores concluíram que para a visualização de limas nº 15, os sistemas digitais são satisfatórios, embora levemente inferiores ao filme Ekta-speed e quanto as limas nº 10, o filme Ekta-speed foi superior, seguido do protótipo do Visualix, enquanto que o RVG 2 mostrou o pior resultado. Apesar da leve superioridade do filme Ekta-speed, os sistemas digitais são preferidos, pois requisitam dose de radiação inferior à dos filmes periapicais e, além disso, a visualização da imagem é instantânea, tornando esses sistemas clinicamente viáveis para os endodontistas.

VAN DER STELT (1992) apresentando um trabalho sobre a melhora do diagnóstico com a radiografia digital cita: "Muitos esforços têm sido gastos para reduzir a dose de radiação e simultaneamente melhorar as informações obtidas das radiografias. A tecnologia computadorizada tem um potencial significativo para alcançar estes objetivos dentro da Medicina e Odontologia. Avanços técnicos da imagem digital, estarão disponíveis para todos os profissionais de uma maneira geral na próxima década. O conhecimento clínico de dentistas e radiologistas serão incorporados aos programas, melhorando as sofisticadas tarefas de diagnóstico".

KIRCOS et al. (1992) realizaram um trabalho no qual mostraram que a imagem do R.V.G. tem resolução inferior ao filme radiográfico, porém com aprovado valor diagnóstico.

GRIFFITHS et al. (1992) compararam a eficácia do filme radiográfico periapical Ultra-speed, da Kodak, da Xerorradiografia e das imagens digitais impressas positiva (padrão) e negativa (inversão de contraste) do aparelho RadioVisioGraphy (RVG), na determinação da distância entre a ponta de uma lima inserida na altura da constricção apical até o ápice radicular. Foram selecionados 5 dentes unirradiculares, cujas raízes foram seccionadas a 15 mm do ápice radicular. As limas nº 10 foram introduzidas com comprimentos de 12,5 mm a 17 mm, ou seja, 2,5 mm aquém do ápice até 2 mm além do mesmo, com acréscimos de 0,5 mm. Assim, para cada técnica, foram realizadas 10 exposições para cada recurso utilizado, que correspondia a 10 posições de limas. Portanto, como eram 4 técnicas, 5 raízes e 10 posições de limas, foram obtidas no total 200 imagens. Os filmes radiográficos e o sensor do RVG foram sensibilizados por um aparelho de raios x, utilizando 70 kVp e 8 mA, enquanto que para as xerorradiografias utilizou-se um aparelho em 65 kVp e 8 mA. As imagens radiografia digitais impressas foram obtidas com a impressora do RVG, tanto para o modo padrão, como para imagem negativa. Se a distância radiográfica entre a ponta da lima e o ápice radicular fosse maior que 0,5 mm em relação à distância real entre a ponta da lima e o ápice, ela era considerada inaceitável. Os resultados mostraram que 94% das medidas realizadas, as radiografias convencionais e nas xerorradiografias não diferiram mais que 0,5 mm das respectivas medidas reais, índice que foi de 80,7% para as imagens radiografia digitais impressas no modo negativo, e de 67,6% nas imagens impressas no modo padrão.

DUNN & KANTOR (1993) apresentaram um trabalho sobre radiografia digital, onde destacaram que a dose necessária para uma tomada radiográfica com o sistema RVG, Flash-Dent e Sens-A-Ray, em relação ao filme E-speed, situa-se em 40%, enquanto que no sistema Visualix esse valor posiciona-se em 30%. Ao se referirem a qualidade da imagem digital, estes autores ressaltam: "A tecnologia atual limita a informação contida nos receptores que não é do mesmo nível do filme. Entretanto, esses receptores capturam e exibem a imagem bem mais rapidamente que o filme e num futuro próximo devem se equiparar com a imagem do filme padrão em termos de qualidade de diagnóstico, tendo-se no futuro a substituição total do filme pelos receptores digitais, eliminando assim a necessidade de máquinas processadoras, soluções químicas e câmaras escuras." Ao se referirem à imagem radiográfica citam: "Uma vez registrada a imagem, não existem maneiras de aumentar o conteúdo de informações que ela possui. Entretanto, nem todas as informações são úteis como auxiliar para a realização do diagnóstico. O sistema visual humano, tem uma capacidade limitada para discernir as informações úteis da radiografia, daquelas supérfluas (ruído) e o processamento da imagem na radiografia digital, pode ser utilizado na superação dessas limitações, com apresentações seletivas das informações proveitosas e supressão do resto".

Em 1994, foi introduzido no mercado odontológico pela Soredex Finlândia, o Digora System. Apresentando-se diferente dos até então comercializados, o princípio de aquisição de imagem desse sistema digital, não se

baseava no sensor CCD como fóton-detector, mas sim, em uma placa óptica de sais de fósforo (DIGORA, 1994).

SANDERINK et al. (1994) analisaram a qualidade de sensores radiográficos intrabuciais odontológicos, na análise do comprimento do canal radicular. Os sistemas digitais utilizados foram o RadioVisioGraphy, Visualix/Vixa, Sens-A-Ray e Flash Dent, que tiveram como referência o filme E-speed. Limas n° 10 e 15 foram introduzidas em condutos de pré-molares e molares extraídos, ficando a 1,5 mm dos ápices dentários. As conclusões a que chegaram foram: o RVG e o Sens-A-Ray renderam um resultado comparável ao filme convencional com o uso da lima de n° 15; todos os outros sistemas de sensores tiveram um desempenho inferior à imagem do filme quando a lima n° 10 foi utilizada.

LEDDY et al. (1994) compararam a imagem obtida pela radiografia digital com a técnica radiográfica convencional, na determinação da extensão da lima posicionada no interior do canal radicular. Foram utilizados primeiro e segundo molares humanos, em cadáveres. As limas endodônticas foram inseridas criteriosamente nos canais radiculares, variando de 4 mm aquém a 3 mm além do ápice radicular. As radiografias e a radiografia digital foram avaliadas para se determinar o ajuste necessário para se posicionar as limas a 0,5 mm do ápice radicular. Os resultados não demonstraram haver diferenças significantes entre os dois métodos, muito embora se aconselha a radiografia digital pela menor necessidade de exposição aos raios X.

HEDRICK et al. (1994) mostraram a precisão das imagens digitais do sistema RVG 32000, da Trophy Radiologie e imagens do sistema Sens-A-Ray da Reagam System, tanto no monitor como na impressora, na determinação do comprimento de dentes durante o tratamento endodôntico, comparando-as com a imagem do filme Ekta-speed, da Kodak. Foram utilizadas mandíbulas de cadáveres humanos com tecidos moles intactos, cujas posições foram padronizadas. Os pré-molares e molares foram previamente radiografados para realização de odontometria provisória e, em seguida, abertos para acesso endodôntico, sendo instrumentados com lima tipo K n° 10, até o ápice radicular. Posteriormente, uma lima tipo K n° 15 foi colocada de 0,5 a 2,5 mm aquém do ápice radiográfico, sendo submetida às imagens radiográficas digitais e radiográficas. Uma segunda lima foi inserida nos canais, indo de 0,5 a 2,5 mm além do ápice radiográfico e novas tomadas foram feitas com os sistemas mencionados e com o filme radiográfico. Os filmes foram radiografados com aparelho de raios X operando com 70 kVp e 15 mA e processados automaticamente. O sensor do RVG 32000 foi sensibilizado com 70 kVp e 8 mA, e suas imagens sofreram regulagem de brilho e contraste, sendo impressas na impressora Sony UP-850, no modo padrão e com inversão de contraste (negativa). Depois de todas as imagens obtidas, os dentes foram extraídos para medições reais, realizadas com a colocação de uma lima até o forame apical e a retirada para medição. As diferenças entre os comprimentos de inserção anteriormente realizados e o comprimento real do canal revelaram os verdadeiros ajustes nos comprimentos dos canais radiografados. Os resultados mostraram que

os ajustes realizados no filme foram os mais precisos. As diferenças entre os ajustes no filme e no monitor do Sens-A-Ray foram estatisticamente significantes, com diferença média de 0,27 mm entre elas, embora essa diferença tenha sido considerada clinicamente insignificante para os autores e, portanto, o uso de imagens do monitor foi aceitável. A diferença entre os ajustes realizados no filme e nas imagens impressas do RVG 32000 e Sens-A-Ray não foram significantes, ou seja, essa diferença de ajuste, entre os dois sistemas, foi de 0,02 mm. Os ajustes com limas situadas aquém do ápice radiográfico foram mais precisos que quando além, nas 4 imagens.

Em 1995, RUSHTON et al. avaliaram a qualidade de imagens produzidas por filmes Ultra-speed e Ekta-speed, da Kodak (processados com solução normal e dois tipos de soluções rápidas), Super X-30, Hanshin Hi Fi, Nix NF 45-100 e sistema digital Sens-A-Ray. Eles foram comparados quanto à visualização de lima Hedström nº 15 inserida no canal radicular de cada amostra, até a constrição apical. A amostra foi constituída por trinta dentes extraídos, totalizando 42 canais, sendo radiografados com aparelho em 70 kVp e 10 mA, à distância foco-filme de 25 cm e tempos de exposição de 0,12 s (D-speed), 0, 10 s (Ekta-speed), 0,22 s (Super X-30, Hanshin Hi Fi e Nix NF 45-100) e 0,06 s (Sens-A-Ray), previamente determinados em estudo piloto. As imagens com o filme Ultra-speed, processado com solução normal, foram usadas como referência, devido maior contraste causado pelo pequeno tamanho dos grânulos da emulsão do referido filme. Os resultados mostraram que não houve diferenças

estatisticamente significantes entre o filme Ultra-speed, processado com solução normal e os outros métodos, porém a visualização da lima foi significativamente menor para o Sens-A-Ray e para o filme Nix NF 45-100, embora essa diferença não tenha sido clinicamente significativa, no caso do Sens-A-Ray. O Super X-30 e o Hanshin Hi Fi, filmes processados na própria embalagem, apresentaram baixo contraste e pouco poder de registrar detalhes, com alto grau de escurecimento, além de necessitarem de elevado tempo de exposição (0,22 s) em relação aos outros métodos. Os autores concluíram que o Sens-A-Ray ofereceu imagens clinicamente aceitáveis na determinação do comprimento de trabalho endodôntico, com a lima nº 15, embora o mesmo não tenha ocorrido com o filme Nix NF 45-100.

VANDRE et al. em 1995, compararam quatro sistemas de imagens digitais (RVG, VIXA, Schick Computed Dental Radiography e o USARD-developed X-ray imaging system) com o filme Ultra-speed, da Kodak, quanto à capacidade de determinação do comprimento de trabalho durante o tratamento endodôntico. Eles utilizaram dentes de crânios humanos, cujos canais foram instrumentados até o forame apical. Limas de nº 08 a nº 20 foram posicionados em intervalos de 3mm aquém do forame apical a 3 mm além do mesmo. Em seguida os espécimes foram radiografados com os sensores dos respectivos sistemas, utilizando-se aparelhos com 70 kVp. Os observadores mediram a distância entre a ponta da lima e o ápice radiográfico, comparando-a com a medida real. As imagens foram ajustadas subjetivamente quanto ao brilho e contraste, podendo-se realizar a inversão de contraste ou aumento de imagens. As medidas reais foram subtraídas das

medidas radiográficas, com o intuito de se estimar o erro. Os resultados mostraram que a média de erro foi de 0,83 mm (filme), 0,84 mm (RVG), 0,98 mm (VIXA), 0,77 mm (SCHICK) e 0,38 mm (USADR). O sistema USADR e o SCHICK foram melhores que o filme, sendo que o USADR foi estatisticamente melhor, enquanto que o RVG foi levemente superior ao VIXA.

ONG & PITT FORD (1995) compararam o RVG-S com filme radiográfico Ultra-speed, da Kodak, na determinação do comprimento radicular, *in vitro* e durante o tratamento endodôntico clínico. No estudo laboratorial foram utilizados pré-molares e molares de mandíbulas humanas secas, cujas raízes foram medidas com paquímetro e depois reimplantadas. Cada dente foi aberto e, em seguida, uma lima nº 15 foi inserida a 1 mm do término radicular. Todos esses dentes foram radiografados com aparelho a 70 kVp e 8 mA, cujas posições do sensor e filme foram padronizadas e idênticas. Na primeira fase do estudo laboratorial, foram utilizadas dez raízes, sendo o sensor exposto de dois modos: diretamente aos raios X (imagem pura) e em conjunto com o filme e filtro de gadolínio (imagem alterada). Na segunda fase do estudo laboratorial, eles utilizaram dez raízes, que foram abertas, com posterior inserção de limas endodônticas até à constrição apical e, em seguida, radiografadas com o conjunto sensor-filtro-filme. No estudo clínico foram atendidos pacientes indicados para o tratamento endodôntico de molares inferiores, totalizando 35 raízes. Após abertura coronária e inserção de uma lima até a constrição apical, os dentes foram radiografados com o conjunto filme-filtro-sensor, envolvidos por um plástico

e selado com fita adesiva. Os resultados mostraram que, na primeira fase do estudo laboratorial, não houve diferença significativa entre as imagens puras e alteradas assim como não houve diferença entre as medidas com régua e grade milimetrada. Os resultados dos estudos laboratoriais (segunda fase) e clínico mostraram que não houve diferenças entre os comprimentos radiculares obtidos nas imagens radiográficas digitais com régua e com grade milimetrada e nem nas imagens radiográficas.

ELLINGSEN et al. (1995a) compararam *in vitro* as imagens do RVG 2 com os filmes periapicais Ultra-speed e Ekta-speed, da Kodak, quanto à capacidade de identificação da extremidade de limas endodônticas nº 08 em relação ao ápice radiográfico, durante o procedimento de odontometria da raiz méso-vestibular de molares superiores. Foram selecionados 25 molares superiores, nos quais uma lima nº 08 foi introduzida no canal méso-vestibular até o forame apical. Os dentes foram radiografados com filmes Ultra-speed e Ekta-speed, com aparelho de raios X com 70 kVp e 7 mA, com tempos de exposição de 0,16 s e 0,13 s, respectivamente. O sensor do RVG 2 foi sensibilizado com aparelho de raios X com 70 kVp e 7 mA imagem radiografia digital padrão foi manipulada com um dos seguintes recursos: ajuste de brilho e contraste, inversão de contraste, zoom padrão e zoom com inversão de contraste. Foram analisadas cinco imagens de radiografias digitais e comparadas com os filme Ultra-speed e Ekta-speed, da Kodak. Os resultados mostraram que a imagem radiografia digital com zoom associado à inversão de contraste foi equivalente ao filme Ultra-speed

e esse, estatisticamente superior às outras imagens RVG 2. As imagens com zoom padrão e zoom com inversão de contraste foram superiores às imagens do filme Ekta-speed e essas, superiores às outras imagens de radiografias digitais. As imagens radiográficas vistas com o auxílio de lentes com aumento de 2 vezes, foram adequadas para a visualização das limas, sendo que o Ultra-speed foi superior ao Ekta-speed. Os autores concluíram que, embora seja estipulado que o uso de limas finas não seja adequado para odontometria, devido à difícil visualização de suas extremidades, essa dificuldade não ocorre com o uso de filmes Ultra-speed e Ekta-speed, da Kodak, visualizados com aumento de 2 vezes e com as imagens do RVG 2 em zoom padrão ou zoom com inversão de contraste.

ELLINGSEN et al. (1995b) avaliaram *in vivo* se a imagem radiografia digital do RVG 2 oferecia alguma vantagem sobre o filme periapical na identificação das extremidades de limas endodônticas n° 08 e n° 10 em relação ao ápice radiográfico, durante a odontometria de raízes méso-vestibulares de molares superiores. Foram atendidos 22 pacientes adultos, indicados para tratamento endodôntico dos referidos dentes, sendo a lima introduzida no canal méso-vestibular até o forame apical. Eles foram radiografados com filmes Ultra-speed e Ekta-speed, da Kodak, com aparelho em 70 kVp e 7 mA e tempos de exposição de 0,64 s e 0,32 s, respectivamente. As imagens RVG 2 foram realizadas com aparelho de mesmas especificações, sendo que a imagem RVG 2 padrão foi manipulada com os seguintes recursos: ajuste de brilho e contraste,

inversão de contraste, zoom padrão e zoom com inversão de contraste. Os resultados mostraram que filme Ultra-speed foi superior às cinco imagens de radiografia digitais analisadas, enquanto que o filme Ekta-speed foi superior à imagem RVG 2 padrão (não manipulada) porém de igual valor às outras imagens de radiografias digitais. O filme Ultra-speed foi superior ao Ekta-speed.

FARMAN et al. (1995) avaliaram o sistema CDR onde citam: "O CDR é um sistema radiográfico intra-oral que possui o CCD como base do receptor, e este se apresenta com a área de recepção de imagem e qualidade radiográfica, próxima à do filme, no que diz respeito ao tamanho do sensor, resolução da imagem e acurácia no diagnóstico. Mas se levarmos em consideração as características de velocidade de aquisição de imagem (três segundos após o disparo), redução da dose de radiação, capacidade de recuperação de dados, organização e armazenamento das imagens, o CDR supera o filme de raios X". Estes autores destacam ainda: "O CDR pode sem dúvida substituir completamente o uso do filme intrabucal para realização de um exame de boca tota, sem a necessidade de nenhuma exposição extra se o sensor utilizado for o de nº 2. O tempo de exposição necessário para produzir uma imagem ideal em termos de densidade e contraste varia em adultos de 0,03 s (180 μ Gy) para a região de incisivos inferiores, 0,04 s (210 μ Gy) para incisivos superiores, 0,06 s (330 μ Gy) para pré-molares e molares inferiores até 0,08 s (410 μ Gy) para a região de molares superiores e isto representa cerca de 90% da dose requerida para uma ótima exposição do filme convencional ultra-speed".

VELDERS et al. (1996) realizaram um estudo, com o objetivo de determinar através de mensurações do comprimento de limas endodônticas o efeito da redução da dose de radiação na qualidade da imagem dos sensores digitais, com e sem ajuste automático da escala de cinza. Os sensores digitais utilizados foram os do sistema Sidexis e do Digora. A qualidade de imagem dos referidos sistemas foi determinada por meio da comparação das mensurações dos comprimentos de limas endodônticas nº 10, 15, 20 e 25 e de raízes de pré-molares inferiores obtidos com o filme convencional. Para o experimento, foram empregadas exposições de 100%, 50%, 25%, 12,5%, 6,25% e 3,125% das utilizadas para o filme Kodak E-speed. As conclusões alcançadas foram que: a) em ambos os sistemas digitais, foram alcançados uma redução de mais de 90% da dose, quando os objetos da análise foram limas de tamanho nº 20 ou superior e ainda raízes dentais dos pré-molares, com a qualidade da imagem sendo comparável ao filme convencional; b) para objetos mais finos a redução da dose apresentou-se questionável, sendo que para a lima nº 15, foi possível uma redução de dose de radiação de aproximadamente 50% e com a lima nº 10, ambos os sistemas não mostraram a mesma acurácia do filme, independente do tempo de exposição e aplicação ou não do ajuste automático da escala de cinza; c) de uma forma geral, o ajuste automático dos tons de cinza do sistema Digora apresenta um efeito positivo na análise das mensurações do comprimento de limas, principalmente em relação as mais finas.

VAN DER STELT (1996) no trabalho intitulado "Radiologia Digital com o Uso do Digora para Registros Técnicos" cita: "Melhoras na tecnologia computadorizada tem trazido grande alteração na maneira como os radiodiagnósticos têm sido realizados, com o registro e a análise das imagens sendo agora facilitados pelos aparatos computadorizados. As vantagens do sistema Digora sobre os sistemas CCD, são a similaridade da placa de fósforo com o filme padrão no que diz respeito a forma fotográfica de registro dos raios X e o fato de seu sensor não possuir fios conectados. Esta última qualidade permite uma maior liberdade de movimento em relação a localização dos equipamentos digitais e aparelhos de raios X. Para propósitos de diagnóstico, a qualidade de imagem do sistema Digora, não é inferior à dos sistemas CCD ou à do filme tradicional".

Em 1996, BORG & GRÖNDAHL avaliaram a capacidade do Digora em obter a distância entre a ponta do instrumento endodôntico e o ápice radicular, nas imagens com diferentes tempos de exposição. Foram utilizados 5 dentes de mandíbulas humanas secas, que foram abertos e uma lima Hedströen nº 15 foi inserida em diferentes distâncias do ápice radiográfico. As imagens foram feitas com aparelho com 60 kVp e 7 mA, à distância foco-sensor de 30 cm, com tempos de exposição variando de 16 ms a 1s. Os dentes também foram radiografados com filme Ultra-speed, da Kodak, com tempos variando de 0,22 s a 0,32 s. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa entre a distância da ponta do instrumento e o ápice radiográfico, para imagens do Digora obtidas com

diferentes tempos de exposição, embora quanto maior o tempo de exposição, melhor a visualização da lima. As distâncias obtidas com o Digora foram de 2 a 3,8% maiores que aquelas obtidas com o filme radiográfico. Os autores concluíram que o Digora é capaz de mostrar seguras medidas endodônticas com tempos de exposição bem inferiores àqueles utilizados para os filmes radiográficos.

LAZZERINI et al. (1996) propuseram comparar a radiografia digital com a radiografia convencional, na determinação da odontometria. Foram utilizados cadáveres humanos, com primeiro e segundo molares. As limas foram inseridas no canal radicular, em medidas estabelecidas, de 3 mm aquém a 4 mm além do limite apical. Foram realizadas radiografias para determinar a necessidade de situar a lima a 0,5 mm do ápice radicular. Resultados não demonstraram diferença, por parte dos endodontistas, em diferenciar a radiografia convencional com a radiografia digital, na precisão da odontometria, porém indicam esta apenas pelo fato de necessitar de uma menor dose de radiação.

SCHMAGE et al. (1997) realizaram um estudo *in vitro* baseando-o em duas partes: na primeira avaliaram o efeito de diferentes parâmetros de exposição na definição da imagem de três sistemas digitais, em comparação ao filme dental convencional Kodak E-speed Plus; e na segunda parte avaliaram a precisão do diagnóstico dos referidos sistemas. Os sistemas digitais utilizados foram o Digora, Sidexis e RVG-S. Na primeira parte, o objeto de análise se constituiu de um

fragmento de osso esponjoso, que foi submetido a várias doses diferentes de radiação com variação do kVp (quilovoltagem), do t.e (tempo de exposição) e da DFF (distância foco-filme). A ótima resolução de contraste encontrada, foi obtida usando 60 kVp, com o t.e situando-se entre 0,02 a 0,13 s e a DFF entre 33 a 40 cm. Na segunda parte, foi utilizado o melhor parâmetro de dose encontrado na primeira, sendo que os objetos de análise foram dentes extraídos, onde os autores verificaram a precisão dos sistemas na detecção de processos cariosos e na avaliação do canal radicular com o uso de limas de nº 10 a 40. A extensão histopatológica da cárie foi comparada às suas aparências clínica e radiográfica. Três foram os avaliadores e os resultados mostraram que a ampliação das limas endodônticas utilizadas, foi maior que o comprimento original do canal com o sistema Digora e RVG-S e menor com o Sidexis. As conclusões a que chegaram foram: a ótima exposição alcançada para fornecer uma melhor qualidade de imagem depende do objeto e da imagem do sistema e foi em média para os sistemas digitais a metade utilizada para o filme; a imagem digital não mostrou a mesma resolução e nitidez da imagem fornecida pelo filme e apesar do Digora ter uma resolução mais baixa que os outros sensores CCD, os resultados foram promissores; o contraste do sistema Sidexis parece ser mais baixo comparado aos outros sistemas digitais, mas o RVG-S mostrou mais artefatos e foi o mais difícil de detectar cáries; os sistemas radiográficos digitais estudados não foram capazes de substituir o filme radiográfico interproximal, pois cáries iniciais não puderam ser diagnosticadas com eficiência; restaurações metálicas e materiais

obturadores endodônticos apareceram com satisfatório contraste, enquanto que a resposta não foi a mesma com compósitos de baixa radiopacidade.

VERSTEEG et al. (1997) avaliaram o efeito da alteração do tamanho da imagem na qualidade do diagnóstico. Esse trabalho se utilizou radiografias de três sistemas digitas, Digora, Sidexis e Visualix/Vixa. O objeto de análise se constituiu em molares e pré-molares, com o propósito de avaliar seus canais radiculares, que se apresentavam preenchidos com limas de n° 10 e 15. Cento e cinquenta radiografias foram realizadas, sendo que em 75 casos, as limas estavam posicionadas até o limite do ápice e nos outros 75, apresentavam-se a 1,5 mm deste. As imagens do Sidexis e Visualix/Vixa foram reduzidas para o tamanho da escala do Digora e as imagens do Digora foram aumentadas para a escala do Sidexis. Os resultados mostraram que a análise do comprimento do canal com a lima n° 10 ficou comprometida para a imagem do Sidexis quando sua imagem foi reduzida, enquanto que as outras imagens importadas não apresentaram diferença estatisticamente significativa em relação às imagens originais. A conclusão chegada por estes autores é que relevantes informações podem ser perdidas quando imagens são reduzidas no tamanho e que para uma melhor apresentação é preferível que imagens menores sejam ampliadas, que as maiores, reduzidas. Finalizando, estes autores sugerem que a utilização de uma escala padronizada para os sistemas digitais pode ter uma reconhecida utilidade quando são utilizadas importações de imagens entre diferentes sistemas.

WORKMAN & BRETTLE (1997) descrevem: "Novos sistemas e tecnologias de imagem radiográfica dental estão sendo introduzidos com muita velocidade. Estabelecer métodos de mensurações físicas, permite que o desempenho da imagem desses sistemas possa ser quantificado de maneira objetiva, possibilitando a mensuração de fatores que afetam a qualidade da imagem. Estas medidas quantitativas são importantes numa análise comparativa do desempenho de imagens de sistemas concorrentes".

MISTAK et al. (1998) estudaram a imagem radiográfica digitalizada e transmitida via telefone com a radiografia convencional na interpretação de lesões ósseas periapicais artificiais. Cinco dentes foram escolhidos de cada cadáver. Não houve diferença estatisticamente significante entre as imagens obtidas.

3- MATERIAL E MÉTODOS

3.1- AMOSTRA

Para este estudo foi constituída uma amostra de 90 dentes unirradiculares e permanentes, extraídos de humanos, (30 incisivos inferiores, 30 caninos e 30 pré-molares inferiores) todos os dentes apresentavam rizogênese completa e permitiam a penetração em toda a extensão do canal, de uma lima tipo “K” calibre 10.

Foi utilizada uma secção de mandíbula de cadáver humano, com os respectivos tecidos moles, fixada em solução apropriada de formol e armazenada por 48 horas em solução salina. Os dentes pré-molares, canino e incisivos foram extraídos, para uso de seus alvéolos.

3.2- MÉTODOS

Este estudo comparou *in vitro* três métodos de odontometria: método radiográfico convencional (filme KODAK Ektaspeed Plus), método radiográfico digital (DenOptix) e o método eletrônico (localizador apical - Apit). Para tanto se utilizou uma metodologia que procurou simular o mais próximo possível as condições clínicas e com uma relativa precisão nos seus dados. Baseado em metodologia de trabalhos como os de HEDRICK (1994), LEDDY et al. (1994), BORG & GRÖNDAHL (1996), FELIPPE et al. (1997).

Os dentes foram armazenados em hipoclorito de sódio à 1 % por 24 horas, para desinfecção. A abertura endodôntica foi realizada de forma convencional, sendo executado um desgaste na coroa em forma de platô realizado para melhorar o bordo de referência coronal.

Para a utilização do aparelho eletrônico Apit (FIG. 1), foi desenvolvido um dispositivo, composto por um recipiente plástico, com uma esponja embebida em soro fisiológico, com um cilindro plástico no centro, com várias perfurações para permitir que o soro fisiológico penetrasse no seu interior, com uma perfuração na tampa para a colocação do dente, como simulador do meio bucal (FIG. 2).

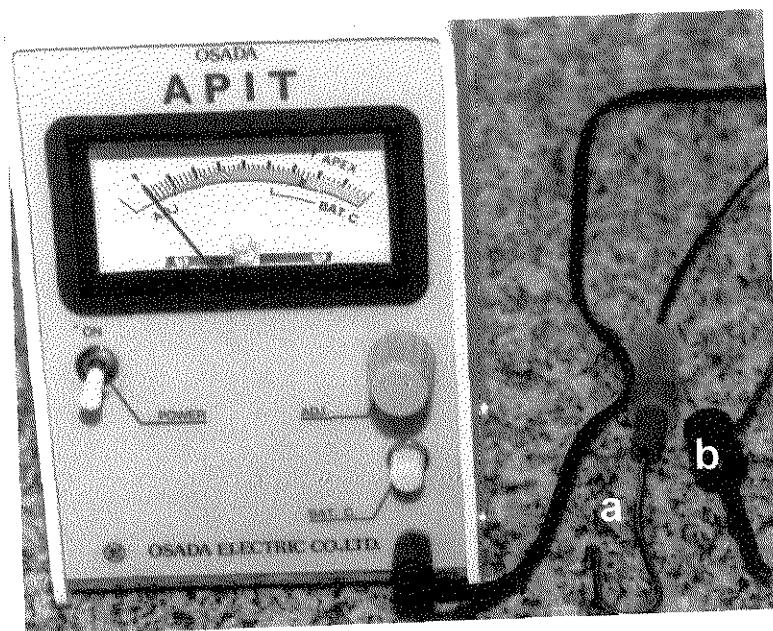


FIGURA 1: Localizador apical (da terceira geração) Apit (Osada Electric CO.,LTD Tokyo, Japão), a: grampo labial, b: grampo para lima

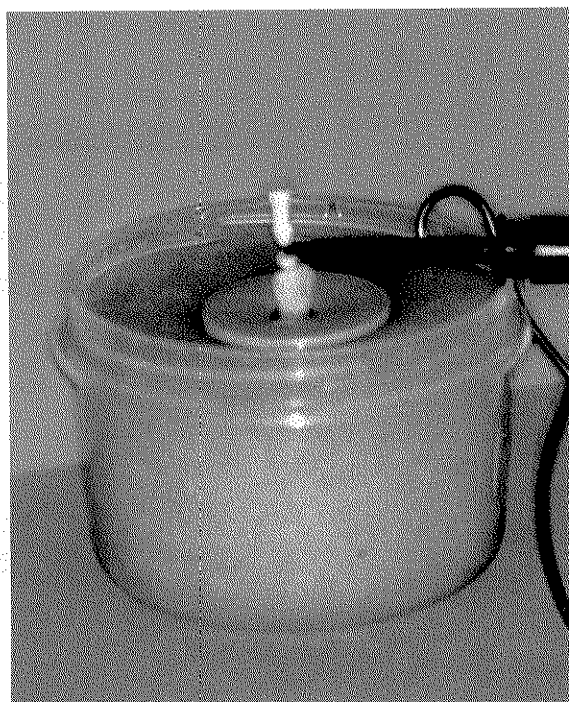


FIGURA 2: Dispositivo para simulação de meio bucal.

A cavidade pulpar irrigada com solução de hipoclorito de sódio a 1 %, uma lima K nº 15 foi introduzida até o terço médio do canal, onde foi realizado o ajuste no aparelho eletrônico (Apit) (FIG. 3), então completado a introdução até que o Apit sinalizasse que a lima estava na constrição apical (FIG. 4), o instrumento foi fixado nesta posição por meio de um cursor de borracha. Nesta ocasião fez-se nova avaliação para verificar se não ocorrera movimentação da lima. O cursor então foi fixado à lima por meio de um adesivo à base de cianocrilato (marca Super Bonder).

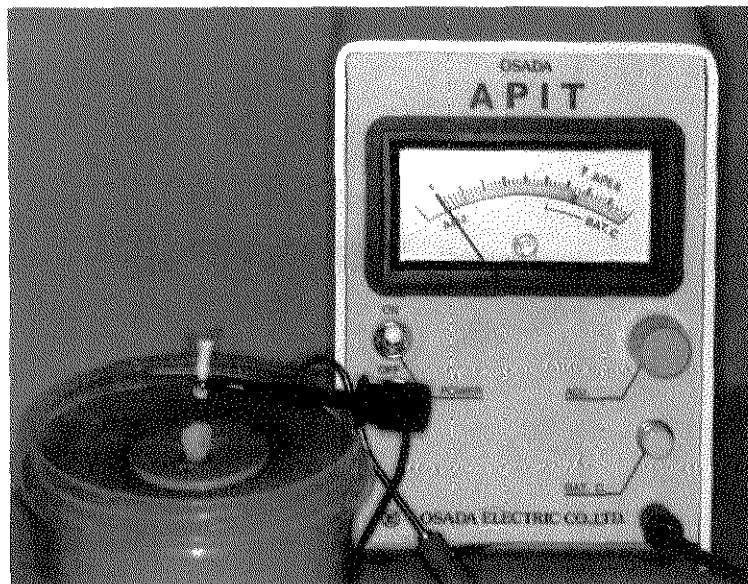


FIGURA 3: Ajuste do aparelho

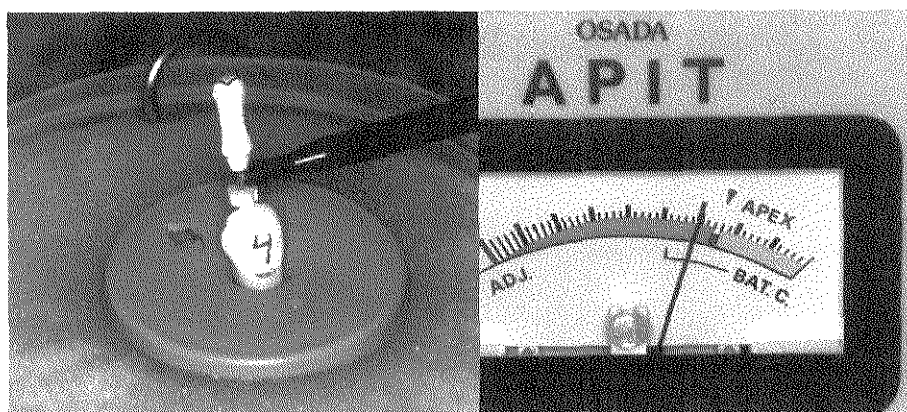


FIGURA 4: Posição da lima na constrição apical.

Colocou-se o dente no respectivo alvéolo na secção de mandíbula, com o objetivo de simular radiograficamente uma imagem de situação clínica (FIG. 5).

Este corpo de prova estava montado numa bancada de acrílico, confeccionada com a finalidade de padronizar as tomadas radiográficas (FIG. 5).

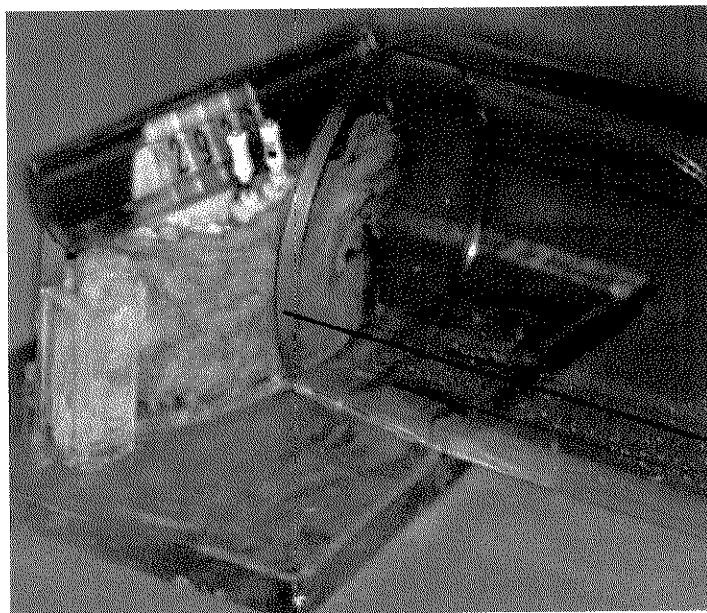


FIGURA 5: Modelo para padronização das tomadas radiográficas.

Foi realizada uma radiografia pela técnica do paralelismo (cone longo) com aparelho de raios X marca GE modelo 1000 (FIG. 6a e 6b), calibrado com os seguintes fatores: 70 kVp e 10 mA com tempo 0,2 segundo (12 impulsos) de exposição, como receptor de imagem utilizou-se o filme convencional KODAK Ektaspeed Plus (FIG. 5) e o sensor digital DenOptix a base de Fósforo (FIG 8) do sistema de radiografia digital DenOptix Ceph (Gendex Dental Systems, Via Capelli, 12, Milão, Itália) (FIG. 7a e 7b).

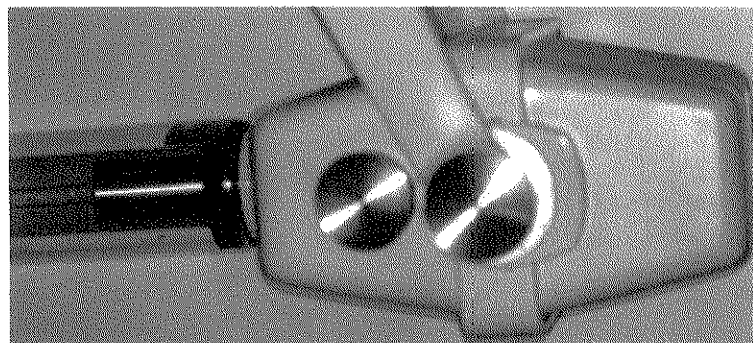


FIGURA 6a: Cabeçote de raios X marca GE 1000

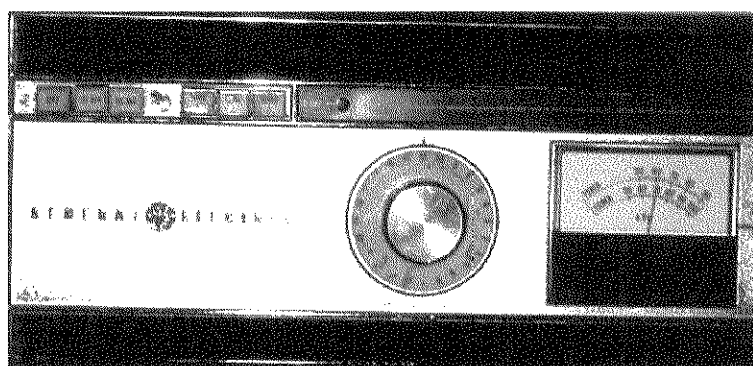


FIGURA 6b: Comando do aparelho de raios X GE 1000

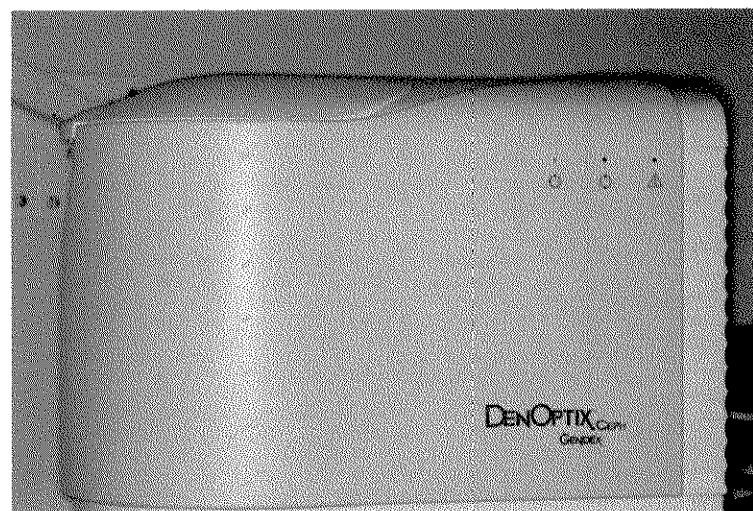


FIGURA 7a: Sistema de radiografia digital DenOptix Ceph (Gendex Dental Systems).

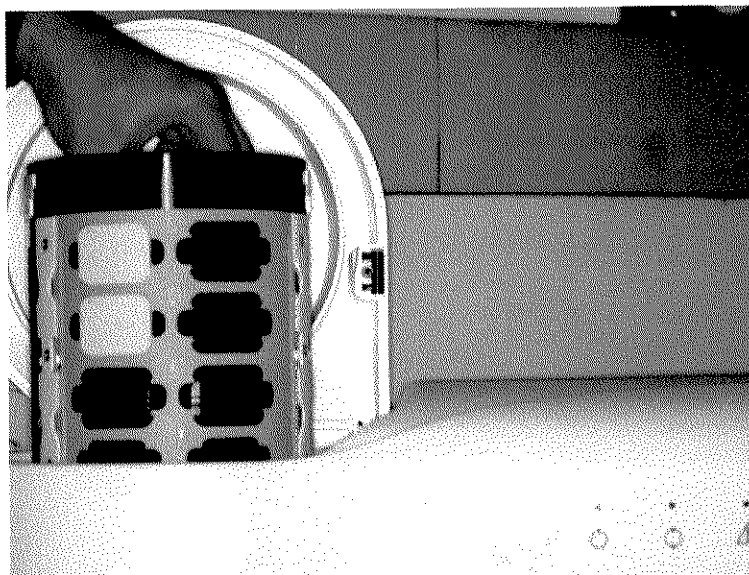


FIGURA 7b : Carrossel do aparelho DenOptix Ceph



FIGURA 8: Sensor digital a base de fósforo Gendex, tamanho 2 (31 x 41 mm)

No que se refere à técnica radiográfica utilizada neste trabalho, paralelismo (cone longo), os autores FUCHS (1958), VALE (1971), PAPAIZ

(1981), FORSBERG (1987), KATZ et al. (1991) estão de acordo que esta oferece melhores resultados que a técnica da bissetriz.

Retirou-se a lima do canal, mediu-se o comprimento da lima indicado pelo Apit (c. Apit), da sua ponta até o cursor de borracha, com o dispositivo da lupa esteriomicroscópica de 30 aumentos com precisão de 0,001 milímetro (marca Ernest Leitz Wetzlar, Alemanha) (FIG 9).

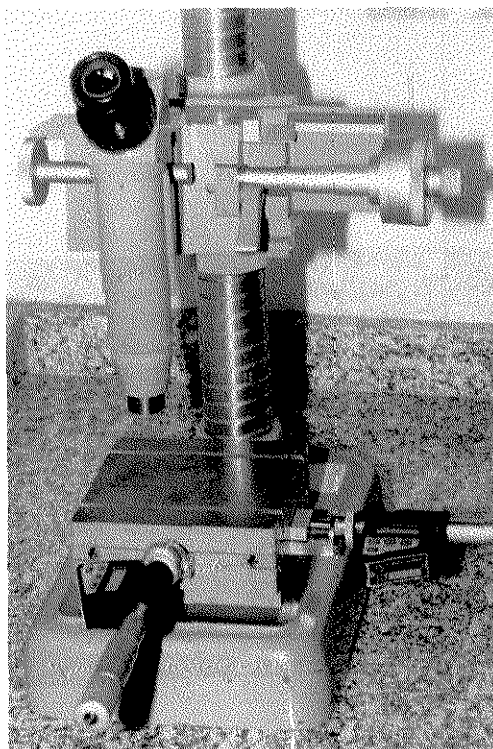
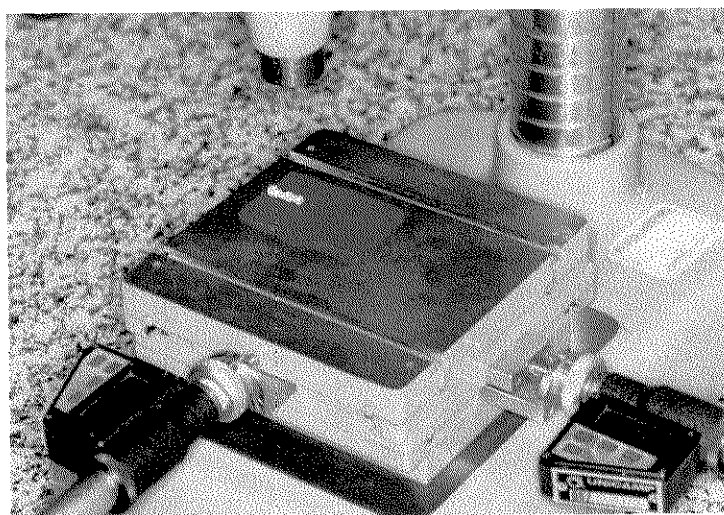


FIGURA 9: Lupa esteriomicroscópica (aumento de 30 x) (Ernest Leitz Wetzlar - Alemanha).

Em virtude da anatomia apical e da referência utilizada para cada método, este estudo teve uma diferenciação quanto às medidas utilizadas pelos métodos. Nos métodos radiográficos (convencional e digital) a medida do

comprimento real do dente teve como referência o vértice apical, pois é o vértice apical radiográfico que serve com referência na radiografia e no método eletrônico o forame apical pois é este que serve como referência no uso deste aparelho. Esta diferenciação é de fundamental importância para a exatidão dos resultados.

O comprimento de cada dente até o forame (c. forame) foi obtido inserindo uma lima K 15 até o forame apical, marcado com cursor de borracha, retirado a lima, mediu-se com o auxílio da mesma lupa (FIG. 10, 11 e 12).



FFIGURA 10: Mensuração do comprimento da lima.

Ainda com esta lupa foi medida a distância do forame ao vértice apical (foram/vert) (FIG. 11 e 13).

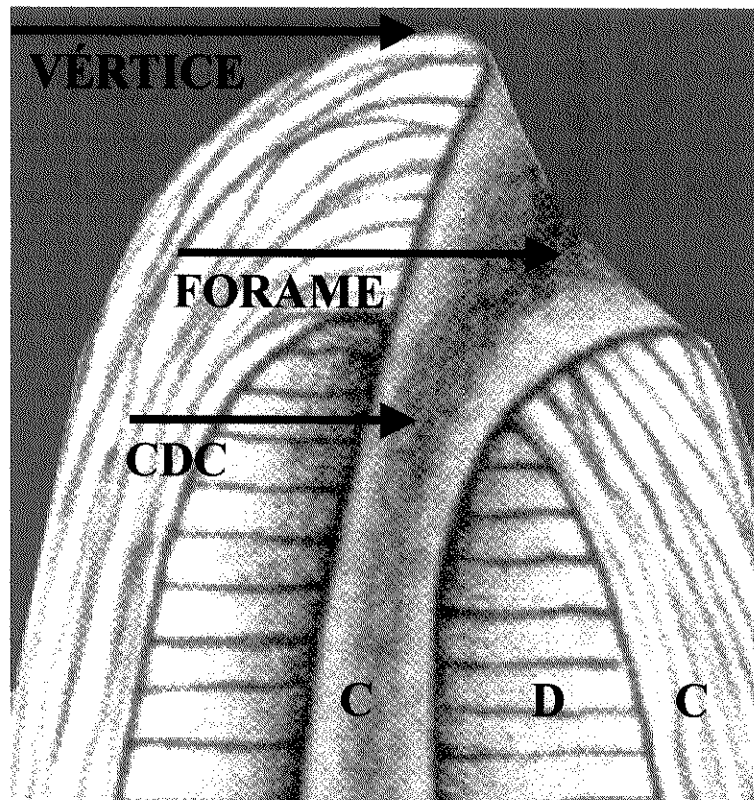


FIGURA 11: Desenho do ápice radicular.



FIGURA 12: Exemplo de ápice, lima ao nível de forame.



FIGURA 13: Exemplo de ápice, lima ao nível de vértice.



FIGURA 14: Exemplo de ápice, lima ao nível de forame que praticamente coincidia com o vértice.

WUEHRMANN & MANSON-HING (1985) afirmam que as interpretações radiográficas devem sempre ser realizadas com o aumento de imagem, o que foi seguido neste trabalho.

Para medir nas radiografias convencionais, a distância da ponta do instrumento ao vértice radiográfico (RxC-p.i/v), utilizou-se uma régua transparente com graduação de 0,1 milímetros (FIG. 15b) sob lupa esteriomicroscópica de 10 aumentos (MicroNal) (FIG. 15) e com o auxílio de negatoscópio de cristal líquido 4 x 5" marca Visual plus (FIG. 15a).

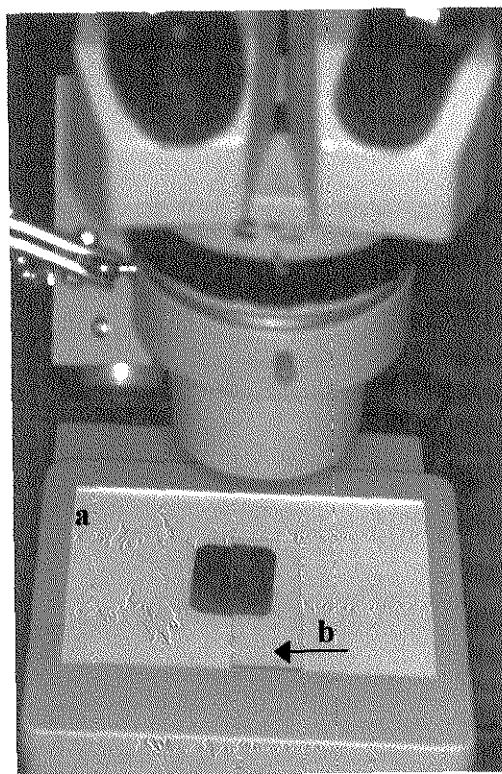


FIGURA 15: Lupa esteriomicroscópica (MicroNal – Brasil) (aumento de 10 x). a) Negatoscópio cristal líquido 4 x 5" marca Visual plus. b) Régua transparente (de vidro) com graduação de 0,1 milímetro.

Para medir nas imagens digitais, a distância da ponta do instrumento ao vértice radiográfico (RxD-p.i/v), foi utilizado as ferramentas para este fim contidas no programa WixWim (Soft Ware) de computador próprio do sistema digital DenOptix (Gendex Dental Systens, Milano, Italy) (FIG. 16). Foram utilizados os seguintes recursos de ajuste de imagem: contraste, 3D, negativo e zoom 2 x, somente com o objetivo de esclarecer possíveis dúvidas.

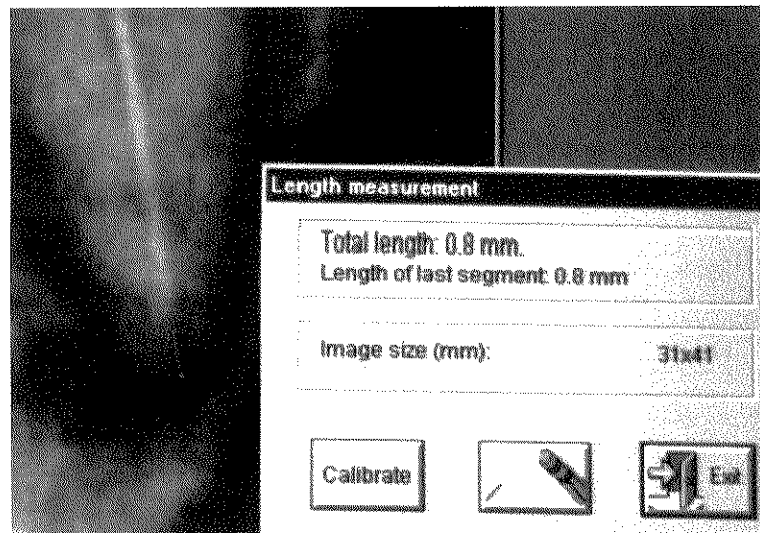


FIGURA 16: Janela de mensuração do software WixWim do sistema DenOptix (Gendex Dental Systens, Milano, Italy).

Para a verificação do comprimento de trabalho nos métodos radiográficos, foi somado ao comprimento da lima, a distância da ponta da lima ao vértice apical radiográfico e subtraído 1 mm. No método eletrônico o comprimento de trabalho foi obtido diretamente pelo comprimento da lima.

Desta forma a medida considerada ideal para o método eletrônico foi quando este comprimento situava-se a 0,5 mm aquém do forame apical anatômico. Já para os métodos radiográficos a medida considerada ideal foi quando este comprimento situava-se a 1 mm aquém do vértice apical anatômico. Para ambos os casos foram aceitos uma tolerância de $\pm 0,5$ mm.

Os dados obtidos foram colocados em tabelas.

Os valores foram avaliados estatisticamente usando o teste Quiquadrado.

4- RESULTADOS

Na TAB. 1 estão apresentados os resultados do percentual de posição ideal nos três grupos de dentes em relação aos três métodos de odontometria pesquisados, o eletrônico (Apit), o radiográfico digital (RxD) e o radiográfico convencional (RxC).

TABELA 1
Percentual de posição ideal em três grupos de dentes em relação à três métodos de odontometria.

| Dentes | Métodos | | | |
|-------------|---------|-------|-------|-------|
| | Apit* | RxD** | RxC** | p*** |
| Pré-molares | 96,7 | 93,3 | 93,3 | 0,809 |
| Incisivos | 83,3 | 96,7 | 96,7 | 0,084 |
| Caninos | 86,7 | 96,7 | 96,7 | 0,200 |
| Média | 88,9 | 95,5 | 95,5 | 0,117 |

*Medida considerada ideal para o APIT = $0,5 \pm 0,5$ mm aquém do forame.

**Medida considerada ideal para o RxD e RxC = $1 \pm 0,5$ mm aquém do vértice.

***Probabilidade de significância pelo teste χ^2 ($P < 0,05$).

Os resultados para o grupo dos pré-molares estão dispostos no GRAFICO 1.

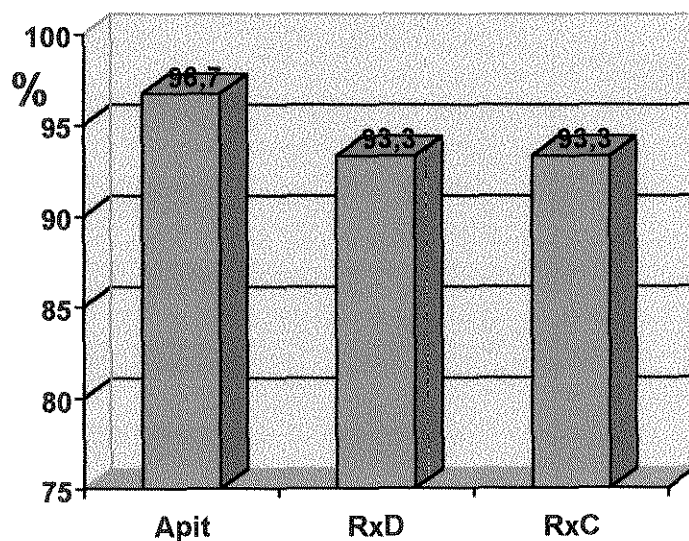


GRÁFICO 1 - Comportamento do grupo dos Pré-molares frente aos três métodos de odontometria. ($\chi^2 = 0,42$; $p = 0,809$).

Pode-se observar, pelo percentual de posição ideal no GRAF. 1, que para o grupo dos pré-molares o método eletrônico teve um desempenho levemente superior que os métodos radiográficos, não tendo sido estatisticamente significativo pelo teste quiquadrado ($p > 0,05$).

Os resultados para o grupo dos incisivos estão dispostos no GRAF. 2.

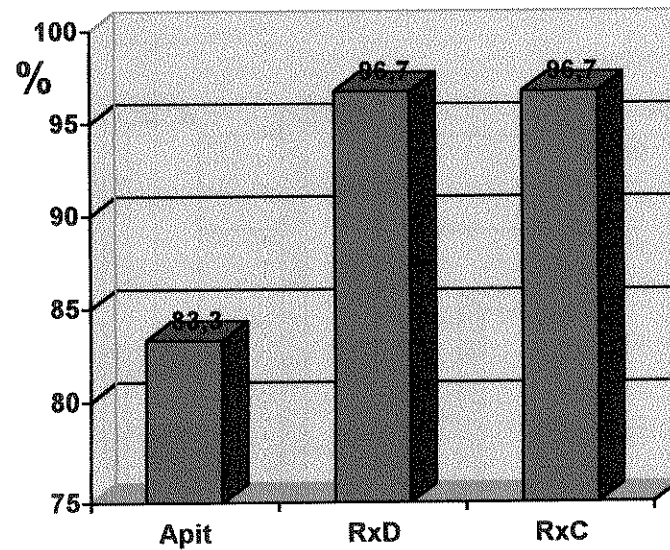


GRÁFICO 2 - Comportamento do grupo dos incisivos frente aos três métodos de odontometria. ($\chi^2 = 4,95$; $p = 0,084$).

Pode-se observar, pelo percentual de posição ideal no GRAF. 2, que para o grupo dos incisivos o método eletrônico teve um desempenho inferior que os métodos radiográficos, não tendo sido estatisticamente significativo pelo teste quiquadrado ($p > 0,05$).

Os resultados para o grupo dos caninos estão dispostos no GRAF. 3.

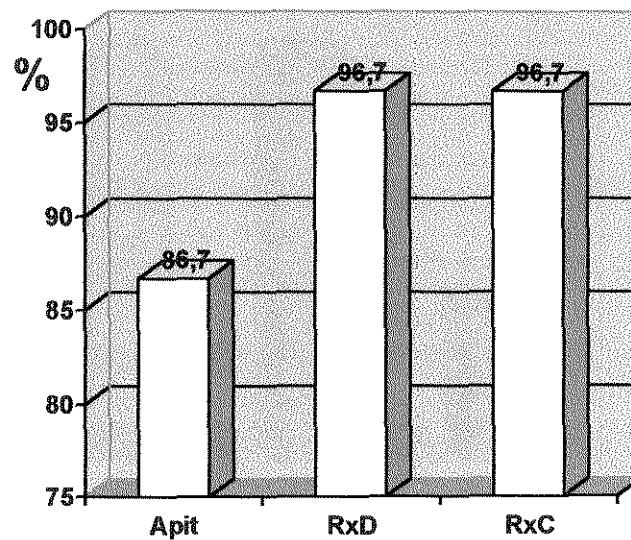


GRÁFICO 3 - Comportamento do grupo dos caninos frente aos três métodos de odontometria. ($\chi^2 = 3,21$; $p = 0,200$)

Pode-se observar, pelo percentual de posição ideal no GRAF. 3, que para o grupo dos caninos o método eletrônico teve um desempenho inferior que os métodos radiográficos, não tendo sido estatisticamente significativo pelo teste quiquadrado ($p > 0,05$).

Os resultados gerais para os três grupos estão dispostos no GRAF. 4.

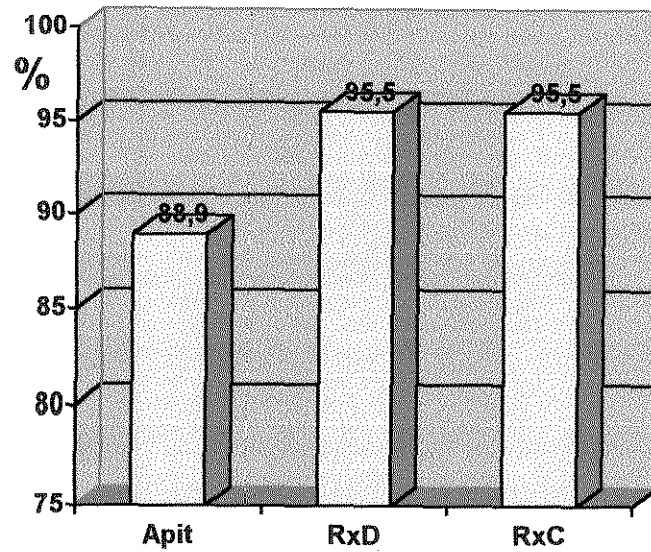


GRÁFICO 4 - Comportamento dos três grupos dentais frente aos três métodos de odontometria. ($\chi^2 = 4,28$; $p = 0,117$)

Os resultados mostraram que não houve significância ($p < 0,05$) entre os métodos para os três grupos de dentes.

5- DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os três métodos de odontometria, nos três grupos dentais pesquisados. Sendo que para o grupo dos pré-molares o método eletrônico (Apit) teve seu melhor desempenho, tendo um resultado levemente superior aos métodos radiográficos. Já para os grupos dos incisivos e dos caninos o Apit teve um desempenho mais baixo que os radiográficos convencional e digital, que mantiveram resultados semelhantes entre si.

Na média geral os métodos radiográficos (convencional e digital), apesar de não ser estatisticamente significativo, tiveram um índice de acerto 6,6% superior ao método eletrônico. Entre os motivos que pode ter levado a este resultado, refere-se ao fato de que em alguns dos dentes em que o Apit não teve o resultado desejado apresentavam forames acessórios amplos ou reabsorções, que provavelmente tenham interferido na leitura deste aparelho. LAURICHESSE et al. (1979) demonstraram um percentual que variou de 32 à 83% de presença de canais acessórios nas raízes pesquisadas. O'NEILL (1974) comenta que os aparelhos eletrônicos detectam reabsorções internas e externas. Enquanto NISHYAMA et al (1994) notaram que o Apit teve a capacidade de diagnosticar perfurações.

Outro motivo que pode ter levado os métodos radiográficos exibirem este elevado índice de acerto (95,5%), é que, com o uso inicial do Apit fez com

que a lima sempre se posicionasse próximo ao vértice apical, fazendo com que a leitura pelos métodos radiográficos torna-se mais precisa. O que foi observado por COX et al. (1991), quando a lima estava mais próxima ao vértice radiográfico obteve um maior índice de acerto que quando estava a 4 mm.

COUTINHO & SIQUEIRA (1994) afirmaram também que os aparelhos eletrônicos apresentam algumas limitações tais como dentes que apresentam restaurações metálicas e umidade excessiva no interior do canal, o que não pode ser observado neste trabalho por ter utilizado dentes hígidos. SHABAHANG et al. (1996) afirmam que as restaurações metálicas interferiram na condutividade elétrica, requerendo primeiramente um amplo acesso à cavidade, para depois localizar o forame apical. Ainda argumentam que, a radiografia de um forame excêntrico e um canal de curvatura oculta, pode mostrar que a lima está aquém do ápice. Esta divergência dos dados radiográficos pode facilmente aumentar a dúvida no operador. Desta maneira o clínico é forçado a escolher entre os sinais eletrônicos e ou as imagens radiográficas, correndo o risco de uma sobre-instrumentação ou sub-instrumentação do canal. FELIPPE et al. (1997) comentam que, quando observações entre o sinal eletrônico e a imagem radiográfica são inconclusivos, a sensação tátil pode oferecer outra determinação do forame apical. Esta acuidade tátil em sondar a constrição apical pode ser melhorada pelo alargamento do terço cervical do canal. Desta maneira, uma pré-instrumentação pode proporcionar ao clínico um senso intuitivo para usar a indicação eletrônica ou os dados radiográficos.

Deve ser salientado ainda que o modelo estudado não pode ser extrapolado para outras regiões da arcada que sofrem interferências de estruturas anatômicas nas imagens radiográficas, como a região de molares superiores, o que certamente diminuiria a precisão dos métodos radiográficos.

O método eletrônico obteve neste trabalho, também um alto índice de acerto de 88,9%, resultados semelhantes foram encontrados por FOUAD et al. (1993) em estudo *in vitro*, obteve de 73 a 90%; FRANK & TORABINEJAD (1993) em estudo *in vivo* comparado com radiografias, obteve (89,64%); NISHYAMA et al. (1994) em estudo *in vivo* comparado com radiografias, obteve 98,3%; FELIPPE & SOARES (1994) *in vitro*, encontrou 96,5%; SOUZA NETO et al. (1995) em estudo *in vivo* comparado com radiografias, obteve 98,5%; LAUPER et al. (1996) *in vivo*, obteve 93%; SHABAHANG et al (1996) em estudo *in vivo*, obteve 96,2%; FELIPPE et al. (1997) *in vitro*, encontrou 96,1%; VAJRABHAYA & TEPMONGKOL (1997) *in vivo*, encontrou 100%; PAGAVINO et al. (1998) *in vivo*, encontrou 82,72%; DUNLAP et al. (1998) *in vivo*, encontrou 82,3%.

Este trabalho não teve como objetivo avaliar diferenças entre dentes com polpa viva ou necrosada, mesmo porque foi um estudo *in vitro*, tendo em vista trabalhos como os de MAYEDA et al. (1993), FRANK & TORABINEJAD (1993) e DUNLAP et al. (1998) que mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre dentes com polpa viva e necrosada.

O método eletrônico, quando comparado com o método radiográfico convencional, apesar de ter apresentado um índice de acerto inferior (88,9% contra 95,5% respectivamente), mostrou resultado não estatisticamente significativo, o que por sua vez está de acordo com os resultados de KAUFMAN (1989) quando empregou o aparelho Sono-Explorer; já PRATTEN & Mc DONALD (1996) observaram que as medidas eletrônicas foram mais confiáveis que as radiográficas. Enquanto que OUNSI & HADDAD (1998) concluíram que as medidas radiográficas (97,06%) foram mais precisas que as eletrônicas (84,56%).

O método radiográfico convencional quando comparado com o método radiográfico digital, obtiveram o mesmo índice de acertos (95,5%), o que está de acordo com os resultados de SHEARER et al. (1991) em relação as imagens digitais manipuladas, já as sem manipulação tiveram um desempenho significativamente mais baixo que o filme. SANDERINK et al. (1992) chegaram à conclusão que o RVG 2 e o filme Ekta-speed mostraram iguais resultados. SANDERINK et al. (1994) tiveram a mesma conclusão com os sistemas RVG e Sens-A-Ray. LEDDY et al. (1994) também demonstraram não haver diferenças entre os dois métodos. HEDRICK et al. (1994) chegaram a mesma conclusão. Já RUSHTON et al. (1995) concluíram que o Sens-A-Ray foi estatisticamente inferior ao filme, mas acrescenta que esta diferença não tenha sido clinicamente significativa. VANDRE et al. (1995) analisando quatro sistemas chegaram a seguinte conclusão: o RVG e o filme tiveram desempenho semelhante, o VIXA foi inferior e o USARD e o SCHICK foram superiores. ONG & PITT FORD (1995) e

LAZZERINI et al. (1996) concordam em não haver diferenças significativas entre os dois métodos.

Neste trabalho foi utilizado lima nº 15, quando estruturas ou instrumentos mais finos estão em questão, como limas nº 10 os autores SANDERINK et al. (1992), GRIFFITHS et al. (1992), SANDERINK et al. (1994), ELLIGSEN (1995a; 1995b), VELDEERS et al. (1996) são unânimes em dizer que o filme é superior aos sistemas digitais.

O tempo de exposição neste estudo, foi o mesmo para o método radiográfico convencional e digital, no entanto, os autores LIPPS et al. (1990), SHEARER et al. (1991), VAN DER STELT (1992), SANDERINK et al. (1992), DUNN & KANTOR (1993), LEDDY et al. (1994), FARMAN et al. (1995), VELDEERS et al. (1996), BORG & GRÖNDAHL (1996), LAZZERINI et al. (1996), SCHMAGE et al. (1997) concordam que quando o sistema digital está disponível, deve ser preferível pela significativa redução do tempo de exposição.

Quanto a rapidez, revelação, soluções químicas, organização e armazenamento das imagens, foi observado neste estudo vantagens para o sistema digital, o que está de acordo com os autores SHEARER et al. (1991), SANDERINK et al. (1992), DUNN & KANTOR (1993), FARMAN et al. (1995) dão preferência ao método digital.

Com relação à resolução e a nitidez SCHMAGE et al. (1997) afirmam que o filme tem melhores resultados, o que não foi observado de forma clara neste trabalho.

Para uma endodontia segura, a radiografia (convencional ou digital quando disponível) é indispensável, por trazer preciosas informações, assim como o método eletrônico que tem grande habilidade em diagnosticar o CDC. Portanto se no uso de um método de odontometria permanecer dúvida, deve-se lançar mão de outro método a fim de procurar elucidá-la. Em que concordam DUMMER et al. (1984), DE DEUS (1992), FELIPPE et al. (1997).

6- CONCLUSÃO

Conforme os resultados obtidos durante este trabalho, podemos tecer as seguintes conclusões:

- Não houve diferença estatisticamente significativa entre os três métodos de odontometria pesquisados, para os três grupos dentais.
- O Método eletrônico, Apit, obteve um índice médio de acerto, para os três grupos dentais, de 88,9%, o método radiográfico convencional e o digital, DenOptix, 95,5%.
- Os três métodos de odontometria obtiveram um alto índice de acerto, desta forma, todos foram considerados confiáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

1. ALTMAN, M. et al. Apical root canal anatomy of human maxillary central incisors. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.30, n.5, p.694-699, Nov. 1970.
2. BARKHORDAR, R.A. et al. An evaluation of xeroradiographs and radiographs in length determination in endodontics. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.64, n.6, p.747-750, Dec. 1987.
3. BLACK, G.V. Descriptive anatomy of the human teeth. Philadelphia: The Wilmington Dental Manufacturing, 1890.
4. BLAYNEY, J.R. Some factors in root-canal treatment. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.11, n.9, p.840-850, Sept. 1924.
5. BORG, E., GRÖNDAHL, H.G. Endodontic measurements in digital radiographs required by a photostimulated storage system. **Endod Dent Traumatol**, Copenhagen, v.12, n.1, p.20-24, Feb. 1996.
6. BREGMAN, R.C. A mathematical method of determining the length of a tooth for root canal treatment and filling. **J Can Dent Assoc**, Ottawa, v.16, n.6, p.305-306, June 1950.
7. BRITTO JR, L.S., BIRAL, R.R., VALDRIGHI, L. Estudo comparativo do métodos eletrônico e radiográfico nas odontometrias. **Rev Paul Odont**, São Paulo, v.11, n.3, p.2-14, maio/jun. 1989.

* De acordo com a NBR 6023, de agosto de 2000, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Abreviatura dos periódicos em conformidade com o "Medline".

8. BURCH, J.G., HULEN, S. The relationship of the apical foramen to the anatomic apex of the tooth root. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, Saint Louis, v.34, n.2: 262-268, Aug. 1972.
9. CAMPBELL, D. et al. Apical extent of rotary canal instrumentation with na apex locating handpiece in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, v.85, n.3, p.319-324, Mar. 1998.
10. CASH, P.W. A study of teeth extracted following endodontic treatment by electronic methods. *Texas Dent J*, Dallas, v.92, n.10, p.10-11, Oct. 1974.
11. CAVADA, L.C.M. Verificação radiográfica da relação forame e ápice radicular. Pelotas, 1977. 39p. Tese (Livre- Docência) - Faculdade de Odontologia de Pelotas.
12. CHAPMAN, C.E. A microscopic study of the apical region of Hunan anterior teeth. *J Br Endod Soc*, London, v.3, n.4, p.52-61, Oct./Dec. 1969.
13. CHRISTIE, W.H., PEIKOFF, M.D., HAWRISH, C.E. Clinical observations on a newly designed electronic apex locator. **J Can Dent Assoc**, Ottawa, v.59, n.9, p.765-771, Sept. 1993.
14. COLLESANO, V., BRUSOTTI, C., FRATERNALE, P. Endo - Radar: un nuovo sistema elettronico di localizzazione del forame apicale. *Dent Cadmos*, Milano, v.48, n.5, p.35-41, mag. 1980.
15. COOLIDGE, E.D. Anatomy of the root apex in relation to treatment problems. *J Am Dent Assoc*, Chicago, v.16, n.8, p.1456-1465, Aug. 1929.
16. COUTINHO, T.F., SIQUEIRA, N.L. Avaliação qualitativa da eficiência do localizador apical elétrico - Apit. *Rev Bras Odontol*, Rio de Janeiro, v.51, n.6, p.50-54, nov./dez. 1994.

17. COX V. S. et al. Radiographic interpretation of endodontic file length. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, Saint Louis, v.72, n.3, p.340-344, 1991.
18. CRANE, A.B. Discussion of nature's method of making perfect root fillings. Dent Cosmos, Philadelphia, v.63, n.10, p.1039-1040, 1921.
19. CUSTER, L.E. Exact methods of locating the apical foramen. J Am Dent Assoc, Chiacgo, v.5, n.8, p.815-819, Aug. 1918.
20. CZERW, R.J. et al. In vitro evaluation of the accuracy of several eletronic apex locators. J Endod, Baltimore, v.21, n.11, p.572-575, Nov. 1995.
21. DE DEUS, Q.D. Endodontia. 5.ed. Rio de Janeiro: Medsi, 1992. 695p.
22. DONOPTIX Digital Imaging System, Milano: Gendex, 1997.
23. DIGORA Instruction Manual, Findândia: Soredex, 1994.
24. DUMMER, P.M.H., MCGINN, J.H., REES, D.G. The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen. Int Endod J, Oxford, v.17, n.4, p.192-198, Oct. 1984.
25. DUNLAP, C.A. et al. An *in vitro* evaluation of na eletronic apex locator the uses the ratio method in vital and necrótic canals. **J Endod**, Baltimore, v.24, n.1, p.48-50, Jan. 1998.
26. DUNN, S.M., KANTOR, M.L. Digital Radiology - facts and fictions. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.124, p.39-46, Dec. 1993.
27. ELLINGSEN, M.A., HARRINGTON, G.W., HOLLENDER, L.G. Radiovisiography versus conventional radiography for detection of small instruments in endodontic length determination. Part 1. In vitro evaluation. J Endod, Baltimore, v.21, n.6, p.326-331, June 1995a.

28. _____, HOLLENDER, L.G., HARRINGTON, G.W. Radiovisiography versus , conventional radiography for detection of small instruments in endodontic length determination. II. In vivo evaluation. J Endod, Baltimore, v.21, n.10, p.516-520, Oct. 1995b.
29. ENGSTRUM, S., SPANGBERG, L. Wound healing after partial pulpectomy. A histologic study performed on contralateral tooth pairs. Odontol Tidskr, Stockholm, v.75, n.1, p.5-18, Feb. 1967.
30. EVERETT, F.G., FIXOTT, H.C. Use of an incorporated grid in the diagnosis of oral roentgenograms. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, Saint Louis, v.16, n.9, p.1061-1064, Sept. 1963.
31. FARMAN, A.G. et al. Computed dental radiography: evaluation of a new charge-coupled device-based intraoral radiographic system. Quintessence Int, Berlin, v.26, n.6, p.399-404, June 1995.
32. FAZIO, P., RENGO, S., RECCITIELLO, F. Descriziorie e Valutazioni statistiche del limite anatomici del sistema del canali radicolari. Arch Stomatol, Napoli, v.23, n.3, p.339-349, giugl./set. 1982.
33. FELIPPE, M.C.S. , SOARES, I.J. In vitro evaluation of na audiometric device in locating the apical foramen of teeth. Endod Dent Traumatol, Copenhagen, v.10, p.220-222, 1994.
34. _____, MÁRCIA, G.L., SOARES, I.J. Avaliação da precisão de um aparelho audiométrico na determinação do comprimento dos dentes. Rev Bras Odontol, Rio de Janeiro, v.54, n.1, p.53-55, jan./fev. 1997.
35. FOAUD, A.F., RIVERA, E.M., KRELL, K.U. Accuracy of the ENDEX with variations in canal irrigants and foramen size. J Endod, Baltimore, v.19, n.2, p.63-67, Feb. 1993.

36. FORSBERG, J. Radiographic reproduction of endodontic "working length" comparing the paralleling and the bisecting-angle techniques. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, Saint Louis, v.64, n.3, p.353-360, Sept. 1987.
37. 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.
38. FRANKLIN, S.W. Tratamento endodôntico. 5.ed. São Paulo: Santos, 1998. p.395-417.
39. FUCHS, A.W. Principles of radiographic exposure and processing. 2.ed. Springfield: Thomas, 1958. p.42.
40. FUJITA, M. et al. Digital image of periapical radiographs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, Saint Louis, v.65, n.4, p.490-4, Apr. 1988.
41. GLASSER, O. Dr. W.C. Röntgen. 2.ed. Springfield: Thomas, 1958.
42. GORDON, E. An instrument for measuring the lengths of root canals. *Dent Pract Dent Rec*, Bristol, v.11, n.3, p.86-87, Nov. 1960.
43. GREEN, D. A stereo-binocular microscopic study of the root apices and surrounding areas of 100 mandibular molars. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.8, n.12, p.1298-1304, Dec. 1955.
44. _____. A stereomicroscopic study of the root apices of 400 maxillary and mandibular anterior teeth. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.9, n.11, p.1224-1232, Nov. 1956.
45. GREEN, D. Stereomicroscopic study of 700 root apices of maxillary and mandibular posterior teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, Saint Louis, v.13, n.6, p.725-733, June 1960.

46. GRIFFITHS, B.M. et al. Comparison of three imaging techniques for assessing endodontic working length. *Int Endod J*, Oxford, v.25, n.6, p.279-287, 1992.
47. GROVE, C.J. An accurate new technic for filling root canals to the dentinocemental junction with impermeable materials. *J Am Dent Assoc*, Chicago, v.16, n.9, p.1594-600, Sept. 1929.
48. _____. A rational technique for pulp-canal surgery. *Dent Cosmos*, Philadelphia, v.74, n.5, p.451-462, May 1932.
49. HALL, E.M. The mechanics of root canal treatment. *J Am Dent Assoc*, Chicago, v.17, n.1, p.88-112, Jan. 1930.
50. HARRISON, J.W., BAUMGARTNER, J.C., SVEC, T.A. Incidence of pain associated with clinical factors during and after root canal therapy. Part 2. Postobturation pain. *J Endod*, Baltimore, v.9, n.10, p.434-438, Oct. 1983.
51. HEDRICK, R.T. et al. Radiographic determination of canal length: direct digital radiography versus conventional radiography. *J Endod*, Baltimore, v.20, n.7, p.320-326, July 1994.
52. HESS, W. Formation of root-canals in human teeth. **J Nat Dent Assoc**, Chicago, v.8, n.9, p.704-734, Sept. 1921a.
53. _____. Formation of root-canals in human teeth II. *J Nat Dent Assoc*, Chicago, v.8, n.10, p.790-832, Oct. 1921b.
54. HOLLAND, R., HIZATUGU, R., SCARPARO, C. Avaliação radiográfica dos resultados obtidos com o tratamento endodôntico radical. **Rev Farm Odontol**, Niterói, v.37, n.361, p.173-174, mar. 1971.
55. HORNER, K. et al. Radiovisiography: an initial evaluation. *Br Dent J*, London, v.168, p.244-248, Mar. 1990.

56. HORSTED, P., NYGAARD-ÖSTBY, B. Tissue formation in the root canal after total pulpectomy and partial root filling. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, Saint Louis, v.46, n.2, p.275-282, Aug. 1978.
57. HUNTER, R.C. Electronic methods of root canal measurement. *Gen Dent*, Chicago, p.432-437, Dec. 1991.
58. INGLE, J.I. Endodontic instruments and instrumentation. *Dent Clin North Am*, Philadelphia, p.805-822, Nov. 1957.
59. _____, TAINTOR, J.F. *Endodontics*. 3.ed. Philadelphia: Lea, Febiger, 1985. 881p.
60. _____. et al. Preparation for endodontic therapy. In: _____, BAKLAND, L.K. *Endodontics*. 4.ed. Baltimore: Williams, Williams, 1994. p.66-67.
61. INOUE, N. Dental "Stethoscope" measures root canal. *Dent Surv*, Minneapolis, v.48, n.1, p.38-39, Jan. 1972.
62. KATZ, A., TAMSE, A., KAUFMAN, A.Y. Tooth length determination: a review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, Saint Louis, v.72, n.2, p.238-242, Aug. 1991.
63. KAUFMAN, A.Y., SZAJKIS, S., NIV, N. The efficiency and reability of the Dentometer for detecting root canal length. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.67, n.5, p. 573-537, 1989.
64. KELLER, M.E., BROWN JR, C.E., NEWTON, C.W. A clinical evaluation of the Endocater - An electronic apex locator. **J Endod**, Baltimore, v.17, n.6, p.271-274, June 1991.
65. KELLS, CRANE, A.B. A call for standardization in root canal treatment. *Dent Cosmos*, Philadelphia, v.59, n.8, p.777-788, Aug. 1917.

66. KETTERL, W. L'extirpation vitale. Med Hyg, Genève, v.26, n.837, p.987, 1968.
67. KIRCOS, L.T. et al. Comparison of the image receptor of the rvg with d-speed and e-speed film. Dentomaxillofac Radiol, Erlangen, v.21, n.3, p.171, 1992.
68. KUTTLER, Y. Microscopic investigation of root apexes. J Am Dent Assoc, Chicago, v.50, n.5, p.544-552, May 1955.
69. _____. A precision and biologic root canal filling technic. J Am Dent Assoc, Chicago, v.56, n.1, p.38-50, Jan. 1958.
70. LAUPER, R. et al. Comparación en vivo de localizadores de ápice electrónico de impedancia gradiente y absoluta. J Endod, Baltimore, v.2, n.3, p.62-65, 1996.
71. LAURICHESSE, J.M., BREILLAT, J. Principes fondamentaux de la préparation canalaire. In: _____, MAESTRONI, F., BREILLAT, J. Endodontie Clinique. Paris: CDP, 1986. p.287-334.
72. _____, CHAPELLE, P., GRIVEAU, B. L'anatomie canalaire et son interprétation radiographique. Actual Odontostomatol, Paris, v.117, n.2, p.97-136, mar. 1979.
73. LAZZERINI, F. et al. The measurement parameters in dental radiography: a comparison between traditional and digital technics. Radiol Med, Milano, v.91, n.4, p.364-369, 1996.
74. LEDDY, B.J. et al. Interpretation of endodontic file lengths using radiovisiography. J Endod, Baltimore, v.20, n.11, p.542-545, Nov. 1994.
75. LEONARDO, M.R., LEAL, J.M. Endodontia: tratamento de canais radiculares. 3.ed. São Paulo: Panamericana, 1998. p.374-379.

76. LEVY, A.B., GLATT, L. Deviation of the apical foramen from the radiographic apex. *Oral Health*, Toronto, v.62, n.6, p.10-13, June 1972.
77. LIPPS, K. et al. Operative radiology for endodontics: direct digitization versus film receptors. *Am Acad Oral Maxillofac Radiol*, v.11, 1990. [Abstract].
78. MACHADO, M.E.L., PESCE, H.F. Estudo da região apical de dentes tratados endodonticamente até o vértice radiográfico da raiz. *Rev Assoc Paul Cir Dent*, São Paulo, v.35, n.6, p.534-537, nov./dez. 1981.
79. MATSUMOTO, T. et al. Factors affecting successful prognosis of root canal treatment. *J Endod*, Baltimore, v.13, n.5, p.239-242, May 1987.
80. MAYEDA, D.L. et al. In vivo measurement Accuracy in vital and necrotic canals with the Endex apex locator. *J Endod*, Baltimore, v.19, n.11, p.545-548, Nov. 1993.
81. MEREDITH, N., GULABIVALA, K. Electrical impedance measurements of root canal length. *Endod Dent Traumatol*, Copenhagen, v.13, n.3, p.126-131, 1997.
82. MISTAK, E.J. et al. Interpretation of periapical lesions comparing conventional, direct digital, and telephonically transmitted radiography images. *J Endod*, Baltimore, v.24, n.4, p.262-266, 1998.
83. NELVIG, P., WING, K., WELANDER, U. Sens-A-Ray. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, Saint Louis, v.74, n.6, p.818-823, Dec. 1992.
84. NISHIYAMA, C.K. et al. Avaliação clínica da eficiência de um aparelho eletrônico empregado na determinação da odontometria. *Rev Bras Odontol*, Rio de Janeiro, v.51, n.6, p.45-48, 1994.
85. O'NEILL, L.J. A clinical evaluation of electronic root canal measurement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, Saint Louis, v.38, p.469, 1974.

86. ONG, E.Y., PITT FORD, T.R. Comparison of radiovisiography with radiographic film in root length determination. Int Endod J, Oxford, v.28, n.1, p.25-29, Jan. 1995.
87. OUNSI, H.F., HADDAD, G. In vitro evaluation of the reability of ENDEX eletronic apex locator. J Endod, Baltimore, v.24, n.2, p.120-121, 1998.
88. PAGAVINO, G. et al. A sem study of in vivo acuracy of the Root ZX electronic apex locator. J Endod, Baltimore, v.24, n.6, p.438-441, June 1998.
89. PAIVA, J.G., ANTONIAZZI, J.H. Endodontia. Bases para a prática clínica. 2.ed. São Paulo: Artes Médicas, 1988. 886p.
90. _____, _____, PESCE, H.F. Odontometria In: _____, _____. Endodontia. Bases para a prática clínica. São Paulo: Artes Médicas, 1984. p.345-357.
91. PALMER, M.J., WEINE, F.S., HEALEY, H.J. Position of the apical foramen in relation to endodontic therapy. J Can Dent Assoc, Ottawa, v.37, n.8, p.305-308, Aug. 1971.
92. PAPAIZ, E.G. A técnica do paralelismo na análise radiográfica da mensuração longitudinal de dentes com finalidade endodôntica, a nível laboratorial (Contribuição para o estudo). São Paulo, 1981. 89p. Dissertação (Mestrado em Clínicas Odontológicas) - Faculdade de Odontologia da USH.
93. PRATTEN, D.H., MCDONALD, N.J. Comparison of radiographic and eletronic working lengths. J Endod, Baltimore, v.22, n.4, p.173-176, Apr. 1996.
94. PUCCI, F.M., REIG, R. Conductos radiculares. Buenos Aires: Editorial Medico Quirurgica, 1944. v.2, p.407-409.
95. RAMOS, C.A.S., BRAMANTE, C.M. Endodontia. Londrina: UEL, 1997. 265p.

96. ROTHIER, A. Estudo radiográfico "in vitro" de canais radiculares obturados até o limite foraminal. An Acad Bras Odontol, v.1, n.1, p.115-139, 1975/77.
97. RUSHTON, U.E. et al. An in vitro comparison of 10 radiographic methods for working length estimation. Int Endod J, Oxford, v.28, n.3, p.149-153, May 1995.
98. SAITO, T., YAMASHITA, Y. Electronic determination of root canal length by newly developed measuring device - Influences of the diameter of apical foramen, the size of K-file and the root canal irrigants. Dent Jpn, Tokyo, v.27, p.65-72, Dec. 1990.
99. SANDERINK, G.C.H. et al. An roc study on the effect of image quality in determining root-canal length: a comparison of radiovisiography, visualix and ekta-speed film. Dentomaxillofac Radiol, Erlangen, v.21, n.4, p.222, Nov. 1992.
100. _____. et al. Image quality of direct digital intraoral x-ray sensors in assessing root canal length. The radiovisiography, visualix/vixa, sens-a-ray, and flash dent systems compared with ekta-speed films. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, Saint Louis, v.78, n.4, p.125-132, July 1994.
101. SCHMAGE, P. et al. Diagnostic accuracy of in vitro digital radiographs. Dentomaxillofac Radiol, Erlangen, v.26, p.274-275, 1997.
102. SEIDBERG, B.H. et al. Clinical investigation of measuring working lengths of root canals with an electronic device and with digital-tactile sense. J Am Dent Assoc, Chicago, v.90, n.2, p.379-387, 1975.
103. SELTZER, S. Endodoncia. Consideraciones biológicas en los procedimientos endodónticos. Buenos Aires: Mundi, 1979. 493p.

104. SHABAHANG, S. GOON, W.Y., GLUSKIN, A.H. An in vivo evaluation of Root ZX eletronic apex locator. J Endod, Baltimore, v.22, n.11, p.616-618, Nov. 1996.
105. SHEARER, A.C., HORNER, K., WILSON, N.H.F. Radiovisiography for imaging root canals: an in vitro comparison with conventional radiography. Quintessence Int, Berlin, v.21, n.10, p.789-794, Oct. 1990.
106. _____, _____, _____. Radiovisiography for length estimation in root canal treatment: an in vitro comparison with conventional radiography. Int Endod J, Oxford, v.24, n.5, p.233-239, Sept. 1991.
107. SOARES, I.J., GOLDBERG, F. Endodontia: técnica e fundamentos. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2001. 376p.
108. SOMMER, R.F. et al. Endodoncia clínica. Buenos Aires: Mundi, 1958.
109. SOUZA NETO, M. et al. Avaliação de um aparelho eletrônico para determinação da odontometria (condutometria). Rev Odontol Univ São Paulo, São Paulo, v.9, n.1, p.33-37, jan./mar. 1995.
110. SUNADA, J. New method for measuring the lenght of the root canal. J Dent Res, Washington, v.41, p.35, 1962.
111. TROPE, M., RABIE, G., TRONSTAD, L. Accuracy Of an electronic apex locator under controlled clinical conditions. Endod Dent Traumatol, Copenhagen, v.1, n.4, p.1425, Aug. 1985.
112. VAJRABHAYA, L., TEPMONGKOL, P. Accuracy of apex locator. Endod Dent Traumatol, Copenhagen, v.13, n.4, p.180-182, Aug. 1997.

113. VALE, I.F. A técnica radiográfica periapical do cone longo comparada à do cone curto na determinação do comprimento dos dentes, para fins endodônticos utilizando-se o método proposto por Bramante. Bauru, 1971. 44p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
114. VAN DER STELT, P.F. Digital radiology using the Digora registration technique. Rev Belge Med Dent, Anvers, v.51, n.2, p.93-100, 1996.
115. _____. Improved diagnosis with digital radiography. Curr Opin Dent, Philadelphia, v.2, p.1-6, Dec. 1992.
116. VANDE VOORDE, H. E., BJORND AHL, A. M. Estimating endodontic "working length" with paralleling radiographs. Oral Surg., v.27, n.1, p.106-10, Jan. 1969.
117. VANDRE, R.H., CRUZ, C.A., PAJAK, J.C. Comparison of four direct digital radiographic systems with film for endodontic length determination. Dentomaxillofac Radiol, Erlangen, v.24, n.2, p.92, May 1995.
118. VELDERS, X.L. et al. Dose reduction of two digital sensor systems measuring file lengths. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, Saint Louis, v.81, n.5, p.607-612, 1996.
119. VERSTEEG, C.H. et al. Impact of scale standardization on images of digital radiography systems. Dentomaxillofac Radiol, Erlangen, v.26, p.337-343. 1997.
120. WEINE, F.S. Endodontic therapy. 3.ed. Saint Louis: Mosby, 1982. p.256-340.

121. WORKMAN, A., BRETTLE, D.S. Physical performance measures of radiographic imaging systems. *Dentomaxillofac Radiol*, Erlangen, v.26, p.139-146, 1997.
122. WUEHRMANN, A.H., MANSON-HING, L.R. *Radiologia dentária*. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Kogan, 1985, p.170-173.

ANEXOS

Anexo 2: Tabela de medidas do grupo dos incisivos em milímetros.

| dente | c. Apit | c/forame | foram/vert | c/vértice | RxD-p.i/v | RxC-p.i/v | cf - cA | c/vRxD | c/vRxC | c/v-ctRxD | c/v-ctRxC |
|-------|---------|----------|------------|-----------|-----------|-----------|---------|--------|--------|-----------|-----------|
| 1 | 18,3 | 18,5 | 0,6 | 19,1 | 0,8 | 1,0 | 0,2 | 19,1 | 19,3 | 1,0 | 0,8 |
| 2 | 22,8 | 23,6 | 0,5 | 24,2 | 0,9 | 1,5 | 0,8 | 23,7 | 24,3 | 1,5 | 0,9 |
| 3 | 20,1 | 20,6 | 0,8 | 21,3 | 1,0 | 1,5 | 0,5 | 21,1 | 21,6 | 1,3 | 0,8 |
| 4 | 19,5 | 19,7 | 0,6 | 20,3 | 0,7 | 0,7 | 0,2 | 20,2 | 20,2 | 1,1 | 1,1 |
| 5 | 22,7 | 23,0 | 0,5 | 23,5 | 0,5 | 1,0 | 0,4 | 23,2 | 23,7 | 1,4 | 0,9 |
| 6 | 23,8 | 24,0 | 0,1 | 24,1 | 0,4 | 0,6 | 0,2 | 24,2 | 24,4 | 0,9 | 0,7 |
| 7 | 24,9 | 25,4 | 0,8 | 26,2 | 1,2 | 1,2 | 0,5 | 26,1 | 26,1 | 1,1 | 1,1 |
| 8 | 20,8 | 21,2 | 0,5 | 21,8 | 0,6 | 1,2 | 0,4 | 21,4 | 22,0 | 1,4 | 0,8 |
| 9 | 22,9 | 23,1 | 0,5 | 23,6 | 0,7 | 1,0 | 0,2 | 23,6 | 23,9 | 1,0 | 0,7 |
| 10 | 21,2 | 21,5 | 0,3 | 21,8 | 0,6 | 0,9 | 0,3 | 21,8 | 22,1 | 1,0 | 0,7 |
| 11 | 21,5 | 22,0 | 0,6 | 22,5 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 22,0 | 22,0 | 1,5 | 1,5 |
| 12 | 19,1 | 19,7 | 0,7 | 20,4 | 1,1 | 0,7 | 0,5 | 20,2 | 19,8 | 1,1 | 1,5 |
| 13 | 21,3 | 22,5 | 0,1 | 22,5 | 1,1 | 1,0 | 1,2 | 22,4 | 22,3 | 1,2 | 1,3 |
| 14 | 23,0 | 23,3 | 0,3 | 23,6 | 0,5 | 0,8 | 0,3 | 23,5 | 23,8 | 1,1 | 0,8 |
| 15 | 19,4 | 19,9 | 0,6 | 20,5 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 19,8 | 19,8 | 1,7 | 1,7 |
| 16 | 21,1 | 21,6 | 0,8 | 22,3 | 1,4 | 1,2 | 0,4 | 22,5 | 22,3 | 0,8 | 1,0 |
| 17 | 23,9 | 23,9 | 0,7 | 24,6 | 0,5 | 0,9 | 0,0 | 24,4 | 24,8 | 1,2 | 0,8 |
| 18 | 22,4 | 22,4 | 0,1 | 22,5 | 0,5 | 0,5 | 0,0 | 22,9 | 22,9 | 0,6 | 0,6 |
| 19 | 19,6 | 21,2 | 0,4 | 21,6 | 1,6 | 1,5 | 1,6 | 21,2 | 21,1 | 1,4 | 1,5 |
| 20 | 21,6 | 21,7 | 0,0 | 21,8 | 0,1 | 0,4 | 0,2 | 21,7 | 22,0 | 1,1 | 0,8 |
| 21 | 20,2 | 20,7 | 0,3 | 21,0 | 0,2 | 0,5 | 0,5 | 20,4 | 20,7 | 1,5 | 1,2 |
| 22 | 19,2 | 20,9 | 0,2 | 21,1 | 1,9 | 2,2 | 1,7 | 21,1 | 21,4 | 0,9 | 0,6 |
| 23 | 19,9 | 20,9 | 0,5 | 21,3 | 1,4 | 1,5 | 1,0 | 21,3 | 21,4 | 1,0 | 0,9 |
| 24 | 19,7 | 19,8 | 0,2 | 20,0 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 20,0 | 19,9 | 1,0 | 1,1 |
| 25 | 22,8 | 23,0 | 0,4 | 23,4 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 23,3 | 23,2 | 1,1 | 1,2 |
| 26 | 23,6 | 23,8 | 0,4 | 24,2 | 0,4 | 0,4 | 0,2 | 24,0 | 24,0 | 1,3 | 1,3 |
| 27 | 22,7 | 22,5 | 0,5 | 23,0 | 0,3 | 0,4 | -0,1 | 23,0 | 23,1 | 1,0 | 0,9 |
| 28 | 20,1 | 20,2 | 0,1 | 20,3 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 20,2 | 20,3 | 1,1 | 1,0 |
| 29 | 19,3 | 19,5 | 0,3 | 19,8 | 0,7 | 0,5 | 0,3 | 20,0 | 19,8 | 0,9 | 1,1 |
| 30 | 22,1 | 22,0 | 0,3 | 22,2 | 0,0 | 0,0 | -0,2 | 22,1 | 22,1 | 1,1 | 1,1 |
| média | 21,3 | 21,7 | 0,4 | 22,2 | 0,7 | 0,8 | 0,4 | 22,0 | 22,1 | 1,1 | 1,0 |

c. Apit: comprimento da lima indicado pelo Apit

c. forame: comp. dente até o forame

foram/vert: distância do forame até o vértice

c/vértice: comp. do dente até o vértice

RxD-p.i/v: distância da ponta do instrumento ao vértice na radiografia digital

RxC-p.i/v: distância da ponta do instrumento ao vértice na radiografia convencional

cf - cA: comprimento do dente até o forame menos o comp. Apit

c/vRxD: comprimento do dente até o vértice na radiografia digital

c/vRxC: comprimento do dente até o vértice na radiografia convencional

c/v-ctRxD: comp. dente até o vértice menos o comp. de trabalho

c/v-ctRxC: comp. dente até o vértice menos o comp. de trabalho

APIT

| forame | n | % |
|---------------------------------|----|-------|
| (A) ideal: 0,5 + - 0,5 mm aquém | 25 | 83,3 |
| (B) não ideal | 5 | 16,7 |
| geral | 30 | 100,0 |

RxD

| vértice | n | % |
|-------------------------------|----|-------|
| (A) ideal: 1 + - 0,5 mm aquém | 29 | 96,7 |
| (B) não ideal | 1 | 3,3 |
| geral | 30 | 100,0 |

RxC

| vértice | n | % |
|-------------------------------|----|-------|
| (A) ideal: 1 + - 0,5 mm aquém | 29 | 96,7 |
| (B) não ideal | 1 | 3,3 |
| geral | 30 | 100,0 |

Anexo 3: Tabela de medidas do grupo dos caninos em milímetros.

| dente | c. Apit | c/forame | foram/vert | c/vértice | RxD-p.i/v | RxC-p.i/v | cf - cA | c/vRxD | c/vRxC | c/v-ctRxD | c/v-ctRxC |
|-------|---------|----------|------------|-----------|-----------|-----------|---------|--------|--------|-----------|-----------|
| 1 | 26,6 | 26,6 | 0,4 | 27,0 | 0,7 | 0,7 | 0,0 | 27,3 | 27,3 | 0,7 | 0,7 |
| 2 | 27,0 | 27,6 | 0,2 | 27,8 | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 27,4 | 27,6 | 1,4 | 1,2 |
| 3 | 28,0 | 28,2 | 0,4 | 28,6 | 0,3 | 0,4 | 0,1 | 28,3 | 28,4 | 1,2 | 1,1 |
| 4 | 26,6 | 26,6 | 0,3 | 26,9 | 0,4 | 0,4 | 0,0 | 27,0 | 27,0 | 0,9 | 0,9 |
| 5 | 24,2 | 24,5 | 0,3 | 24,8 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 24,5 | 24,6 | 1,3 | 1,2 |
| 6 | 25,9 | 26,0 | 0,8 | 26,8 | 0,5 | 1,1 | 0,1 | 26,4 | 27,0 | 1,4 | 0,8 |
| 7 | 27,5 | 28,1 | 0,1 | 28,2 | 0,2 | 0,5 | 0,5 | 27,7 | 28,0 | 1,4 | 1,1 |
| 8 | 26,5 | 26,5 | 0,7 | 27,2 | 0,5 | 0,5 | 0,0 | 27,0 | 27,0 | 1,2 | 1,2 |
| 9 | 26,7 | 26,8 | 0,7 | 27,5 | 1,0 | 0,7 | 0,1 | 27,7 | 27,4 | 0,8 | 1,1 |
| 10 | 27,1 | 27,9 | 0,1 | 28,0 | 0,9 | 0,8 | 0,9 | 28,0 | 27,9 | 1,0 | 1,1 |
| 11 | 24,3 | 24,3 | 0,3 | 24,6 | 0,2 | 0,5 | 0,0 | 24,5 | 24,8 | 1,2 | 0,9 |
| 12 | 23,0 | 23,5 | 0,4 | 23,9 | 0,6 | 0,7 | 0,5 | 23,6 | 23,7 | 1,3 | 1,2 |
| 13 | 23,0 | 23,5 | 0,7 | 24,2 | 0,9 | 1,1 | 0,5 | 23,9 | 24,1 | 1,3 | 1,1 |
| 14 | 21,8 | 21,8 | 1,0 | 22,7 | 1,0 | 1,0 | 0,0 | 22,8 | 22,8 | 1,0 | 1,0 |
| 15 | 25,5 | 26,0 | 0,2 | 26,2 | 0,8 | 1,1 | 0,4 | 26,3 | 26,6 | 0,9 | 0,6 |
| 16 | 24,6 | 25,0 | 0,9 | 25,9 | 1,0 | 0,8 | 0,4 | 25,6 | 25,4 | 1,3 | 1,5 |
| 17 | 25,9 | 26,0 | 0,2 | 26,3 | 0,2 | 0,6 | 0,2 | 26,1 | 26,5 | 1,2 | 0,8 |
| 18 | 24,8 | 25,7 | 0,2 | 25,9 | 0,8 | 0,8 | 1,0 | 25,6 | 25,6 | 1,3 | 1,3 |
| 19 | 21,5 | 21,4 | 1,0 | 22,3 | 0,4 | 0,2 | -0,1 | 21,9 | 21,7 | 1,4 | 1,6 |
| 20 | 24,4 | 25,6 | 0,3 | 25,8 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 25,6 | 25,6 | 1,2 | 1,2 |
| 21 | 21,4 | 22,1 | 0,3 | 22,4 | 0,8 | 1,1 | 0,6 | 22,2 | 22,5 | 1,2 | 0,9 |
| 22 | 26,5 | 26,9 | 0,6 | 27,5 | 0,9 | 1,0 | 0,4 | 27,4 | 27,5 | 1,1 | 1,0 |
| 23 | 26,0 | 26,7 | 0,2 | 26,9 | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 26,3 | 26,5 | 1,6 | 1,4 |
| 24 | 26,1 | 26,0 | 1,2 | 27,3 | 0,9 | 1,3 | 0,0 | 27,0 | 27,4 | 1,3 | 0,9 |
| 25 | 24,5 | 26,5 | 0,1 | 26,7 | 1,8 | 2,4 | 2,0 | 26,3 | 26,9 | 1,3 | 0,7 |
| 26 | 22,4 | 22,6 | 0,7 | 23,4 | 0,7 | 1,0 | 0,2 | 23,1 | 23,4 | 1,3 | 0,9 |
| 27 | 27,0 | 27,2 | 0,3 | 27,5 | 0,5 | 1,0 | 0,2 | 27,5 | 28,0 | 1,0 | 0,5 |
| 28 | 26,5 | 26,5 | 0,4 | 27,0 | 0,1 | 0,2 | 0,0 | 26,6 | 26,7 | 1,4 | 1,3 |
| 29 | 25,3 | 25,3 | 0,8 | 26,1 | 0,9 | 0,8 | 0,1 | 26,2 | 26,1 | 0,9 | 1,0 |
| 30 | 25,4 | 26,6 | 0,5 | 27,0 | 1,7 | 1,7 | 1,2 | 27,1 | 27,1 | 1,0 | 1,0 |
| média | 25,2 | 25,6 | 0,5 | 26,1 | 0,7 | 0,8 | 0,4 | 25,9 | 26,0 | 1,2 | 1,0 |

c. Apit: comprimento da lima indicado pelo Apit

c. forame: comp. dente até o forame

foram/vert: distância do forame até o vértice

c/vértice: comp. do dente até o vértice

RxD-p.i/v: distância da ponta do instrumento ao vértice na radiografia digital

RxC-p.i/v: distância da ponta do instrumento ao vértice na radiografia convencional

cf - cA: comprimento do dente até o forame menos o comp. Apit

c/vRxD: comprimento do dente até o vértice na radiografia digital

c/vRxC: comprimento do dente até o vértice na radiografia convencional

c/v-ctRxD: comp. dente até o vértice menos o comp. de trabalho

c/v-ctRxC: comp. dente até o vértice menos o comp. de trabalho

APIT

| forame | n | % |
|---------------------------------|----|-------|
| (A) ideal: 0,5 + - 0,5 mm aquém | 26 | 86,7 |
| (B) não ideal | 4 | 13,3 |
| geral | 30 | 100,0 |

RxD

| vértice | n | % |
|-------------------------------|----|------|
| (A) ideal: 1 + - 0,5 mm aquém | 29 | 96,7 |
| (B) não ideal | 1 | 3,3 |
| geral | 30 | 100 |

RxC

| vértice | n | % |
|-------------------------------|----|------|
| (A) ideal: 1 + - 0,5 mm aquém | 29 | 96,7 |
| (B) não ideal | 1 | 3,3 |
| geral | 30 | 100 |

Anexo 1: Tabela de medidas do grupo dos pré-molares em milímetros.

| dente | c. Apit | c/forame | foram/vert | c/vértice | RxD-p.i/v | RxC-p.i/v | cf - cA | c/vRxD | c/vRxC | c/v-ctRxD | c/v-ctRxC |
|-------|---------|----------|------------|-----------|-----------|-----------|---------|--------|--------|-----------|-----------|
| 1 | 22,8 | 22,9 | 0,4 | 23,3 | 0,2 | 0,4 | 0,0 | 23,0 | 23,2 | 1,3 | 1,1 |
| 2 | 19,3 | 19,7 | 0,1 | 19,9 | 0,7 | 0,7 | 0,5 | 20,0 | 20,0 | 0,9 | 0,9 |
| 3 | 18,4 | 18,8 | 0,1 | 18,9 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 18,9 | 18,8 | 1,0 | 1,1 |
| 4 | 21,0 | 21,5 | 0,2 | 21,7 | 0,6 | 0,3 | 0,4 | 21,6 | 21,3 | 1,0 | 1,3 |
| 5 | 18,3 | 19,0 | 1,6 | 20,7 | 1,9 | 1,8 | 0,7 | 20,2 | 20,1 | 1,4 | 1,5 |
| 6 | 22,6 | 22,7 | 0,7 | 23,3 | 0,5 | 0,6 | 0,1 | 23,1 | 23,2 | 1,3 | 1,2 |
| 7 | 21,4 | 21,9 | 0,7 | 22,6 | 1,1 | 1,4 | 0,5 | 22,5 | 22,8 | 1,1 | 0,8 |
| 8 | 20,3 | 21,5 | 0,2 | 21,7 | 0,5 | 0,5 | 1,2 | 20,8 | 20,8 | 1,9 | 1,9 |
| 9 | 22,0 | 22,2 | 0,2 | 22,4 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 22,2 | 22,3 | 1,2 | 1,1 |
| 10 | 19,7 | 19,9 | 0,3 | 20,2 | 0,3 | 0,5 | 0,2 | 20,0 | 20,2 | 1,2 | 1,0 |
| 11 | 20,4 | 20,6 | 0,3 | 20,9 | 0,7 | 0,7 | 0,2 | 21,1 | 21,1 | 0,7 | 0,7 |
| 12 | 20,2 | 20,3 | 0,2 | 20,5 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 20,4 | 20,4 | 1,2 | 1,2 |
| 13 | 22,4 | 23,0 | 0,6 | 23,6 | 0,7 | 0,8 | 0,6 | 23,1 | 23,2 | 1,5 | 1,4 |
| 14 | 22,1 | 22,1 | 0,3 | 22,4 | 0,4 | 0,2 | 0,0 | 22,5 | 22,3 | 0,9 | 1,1 |
| 15 | 20,8 | 21,0 | 0,5 | 21,5 | 0,6 | 0,7 | 0,2 | 21,4 | 21,5 | 1,1 | 1,0 |
| 16 | 20,0 | 20,6 | 0,2 | 20,8 | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 20,3 | 20,4 | 1,5 | 1,4 |
| 17 | 21,7 | 22,2 | 1,1 | 23,3 | 1,2 | 1,3 | 0,5 | 22,9 | 23,0 | 1,4 | 1,3 |
| 18 | 22,4 | 23,2 | 0,3 | 23,5 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 23,2 | 23,1 | 1,4 | 1,5 |
| 19 | 25,1 | 25,2 | 0,3 | 25,5 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 25,3 | 25,4 | 1,3 | 1,2 |
| 20 | 22,3 | 22,2 | 1,0 | 23,3 | 1,0 | 1,0 | 0,0 | 23,3 | 23,3 | 1,0 | 1,0 |
| 21 | 21,1 | 21,2 | 0,4 | 21,6 | 0,2 | 0,7 | 0,1 | 21,3 | 21,8 | 1,3 | 0,8 |
| 22 | 21,3 | 22,0 | 0,4 | 22,4 | 0,5 | 0,5 | 0,8 | 21,8 | 21,8 | 1,6 | 1,6 |
| 23 | 19,6 | 19,9 | 0,8 | 20,7 | 0,8 | 0,9 | 0,3 | 20,4 | 20,5 | 1,3 | 1,2 |
| 24 | 19,6 | 20,1 | 0,5 | 20,6 | 1,0 | 1,1 | 0,5 | 20,6 | 20,7 | 1,0 | 0,9 |
| 25 | 19,3 | 19,3 | 0,3 | 19,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 19,3 | 19,3 | 1,3 | 1,3 |
| 26 | 23,5 | 23,5 | 0,2 | 23,7 | 0,4 | 0,5 | 0,0 | 23,9 | 24,0 | 0,8 | 0,7 |
| 27 | 20,4 | 20,5 | 0,2 | 20,6 | 0,2 | 0,3 | 0,1 | 20,6 | 20,7 | 1,0 | 0,9 |
| 28 | 19,5 | 19,6 | 0,5 | 20,1 | 0,6 | 0,3 | 0,2 | 20,1 | 19,8 | 1,0 | 1,3 |
| 29 | 20,0 | 21,0 | 0,4 | 21,4 | 1,2 | 1,3 | 1,0 | 21,2 | 21,3 | 1,1 | 1,0 |
| 30 | 22,8 | 22,9 | 0,8 | 23,7 | 0,5 | 0,7 | 0,1 | 23,3 | 23,5 | 1,4 | 1,2 |
| média | 21,0 | 21,4 | 0,5 | 21,8 | 0,6 | 0,7 | 0,3 | 21,6 | 21,7 | 1,2 | 1,1 |

c. Apit: comprimento da lima indicado pelo Apit

c. forame: comp. dente até o forame

foram/vert: distância do forame até o vértice

c/vértice: comp. dente até o vértice

RxD-p.i/v: distância da ponta do instrumento ao vértice na radiografia digital

RxC-p.i/v: distância da ponta do instrumento ao vértice na radiografia convencional

cf - cA: comprimento do dente até o forame menos o comp. Apit

c/vRxD: comprimento do dente até o vértice na radiografia digital

c/vRxC: comprimento do dente até o vértice na radiografia convencional

c/v-ctRxD: comprimento do dente até o vértice menos o comp. de trabalho (até o vértice na radiografia digital menos 1 mm)

c/v-ctRxC: comprimento do dente até o vértice menos o comp. de trabalho (até o vértice na radiografia convencional menos 1 mm)

APIT

| Forame | n | % |
|---------------------------------|----|-------|
| (A) ideal: 0,5 + - 0,5 mm aquém | 29 | 96,7 |
| (B) não ideal | 1 | 3,3 |
| geral | 30 | 100,0 |

RxD

| vértice | n | % |
|-------------------------------|----|-------|
| (A) ideal: 1 + - 0,5 mm aquém | 28 | 93,3 |
| (B) não ideal | 2 | 6,7 |
| geral | 30 | 100,0 |

RxC

| vértice | n | % |
|-------------------------------|----|-------|
| (A) ideal: 1 + - 0,5 mm aquém | 28 | 93,3 |
| (B) não ideal | 2 | 6,7 |
| geral | 30 | 100,0 |