

MATHEUS LIMA DE OLIVEIRA
Cirurgião - Dentista

**ESTUDO COMPARATIVO DA EFICÁCIA DE
DIFERENTES SISTEMAS RADIOGRÁFICOS DIGITAIS
NA DETERMINAÇÃO DO COMPRIMENTO DE LIMAS
ENDODÔNTICAS**

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

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Monteiro Tosoni

PIRACICABA

2009

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

Bibliotecária: Marilene Girello – CRB-8ª. / 6159

OL4e	Oliveira, Matheus Lima de. Estudo comparativo da eficácia de diferentes sistemas radiográficos digitais na determinação do comprimento de limas endodônticas. / Matheus Lima de Oliveira. -- Piracicaba, SP: [s.n.], 2009. Orientador: Guilherme Monteiro Tosoni. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba. 1. Radiografia dentária digital. 2. Endodontia. 3. Odontometria. 4. <i>Software</i>. I. Tosoni, Guilherme Monteiro. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título. (mg/fop)
------	---

Título em Inglês: Efficacy of different digital radiographic imaging systems for determination of endodontic files length

Palavras-chave em Inglês (Keywords): 1. Radiography, dental, digital. 2. Endodontics. 3. Odontometry. 4. *Software*

Área de Concentração: Radiologia Odontológica

Titulação: Mestre em Radiologia Odontológica

Banca Examinadora: Guilherme Monteiro Tosoni, Andréa Gonçalves, Solange Maria de Almeida

Data da Defesa: 27-02-2009

Programa de Pós-Graduação em Radiologia Odontológica



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Dissertação de MESTRADO, em sessão pública realizada em 27 de Fevereiro de 2009, considerou o candidato MATHEUS LIMA DE OLIVEIRA aprovado.

A handwritten signature in blue ink, reading "Guilherme Monteiro Tosoni", is positioned above a horizontal line.

PROF. DR. GUILHERME MONTEIRO TOSONI

A handwritten signature in blue ink, reading "Andréa Gonçalves", is positioned above a horizontal line.

PROFa. DRa. ANDRÉA GONÇALVES

A handwritten signature in blue ink, reading "Solange Maria de Almeida", is positioned above a horizontal line.

PROFa. DRa. SOLANGE MARIA DE ALMEIDA

Dedico este trabalho aos meus amados pais Mário e Josélia que sempre me apoiaram nas decisões e, com esforço e dignidade, deram todas as condições necessárias para que eu fosse adiante.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela constante presença em minha vida, guiando-me por caminhos seguros e despertando em mim o desejo de ser uma pessoa melhor.

Ao *Prof. Dr. Guilherme Monteiro Tosoni*, pela confiança depositada e também por ter me acompanhado com muita dedicação em todas as fases deste trabalho. A ele, o principal responsável por nutrir em mim a intenção em realizar as tarefas da maneira mais correta possível, a minha sincera gratidão.

Ao *Prof. Dr. Frab Norberto Bóscolo*, nosso grandioso mestre, admirável por sua capacidade e simplicidade, por ter me acolhido e transmitido lições para toda a vida.

À *Profa. Dra. Solange Maria de Almeida*, figura generosa e sensata, por manter a ordem e o equilíbrio da Disciplina de Radiologia com a sensibilidade de uma mulher valente.

À *Profa. Dra. Gláucia Maria Bovi Ambrosano*, pela atenção e auxílio na elaboração deste trabalho.

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, na pessoa do senhor diretor *Prof. Dr. Francisco Haíter Neto*, pela oportunidade e excelentes condições oferecidas para o meu aperfeiçoamento profissional.

Aos meus queridos companheiros *Daniela Brait, Ézio Fortaleza e Adriana Dibo*, pela convivência harmoniosa que nos uniu, permitindo-nos que, mais do que colegas, nos tornássemos verdadeiros amigos.

A todos os colegas de Pós-Graduação, com quem tive um prazeroso convívio ao longo da minha jornada na FOP/UNICAMP.

Aos competentes funcionários da Disciplina de Radiologia da FOP, *Fernando, Giselda, Roberta e Waldeck*, pela prontidão e eficiência com que sempre me atenderam e pela amizade desenvolvida ao longo desta jornada.

A CAPES pelo auxílio financeiro recebido para a realização do Mestrado.

Aos meus familiares e amigos, preciosos incentivadores que se fazem presente em todos os momentos da minha vida. Em especial, às preces e ao carinho da minha amada *Vovó Júlia* e ao encanto e alegria do meu sobrinho-afilhado *Murilo*.

Enfim, agradeço a *todos* que ajudaram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

“Tudo vale a pena quando a alma não é pequena”

FERNANDO PESSOA

RESUMO

A mensuração digital tem sido defendida porque pode permitir uma maior precisão e minimizar as divergências subjetivas durante a avaliação das imagens radiográficas, sendo muito importante no auxílio da determinação do exato comprimento de trabalho e, conseqüentemente, possibilitar um tratamento endodôntico bem sucedido. Deste modo, estudos comparativos são de grande importância devido ao fato de permitir apontar o sistema digital radiográfico com melhor eficácia clínica. Considerando que estes sistemas têm sido constantemente desenvolvidos e atualizados, frequentemente é necessário se avaliar o desempenho deles entre si, em particular na determinação do comprimento de limas endodônticas, para que o endodontista clínico tenha subsídios na escolha do sistema radiográfico digital. O objetivo neste trabalho foi avaliar comparativamente a eficácia de três diferentes sistemas radiográficos digitais na determinação do comprimento de limas endodônticas. Quarenta dentes humanos unirradiculares foram posicionados aos pares e radiografados utilizando-se os sistemas digitais Digora Optime[®], CDR *Wireless*[®] e CygnusRay MPS[®]. Antes das exposições radiográficas, limas endodônticas tipo k, tamanhos 10 e 15, foram introduzidas no canal radicular dos dentes e fixadas em diferentes comprimentos, que variaram do limite apical até 2mm aquém, definindo assim o padrão ouro. Após uma sessão de treinamento e calibração, seis examinadores efetuaram as mensurações, do comprimento do limite inferior do *stop* de borracha à extremidade apical da lima endodôntica. Depois de quinze dias, foram repetidas as mensurações em 50% da amostra de imagens e atribuídos escores à dificuldade encontrada em cada sistema. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey. A avaliação da concordância intra-examinador foi realizada pelo teste de correlação intraclass. As notas relativas à dificuldade encontrada foram avaliadas pelos testes de Kruskal Wallis e Dunn. O nível de significância adotado foi de 5%. Os resultados indicaram valores médios, em milímetros, e desvio padrão muito próximos entre si, sendo que o sistema CDR

Wireless[®] ($21,82 \pm 2,06$) não foi estatisticamente diferente ($p > 0,05$) do padrão ouro ($22,05 \pm 2,10$) e do sistema CygnusRay MPS[®] ($21,62 \pm 2,37$) e o Digora Optime[®] ($22,64 \pm 2,14$) foi diferente de todos, superestimando os valores ($p \leq 0,05$). O Digora Optime[®] foi considerado o mais fácil de realizar as mensurações e o CygnusRay MPS[®] o mais difícil ($p \leq 0,05$). Todos os sistemas digitais tiveram excelente reprodutibilidade com coeficiente médio de correlação intraclassa $> 0,95$. Diante dos resultados, pôde-se concluir que os três sistemas digitais radiográficos apresentaram excelente precisão, porém o sistema CDR *Wireless*[®] foi o mais acurado na determinação do comprimento de limas endodônticas e, junto com o sistema Digora Optime[®], foi considerado de menor dificuldade para realizar as mensurações.

Palavras-chave:

Radiografia Digital Dentária, Endodontia, Odontometria, Software

ABSTRACT

The digital measurement has been advocated because it may allow higher accuracy reducing the differences in the subjective evaluation of radiographic images, adding important assistance to establish the accurate working length and, therefore, allowing a successful endodontic treatment. Thus, comparative studies are important to indicate the digital radiographic system that has better clinical efficacy. Due to the constant development and updating of such systems, comparison among them is needed, concerning to the determination of endodontic file length, to provide support to the endodontic practitioner making a choice. The aim of this study was to compare the efficacy of three different digital radiographic systems in the determination of endodontic file length. Forty extracted human permanent single-root teeth were used in this study and one investigator performed the technical procedures in all teeth. After standard access to the root canal was accomplished, sizes 10 or 15 K-type endodontic files were introduced into the canals and positioned in different lengths, ranging from the apical limit up to 2mm below, establishing the gold standard. The teeth, positioned in pairs, were X-rayed using Digora Optime[®], CDR Wireless[®] and CygnusRay MPS[®] digital systems. After a training and calibration session, six observers measured each file length in the image. Fifteen days later, they repeated the measurements on 50% of the image sample and assigned score to the level of difficulty that was found. Analysis of variance (ANOVA) for differences between digital systems and Tukey's test were performed. The level of intra-observer agreement was measured by intraclass correlation. The assigned scores were evaluated by Kruskal Wallis and Dunn. The results showed mean values, in millimeters, and standard deviation very close of each other. The CDR *Wireless*[®] system (21.82 ± 2.06) was not statistically different ($p>0.05$) from the *gold standard* (22.05 ± 2.10) and CygnusRay MPS[®] system (21.62 ± 2.37). The Digora Optime[®] (22.64 ± 2.14) was different from the others, overestimating the values ($p\leq 0.05$). The Digora Optime[®] was considered the easiest to carry out the measurements and the CygnusRay MPS[®] the most difficult

($p \leq 0.05$). All digital systems showed excellent agreement with mean coefficient of intraclass correlation > 0.95 . In conclusion, the three digital radiographic systems showed excellent precision, the CDR Wireless[®] system was more accurate in the determination of endodontic file length and, together with the Digora Optime[®], was considered the slightest difficulty to assess endodontic lengths.

Key Words:

Radiography, Dental, Digital; Endodontics; Odontometry; Software.

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

CAD – Comprimento Aparente do Dente

CCD – Charge Couple Device

CDR – Computed Dental Radiography

CMOS – Complementary Metal-Oxide Semiconductor

DICOM – Digital Imaging Communications in Medicine

ISO – International Organization for Standardization

LCD – Liquid Crystal Display

PSP – Phosphor Storage Plate

RVG – RadioVisioGraphy

TIFF – Tagged Image File Format

USB – Universal Serial Bus

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DA LITERATURA	5
3. PROPOSIÇÃO	18
4. MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1 Amostra	19
4.2 Preparo dos dentes	19
4.3 Preparo dos <i>Phantoms</i>	20
4.4 Obtenção do Padrão Ouro (<i>Gold Standard</i>)	20
4.5 Padronização das exposições radiográficas	21
4.6 Exposições radiográficas	22
4.7 Descrição dos sistemas digitais radiográficos	22
4.7.1 Sistema CDR <i>Wireless</i> ®	22
4.7.2 Sistema Digora Optime®	24
4.7.3 Sistema CygnusRay MPS®	26
4.8 Mensuração e avaliação das imagens digitais	27
4.9 Análise estatística	29
5. RESULTADOS	30
5.1 Avaliação comparativa da acurácia dos sistemas digitais	30
5.2 Análise subjetiva dos examinadores	30
5.3 Avaliação da reprodutibilidade entre os sistemas digitais	31
6. DISCUSSÃO	32
7. CONCLUSÃO	37
REFERÊNCIAS	38
ANEXO	43

1 - INTRODUÇÃO

A descoberta dos raios X em 1895 permitiu uma nova perspectiva na saúde, tanto no campo diagnóstico como no terapêutico. Essa radiação descoberta por Röntgen determinou grande aprimoramento tecnológico que marcou o século que se seguiu com o desenvolvimento de vários experimentos que definiram a sua variedade de aplicação. Baseando-se nas evidências dos efeitos biológicos das radiações ionizantes, nas décadas de 50 e 60, surgiram novas linhas de pesquisa que obedeciam a uma consciência de proteção à radiação X, evidenciando o uso de filtros e colimadores nos aparelhos de raios X, filmes ultra-sensíveis, protetores para o paciente e, acima de tudo, o conceito de se expor o paciente à mínima dose possível, sem o prejuízo da qualidade da imagem (Gibbs, 1996).

Com o rápido desenvolvimento tecnológico, a informática passou a ser utilizada como auxílio a novos métodos de diagnóstico por imagem e assim, na década de 80, surgiu a radiografia digital (Nelvig *et al.*, 1992; Wenzel *et al.*, 1995).

O estudo e o desenvolvimento de vários sistemas de radiografia digital vêm permitindo o aumento da aceitação e da inclusão digital por grande parte dos cirurgiões-dentistas, somando vantagens ao filme e melhorando a qualidade final da imagem (Parks *et al.*, 2002; Christensen, 2004). Enquanto a radiografia convencional apresenta imagem imutável uma vez processada, a radiografia digital é passível de manipulação, podendo ser processada pelo examinador durante a sua interpretação (Wenzel *et al.*, 1993; Wenzel *et al.*, 1995; Kal *et al.*, 2007). Além desta vantagem, a radiografia digital apresenta, em relação à radiografia convencional, a eliminação do processamento químico, a facilidade de arquivamento e a possibilidade de rápida transmissão para locais distantes, viabilizando a comunicação entre os profissionais.

A diferença básica estabelecida entre os sistemas digitais está no tipo de receptor de imagem utilizado. Atualmente, existem no mercado sistemas com os seguintes tipos de receptores de imagem intrabuciais: sensores do tipo Dispositivo

de Carga Acoplada (CCD) e Semicondutor Metal-óxido Complementar (CMOS) ou então a Placa de Fósforo Fotoestimulável (PSP) (Ludlow & Mol, 2004).

A placa de fósforo, introduzida na Radiologia no começo da década de 80, absorve e armazena energia dos raios X e então libera esta energia como luz (fosforescência) quando estimulada por outra luz de comprimento de onda apropriado. Como os comprimentos de onda da luz estimulante e da luz fosforescente diferem, as duas podem ser distinguidas e a fosforescência pode ser quantificada como uma medida da energia dos raios X que o objeto absorveu. Quando escaneada, uma fibra óptica conduz a luz proveniente da PSP para um tubo fotomultiplicador que converte a luz em energia elétrica. As variações da voltagem de saída do tubo fotomultiplicador correspondem às variações de intensidade da luz estimulante da imagem latente. O sinal da voltagem é quantificado por um conversor analógico-digital e é armazenado e exibido como uma imagem digital. O flúor haleto de bário, acrescido com európio, constitui o material de fósforo fotoestimulável utilizado nas PSPs (Ludlow & Mol, 2004; Schaefer-Prokop *et al.*, 1997). O Digora[®] (Soredex, Orion Corporation, Helsinki, Finland), lançado em 1994, é um sistema que se utiliza de PSPs montadas a partir do substrato de bário-fluorhalogenado ativados por európio. Esse substrato é depositado sobre uma placa de metal ferromagnético e revestido por um encapsulamento plástico rígido (Oliveira, 2001). A qualidade final da imagem desse sistema não depende apenas da qualidade da placa de fósforo, mas também do mecanismo de escaneamento e aquisição, do escâner e do modo de exibição do software (Farman *et al.*, 2005).

O CCD, apresentado na Odontologia em 1987, foi o primeiro sensor digital direto de imagem a ser adaptado para imagens intrabucais e utiliza uma fina superfície de silício como base para a captura da imagem. Já o CMOS apresenta uma tecnologia baseada nas câmeras de vídeo convencionais e embora se utilize de semicondutores de silício, difere dos CCDs na forma como as cargas de *pixel* são lidas (Ludlow & Mol, 2004). Em ambos os sistemas a formação da imagem digital é direta e instantânea, podendo ser visualizada no monitor quase que

simultaneamente à exposição radiográfica (Goodarzi Pour *et al.*, 2008). Devido a esta vantagem, os sistemas digitais que utilizam estes sensores são preferidos pelos endodontistas apesar de se apresentarem conectados a cabos e fios, o que pode dificultar a sua manipulação e armazenamento, além de sua área de trabalho ser menor. Foi assim que em 2005, a Schick *Technologies* lançou o CDR *Wireless*[®], o primeiro sistema digital utilizando sensor sem fio. A qualidade da imagem final produzida por CCD ou CMOS depende do número de *pixels* do chip, do tipo e configuração da camada de silício, do modo de aquisição e exibição do software (Farman *et al.*, 2005).

Na Endodontia, o exame radiográfico periapical se constitui um importante método complementar para estimar o comprimento de canais radiculares e limas endodônticas (Versteeg *et al.*, 1997; Woolhiser *et al.*, 2005; Kazzi *et al.*, 2007). Apesar do advento do localizador apical eletrônico o método usual para se determinar o comprimento de trabalho é através da combinação do conhecimento dos comprimentos médios radiculares, avaliação radiográfica pré-operatória e após a colocação de limas no interior do canal radicular.

Com o intuito de se obter relevantes informações de diagnóstico, ferramentas em programas de imagem digital têm sido projetadas (Goodarzi Pour *et al.*, 2008). Estas informações podem variar de simples medidas lineares a tarefas mais complexas. Régua digital, alteração de brilho e contraste e uma variedade de outras ferramentas também estão disponíveis. Deste modo, os sistemas digitais tornaram-se muito úteis e com ampla aplicabilidade na endodontia, além das vantagens apresentadas por fatores como rapidez com que a imagem é fornecida após a exposição dos sensores, magnificação com que a imagem é exibida na tela do monitor, facilidade na aquisição da imagem com consequente redução do tempo total de trabalho e menor exposição do paciente aos raios X (Kal *et al.*, 2007).

Tem sido defendido que a mensuração digital pode permitir maior precisão e minimizar as divergências subjetivas durante a avaliação (Kal *et al.*, 2007), o que é muito importante, pois pode auxiliar na determinação do exato comprimento de

trabalho e, conseqüentemente, um possível tratamento endodôntico bem sucedido. É interessante notar que poucos são os estudos relacionados à eficácia de diferentes sistemas radiográficos digitais na determinação do comprimento de limas endodônticas e nestes (Shearer *et al.*, 1990; Cedeberg *et al.*, 1998; Eikenberg & Vandr , 2000; Friedlander *et al.*, 2002), geralmente, são comparados os valores médios de erro dos sistemas digitais às mensurações em filmes convencionais. Estudos comparativos são de grande importância devido ao fato de permitir apontar o sistema que melhor apresente eficácia clínica. Devido ao fato de que os sistemas digitais radiográficos têm sido constantemente desenvolvidos e atualizados, frequentemente   necessário se avaliar o desempenho deles entre si, em particular na determinação do comprimento de limas endodônticas, para que o endodontista clínico tenha subsídios na escolha do sistema radiográfico digital.

2 - REVISÃO DA LITERATURA

O primeiro sistema radiográfico digital intrabucal, lançado no mercado odontológico em 1987, foi o RadioVisioGraphy (Trophy Radiology, Vincennes, France), que em 1989 recebeu a aprovação do FDA (*Food and Drug Administration*) para sua comercialização nos Estados Unidos. Em 1990, Horner *et al.* já ressaltavam a vantagem da redução da dose desse sistema em comparação ao filme convencional.

Quando lançado, o Radiovisiography (RVG) era um sistema radiográfico digital que trabalhava com baixa dose de exposição, apresentava as imagens em curto espaço de tempo e utilizava um pequeno sensor intraoral no lugar do filme convencional. Devido a essas características, ele pôde apresentar ampla aplicabilidade na endodontia. Shearer *et al.* (1990), por meio da medida do comprimento do canal radicular *in vitro*, mostraram não haver diferença estatisticamente significativa entre as imagens provenientes do sensor rígido do RVG e as do filme.

Em um estudo semelhante realizado por Shearer *et al.* (1991), sessenta dentes extraídos foram radiografados utilizando o RVG e o filme com limas Hedstrom 15, posicionadas no interior do canal radicular. O comprimento das limas foi obtido nas imagens convencionais e nas imagens do RVG antes e depois de serem aperfeiçoadas. Os resultados indicaram que os comprimentos das limas obtidas no filme apresentaram-se superiores ao do RVG. No entanto, as imagens manipuladas do RVG não diferiram significativamente das imagens convencionais. Assim, sugeriram a manipulação das imagens do RVG para determinação dos comprimentos no tratamento do canal radicular.

Nelvig *et al.* (1992) discutiram as propriedades básicas e as aplicações do sistema radiográfico intraoral digital direto, Sens-A-Ray. Este sistema apresenta

um receptor de imagem do tipo CCD e produz imagens radiográficas sob significativa redução da dose de radiação empregada no filme intraoral tipo E.

São inúmeras as ferramentas existentes em programas de imagem digital, entre elas a magnificação e a inversão. A primeira ferramenta, também conhecida como *zoom*, permite aumento proporcional da imagem ou região de interesse e a segunda permite que os *pixels* normalmente de valor baixo (escuros) tornem-se de valor alto (claros). Foi assim que Ellingsen *et al.* (1995), realizaram uma comparação *in vitro* do RVG e do filme na detecção de limas endodônticas muito finas. Vinte e cinco molares extraídos foram avaliados através da detecção do limite apical nas limas k 8 e 10 em relação ao ápice radiográfico. As imagens do RVG foram agrupadas em normais, aperfeiçoadas, invertidas, normais com magnificação de 2X, invertidas com magnificação de 2X e comparadas aos filmes dos grupos D e E de sensibilidade, que também foram comparados entre si. As imagens invertidas com magnificação foram estatisticamente equivalentes aos filmes do grupo D e superiores ao E, que também apresentou comportamento inferior às imagens normais com magnificação. Os filmes do grupo D foram estatisticamente superiores ao do grupo E e a magnificação de 2X, para visualização das limas k 8 e 10, foi mais acurada nas radiografias convencionais do que no RVG.

Kullendorff & Nilsson (1996) compararam imagens radiográficas digitais manipuladas às suas respectivas imagens originais, no diagnóstico de lesão periapical. Sete avaliadores examinaram trinta e seis imagens digitais obtidas pelo sistema Visualix/VIXA, antes e depois do uso individual de ferramentas de manipulação da imagem. A acurácia do diagnóstico foi calculada e as ferramentas utilizadas foram registradas. A maioria dos diagnósticos não foi diferente para as duas modalidades de imagem, embora tenha sido observada maior eficácia quando realizado alterações de brilho e contraste. As ferramentas de manipulação

mais complexas apresentaram limitações, com menor eficácia no diagnóstico. A ferramenta de alteração de brilho e contraste foi a preferida pelos avaliadores.

Reichl *et al.* (1996), em um estudo *in vitro*, analisaram comparativamente um sistema radiográfico digital do tipo CCD (RVG-S) com o filme do tipo E na detecção de defeitos no esmalte proximal sob bandas ortodônticas, com e sem atenuação da radiação X. Vinte dentes humanos livres de cárie foram divididos aleatoriamente em cinco grupos. Quinze dos trinta contatos proximais permaneceram livres de lesão, enquanto que os outros quinze receberam defeitos induzidos mecanicamente com tamanhos variados. As imagens foram realizadas com e sem a adição de 30 microns de filtração niobium e a presença de bandas ortodônticas. Seis dentistas atuaram como examinadores. Curva ROC foi desenvolvida para cada condição experimental. A área abaixo da curva (Az) foi usada como um índice de acurácia de diagnóstico. O RVG-S não apresentou vantagem de diagnóstico sobre o filme na detecção de mudanças de densidade do esmalte não coberto pelas bandas ortodônticas. A manipulação do contraste nas imagens digitais torna mais segura a detecção de tais mudanças.

Buscando determinar o efeito da redução da dose de radiação na qualidade da imagem de dois sistemas digitais, com ajuste automático de tons de cinza, Velders *et al.* (1996) compararam os comprimentos das limas endodônticas k 10, 15, 20 e 25 entre os sistemas Sidexis, Digora e o filme Ektaspeed, sob exposições de 100, 50, 25, 12.5, 6.25 e 3.25% da utilizada para o filme. Em ambos os sistemas, os comprimentos das limas 25 e 20 foram comparáveis aos comprimentos do filme, mesmo sob exposição de até 6%. Os comprimentos da lima 15 diminuíram à medida que a exposição foi sendo reduzida. Os comprimentos da lima 10 foram significativamente menores do que as medidas do filme. Concluíram que, para os sistemas Sidexis e Digora, a redução na dose de aproximadamente 95% do filme Ektaspeed é possível para a determinação dos

comprimentos das limas k 20 e 25. Para objetos mais finos, tal redução é questionável.

Com o objetivo de constatar se as imagens digitalizadas apresentam alguma vantagem em relação à radiografia convencional, na visualização da extremidade apical de limas muito finas, Fuge *et al.* (1998) realizaram um estudo *in vitro*. Radiografaram com filme do grupo E de sensibilidade vinte molares permanentes extraídos, com limas k 6 introduzidas no interior dos seus canais radiculares. As radiografias foram escaneadas e cinco grupos de imagens foram gerados: originais, aperfeiçoadas, invertidas, originais com magnificação e invertidas com magnificação. Três examinadores compararam, à radiografia convencional, a qualidade de cada imagem na visualização da extremidade apical em relação ao ápice radiográfico. Os resultados foram analisados utilizando o teste de Wilcoxon. O teste Kappa foi aplicado para medir o grau de concordância entre os três examinadores. Os resultados indicaram que a qualidade da imagem alcançada nas radiografias escaneadas e aperfeiçoadas, quando comparadas à radiografia convencional, não proveu nível de diagnóstico suficiente para determinar a extremidade apical de limas k 6 nos canais radiculares dos molares.

Cederberg *et al.* (1998) selecionaram treze pacientes para comparar a localização de limas endodônticas no filme e no sistema radiográfico digital Digora. Realizaram radiografia inicial para odontometria com duplo receptor de imagem, composto pela placa de imagem do sistema Digora e pelo filme Ektaspeed Plus, sendo que este determinou os fatores de exposição. Quatro examinadores realizaram mensurações de raiz e lima nas imagens digitais, fazendo uso de ferramenta disponível no sistema Digora. As mensurações no filme foram realizadas com magnificação de 7X. Os comprimentos obtidos da raiz e da lima e as suas diferenças foram comparados. Encontrou-se menor diferença nas imagens digitais do que no filme. A placa de fósforo fotoestimulável apresentou desempenho semelhante ao filme na determinação do comprimento de raiz,

embora a localização da lima, especialmente as mais finas, tenha sido mais difícil no filme. Concluíram que, por apresentar maior acurácia, o sistema de radiografia digital testado beneficia o endodontista durante o atendimento.

Eikenberg & Vandre (2000), desenvolveram uma pesquisa em que compararam um sistema radiográfico digital a filmes convencionais, sob diferentes condições de processamento, na determinação do comprimento de limas endodônticas. Quarenta e cinco canais radiculares de dentes extraídos foram instrumentados até o forame apical. Limas endodônticas k 8, 10, 15 e 20 foram posicionadas e fixadas em distâncias que variaram de ± 3 mm desse forame. As exposições radiográficas foram realizadas com os mesmos fatores geométricos e as imagens foram capturadas por um filme de auto-processamento, por um filme do grupo D de sensibilidade e processamento manual e pelo sistema radiográfico digital Dexis. As imagens digitais foram avaliadas em um monitor colorido convencional e em um *laptop* com tela de LCD. Quinze dentistas mediram a distância da extremidade apical da lima ao forame apical do dente. Os resultados mostraram que a taxa de erro foi significativamente menor para as imagens digitais do que para as imagens dos filmes convencionais.

Ferreira (2000), em um estudo *in vitro*, comparou a eficácia de três métodos utilizados na determinação do comprimento de trabalho: método radiográfico convencional com o filme Ektaspeed Plus, método radiográfico digital com o sistema DenOptix e o método eletrônico com o Apit. Foi constituída uma amostra de 90 dentes unirradiculares e permanentes de humanos. Lima k 15 foi introduzida no canal até que o aparelho eletrônico sinalizasse que estava na contração apical. O instrumento foi fixado nessa posição por meio de um cursor de borracha e adesivo à 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 realizadas, ambas pela técnica do paralelismo. Uma com o filme e a outra com o

sensor digital. As medidas foram realizadas com auxílio de lupa esteriomicroscópica. Os resultados indicaram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os três métodos de odontometria pesquisados. O método eletrônico Apit apresentou um índice médio de acerto de 88,9%, o método radiográfico convencional e digital, de 95,5%. Concluiu que os três métodos de odontometria obtiveram um alto índice de acerto e que todos são confiáveis.

Matheus *et al.* (2000) realizaram análises inter e intra-sistemas para avaliar o desempenho nas mensurações endodônticas dos recursos radiográficos 3D, inversão e cor. Os sistemas empregados foram o CDR, o DenOptix e o Digora. Os resultados mostraram, na análise inter-sistema, que o sistema Digora apresentou melhor desempenho em todos os três recursos testados. Em relação à análise intra-sistema, os três recursos empregados se mostraram equivalentes no Digora e no CDR, entretanto, o recurso de cor no sistema DenOptix mostrou desempenho inferior.

Oliveira *et al.* (2001) compararam a eficiência de diferentes sistemas radiográficos nas mensurações endodônticas, analisando ainda se os resultados alcançados com dois diâmetros diferentes de limas apresentaram-se diferentes entre si. Onze dentes extraídos e unirradiculares, com limas endodônticas k 6 e 10 no seu interior, foram radiografados com os sistemas digitais CDR, Digora e DenOptix, e também com o filme do grupo E de sensibilidade. Cinco examinadores realizaram mensurações nas oitenta e oito imagens digitais, da borda incisal à ponta da lima, com as réguas digitais dos softwares próprios de cada sistema. As medidas no filme foram realizadas em negatoscópio, com a utilização de um compasso de ponta seca e uma régua endodôntica, sendo permitida a utilização de lupa. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância. Encontrou-se diferença estatística entre as médias das diferenças entre as medidas efetuadas e as medidas reais nos diferentes sistemas e limas

empregados. Os resultados apontaram o Digora como o sistema de melhor desempenho, tendo-se na sequência, o filme, o CDR e o DenOptix. As medidas obtidas com limas 6 e 10 foram estatisticamente diferentes entre os sistemas testados. No sistema DenOptix, as medidas obtidas com limas 6 apresentaram diferença estatística em relação às obtidas com limas 10. Concluíram que diferentes sistemas têm tendência a apresentar diferentes níveis de eficiência no que se refere a mensurações endodônticas.

O sistema radiográfico digital Digora e o filme foram comparados por Friedlander *et al.* (2002), em relação à clareza na detecção de lesão periapical e de limas endodônticas, finas e fixadas com dois diferentes comprimentos de trabalho. Vinte molares permanentes e extraídos foram radiografados com lima k 6 no interior do canal radicular distal de cada dente, em posições variando do forame apical a 2mm aquém, utilizando-se o filme do grup E de sensibilidade e a placa de de fósforo sistema Digora. Imagens similares foram obtidas de mandíbulas com dentes que apresentavam extensas ou pequenas lesões periapicais. A partir da imagem original, ainda foram geradas quatro novas imagens: aperfeiçoada, invertida, normal com magnificação e 3D. Estas imagens foram avaliadas independentemente por quatro examinadores, que atribuíram a elas qualidade superior, inferior ou equivalente à radiografia convencional. Os resultados mostraram que a clareza na detecção das limas endodônticas, em qualquer posição, e das extensas ou pequenas lesões periapicais foi significativamente menor em todas as imagens digitais, quando comparado ao filme.

Com o intuito de comparar a eficácia da radiografia convencional e de dois sistemas de radiografia digital na mensuração do comprimento do canal radicular, Lozano *et al.* (2002) radiografaram setenta dentes extraídos com limas k 8, 10 e 15 posicionadas no interior dos seus canais. Os sistemas digitais utilizados foram o RVG e o Digora. Todos os filmes e sensores foram expostos com angulação de

0° e 20° para a mesial e as imagens obtidas foram avaliadas com e sem magnificação. A acurácia dos três sistemas na determinação do comprimento do canal radicular foi avaliada pela mensuração da distância compreendida entre as extremidades apicais da lima e do dente. A maioria dos valores que coincidiram com o valor real ocorreu no filme. Os sistemas digitais apresentaram valores negativos que não foram tão altos com o uso da lima 15. O desempenho dos dois sistemas foi melhor com a utilização da lima 15 na posição orto-radial. Concluíram que a radiografia convencional ainda deve ser a técnica de escolha na determinação do comprimento dos canais radiculares.

Sheaffer *et al.* (2003) realizaram testes de acurácia para a mensuração endodôntica com diferentes tipos de filmes radiográficos, variando-se os fatores de exposição. Utilizaram uma secção de maxila de cadáver humano com o tecido mole preservado. Determinaram o comprimento do canal radicular de quatro dentes posteriores posicionando a lima k 15, em cada canal, até a sua extremidade coincidir com o ápice dentário em imagens radiográficas que foram obtidas com três angulações verticais diferentes. Para obtenção do comprimento real do dente, as limas foram medidas com um micrômetro desde o *stop* de borracha até a sua extremidade apical. Em seguida, também posicionaram limas k 10, com comprimentos variados e inferiores ao pré-determinado, nos canais dos quatro dentes. Cinco observadores mensuraram a distância da extremidade apical da lima ao ápice radiográfico nas imagens dos filmes Kodak dos grupos D, E e F e Flow, dos grupos D e E, que apresentavam densidades médias de 1.5, 2.0 e 3.0. Avaliação subjetiva da qualidade radiográfica também foi abordada, em que os examinadores classificaram as imagens como satisfatória ou insatisfatória, de acordo com características pré-estabelecidas. Análise de variância e teste de Tukey revelaram erro significativamente menor no filme Kodak do grupo E do que no F e no Flow, grupo E. Entretanto, não foi detectada diferença entre o filme Kodak, grupos E e D e Flow, grupo D. 98% das imagens radiográficas com densidade óptica 3.0 foram consideradas satisfatórias, enquanto que 77% e 18%

foram para as imagens com densidade óptica de 2.0 e 1.5, respectivamente. A imagem do filme Flow D foi considerada a mais satisfatória, porém não diferiu estatisticamente dos demais. Concluíram que, para a realização de mensurações endodônticas, os filmes sub expostos são considerados de qualidade inferior aos filmes com discreta super exposição independentemente do grupo de sensibilidade utilizado. Os filmes dos grupos D, E e F são adequados para determinação do comprimento durante o tratamento endodôntico e a densidade é um importante fator, devendo ser mantida constante em estudos comparativos.

Li *et al.* (2004) avaliaram limas endodônticas em radiografias digitais antes e depois do emprego de três algoritmos de processamento da imagem. Dois destes eram recém desenvolvidos, sendo que um visava correção para atenuação exponencial e o outro para a resposta visual. Deste modo, testaram as hipóteses se a utilização de tais algoritmos facilitaria a determinação do comprimento de limas endodônticas e se as novas imagens geradas apresentariam qualidade equivalente às imagens processadas em procedimento padrão de um sistema intrabucal digital, comercialmente disponível. Utilizaram pré-molares e molares de um crânio macerado, revestido de acrílico como material equivalente ao tecido mole. Os dentes foram radiografados pelo sistema digital Sidexis com limas k 10 e 15 em posições aleatórias no limite apical ou 1,5mm aquém. Todas as imagens foram processadas e divididas em três grupos. Em um grupo, elas foram processadas para compensar a atenuação exponencial e a resposta do sistema visual humano. No segundo, as imagens foram processadas com a mesma compensação, mas com um grau adicional nos tons de cinza. No terceiro grupo, o processamento foi realizado por um método de processamento padrão do Sidexis software. Dez examinadores avaliaram todas as imagens através da atribuição de um escore classificatório da posição da extremidade apical da lima em relação ao ápice dentário. Foram calculadas as áreas sob a curva ROC. Para a lima 10, as curvas ROC das imagens processadas foram maiores do que para as originais, enquanto que para a lima 15, as curvas ROC foram próximas entre si. Os

diferentes grupos de imagens processadas não apresentaram diferença estatisticamente significativa. Deste modo, concluíram que as radiografias modificadas para correção de atenuação e resposta visual podem melhorar a determinação do comprimento de limas endodônticas muito finas, embora apresentem desempenho comparável às radiografias manipuladas automaticamente pelo software do sistema Sidexis.

Considerando a disponibilidade para uso clínico de um grande número de receptores de imagem, Farman & Farman (2005) compararam a resolução espacial, a perceptibilidade de contraste e a escala dinâmica de dezoito receptores de imagens, incluindo CCD, CMOS, PSP e o filme. Observaram que a maioria dos receptores de imagem comporta-se bem, apresentando boa qualidade de resolução, de escala dinâmica e de perceptibilidade de contraste. Também sugeriram que os aparelhos de raios X devam ser modificados para fornecer opções de menor dose de exposição quando o uso específico de um sistema digital for indicado.

Woolhiser *et al.* (2005) compararam a acurácia dos filmes, grupos D e F, e as imagens digitais, com e sem a aplicação de ferramentas de manipulação da imagem, na determinação do comprimento de limas endodônticas. Radiografaram limas k 15 introduzidas em cinquenta e um canais radiculares de trinta e quatro dentes extraídos de humanos. Três examinadores mediram a distância entre a extremidade apical da lima e o ápice dentário nos filmes e nas imagens digitais, aperfeiçoadas ou não. A qualidade das imagens também foi subjetivamente classificada. Não houve diferença estatisticamente significativa na acurácia das medidas entre os quatro tipos de imagem. Análise subjetiva revelou preferência pelas imagens digitais aperfeiçoadas que apresentaram qualidade superior às demais.

Herreira *et al.* (2007) avaliaram a influência do diâmetro da constrição apical na precisão do localizador apical Root ZX, fazendo uso de limas endodônticas de diferentes tamanhos em dentes com três diferentes graus de alargamento apical: 0,37, 0,62 e 1,02 mm. O comprimento de trabalho inicial foi determinado em dez dentes unirradiculares fazendo uso de lima k 10. Para verificar a habilidade do localizador em identificar a área mais estreita do canal radicular conforme o aumento do diâmetro da constrição, o canal foi progressivamente alargado com limas em tamanhos crescentes. Após cada sessão, o comprimento de trabalho era restabelecido. As diferenças entre o comprimento de trabalho final e inicial foram comparadas. Os resultados revelaram que as constrições apicais com 0,37 e 0,62 mm não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre os comprimentos de trabalho inicial e final. Os dentes que tiveram alargamento de 1,02mm não apresentaram diferença estatisticamente significativa quando medidos com limas de 10 a 25. No entanto, diferença estatística foi observada com limas 30, 35 e 40 e o grau de significância aumentou consideravelmente para limas 45 e maiores que esta. Os resultados sugeriram que a precisão do localizador apical Root ZX varia em função do diâmetro da constrição apical.

Kal *et al.* (2007) realizaram um estudo com o objetivo de comparar a acurácia de mensurações endodônticas, após aplicação de várias modalidades de manipulação da imagem. Limas endodônticas tipo k 8, 10 e 15 foram inseridas nos canais de vinte pré-molares unirradiculares e exposições radiográficas, padronizadas, foram realizadas utilizando o sistema Digora. Após manipulação, as imagens foram agrupadas em: original, brilho/contraste, nitidez, evidenciação de bordas, inversão e *threshold*. Seis examinadores mediram o comprimento da lima em todas as imagens. Concluíram que as ferramentas de manipulação utilizadas podem ser recomendadas para aperfeiçoar as mensurações endodônticas. Todas as ferramentas apresentaram significativa redução nas medidas quando comparadas ao padrão-ouro.

Körner *et al.* (2007), por meio de revisão bibliográfica, afirmaram que o futuro da radiografia será digital e recomendaram aos radiologistas a familiarização com os princípios técnicos, critérios de qualidade de imagem e questões de exposição radiográfica associadas aos vários sistemas de radiografia digitais que estão atualmente disponíveis.

Shanmugaraj *et al.* (2007) avaliaram a acurácia do localizador apical eletrônico e dos métodos tátil e radiográfico na mensuração do comprimento de trabalho de canais radiculares e comparou os resultados *in vivo* com, após extração, os resultados *ex vivo*. Trinta dentes humanos unirradiculares, com indicação de exodontia, foram selecionados para o estudo. Radiografia inicial foi obtida e abertura coronária realizada. Comprimento de trabalho foi determinado pelo método tátil, pelo método radiográfico de Ingle e fazendo uso do localizador apical digital Foramatron-IV. Os dentes foram extraídos e novo comprimento de trabalho foi obtido através da colocação de lima 0,5mm aquém do limite apical. Os resultados indicaram que entre os três métodos, o localizador apical eletrônico revelou maior acurácia e confiabilidade na determinação do comprimento de trabalho.

Goodarzi Pour *et al.* (2008) propuseram um novo software, comparando a sua acurácia, em estimar o comprimento de trabalho dos canais radiculares curvos, com a dos softwares dos sistemas Trophy e Cygnus. Cento e vinte canais radiculares curvos foram divididos em doze grupos de acordo com o grau de curvatura. Dois experientes examinadores realizaram as mensurações dos canais com os três softwares, sendo que o novo permite a confecção de linhas curvas enquanto os demais necessitam da realização de inúmeros segmentos de reta. Embora não estatisticamente significativa, o novo software apresentou-se mais acurado do que os demais quando comparado ao padrão ouro. Concluíram que estudos adicionais, relacionados à capacidade da aplicação de linhas curvas na mensuração de canais radiculares curvos e à calibração das mensurações, são necessários.

3 - PROPOSIÇÃO

Comparar a eficácia de três sistemas de imagem digital – Digora Optime[®], CDR *Wireless*[®] e CygnusRay MPS[®] – na determinação do comprimento de limas endodônticas.

4 - MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Humanos da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas – FOP/UNICAMP – Protocolo CEP nº. 069/2008 (anexo).

4.1 Amostra

Cinquenta dentes humanos unirradiculares foram obtidos por meio de doação de cirurgião-dentista de clínica privada. Todos eles foram inspecionados visual e radiograficamente com o intuito de se descartar da pesquisa aqueles que não apresentassem superfície externa íntegra e canal radicular desobstruído, livre de calcificações. Após esta inspeção, um total de quarenta dentes foi selecionado e dez foram descartados.

4.2 Preparo dos dentes

Todos os dentes sofreram processo de desinfecção no glutaraldeído 2% por aproximadamente duas horas e em seguida foram mantidos hidratados em água. Para se ter acesso à câmara e canal radicular, abertura coronária foi realizada em alta rotação, sob refrigeração, com o uso de fresa de ponta esférica diamantada #4 seguido do uso da fresa Gates-Glidden #2, 3 e 4 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) em baixa rotação, para alargamento do preparo. Os dentes foram separados e organizados em grupos de quatro, mantendo em cada grupo apenas um incisivo central, um incisivo lateral, um canino e um pré-molar. Cada dente recebeu um número de identificação na face vestibular da coroa dentária e, em ordem numérica crescente, foi radiografado com o filme InSight® (Eastman Kodak Co., Rochester, NY, EUA). Após processamento radiográfico, realizado em câmara escura utilizando a processadora automática GXP® (Dentsply International/Gendex®), com soluções Readymatic® (Eastman KodakCo.) recém-preparadas, foi realizada a mensuração do comprimento aparente do dente (CAD) com o auxílio de régua endodôntica (Maillefer Instruments CH 1338, Ballaigues,

Suíça), baseando-se na distância compreendida entre a borda incisal e o limite apical.

4.3 Preparo dos Phantoms

Para se obter aspecto radiográfico equivalente ao espaço periodontal e trabeculado ósseo alveolar, simulando uma situação *in vivo* (Freitas, 2006) todos os dentes tiveram a raiz recoberta por uma camada de cera utilidade (Epoxiglass, São Paulo, Brasil) e foram incluídos em gesso tipo pedra misturado com arroz triturado em igual proporção de volume (figura 1a).

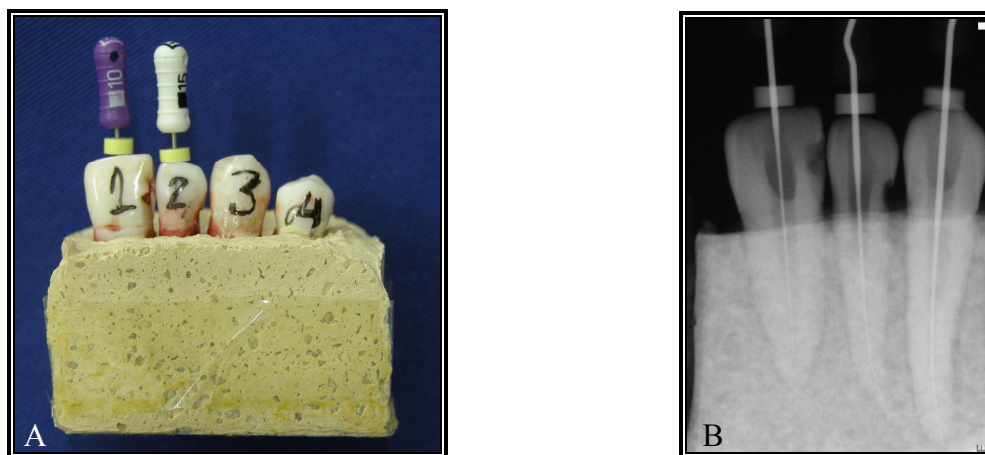


Figura 1: Dentes incluídos em gesso tipo pedra misturado com arroz triturado com limas endodônticas 10 e 15 no canal radicular. A – Aspecto Clínico; B – Imagem radiográfica.

4.4 Obtenção do Padrão Ouro (Gold Standard)

Baseando-se no método proposto por Ingle (Leonardo, 2005), após obtenção do CAD, limas endodônticas 10 e 15 (Maillefer Instruments CH 1338, Ballaigues, Suíça), com auxílio de régua endodôntica, foram preparadas e introduzidas no canal radicular e fixadas em diferentes comprimentos que variaram entre o limite apical e 2mm aquém. (figura 1b). A escolha do tamanho da lima e o comprimento utilizado foram definidos aleatoriamente, através de diferentes combinações e sem apresentar relação com o comprimento do dente, a fim de evitar induções e possível interferência negativa em fase futura da

pesquisa. Os comprimentos utilizados foram registrados em planilha do programa Microsoft Excel 2003.

4.5 Padronização das exposições radiográficas

Com o auxílio de um suporte acrílico confeccionado para este fim, os dentes e os receptores de imagem foram posicionados de maneira padronizada para que todas as exposições radiográficas fossem realizadas com os mesmos fatores geométricos. As distâncias foco-receptor de imagem e objeto-receptor de imagem foram 32cm e 1,5cm, respectivamente. O suporte possui aro fixo para a orientação do cilindro do aparelho de raios X, base para o apoio do objeto a ser radiografado, dispositivo para a manutenção do receptor de imagem e régua milimetrada (figura 2). A incidência do feixe de raios X foi perpendicular ao plano onde foram posicionados os receptores de imagem e os dentes. Além disso, placa em acrílico, com 24mm de espessura, foi interposta entre a fonte de radiação e os dentes para simular a atenuação da radiação X pelos tecidos moles (Woolhiser *et al.*, 2005; Kal *et al.*, 2007).

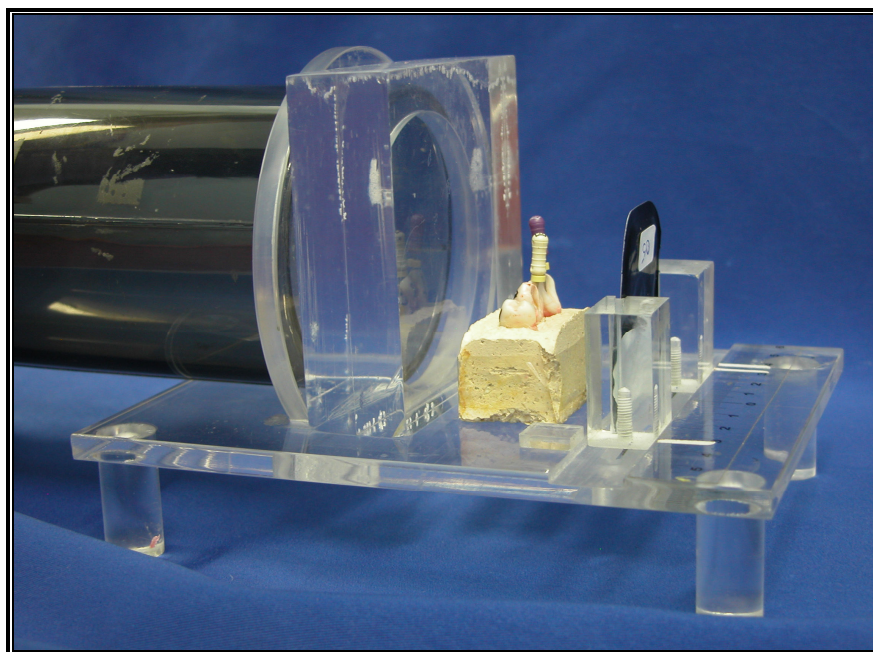


Figura 2: Posicionamento padronizado das exposições radiográficas.

4.6 Exposições radiográficas

As imagens dos quarenta dentes foram adquiridas aos pares utilizando-se três sistemas de radiografia digital: Digora Optime[®] (Soredex, Helsinki, Finlândia), CDR *Wireless*[®] (Schick Technologies Inc., Long Island City, NY, EUA) e CygnusRay MPS[®] (Cygnus Technologies, Scottsdale, AZ, EUA), totalizando sessenta imagens. As exposições radiográficas foram realizadas com o aparelho de raios X GE 1000[®] (General Electric Company, Milwaukee, WI, EUA), com 70kVp, 10mA e filtro de alumínio com 2,5mm de espessura. O tempo de exposição, para cada sistema, foi determinado em estudo piloto. Dois radiologistas, por meio de análise subjetiva, avaliaram e selecionaram por consenso a melhor imagem obtida com tempos que variaram entre 0,18s e 0,50s. Assim, o tempo de exposição empregado foi de 0,2s para os sistemas Digora Optime[®] e CDR *Wireless*[®] e de 0,25 para o GygnusRay MPS[®]. Todas as imagens foram exportadas e armazenadas em formato TIFF (*Tagged Image File Format*) e com 8 BITS (*Binary Digit*) de profundidade.

4.7 Descrição dos sistemas digitais radiográficos

4.7.1 Sistema CDR *Wireless*[®]

O sistema CDR *Wireless*[®] (Schick Technologies Inc., Long Island City, EUA) utiliza receptor de imagem tipo sensor. Foi empregado nesta pesquisa o de número 2, apresentando dimensões externas de 30 X 43mm, espessura aproximada de 10,5mm e área ativa de 25,6 X 36mm. Este sensor utiliza a tecnologia CMOS, sendo a sua face anterior ativa e composta por *pixels* com 40 X 40 micrômetros (µm). Em sua face posterior, não ativa, há uma bateria responsável pelo suprimento de energia para o processo de aquisição da imagem e conversão das informações radiográficas em ondas de radiofrequência, acima da faixa de 2,4GHz (figura 3).

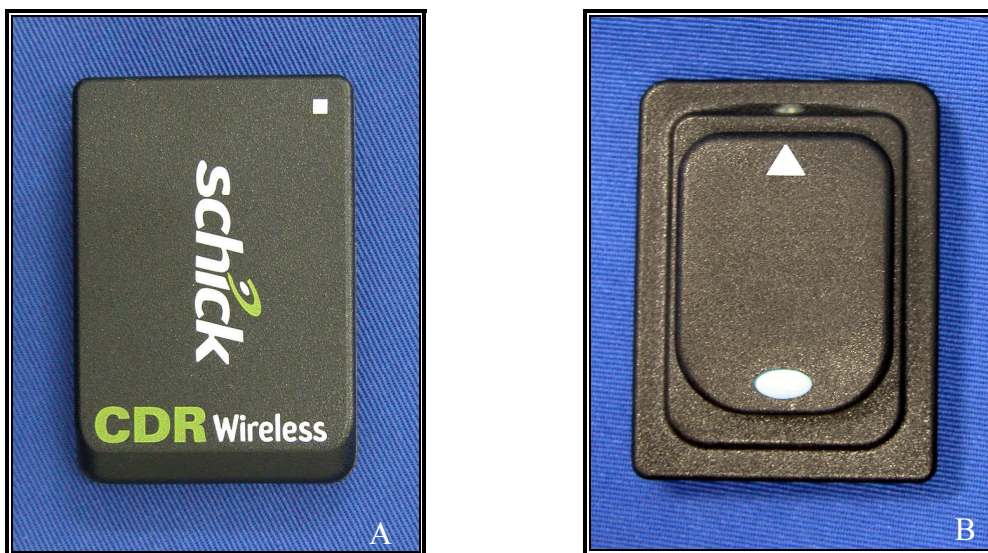


Figura 3: Receptor de imagem número 2 do sistema CDR Wireless®. A – Face ativa anterior; B – Face posterior (bateria)



Figura 4: Conversor analógico-digital do sistema CDR Wireless®.

O conversor analógico-digital deste sistema é composto por uma antena receptora e uma interface USB (figura 4). A antena receptora capta os sinais de radiofrequência correspondentes às informações da imagem radiográfica proveniente do receptor de imagem, procede a desmodulação, ou seja, separa a informação original das ondas de radiofrequência e transfere a informação para a interface USB, conectada diretamente ao computador. Na antena receptora, a captação de radiofrequência apresenta três canais (2417,5Mhz, 1447,75Mhz e 2460Mhz) que possibilita selecionar uma faixa de frequência e, assim, evitar interferência na captação dos sinais. As dimensões do conversor são 20 X 11cm e da antena receptora são 10 x 11cm. Por meio do software CDR para DICOM Windows 3.0.1, a imagem radiográfica é disponibilizada no monitor do computador poucos segundos após a exposição do receptor de imagem aos raios X.

4.7.2 Sistema Digora Optime®

O sistema digital Digora Optime® (Soredex, Helsink, Finlândia) utiliza placa de armazenamento de fósforo como receptor de imagem. A placa de fósforo azul número 2, com dimensões de 31 X 41 mm e tamanho de *pixel* de 64 X 64µm, foi empregada nesta pesquisa (figura 5). O escâner deste sistema apresenta as seguintes dimensões: 40cm de comprimento, 22cm de largura e 19cm de altura. Na sua região anterior há uma janela onde são introduzidas as placas de fósforo para leitura (figura 6). A leitura da placa de fósforo é efetuada em menos de 6,4 segundos após a sua introdução no escâner, resultando no rápido aparecimento da imagem radiográfica no monitor do computador por meio do software Digora para Windows 2.5. Para evitar a influência da luz ambiente e prevenir injúrias físicas na face ativa das placas de fósforo, as mesmas foram acondicionadas em invólucros protetores antes da sua exposição.

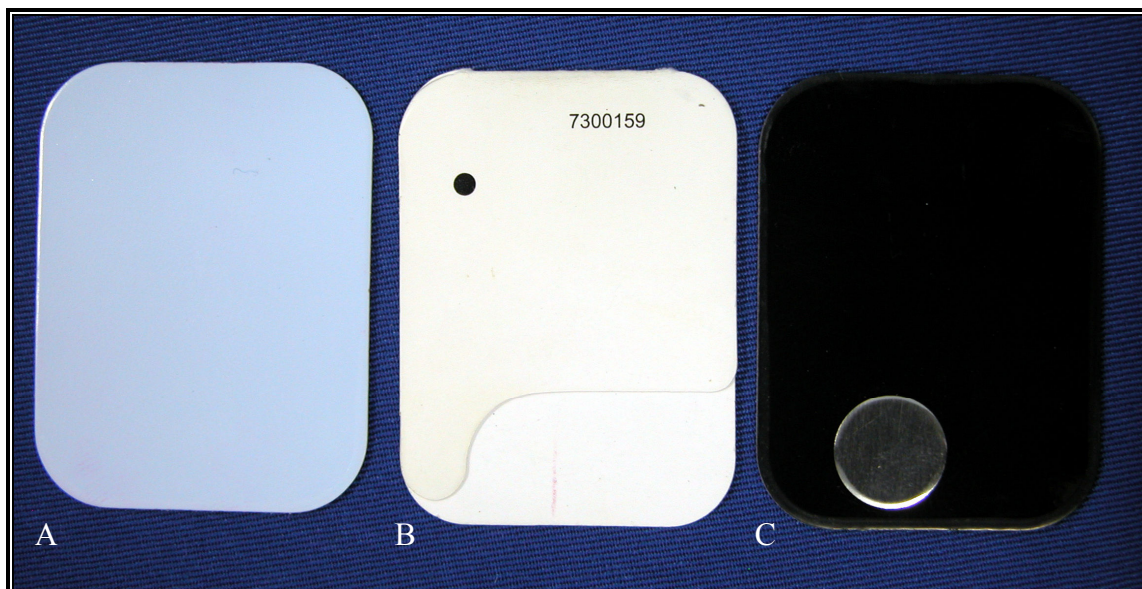


Figura 5: Placa de fósforo do sistema digital Digora Optime®. A – Face ativa da placa de fósforo; B – proteção de papelão; C – Face posterior da placa de fósforo

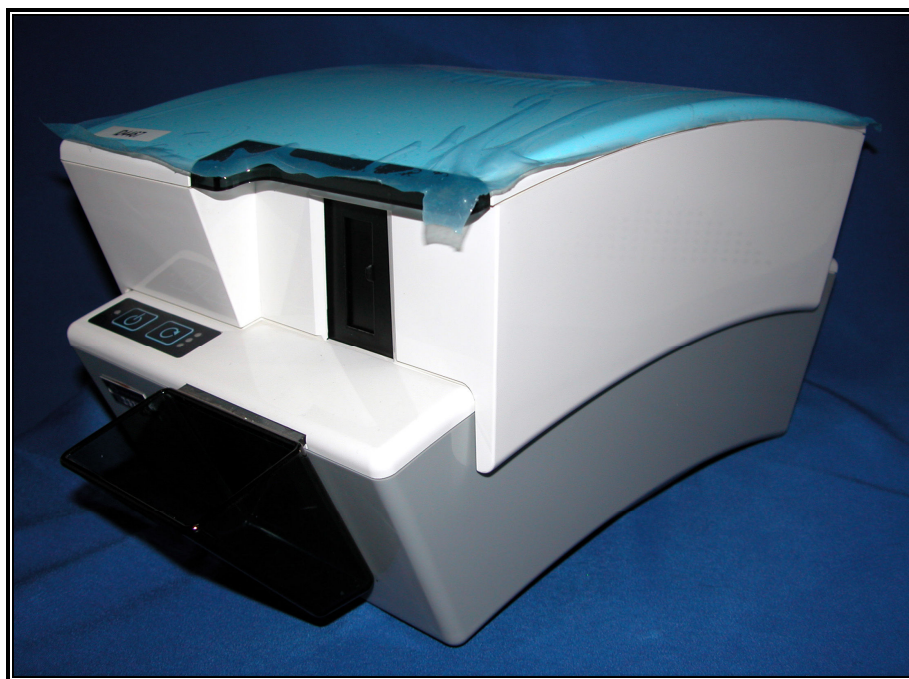


Figura 6: Escâner do sistema Digora Optime®

4.7.3 Sistema CygnusRay MPS®

O sistema digital Cygnus MPS® (Cygnus Technologies, Scottsdale, AZ, EUA) utiliza-se da tecnologia CCD em que o receptor de imagem, com dimensões de 20 X 30mm e tamanho de *pixel* de 22 X 22µm, conecta-se ao conversor analógico-digital através de um cabo. Este mede 20cm de comprimento, 11cm de largura e 5cm de altura, apresenta interface USB e saída para conexão do receptor de imagem. O tempo aproximado entre a emissão da radiação X e a visualização da imagem radiográfica no monitor do computador, por meio do software Cygnus Media 3.0.1.391, é inferior a 5 segundos (figura 7).



Figura 7: Conversor analógico-digital e receptor de imagem do sistema Cygnus MPS®.

4.8 Mensuração e avaliação das imagens digitais

Em ambiente climatizado, silencioso, com luminosidade reduzida e utilizando um monitor de cristal líquido (LCD) de quinze polegadas, seis examinadores voluntários, sendo três radiologistas e três endodontistas com experiência clínica superior a dois anos, avaliaram as imagens radiográficas.

Uma sessão para treinamento e calibração foi realizada com os objetivos de apresentar aos examinadores os diferentes programas dos sistemas digitais, explicar o método de avaliação estabelecido como também verificar a assimilação do treinamento. O pesquisador responsável forneceu instruções verbais e ficou disponível para responder questões e esclarecer dúvidas durante todas as sessões.

Deste modo, respeitando o intervalo de uma semana entre as avaliações de cada um dos sistemas, todas as imagens digitais foram avaliadas, individualmente, baseando-se na mensuração do comprimento compreendido entre o limite inferior do *stop* de borracha e a extremidade apical da lima endodôntica, utilizando-se das réguas digitais. Os examinadores ficaram posicionados a uma distância de 50 a 70cm do monitor e puderam utilizar as ferramentas de manipulação de brilho e contraste inerentes aos programas de imagens dos sistemas, alterando as características da imagem caso julgassem necessário (figuras 8, 9 e 10).

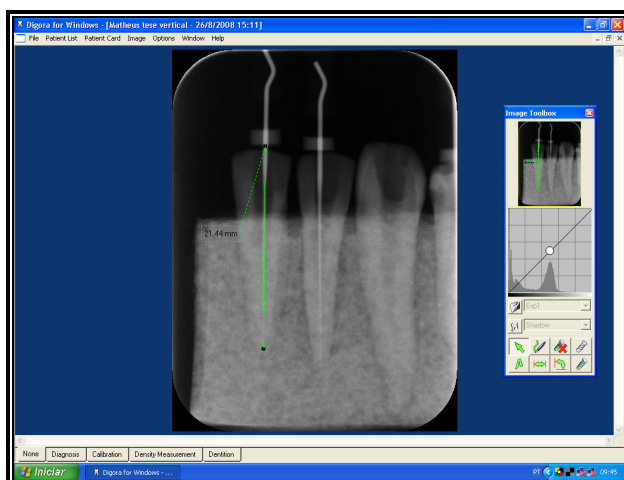


Figura 8: Imagem da tela do monitor mostrando o Digora para Windows 2.5.

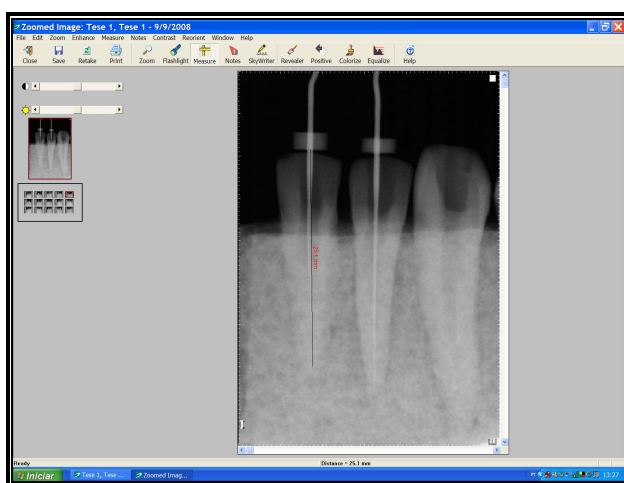


Figura 9: Imagem da tela do monitor mostrando o CDR para DICOM Windows 3.0.1.

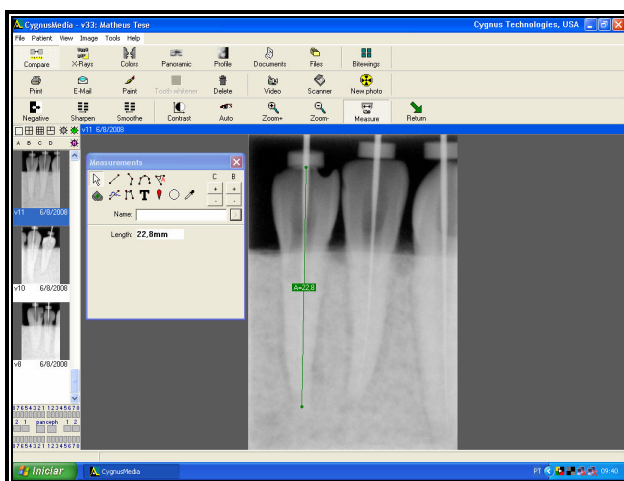


Figura 10: Imagem da tela do monitor mostrando o Cygnus Media 3.0.1.391.

Após quinze dias, em sessão única e com o intuito de testar a reprodutibilidade intra-examinador das medidas, foi realizada a repetição da avaliação em 50% da amostra e, logo em seguida, os examinadores atribuíram escores à dificuldade encontrada para a realização da mensuração endodôntica em cada sistema, seguindo as opções indicadas na figura 11:

ESCORE	CLASSIFICAÇÃO
0	Muito difícil
1	Difícil
2	Indefinido
3	Fácil
4	Muito Fácil

Figura 11: Escores de avaliação sobre dificuldade encontrada.

4.9 Análise estatística

Após a análise exploratória dos dados, a mensuração do comprimento do limite inferior do *stop* de borracha à extremidade apical da lima endodôntica foi submetida à análise de variância ANOVA para medidas repetidas e teste de Tukey. A avaliação da concordância intra-examinador foi realizada pela correlação intraclass. As notas relativas à dificuldade encontrada para a mensuração endodôntica foram avaliadas pelos testes de Kruskal Wallis e Dunn. O nível de significância adotado foi de 5%.

5 - RESULTADOS

5.1 Avaliação comparativa da acurácia dos sistemas digitais

Tabela 1. Valores médios e desvio padrão do comprimento compreendido entre o limite inferior do *stop* de borracha e a extremidade apical da lima endodôntica nos diferentes sistemas digitais e no padrão ouro.

Sistema	Média	Desvio padrão
Padrão Ouro	22,05 b	2,10
Cygnus MPS®	21,62 c	2,37
CDR <i>Wireless</i> ®	21,82 bc	2,06
Digora Optime®	22,64 a	2,14

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Conforme pode ser observado na tabela 1, os valores médios obtidos entre os diferentes sistemas digitais apresentaram-se muito próximos entre si, embora possa ser observada diferença estatisticamente significativa em relação ao padrão ouro. O sistema CDR *Wireless*® não foi estatisticamente diferente do padrão ouro e do sistema Cygnus MPS®. Os valores correspondentes aos sistemas CDR *Wireless*® e Cygnus MPS® foram subestimados em 1,04% e 1,95%, respectivamente, e o sistema Digora Optime® superestimou os valores em 2,68%.

5.2 Análise subjetiva dos examinadores

Tabela 2. Escores atribuídos à dificuldade encontrada pelos examinadores para a mensuração endodôntica nos três sistemas digitais.

Mensuração endodôntica nos três sistemas digitais:						Mediana
Sistema	0	1	2	3	4	
	Muito difícil	Difícil	Indefinido	Fácil	Muito fácil	
Frequência (%)						
Cygnus MPS®	1 (16,7%)	3(50,0%)	2 (33,3%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 b
CDR <i>Wireless</i> ®	0 (0,0%)	3(50,0%)	0 (0,0%)	3(50,0%)	0 (0,0%)	2ab
Digora Optime®	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (16,7%)	3(50,0%)	2 (33,3%)	3 a

Medianas seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Dunn ($p \leq 0,05$).

A tabela 2 mostra que os sistemas digitais Cygnus MPS® e Digora Optime® apresentaram diferença estatisticamente significativa e ambos não diferiram do sistema CDR *Wireless*® que, em uma escala de dificuldade, foi considerado como sendo de nível intermediário. O Cygnus MPS® comportou-se como o mais difícil e o Digora Optime® foi, segundo os examinadores, mais fácil de realizar as mensurações endodônticas.

5.3 Avaliação da reprodutibilidade entre os sistemas digitais

Tabela 3. Valores médios, mínimos e máximos do Coeficiente de Correlação Intraclassa para os diferentes sistemas digitais.

Sistema digital	Média	Mínimo	Máximo
Cygnus MPS®	0,968	0,945	0,989
CDR <i>Wireless</i> ®	0,983	0,969	0,997
Digora Optime®	0,952	0,808	0,997

Na avaliação intra-examinador, observou-se excelente reprodutibilidade de todos os sistemas digitais que apresentaram valores médios de coeficiente de correlação intraclassa superiores a 0,95. É possível inferir que os examinadores apresentaram excelente precisão nos três sistemas radiográficos.

6 – DISCUSSÃO

Desde o surgimento do primeiro sistema de radiografia digital intrabucal (Nelvig *et al.* 1992), estudos comparativos vêm sendo realizados em todas as áreas da Odontologia a fim de se avaliar as possíveis vantagens apresentadas em relação à radiografia convencional. Inicialmente, mesmo sendo considerada inovação tecnológica, a radiografia digital se desempenhava de modo semelhante ao filme tanto para a realização de mensurações endodônticas (Shearer *et al.*, 1990) quanto para análise de densidade das estruturas dentárias (Reichl *et al.*, 1996). Devido a tais evidências, não se preocupou, neste trabalho, comparar o desempenho dos sistemas radiográficos digitais com o filme.

Com o aprimoramento e desenvolvimento tecnológico, os sistemas digitais começaram a se destacar por apresentar recursos que permitem grande aperfeiçoamento nas imagens (Woolhiser *et al.*, 2005). Sabe-se que, apesar do limitado emprego dos sistemas radiográficos digitais em clínica privada, esta é uma tendência de um futuro não muito distante e caberá cautela ao cirurgião-dentista para a aquisição de um sistema que melhor atenda às suas necessidades. Além das características relacionadas à qualidade da imagem, os sistemas radiográficos digitais também devem ser avaliados pelo desempenho clínico, observando o conforto provido ao paciente, tempo de trabalho, facilidade de execução da técnica e condições de biossegurança. Neste trabalho, por se tratar de um estudo *in vitro*, foi comparado o desempenho dos três sistemas radiográficos digitais somente em relação à mensuração endodôntica.

A terapia endodôntica consiste na neutralização do conteúdo do sistema de canais radiculares e para que isso seja cumprido, se faz necessário correta instrumentação, limpeza, desinfecção e obturação desse sistema de canais (Ferreira, 2000). Uma das maiores dificuldades encontrada pelos endodontistas é a localização da constrição apical, o ponto mais estreito do canal, e a definição do comprimento de trabalho. A região apical do dente apresenta íntima relação com os tecidos e os elementos estruturais do periápice – o canal radicular apical, o

forame apical e as foraminas. É nessa área que ocorre a maioria dos insucessos clínicos durante o tratamento endodôntico – sobre-instrumentação, sobre-obturação, sub-instrumentação, sub-obturação e transporte do canal radicular formando o *zip* (rasgo na raiz por instrumentação excessiva). Deste modo, a mensuração endodôntica consiste em um importante passo para o sucesso no tratamento dos canais radiculares.

A anatomia do ápice radicular varia não apenas na posição da constrição apical, mas também na localização do forame (Herrera *et al.*, 2007). Essa variação questiona a teoria que defende que a instrumentação deve ser feita até um milímetro aquém do ápice radicular (Shanmugaraj *et al.*, 2007). Na realidade, não existe um procedimento de odontometria que atenda a todas as variações e a literatura endodôntica registra vários métodos de mensuração que apresentam entre si múltiplas diferenças no que tange aos seus fundamentos e metodologia de execução. Em nosso trabalho, as limas foram posicionadas de acordo com o método proposto por Ingle (Leonardo, 2005). Após a obtenção de radiografia inicial em filme, mediu-se o comprimento aparente do dente calcado em dois pontos referenciais – a borda incisal e o limite apical da raiz. Assim, as limas foram introduzidas no canal radicular em comprimentos que variaram do limite apical a 2 mm aquém, comprimentos estes que garantem 94% de sucesso do tratamento endodôntico (Friedlander *et al.*, 2002), e radiografadas utilizando-se três diferentes receptores de imagens digitais para que os examinadores realizassem as suas mensurações. Estudos determinando o comprimento da lima no interior do canal radicular já foram anteriormente realizados (Velders *et al.*, 1996; Oliveira *et al.*, 2001; Kal *et al.*, 2007) e, mesmo não se tratando do exato procedimento clínico que é realizado durante o tratamento endodôntico, ele permite avaliar tanto a eficácia do sistema digital em reproduzir as medidas reais do instrumento como também verificar se os examinadores determinam corretamente o seu ápice.

A determinação do ápice da lima nas imagens radiográficas pode ser influenciada tanto pelo seu tamanho como por fatores como o tipo de receptor de imagem, tempo de exposição, radiação secundária, diferenças de densidade,

padrão das raízes e do trabeculado ósseo (Friedlander *et al.*, 2002). Apesar de se tratar de um estudo *in vitro*, nosso trabalho, conforme descrito na metodologia, se preocupou em minimizar estes fatores para que fosse testada apenas a diferença com relação aos sistemas radiográficos.

Tem sido sugerido que tamanhos de lima, estabelecidos pela Organização Internacional de Padronização (ISO), inferiores à 15 não são adequadas para a determinação do comprimento de trabalho devido à dificuldade de visualização da sua extremidade apical na radiografia (Fuge *et al.*, 1998). Contudo, canais curvos, atrésicos ou parcialmente calcificados muitas vezes não permitem a sua colocação até o ápice e a instrumentação para ampliação a um mínimo equivalente a esta lima pode resultar no desvio do canal (Friedlander *et al.*, 2002). Nesta pesquisa, optou-se por fazer uso de limas k nos tamanhos 10 e 15 aleatoriamente introduzidas em canais retos, para que pudéssemos avaliar as limas limítrofes entre a fácil e difícil visualização radiográfica, conforme relatado na literatura acima citada.

Estudos têm investigado o efeito da manipulação digital em imagens radiográficas relacionados à detecção de lesão periapical e sucesso do tratamento endodôntico, bem como têm avaliado a utilização das ferramentas disponíveis para diagnóstico, principalmente os ajustes de brilho e contraste (Friedlander *et al.*, 2002; Li *et al.*, 2004). A aplicação adequada de tais ferramentas pode melhorar a qualidade de diagnóstico nas imagens digitais pela evidenciação de sutis diferenças de radiodensidade e distinção dos tecidos vizinhos. As imagens digitais manipuladas apresentam diagnóstico equivalente às imagens convencionais para interpretação da morfologia da raiz e do canal radicular e também, verificação final do tratamento endodôntico (Kal *et al.*, 2007). Por outro lado, quando se compara qualidade de imagem em diferentes sistemas digitais, a imagem manipulada pode facilitar a visualização apical de limas endodônticas, embora tal afirmação seja questionada quando se trata de limas muito finas. Não se deve esquecer as limitações inerentes em que precisão e acurácia de medidas estão limitadas à fidelidade e reprodutibilidade da área radiografada e à capacidade do operador em

realizar a mensuração exata (Körner *et al.*, 2007). Segundo Arnold (1987), o examinador é o elemento mais importante na interpretação.

Devido ao resultado de excelente reprodutibilidade intra-examinador obtido neste estudo, pudemos constatar que todos os examinadores foram confiáveis na determinação do comprimento das limas, quando utilizando qualquer um dos três sistemas radiográficos, e inferir que todos estes sistemas apresentaram excelente precisão. No sistema Digora Optime[®], foi observada diferença maior entre os valores mínimo e máximo de reprodutibilidade intra-examinador. Este resultado pode ser atribuído ao fato de que, enquanto para os outros dois sistemas, a mensuração é realizada com apenas um clique do *mouse* sobre os pontos de interesse, no software do Digora Optime[®] a mensuração só se finaliza após um duplo clique. Caso a execução do segundo clique não aconteça exatamente sobre o mesmo ponto, a medida obtida pode não ser acurada e precisa.

No que concerne à determinação do comprimento das limas endodônticas, o fato dos resultados apontarem o sistema CDR *Wireless*[®] como sendo o mais acurado entre os três sistemas avaliados é coerente com a análise subjetiva, em que os examinadores consideraram-no como um dos mais fáceis para a realização das mensurações. O sistema Digora Optime[®] também recebeu classificação semelhante dos examinadores, porém os seus resultados foram diferentes do padrão ouro, superestimando os valores. Apesar de este estudo ter testado sistemas radiográficos que utilizam três diferentes tecnologias – CCD, CMOS e PSP – não acreditamos que este fato possa ter contribuído para este resultado. Tal aumento pode ser devido a este sistema ter capturado as imagens com tamanho de *pixel* maior (64µm), se comparado ao CDR *Wireless*[®] (40 µm) e ao Cygnus MPS[®] (20 µm), pois se sabe que o tamanho do *pixel* determina a capacidade da imagem em captar detalhes e é inversamente proporcional à sua resolução (Ludlow, 2004).

Na prática clínica, as mensurações endodônticas correspondem a aferições dos comprimentos do elemento dentário ou da diferença apresentada entre a extremidade apical da lima e o ápice radicular. Os comprimentos empregados nas

limas para instrumentação do canal radicular são fixados com a utilização de régua milimetrada. Neste trabalho, optou-se por determinar o comprimento de limas endodônticas devido ao fato de ser um objeto com comprimento passível de validação e também por permitir avaliar a capacidade dos examinadores na detecção do seu limite apical. Esta detecção envolve fatores como a acuidade visual e a qualidade da imagem do sistema radiográfico. Sistemas radiográficos digitais que tendem a apresentar valores de mensuração na imagem superiores ao real, podem induzir o endodontista a uma sobre-instrumentação do canal radicular com consequente insucesso do tratamento, considerando que nesta situação as limas seriam fixadas em comprimentos superiores aos limites preconizados.

7 - CONCLUSÃO

Conforme os resultados desta pesquisa, desenvolvida sob as condições experimentais previamente descritas, com relação ao desempenho dos examinadores na determinação do comprimento de limas endodônticas é possível concluir que:

- O sistema CDR *Wireless*[®] foi o mais acurado.
- Os sistemas Digora Optime[®] e CDR *Wireless*[®] foram considerados de menor dificuldade.
- Os três sistemas digitais radiográficos apresentaram excelente reprodutibilidade.

REFERÊNCIAS*

Christensen GJ. Why switch to digital radiography? J Am Dent Assoc. 2004; 135(10): 1437-9.

Cederberg RA, Tidwell E, Frederiksen NL, Benson BW. Endodontic working length assessment. Comparison of storage phosphor digital imaging and radiographic film. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1998; 85(3): 325-8.

Eikenberg S, Vandre R. Comparison of digital dental X-ray systems with self-developing film and manual processing for endodontic file length determination. J Endod. 2000; 26(2): 65-7.

Ellingsen MA, Harrington GW, Hollender LG. Radiovisiography versus conventional radiography for detection of small instruments in endodontic length determination. Part 1. In vitro evaluation. J Endod. 1995; 21(6): 326-31.

Farman AG, Farman TT. A comparison of 18 different x-ray detectors currently used in dentistry. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2005; 99(4): 485-9.

Ferreira R. Comparação da odontometria pelos métodos eletrônico, radiográfico convencional e digital [dissertação]. Piracicaba: UNICAMP/FOP; 2000.

Freitas GAR. Confecção de modelos de gesso com características radiográficas compatíveis com osso humano [monografia]. Bauru: USP/FOB; 2006.

* De acordo com a norma da UNICAMP/FOP, baseadas na norma do International Committee of Medical Journal Editors – Grupo de Vancouver. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

Friedlander LT, Love RM, Chandler NP. A comparison of phosphor-plate digital images with conventional radiographs for the perceived clarity of fine endodontic files and periapical lesions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2002; 93(3): 321-7.

Fuge KN, Stuck AM, Love RM. A comparison of digitally scanned radiographs with conventional film for the detection of small endodontic instruments. *Int Endod J.* 1998; 31(2): 123-6.

Gibbs SJ. Radiology: closing a century, opening a millennium. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1996; 81(5): 603-6.

Goodarzi Pour D, Razmi H, Jabedar Maralani S, Zeighami S. New software: comparison between three software programs for root canal length measurement. *Dentomaxillofac Radiol.* 2008; 37(4): 228-31.

Herrera M, Abalos C, Planas AJ, Llamas R. Influence of apical constriction diameter on Root ZX apex locator precision. *J Endod.* 2007; 33(8): 995-8.

Horner K. Radiovisiography: an initial evaluation. *Br Dent J.* 1990; 168: 244-8.

Kal BI, Baksi BG, Dündar N, Sen BH. Effect of various digital processing algorithms on the measurement accuracy of endodontic file length. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007;103(2): 280-4.

Kazzi D, Horner K, Qualtrough AC, Martinez-Beneyto Y, Rushton VE. A comparative study of three periapical radiographic techniques for endodontic working length estimation. *Int Endod J.* 2007;40(7): 526-31.

Körner M, Weber CH, Wirth S, Pfeifer KJ, Reiser MF, Treitl M. Advances in digital radiography: physical principles and system overview. *Radiographics*. 2007; 27(3): 675-86.

Kullendorff B, Nilsson M. Diagnostic accuracy of direct digital dental radiography for the detection of periapical bone lesions. II. Effects on diagnostic accuracy after application of image processing. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1996; 82(5): 585-9.

Leonardo MR, Leal JM. Preparo Biomecânico dos canais radiculares meios mecânicos: instrumentos (instrumentação clássica ou convencional). In: Leonardo MR. *Endodontia. Tratamento de canais radiculares: Princípios técnicos e biológicos*. São Paulo: Artes Médicas; 2005.v.1.p.571-606.

Li G, Sanderink GC, Welander U, McDavid WD, Näsström K. Evaluation of endodontic files in digital radiographs before and after employing three image processing algorithms. *Dentomaxillofac Radiol*. 2004; 33(1): 6-11.

Lozano A, Forner L, Llena C. In vitro comparison of root-canal measurements with conventional and digital radiology. *Int Endod J*. 2002; 35(6): 542-50.

Ludlow JB, Mol A. Digital Imaging. In: White SC, Pharoah MJ, organizadores. *Oral radiology: principles and interpretation*. 5. ed. St. Louis: Mosby; 2004. p. 225-232.

Matheus RA. Estudo comparativo de diferentes sistemas e recursos radiográficos digitais em mensurações endodônticas. *Rev Paul Odontol*. 2000; 22(6): 34-7.

Nelvig P, Wing K, Welander U. Sens-A-Ray. A new system for direct digital intraoral radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1992; 74(6): 818-23.

Oliveira AEF. Estudo comparativo das análises subjetiva e objetiva de quatro sistemas radiográficos digitais intrabucais [tese]. Piracicaba: UNICAMP/FOP; 2001.

Oliveira AEF, Matheus RA, Almeida SM, Haiter Neto F, Bóscolo FN. Estudo da eficiência de diferentes sistemas radiográficos nas mensurações endodônticas. RPG Rev Pós Grad. 2001; 8(1): 29-34.

Parks ET, Williamson GF. Digital radiography: an overview. J Contemp Dent Pract, Cincinnati, v. 3, n. 4, p. 23-39, Nov. 2002.

Reichl P, Farman AG, Scarfe WC, Goldsmith LJ. RVG-S, VIXA, and Ektaspeed film in detection of proximal enamel defects under orthodontic bands. Angle Orthod. 1996; 66(1): 65-72.

Schaefer-Prokop CM, Prokop M. Storage phosphor radiography. Eur. Radiol. 1997; 7(11): 58–65.

Shanmugaraj M, Nivedha R, Mathan R, Balagopal S. Evaluation of working length determination methods: an in vivo / ex vivo study. Indian J Dent Res. 2007; 18(2): 60-2.

Sheaffer JC, Eleazer PD, Scheetz JP, Clark SJ, Farman AG. Endodontic measurement accuracy and perceived radiograph quality: effects of film speed and density. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2003; 96(4): 441-8.

Shearer AC, Horner K, Wilson NHF. Radiovisiography for imaging root canal, an in vitro comparison with conventional radiography. Quintessence Int. 1990; 21(10): 789-94.

Shearer AC, Horner K, Wilson NHF. Radiovisiography for length estimation in root canal treatment: an in vitro comparison with conventional radiography. *Int Endod J*. 1991; 24(5): 233-9.

Velders XL, Sanderink GC, van der Stelt PF. Dose reduction of two digital sensor systems measuring file lengths. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1996; 81(5): 607-12.

Versteeg KH, Sanderink GC, Van Ginkel FC, Van der Stelt PF. Estimating distances on direct digital images and conventional radiographs. *J Am Dent Assoc*. 1997; 128(4): 439-43.

Wenzel A, Hintze H. Perception of image quality in direct digital radiography after application of various image treatment filters for detectability of dental disease. *Dentomaxillofac Radiol*. 1993; 22(3): 131-4.

Wenzel A, Gröndahl HG. Direct digital radiography in the dental office. *Int Dent J*. 1995; 45(1): 27-34.

Woolhiser GA, Brand JW, Hoen MM, Geist JR, Pikula AA, Pink FE. Accuracy of film-based, digital, and enhanced digital images for endodontic length determination. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2005; 99(4): 499-504.

ANEXO



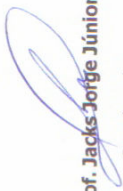
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

CERTIFICADO

O Comitê de Ética em Pesquisa da FOP-UNICAMP certifica que o projeto de pesquisa "Estudo comparativo da eficácia de diferentes sistemas radiográficos digitais na determinação do comprimento de limas endodônticas", protocolo nº 069/2008, dos pesquisadores **MATHEUS LIMA DE OLIVEIRA** e **GUILHERME MONTEIRO TOSONI**, satisfaz as exigências do Conselho Nacional de Saúde – Ministério da Saúde para as pesquisas em seres humanos e foi aprovado por este comitê em 16/07/2008.

The Ethics Committee in Research of the School of Dentistry of Piracicaba - State University of Campinas, certify that the project "Efficacy of different digital radiographic imaging systems for determination of endodontic files length", register number 069/2008, of **MATHEUS LIMA DE OLIVEIRA** and **GUILHERME MONTEIRO TOSONI**, comply with the recommendations of the National Health Council – Ministry of Health of Brazil for research in human subjects and therefore was approved by this committee at 16/07/2008.


Prof. Pablo Agustín Vargas
Secretário
CEP/FOP/UNICAMP


Prof. Jacks Jorge Júnior
Coordenador
CEP/FOP/UNICAMP

Nota: O título do protocolo aparece como fornecido pelos pesquisadores, sem qualquer edição.
Notice: The title of the project appears as provided by the authors, without editing.