

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

**PÓS-PROCESSAMENTO DE IMAGENS
DIGITALIZADAS NA ODONTOMETRIA DE
PRIMEIROS PRÉ-MOLARES SUPERIORES**

Antônio Eduardo Furlan dos Santos

Novembro, 2001

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

**PÓS-PROCESSAMENTO DE IMAGENS
DIGITALIZADAS NA ODONTOMETRIA DE
PRIMEIROS PRÉ-MOLARES SUPERIORES**

Antônio Eduardo Furlan dos Santos

DISSERTAÇÃO APRESENTADA COMO PARTE DOS REQUISITOS
OBRIGATÓRIOS PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM
ODONTOLOGIA, NA ÁREA DE CONCENTRAÇÃO
CLÍNICA ODONTOLÓGICA/ENDODONTIA

Profa. Dra. Vania Fontanella
ORIENTADORA

Porto Alegre (RS), novembro de 2001

Ficha Catalográfica

S237p

Santos, Antônio Eduardo Furlan dos

Pós-processamento de imagens digitalizadas na odontometria de primeiros pré-molares superiores / Antônio Eduardo Furlan dos Santos ; Orientação de Vania Fontanella. – Porto Alegre, 2001.

101 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Odontologia. Curso de Mestrado em Odontologia - Clínica Odontológica (Endodontia).

1. Intensificação de imagem radiográfica 2. Odontometria 3. Diagnóstico por imagem I. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Odontologia II. Título

CDU 616.314-073.75

Bibliotecária: Eloisa Futuro Pfitscher

CRB 10/598

DEDICATÓRIA

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, seu Manuel e Dona Maria, por nos terem ensinado o verdadeiro significado da vida, do amor e da amizade.

À Prof. Vania Fontanella, amiga, orientadora e verdadeira Mestre, que sempre se mostrou disposta, principalmente nos momentos de incertezas, dúvidas e angústias.

AGRADECIMENTOS

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida.

Aos meus irmãos, Marcelo e Luís Gustavo, à minha cunhada Valesca pela amizade, apoio e incentivo.

A UFRGS, pelo ensino na graduação e pós-graduação, público, gratuito e de qualidade.

Ao Prof. Nicolau Fonseca Milano, meu primeiro “MESTRE” na arte da endodontia, exemplo a ser seguido como ser humano e professor, pela sua retidão de caráter e amor ao magistério.

Ao Prof. Régis Burmeister dos Santos, que me abriu as portas da disciplina de Endodontia e as manteve sempre abertas, pelo constante apoio e incentivo, em todos os momentos.

Ao Prof. João Ferlini Filho, pelo incentivo, amizade e apoio.

Ao Prof. José Antônio Poli de Figueiredo, amigo de todos os momentos e incentivador ao ingresso no Curso de Mestrado.

Ao Prof. João Batista Burzlaff, amigo de todas as horas, pelo apoio incondicional em todas as decisões.

À Profa. Anna Fossati, exemplo de determinação e garra, pelo apoio.

Aos amigos Gustavo e Lúcia, pela amizade incondicional.

Ao mestrando Aderson Gegler, pela inestimável ajuda na digitalização das imagens.

Às acadêmicas Ana Elisa Silva e Naiara Larentis, pelo auxílio na busca das referências bibliográficas e constante troca de conhecimentos.

Aos colegas do PPG-ODO, em especial Clarissa, Carla, Lise Henh, Lise Barros, Diego, Fernando, Bia, Tati e Chris, amigos de todas as horas, principalmente nas difíceis.

Ao colega Alexandre Azevedo Salles, pela convivência diária e amizade.

Às bibliotecárias Eloísa e Norma, pela dedicação e profissionalismo.

Aos bolsistas do Laboratório de Informática, Alexandre, Luís e Fernanda.

À Simone pela análise estatística e ao Breno pela revisão ortográfica.

RESUMO

RESUMO

A partir de uma amostra de 30 radiografias periapicais mesiorradiais de primeiros pré-molares superiores, contendo um instrumento endodôntico em cada um de seus dois condutos, obtidas com a finalidade de odontometria, foi avaliado se a manipulação digital pela aplicação de filtros gráficos de inversão, pseudocolorização e relevo, favorece ou não a localização do ápice radiográfico. As imagens convencionais foram digitalizadas através de *scanner* em 300 dpi e 256 tons de cinza, tamanho original e ajuste automático de brilho e contraste, reproduzidas três vezes e submetidas aos filtros gráficos. Uma seqüência aleatória de todas as imagens foi apresentada em monitor, em condições padronizadas de visualização, a um observador habituado à utilização de imagens digitais que, através da régua eletrônica da barra de ferramentas do programa Photoshop®, efetuou a medida da distância entre a borda superior da imagem e o limite apical para ambas as raízes, três vezes em oportunidades distintas. As quatro imagens de cada dente foram montadas em apresentação do programa PowerPoint® e exibidas, com os mesmos critérios de padronização, para três observadores especialistas em endodontia, os quais avaliaram qualitativamente em qual delas o limite apical de cada raiz era melhor visualizado. Através dos resultados do teste não-paramétrico de Friedman verificou-se que os valores médios para as imagens manipuladas não diferem significativamente entre si e apresentam valores de medida maiores, que diferem significativamente daqueles obtidos sobre a imagem original ($p=0,001$), onde se observa o maior coeficiente de variação. A imagem original e sua versão em negativo foram classificadas como as melhores de forma mais consistente. A modalidades pseudocores e relevo receberam os piores escores, porém não de modo consistente.

Palavras-chave:

intensificação de imagem radiográfica, odontometria, diagnóstico por imagens.

ABSTRACT

ABSTRACT

From a sample of 30 periapical mesioradial x-rays of first superior premolars, containing an endodontic instrument in each one of the two canals, obtained for root length determination, this study evaluated if digital manipulation by the application of graphic filters of inversion, pseudocoloring and emboss, could favor the localization of the radiografic apex. The conventional images were digitized through a scanner in 300 dpi and 256 grey levels, original size and automatic adjustment of brightness and contrast, reproduced three times and submitted to the graphic filters. A random sequence of all the images was presented in monitor, in standardized conditions of visualization, to an observer familiarized to the use of digital images that, through the electronic ruler of the Photoshop® tool bar, made the measurement of the distance between the superior border of the image and the apical limit for both roots, three times in different opportunities. The four images of each tooth were mounted in a PowerPoint® presentation and exhibited, with the same standardization criteria, for three endodontists, who evaluated wich apical limit of each root is better visualized. From the results of the non parametric Friedman's test it was verified that the values for the manipulated images do not differ significantly to each other and they present larger measurement values, that differ significantly of those obtained on the original image ($p=0,001$), where the largest variation coefficient is observed. The original image and its negative were classified as the best in a more consistent way. The modalities pseudocolors and emboss received the worst scores, however not in a consistent way.

Keywords: radiographic image enhancement, odontometry, diagnostic imaging.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	3
AGRADECIMENTOS	5
RESUMO	7
ABSTRACT	9
LISTA DE FIGURAS	14
LISTA DE TABELAS	16
LISTA DE GRÁFICOS	18
LISTA DE ABREVIATURAS	20
INTRODUÇÃO	22
1 REVISÃO DE LITERATURA	29
2 PROPOSIÇÃO	60
3 MATERIAIS E MÉTODOS	62
3.1 Amostra	62
3.2 Digitalização e manipulação das imagens	63
3.3 Obtenção de medidas	66
3.4 Análise subjetiva da qualidade da imagem	68
4 RESULTADOS	71
5 DISCUSSÃO	78
CONCLUSÕES	84

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
ANEXOS	96
Anexo I - Termo de Aprovação do Projeto	96
Anexo II- Instruções aos Observadores	97
Anexo III - Medidas Obtidas da Amostra (em cm)	98
Anexo IV- Análise Subjetiva da Imagem	99

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 - Máscara em papel cartão preto, com abertura central nas dimensões do filme periapical, posicionada sobre a mesa de *scanner* provido de um leitor de transparência 63
- FIGURA 2 - Tela do programa de captura de imagens do *scanner*, com os parâmetros para a digitalização das radiografias 65
- FIGURA 3 - Tela do programa VixWin. A caixa de ferramentas, entre outras opções, permite a transformação da imagem em relevo (comando 3D – seta preta) e pseudocores (comando cor – seta branca). No menu Imagem, a opção de inversão dos tons de cinza (seta verde) 65
- FIGURA 4 - Tela do programa Photoshop. Uma guia é posicionada sobre cada ápice. Na janela “informações”, o valor da coordenada Y determina a distância entre o ápice e a borda superior da imagem 67
- FIGURA 5 - Tela do programa PowerPoint, onde são apresentadas as quatro imagens de cada caso 69
- FIGURA 6 - Imagens original (a), em relevo (b), negativo (c) e pseudocores (d) do caso 2 75
- FIGURA 7 - Imagens original (a), em relevo (b), negativo (c) e pseudocores (d) do caso 10. 76

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	Resultados das comparações entre as medidas (em cm), Porto Alegre, 2001	72
TABELA 2 -	Resultados da comparação entre os métodos quanto à qualidade da imagem para a visualização do ápice radiográfico, Porto Alegre, 2001	74

LISTA DE GRÁFICOS

LISTA DE GRÁFICOS

- GRÁFICO 1 - Resultados das comparações entre as medidas (em cm), Porto Alegre, 2001 72
- GRÁFICO 2 - Resultados da comparação entre os métodos quanto à qualidade da imagem para a visualização do ápice radiográfico, Porto Alegre, 2001 74

LISTA DE ABREVIATURAS

LISTA DE ABREVIATURAS

bit	<i>Binary term</i> , dígito binário que pode assumir valor de 0 e 1.
CAI	Comprimento aparente do instrumento
CAD	Comprimento aparente do dente
CDR	<i>Computed dental radiography</i>
CD-ROM	<i>Compact disc – read only memory</i>
CRD	Comprimento real do dente
CRI	Comprimento real do instrumento
dpi	<i>Dots per inch</i> – pontos por polegada
JPEG	<i>Joint Photographic Experts Group</i>
RVG	<i>RadioVisioGraphy</i>
TIFF	<i>Tagged Image File Format</i>

INTRODUÇÃO

A interpretação radiográfica é um procedimento extremamente complexo resultante da interação entre a qualidade da imagem, a percepção do olho humano e o processo de tomada de decisão (GOODENOUGH, ROSSMAN e LUSTED, 1974), que apresenta grande variabilidade inter e intra-examinador (GOLDMAN, PEARSON e DARZENTA, 1972; GOLDMAN, PEARSON e DARZENTA, 1974).

A qualidade da imagem radiográfica convencional depende, entre outros fatores, do filme radiográfico, o qual permaneceu por muito tempo como a melhor opção para registro, armazenamento e exibição de imagens intrabucais. Mesmo tendo apresentado grande avanço quanto à sua sensibilidade, que aumentou mais de dez vezes nos últimos 50 anos (FARMAN e FARMAN, 2000), ele apresenta ainda vários inconvenientes, tais como a impossibilidade de se manipular a imagem depois de adquirida, que justificam as tentativas de substituí-lo.

A introdução da tecnologia digital na radiologia odontológica propiciou novas abordagens para as limitações na detecção e interpretação de sinais de alterações da

INTRODUÇÃO

normalidade (MOL, 1999), pois o processo digital acrescenta parâmetros quantitativos à interpretação radiográfica. Além dos critérios normalmente avaliados, como tamanho, bordas, limites e padrão interno de lesões, no modo digital pode-se dispor de informações matemáticas para a análise de imagens, as quais podem ser manipuladas (MOL e VAN DER STELT, 1992).

Atualmente existem três métodos para a obtenção de imagens radiográficas digitais: o método digital direto, que substitui o filme por sensor do tipo *charged coupled device* (CCD – dispositivo acoplado de carga) conectado ao computador; o método digital indireto, que substitui o filme por placas de fósforo fotoestimulável, que posteriormente são lidas por um *scanner a laser*; e a radiografia digitalizada, onde a imagem do filme é transferida para o computador através de *scanner*, câmera fotográfica ou filmadora digital (KHADEMI, 1996).

Os programas que acompanham os sistemas digitais, além de permitir a organização hierárquica de exames de um mesmo paciente, oferecem possibilidades de manipulação das imagens, tais como ajuste de contraste, aplicação de pseudocores, inversão dos tons de cinza, aplicação de filtros, obtenção de medidas de densidade e de distâncias (NELVIG, WING e WELANDER, 1992).

A relação custo-benefício dos *scanners* tem sido avaliada em diversos estudos, os quais demonstram que, com o passar do tempo, equipamentos cada vez mais acessíveis permitem a obtenção de imagens radiográficas digitalizadas de alta

INTRODUÇÃO

qualidade e baixo custo (HILDEBOLT et al., 1990; OHKI, OKANO e NAKAMURA, 1994; SHROUT et al., 1993; DAVIDSON et al., 2001).

A aquisição de imagem digitalizada ocorre através da conversão da radiografia convencional em sinal elétrico (VERSTEEG, SANDERINK e VAN DER STELT, 1997). Quando o sinal digital referente à informação de uma imagem radiográfica analógica chega à memória do computador, está fragmentado em *pixels*, contendo eles uma orientação espacial, informações a respeito de seu nível de cinza e cujo tamanho depende da resolução do sistema de captura da imagem. Cada um desses *pixels* recebe uma determinada seqüência numérica de 0 e 1 (FARMAN e SCARFE, 1994).

Nas imagens adquiridas no modo 8 bits, cada *pixel* poderá ser representado por uma das 256 combinações de 0 e 1. Essa seqüência é armazenada na memória do computador e, quando a imagem é requerida, cada *pixel* é decodificado no sentido inverso. Ao ser exibida no monitor, a imagem mostra o nível de cinza correspondente à sua seqüência binária. O preto recebe o valor de zero e o branco o valor de 255 (VELDERS, SANDERINK e VAN DER STELT, 1996).

A idéia de que a imagem pode ser representada por uma grande tabela de números é o processo básico do sistema digital. Números podem ser somados, subtraídos, multiplicados, divididos, comparados, impressos e enviados via linha telefônica pelo computador (VANDRE e WEBBER, 1995; KHADEMI, 1996).

INTRODUÇÃO

O objetivo de manipular uma imagem é selecionar as informações que são úteis ao diagnóstico (sinal) e descartar as restantes (ruído), sem a necessidade de novas exposições. Todas as possibilidades de manipulação podem não estar disponíveis em um único programa dos sistemas digitais, contudo ferramentas básicas como, por exemplo, para controle de brilho e contraste, medida do nível de cinza e exibição de histograma, bem como a aplicação de filtros para reduzir o ruído ou para realçar as bordas, aplicação de pseudocores, inversão da escala de cinza, magnificação de uma área de interesse e utilização de réguas eletrônicas e grades milimetradas, geralmente estão incluídas, podendo facilitar alguns aspectos da interpretação e permitir análises quantitativas (VERSTEEG, SANDERINK e VAN DER STELT, 1997).

O tratamento endodôntico já era realizado anteriormente à descoberta dos raios X. Até então, o comprimento de trabalho era determinado como sendo o ponto onde o paciente acusava sensibilidade dolorosa. No entanto, foi através dos estudos de BLAYNEY (1924), COOLIDGE (1929) e, principalmente de KUTTLER (1955), nos quais o ápice dentário foi descrito em detalhes, que se passou a ter maior conhecimento de até onde deveria estender-se o tratamento endodôntico. Com o auxílio de radiografias, o comprimento do dente passou a ser aferido através de cálculos matemáticos (BREGMAN, 1950; INGLE, 1957; BEST et al., 1960). Desde então, constatou-se que o comprimento de trabalho desempenha papel fundamental no sucesso da terapia endodôntica. Apesar do surgimento de localizadores eletrônicos do ápice dentário, na prática clínica a radiografia ainda é o método mais acessível e utilizado na determinação do limite de trabalho. Contudo, a nitidez da imagem do

INTRODUÇÃO

ápice dentário em uma radiografia depende de muitos fatores relacionados ao dente e à técnica radiográfica (WEINE, 1998).

Em muitas situações, como quando os dentes apresentam mais de uma raiz, torna-se necessária a tomada de radiografias dissociadas, as quais evidenciam a posição relativa das raízes. Nessas imagens, a perda de detalhe resultante da distorção leva a uma menor nitidez do limite apical das raízes (FAVA e DUMMER, 1997) o que, segundo WALTON (1973), é mais evidente nos primeiros pré-molares superiores, devido à configuração pontiaguda de seus ápices. A perda de nitidez da imagem dos ápices em radiografias odontométricas mesiorradiais de primeiros pré-molares superiores foi comprovada por SILVA, SANTOS e FONTANELLA (2001).

Diversas pesquisas relacionadas à odontometria sobre imagens digitais têm sido publicadas (SHEARER, HORNER e WILSON, 1990; HEDRICK et al., 1994; SANDERINK et al., 1994; ELLINGSEN, HARRINGTON e HOLLENDER, 1995; GARCIA et al., 1997; VERSTEEG et al., 1997b; FUGE, STUCK e LOVE, 1998; MATHEUS et al., 2000; VANDRE et al., 2000; BRANDÃO, COSTA e RAMALHO, 2001; MARTÍNEZ-LOZANO et al., 2001; SHEARER et al., 2001), contudo direcionadas à avaliação da capacidade da visualização da imagem da ponta de instrumentos endodônticos introduzidos no interior do conduto radicular. Somente BORG e GRÖNDHAL (1996) avaliam de forma isolada a dificuldade de localização do ápice radiográfico, requisito indispensável para a determinação do comprimento de trabalho em endodontia (LIM e TEO, 1986).

INTRODUÇÃO

Diante do exposto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar se a manipulação digital de radiografias odontométricas de primeiros pré-molares superiores, através dos filtros gráficos de inversão, pseudocolorização e relevo, favorece ou não sua interpretação, no sentido da localização da imagem do ápice radiográfico, visando a determinação do correto comprimento de trabalho endodôntico.

REVISÃO DA LITERATURA

1. REVISÃO DA LITERATURA

PALMER, WEINE e HEALEY (1971) utilizaram 40 dentes humanos extraídos, cujos ápices foram envoltos em algodão e em cujos condutos foram inseridas limas endodônticas até que alguma resistência fosse percebida. Os mesmos foram radiografados com angulação vertical de 90° e as limas ajustadas até que, radiograficamente, houvesse a coincidência das imagens radiográficas da ponta da lima e do ápice dentário e, então, fixadas nessa posição. O algodão foi removido e os ápices fotografados. Na metade dos casos, as limas haviam ultrapassado o limite apical em 1 a 2,5 mm.

BURCH e HULEN (1972) utilizaram 877 dentes humanos extraídos para avaliar, em microscópio com aumento de 28 vezes, a relação entre o ápice anatômico e o forame apical. Observaram que os ápices dos 99 pré-molares com duas raízes apresentavam desvio distal e palatino em 40,2% e 26,8% dos casos, respectivamente, para a raiz vestibular e 37,6% e 33,3% dos casos, respectivamente, para a raiz palatina.

REVISÃO DA LITERATURA

A distância média desses desvios foi de 0,55 mm. No total da amostra, observaram uma distância média de 0,59 mm, em 92,4% dos dentes examinados.

BRAMANTE e BERBERT (1974) compararam diferentes procedimentos para a obtenção do comprimento de trabalho em 224 dentes, de todos os grupos, indicados para exodontia. Os métodos avaliados foram:

- Método de Best, que se utiliza de um pino de aço com 10 mm de comprimento, fixado por cera na face vestibular do dente, seguindo seu longo eixo, previamente à radiografia. À mesma é sobreposto um padrão que, de acordo com a medida da imagem do pino, indica o comprimento do dente;
- Método de Sunada, eletrônico, que se baseia no fato de que, quando a ponta do instrumento atinge a área apical, ocorre uma resistência à passagem da corrente elétrica. Nesse ponto, um cursor é posicionado no limite oclusal da lima, esta é retirada do conduto e é medida;
- Método de Bregman, que se vale de uma sonda de 25 mm de comprimento, na qual é fixado um cursor metálico distante 10 mm de sua ponta que é introduzida no conduto previamente à radiografia, sobre a qual se obtêm os comprimentos aparentes do instrumento (CAI) e do dente (CAD). O comprimento real do dente (CRD) é obtido

REVISÃO DA LITERATURA

pela fórmula $CRD = (CRI \times CAD)/CAI$, na qual o CRI é conhecido e fixo em 10 mm;

- Método de Ingle, em que o comprimento do dente é determinado sobre a radiografia de diagnóstico e define a extensão do instrumento a ser introduzido no conduto. Após radiografar o dente, mede-se a distância entre a ponta do instrumento e o ápice radiográfico para estimar o quanto a lima deve ser deslocada em direção apical ou oclusal;
- Método de Bramante, que consiste em uma adaptação dos métodos de Bregman e Ingle, em que a sonda a ser introduzida no conduto é dobrada em ângulo de 90° para mesial ou distal, de maneira a tocar na face incisal ou oclusal do dente, quando sua ponta atinge o comprimento estimado na radiografia de diagnóstico. A seguir, nova radiografia é tomada, de maneira a se obter as medidas necessárias à aplicação da fórmula proposta por Bregman. Sua principal vantagem seria a maior precisão na determinação do ponto oclusal/incisal para a medida do CAI, marcadamente mais difícil em dentes posteriores, devido à sobreposição de cúspides vestibulares e linguais.

Todas as radiografias, obtidas pela técnica da bissetriz, assim como os dentes, após extraídos, foram aferidas através de compasso com precisão de 0,1 mm. As diferenças médias de comprimentos obtidos das radiografias e diretamente dos dentes e seus desvios-padrão foram tabulados para cada método e grupo dentário. A análise

REVISÃO DA LITERATURA

estatística dos dados demonstrou que: (a) o método de Ingle produziu a menor variabilidade e a maior percentagem de sucesso na obtenção do comprimento de trabalho; (b) os métodos de Best e Bregman resultaram em grande variabilidade com pequena porcentagem de sucesso; (c) o método de Sunada levou a uma porcentagem de sucesso superior a dos métodos de Best e Bregman, contudo as medidas apresentavam grande variabilidade; e (d) a modificação proposta pelos autores permitiu a obtenção de melhores resultados do que pelos métodos de Ingle e Bregman. Especificamente em relação aos 18 primeiros pré-molares superiores incluídos na amostra, observa-se que a diferença média entre o comprimento estimado pelos diferentes métodos e o comprimento real do dente variou de $7,538 \pm 4,361$ para o conduto palatino, pelo método de Best a $-0,118 \pm 0,845$ para o conduto palatino, pelo método de Bramante (BRAMANTE e BERBERT, 1974).

LARHEIM e EGGEN (1979) realizaram radiografias periapicais pelo método do paralelismo em 50 dentes com indicação de exodontia, os quais tiveram seu comprimento medido diretamente. As radiografias foram obtidas com filme duplo, sendo que o mais distante do objeto estava previamente impresso com uma grade milimetrada que resultava em linhas radiolúcidas sobre a imagem. Após o cálculo do fator de ampliação da imagem, dado pela divisão da distância foco-filme pela distância foco-objeto, que resultou em 1,05 (5%), obtiveram a medida do comprimento radiográfico dos dentes, com precisão de 0,5 mm, duas vezes e por dois observadores independentemente. Os resultados foram analisados quanto à reprodutibilidade e precisão das medidas. Não foram observadas diferenças significativas entre as medidas

REVISÃO DA LITERATURA

obtidas pelos dois observadores, nem entre as medidas radiográficas e reais dos dentes. Os autores concluem que esse método apresenta resultados mais precisos e cogitam que uma das fontes de erro possa ser a dificuldade do observador em reconhecer pontos de referência nas radiografias.

JENSEN (1980), com o objetivo de avaliar quantitativamente o efeito da acuidade visual na percepção da imagem de radiografias odontológicas, a qual depende de fatores tais como iluminação e contraste, radiografou um objeto padrão para teste constituído de pares de linhas radiopacas convergentes, representando frequências espaciais de 15 a 20 pares de linhas por milímetro. A imagem foi avaliada por sete observadores sobre negatoscópio provido de máscara, a uma distância de aproximadamente 25 cm, com e sem auxílio de lupa. Os limites de percepção visual variaram de 5 a 15 (média de 9) e de 14 a 20 (média de 15,9) pares de linhas por milímetro sem e com a utilização de lupa, respectivamente. O autor enfatiza a importância da utilização de lupa na interpretação de radiografias intrabucais, o que em seu estudo aumentou a percepção de detalhes em 40 a 135%.

Para avaliar se as técnicas de visualização da imagem interferem na interpretação, ANTRIM (1983) selecionou aleatoriamente 260 casos de tratamento endodôntico que contivessem radiografias periapicais inicial, final e de controle, incluindo todos os grupos dentários. Seis examinadores com diferentes graus de experiência em endodontia foram solicitados a avaliar as imagens e responder sim ou não para a presença de imagem radiolúcida que sugerisse lesão periapical. Cada

REVISÃO DA LITERATURA

examinador avaliou todos os 260 conjuntos de radiografias três vezes: (1) sobre um negatoscópio, (2) com o auxílio de um dispositivo que amplifica em quatro vezes a imagem e impede a incidência de luz além daquela proveniente do negatoscópio e (3) projetada na tela por um projetor de diapositivos. Os diagnósticos foram concordantes em 52,3%, 48,1% e 44,2% dos casos, para cada um dos modos de visualização, respectivamente. A experiência clínica influenciou o grau de concordância inter-examinador, que foi superior entre aqueles com mais tempo de exercício profissional. A concordância intra-examinador variou de 52,3% a 80,8% dos casos. A maioria das discordâncias ocorreu quando a imagem era projetada na tela. Os resultados evidenciaram que quatro dos seis examinadores julgaram que a imagem avaliada sobre o negatoscópio mostraria os piores resultados. O autor conclui que a interpretação radiográfica é baseada na análise subjetiva da imagem e que as diferentes técnicas de observação da radiografia não melhoraram o seu grau de fidedignidade.

REIT e HOLLENDER (1983) solicitaram a três endodontistas e três radiologistas, sem nenhuma calibração prévia, que avaliassem individualmente, e em condições padronizadas, radiografias periapicais de 119 casos de tratamento endodôntico, quanto à presença ou ausência de lesão periapical e à qualidade da obturação do conduto. Os resultados evidenciaram grande variabilidade interobservador. O grupo de radiologistas apresentou maior concordância quando avaliou-se a presença ou ausência de lesão periapical, já os endodontistas apresentaram maior concordância quando avaliaram a qualidade da obturação endodôntica. Segundo

REVISÃO DA LITERATURA

os autores, os resultados encontrados refletem a dificuldade na definição e manutenção de critérios diagnósticos.

MILEMAN *et al.* (1984) avaliaram a influência da iluminação e da acuidade visual no diagnóstico radiográfico de lesões de cárie em 238 superfícies proximais. Radiografias interproximais foram examinadas em negatoscópio de luminosidade alta (5.900 lux), média (3.600 lux) e baixa (1.800 lux). Um padrão de teste foi utilizado para medir a acuidade visual de cada examinador, que foi comparada à precisão no diagnóstico de lesões cárie. Não foi encontrada associação significativa entre a acuidade visual e a precisão diagnóstica, contudo esta foi significativa entre o grau de iluminação do negatoscópio e a precisão diagnóstica, mas apresentou menor interferência nos resultados do que a variabilidade intra-observador.

ECKERBOM, ANDERSON e MAGNUSSON (1986) estudaram a variabilidade entre os diagnósticos radiográficos relacionados à endodontia emitidos por dois observadores experientes e calibrados, que avaliaram 20 levantamentos periapicais completos. A concordância quanto ao número de raízes presentes foi de 97%, já, para a adequação da extensão de tratamentos endodônticos, foi de 71,2%; enquanto que, para a adequação da condensação de obturações endodônticas, foi de 71%. Os autores concluem que a interpretação de radiografias com interesse na endodontia pode envolver erros consideráveis, margem que pode ser diminuída através da prévia calibração dos observadores.

REVISÃO DA LITERATURA

WENZEL *et al.* (1990), avaliando a profundidade da lesão de cárie oclusal em 47 dentes extraídos (molares e pré-molares), visualmente, em radiografias convencionais, imagem digitalizada sem manipulação e submetida a ajuste de contraste, observaram que os exames clínico e radiográfico convencional subestimaram a profundidade da lesão, enquanto que as medidas obtidas sobre as imagens digitais manipuladas apresentaram alta correlação ($r=0,91$) com aquelas obtidas sobre secções histológicas. A concordância interobservador foi maior nas medidas digitais do que naquelas obtidas pelo exame clínico e radiográfico convencional. Os autores afirmam que esses resultados sugerem que o processamento digital de imagens propicia uma melhor estimativa da profundidade da lesão de cárie oclusal.

SHEARER, HORNER e WILSON (1990) introduziram limas endodônticas em 60 dentes extraídos, de todos os grupos dentários, as quais foram mantidas em posição por resina fotopolimerizável. Os dentes foram incluídos em um bloco de polimetacrilato e radiografados pelo sistema digital direto RadioVisioGraphy (RGV) e no modo convencional. As imagens digitais subestimaram significativamente o comprimento das limas. Quando a imagem digital foi tratada por filtro de realce, não se observaram diferenças significantes entre as medidas obtidas pelos dois sistemas.

KHEDDACHE *et al.* (1991) compararam a detectabilidade de nódulos mediastinais e pneumotórax em imagens radiográficas convencional e digital indireta

REVISÃO DA LITERATURA

de *phantoms*, bem como o tempo utilizado na avaliação de cada modalidade de imagem. Os resultados, quando as imagens foram otimizadas, não evidenciaram diferenças significativas entre os tempos de exame nem entre os diagnósticos obtidos pelos dois métodos radiográficos. Os autores concluíram que a qualidade das imagens digitais pode ser melhorada com a otimização e o ajuste do contraste.

McDONNALD (1992), avaliando o método eletrônico de determinação do comprimento de trabalho, conclui que o mesmo deve ser encarado como auxiliar, jamais substituindo a radiografia, a qual, apesar de suas limitações, se constitui na única alternativa para avaliar forma, tamanho, curvatura e localização das raízes, propiciando uma estimativa de comprimento do dente que irá guiar a utilização do localizador eletrônico.

STEIN e CORCORAN (1992) utilizaram 87 dentes vitais e 24 com polpa necrosada, para os quais havia indicação de exodontia, radiografados pela técnica da bisettriz no modo convencional para a obtenção de seus comprimentos. A seguir, uma lima número 15 foi introduzida no conduto radicular de acordo com o comprimento estimado, tendo sua porção oclusal cortada e fixada à coroa do dente. Após a extração, os dentes foram novamente radiografados em duas incidências, uma vestibular e outra proximal. Os dentes foram, então, seccionados longitudinalmente e examinados ao microscópio. A distância real média entre a ponta do instrumento e o ápice foi de $0,917 \pm 1,372$ mm; a medida sobre a radiografia clínica foi de $1,588 \pm 1,180$ mm; já, sobre a radiografia *in vitro* na incidência vestibular, de $1,671 \pm 0,181$ mm, enquanto

REVISÃO DA LITERATURA

sobre a radiografia *in vitro* na incidência proximal, foi de $1,537 \pm 0,152$ mm. Os autores concluem que, apesar de seu inegável valor diagnóstico em endodontia, as radiografias não estimam com precisão o limite apical.

Na opinião de DUNN e KANTOR (1993), o sistema visual humano apresenta habilidade limitada para discernir entre informação útil (sinal) e supérflua (ruído). O processamento digital da imagem radiográfica pode suprir essa deficiência, selecionando apenas a informação que o observador julga necessária para o diagnóstico e suprimindo o restante. Os autores esclarecem que um mesmo tipo de manipulação da imagem pode ser realizado de diversas formas, já que baseia-se em algoritmos, os quais variam entre os sistemas digitais. Quanto à obtenção de medidas sobre imagens digitais, enfatizam que estas podem ser mais precisas do que as sobre radiografias convencionais, contudo não são necessariamente livres dos mesmos erros que as últimas.

A percepção de cirurgiões-dentistas quanto à qualidade de imagens capturadas digitalmente foi avaliada por WENZEL e HINTZE, em 1993. Trinta radiografias periapicais e interproximais foram digitalizadas através de uma câmera de vídeo, reproduzidas digitalmente e submetidas aos filtros gráficos de otimização, aprimoramento e aprimoramento associado à suavização. As quatro imagens digitais de cada radiografia foram exibidas simultaneamente em monitor para 20 observadores, que as classificaram quanto à sua preferência para a avaliação de cáries, alterações periapicais e anatomia da região. De modo geral, a maioria dos observadores preferiu

REVISÃO DA LITERATURA

imagens manipuladas. As imagens não tratadas foram classificadas como as piores em 55% dos casos, contudo, três dos vinte examinadores consistentemente as elegeram como as melhores. Os autores concluem que opções de tratamento digital de imagens devem ser disponibilizadas, que diferentes manipulações são necessárias para cada tarefa diagnóstica, e que a necessidade de ajustes digitais é inversamente proporcional à nitidez da imagem, enfatizando a necessidade de mais pesquisas nessa área.

MOL e VAN DER STELT (1993) desenvolveram um programa com a finalidade de localização automática da posição do ápice radicular em imagens digitais. Quando testado em 262 raízes de todos os grupos dentários, observaram que a localização foi reprodutível em até 1 mm em 67,9% e em até 2mm em 88,2% dos casos.

Para WENZEL (1993), a principal vantagem da imagem digital na clínica relaciona-se ao fato de que o profissional pode manipular as informações durante o exame. Além disso, ressalta que a tecnologia digital facilita as rotinas de trabalho, eliminando a necessidade de processamento químico.

A mesma autora enfatiza que o ruído resultante da digitalização de imagens convencionais varia de acordo com o equipamento utilizado, e que o mesmo deve ser conhecido quando da avaliação das imagens (WENZEL, 1994).

SANDERINK *et al.* (1994) compararam diversos sistemas digitais diretos e indiretos à radiografia convencional para a visualização de limas endodônticas de

REVISÃO DA LITERATURA

números 10 e 15, constatando que os sistemas digitais são inferiores ao filme radiográfico na evidência de limas número 10.

Para avaliar a precisão da radiografia na determinação do comprimento do conduto radicular, HEDRICK *et al.* (1994) utilizaram vinte condutos de dentes posteriores, nos quais introduziram limas endodônticas. Inicialmente, as limas foram introduzidas de maneira que sua ponta distasse 0,5 e 2,5 mm do limite apical. Numa segunda etapa, as limas ultrapassaram este limite em 0,5 e 2,5 mm. Todos os dentes foram radiografados pelos sistemas convencional e digital, e as limas, removidas e medidas. Os autores não observaram diferenças significativas entre as medidas obtidas pelo sistema convencional e sobre as imagens digitais impressas. Avaliando as estimativas de ajuste, observaram que as mesmas foram mais precisas nos casos em que a ponta da lima ficou aquém do ápice radiográfico.

WENZEL e GRÖNDHAL (1995), avaliando as características dos sistemas digitais diretos (RadioVisioGraphy, Sens-A-Ray, Visualix e Flash Dent) e indireto (Digora) disponíveis comercialmente na época, observaram que as ferramentas de manipulação da imagem mais frequentemente presentes são o ajuste de contraste, a pseudocolorização, a magnificação e a régua eletrônica, constituindo-se elas em uma possibilidade de otimizar o diagnóstico odontológico.

ELLINGSEN, HARRINGTON e HOLLENDER (1995) utilizaram 25 molares superiores extraídos, em cuja raiz méso-vestibular foi introduzido um instrumento endodôntico, radiografados pelos métodos convencional com filmes de sensibilidade

REVISÃO DA LITERATURA

D e E e digital direto (RadioVisioGraphy). As imagens digitais foram copiadas e submetidas à manipulação por intensificação, inversão dos tons de cinza e magnificação. Todas as imagens foram avaliadas por dois observadores, que as classificaram em “+”, “=” e “-” quanto à nitidez da imagem da ponta da lima. Os resultados evidenciaram que as imagens em negativo magnificadas foram estatisticamente equivalentes às obtidas com filme de velocidade D e superiores às obtidas com filme de sensibilidade E. Os autores ressaltam que, em condições clínicas, a visualização da imagem da ponta de uma lima introduzida em um conduto radicular torna-se mais difícil, principalmente pela sobreposição da imagem do trabeculado ósseo.

MØYSTAD *et al.* (1995) avaliaram a magnificação de imagens digitais. Quarenta e quatro molares e pré-molares extraídos foram agrupados de forma a simular segmentos posteriores de arcadas dentárias e radiografados pela técnica interproximal convencional. As imagens resultantes foram digitalizadas através de uma câmera de vídeo, 28 faces proximais foram selecionadas para exame e digitalmente reproduzidas. Foram aplicadas magnificações de três, seis, 12, 18 e 30 vezes. Algumas das imagens foram submetidas à inversão nos sentidos horizontal e vertical. Vinte observadores avaliaram, em condições padronizadas, cada uma das imagens e as classificaram quando à presença ou ausência de lesão de cárie em esmalte. Na avaliação dos observadores, a magnificação de 30 vezes foi considerada excessiva, e a de 12 vezes, adequada. Contudo, quando comparados aos diagnósticos do exame visual das superfícies, os resultados obtidos com as magnificações de três,

REVISÃO DA LITERATURA

seis e 12 vezes não diferiram significativamente. Os autores concluem que a magnificação da imagem tem influência significativa na performance do observador, contudo existe um limite, além do qual o diagnóstico é prejudicado, e este deve ser especificado para cada tipo de tarefa diagnóstica.

LAVELLE e WU (1995) enfatizam que, apesar de 40% das imagens radiográficas obtidas por clínicos apresentarem qualidade inaceitável e sua interpretação estar notoriamente sujeita a imprecisões, a radiografia é um dos métodos mais precisos e menos subjetivos utilizados em endodontia. Em relação às imagens digitais, consideram-nas mais versáteis pela possibilidade de manipulação, sem a necessidade de nova exposição do paciente à radiação ionizante.

CONOVER, HILDEBOLT e YOKOYAMA-CROTHERS (1996) obtiveram imagens radiográficas convencionais e digitais de cinco hemi-mandíbulas, sobre as quais três observadores realizaram medidas lineares, que não diferiram significativamente entre si ou daquelas obtidas diretamente sobre os dentes.

KULLENDORFF, NILSSON e ROHLIN (1996), comparando imagens radiográficas convencionais e digitais obtidas pelo sistema direto para a detecção de lesões periapicais experimentais, observaram que não existem diferenças significativas entre os diagnósticos obtidos.

Em artigo subsequente, KULLENDORFF e NILSSON (1996) utilizaram as mesmas imagens digitais para avaliar o efeito de sua manipulação. Sete observadores

REVISÃO DA LITERATURA

avaliaram, em condições padronizadas, as imagens digitais originais, estabelecendo um primeiro diagnóstico quanto à presença ou ausência de lesão. Foi permitido que cada observador utilizasse livremente as ferramentas de manipulação do sistema, de modo a ajustar a imagem até que a mesma atingisse a melhor apresentação possível, e então um segundo diagnóstico foi emitido. Os ajustes mais frequentemente utilizados foram os de brilho, contraste e realce de bordas. Não foram encontradas diferenças significativas entre os diagnósticos obtidos das imagens originais e manipuladas, contudo a manipulação melhorou o desempenho do examinador em 18% dos casos, não o alterou em 66% e o piorou em 10%. Para os autores, uma das principais vantagens do sistema digital consiste na possibilidade de melhorar a qualidade de uma imagem sem a necessidade de nova exposição do paciente, sobretudo na clínica, onde imagens de qualidade variável são encontradas.

BORG e GRÖNDHAL (1996) utilizaram cinco mandíbulas de cadáver, nas quais um dente foi preparado e em um de seus condutos foi introduzida uma lima endodôntica número 15. Esses dentes foram radiografados pelos sistemas convencional e digital indireto (Digora). No modo digital, foram obtidas imagens com 60 kVp, 7 mA e sete diferentes tempos de exposição (16 ms a 1 s), de maneira a obter imagens com contraste variado. A imagem convencional e a digital obtida com o maior tempo de exposição de cada dente foram medidas 10 vezes. Os resultados indicaram que as imagens digitais determinaram medidas 2 a 3,8% superiores às aquelas obtidas sobre o filme. Oito observadores avaliaram as versões digitais das imagens, que podiam ser ajustadas em seus parâmetros de brilho e contraste, medindo a

REVISÃO DA LITERATURA

distância da ponta da lima e do ápice radiográfico até uma linha de referência (borda inferior da imagem). A variabilidade interobservador, expressa pelo desvio-padrão, foi de 0,21 a 0,8mm para as medidas da ponta da lima, e de 0,21 a 1,5 mm para a altura do ápice, não havendo diferença significativa entre as mesmas, nem entre as imagens obtidas com diferentes tempos de exposição.

GOTFREDSSEN, WENZEL e GRÖNDHAL (1996) utilizaram imagens obtidas através de quatro sistemas digitais de 131 molares e pré-molares extraídos para avaliar os efeitos de sua manipulação no diagnóstico de cárie. Todas as imagens foram originalmente salvas no formato *Tagged Image File Format* (TIFF) e recortadas de maneira a mostrar apenas um único dente. De cada sistema, 16 imagens foram salvas no formato *Joint Photographic Experts Group* (JPEG), que resulta na compressão irreversível dos arquivos. As 588 imagens resultantes foram avaliadas por seis observadores, aos quais foi permitida a livre manipulação das mesmas. Menos de 1% das imagens foi avaliado sem que o observador tivesse realizado qualquer tipo de manipulação. Foram encontradas diferenças significativas quanto ao número de ajustes julgados necessários para as imagens obtidas pelos diferentes sistemas. Diferenças também foram encontradas quanto à manipulação de imagens que foram ou não submetidas à compressão. O tempo médio gasto com cada imagem foi de 24 s, não tendo sido encontrada correlação entre o tempo e o número de manipulações realizadas. Os autores concluem que os observadores utilizam as facilidades disponíveis para a manipulação da imagem digital, principalmente aquelas que permitem o ajuste da densidade, contraste e curva gama.

Com relação aos estudos que avaliam os efeitos da manipulação de imagens digitais, KHEDDACHE, DENBRATT e ANGELHED (1996) afirmam que a análise estatística pelo método *Receiver Operating Characteristic Curve* (curva ROC) é sem dúvida o mais adequado para medir a performance do observador frente a diferentes imagens em estudos *in vitro*, nos quais todas as variáveis podem ser controladas. Contudo, em estudos clínicos, nos quais as exigências do método são dificilmente atendidas, julgam preferível a utilização da análise qualitativa visual.

MEIER *et al.* (1996) produziram, experimentalmente, 15 lesões periapicais em segmentos de mandíbulas e maxilas de cadáveres, pela remoção do dente e aplicação de ácido no alvéolo. Radiografias digitais diretas (RadioVisioGraphy) foram obtidas nos tempos zero e de duas, quatro, oito, 12, 16 e 24 horas de contato do ácido com o osso alveolar, estando o dente reposicionado em seu alvéolo. As imagens digitais foram reproduzidas e submetidas à inversão dos tons de cinza, pseudocolorização e equalização do histograma. Cinco observadores avaliaram cada imagem, apresentada em monitor, por duas vezes, e lhes atribuíram escores de 1 a 5 para a ausência ou presença de lesão. No tempo zero, as imagens original e em negativo apresentaram escores significativamente inferiores às equalizadas. Nos tempos dois e quatro, nenhum tipo de imagem diferiu significativamente das demais. No tempo oito, as imagens equalizadas apresentaram escores significativamente superiores do que as em negativo. Nos tempos 12, 16 e 24, as imagens original, equalizada e em pseudocores apresentaram escores significativamente superiores que às processadas em negativo.

Nesse modo o grau de concordância intra-observador foi moderado, enquanto que a concordância interobservador foi baixa.

GARCÍA *et al.* (1997) compararam o comprimento de trabalho medido por dois observadores diretamente nas limas com medidas obtidas de radiografias convencionais e digitais diretas (Visualix) de trinta incisivos humanos extraídos. Na obtenção das imagens radiográficas por ambos os métodos, utilizaram também variação da angulação vertical em 15 e 30°. Observaram que as diferenças não foram significativas quando comparadas às medidas obtidas pelos dois observadores, entre os métodos diretos e radiográfico. Quanto à variação na angulação vertical, observaram que a média das medidas foi aumentada em 0,3 mm com a angulação padrão (não significativo) e diminuída em 0,5 mm (não significativo) e 1,5 mm (significativo) com variação de 15 e 30° na angulação, respectivamente.

VERSTEEG *et al.* (1997a) consideram que a manipulação digital diminui ou no máximo preserva a informação contida em uma imagem, afirmando que resolução (capacidade de diferenciar estruturas muito próximas), contraste (diferença na densidade óptica entre dois pontos) e nitidez são os fatores responsáveis pela qualidade de uma imagem digital e estão intimamente relacionados entre si.

VERSTEEG *et al.* (1997b) utilizaram uma cabeça de cadáver, na qual um pré-molar e um molar foram trepanados e em seus condutos introduzida uma lima endodôntica número 15, com 14 diferentes comprimentos, variando de 0,9 a 5,8 mm. Radiografias periapicais digitais de dois sistemas (Vixa e Sens-A-Ray) e

REVISÃO DA LITERATURA

convencionais foram obtidas de modo padronizado, através de um posicionador com impressão das faces oclusais dos dentes da região em um bloco de cera. Seis estudantes de odontologia e seis profissionais foram solicitados a estimar a distância da lima ao ápice radiográfico. Não foram observadas diferenças significativas entre o erro médio das estimativas baseadas na imagem convencional ($-0,88 \pm 0,37$ mm) e no sistema Vixa ($-0,86 \pm 0,29$ mm). Já as estimativas baseadas nas imagens do Sens-A-Ray ($-0,63 \pm 0,28$ mm) diferiram significativamente das demais. Tais resultados indicam que as medidas sobre imagens digitais são tão ou mais precisas do que aquelas sobre imagens convencionais. O erro médio, no grupo constituído por estudantes, foi significativamente maior do que naquele dos profissionais ($-0,99 \pm 0,36$ mm e $-0,60 \pm 0,24$ mm, respectivamente), indicando que a experiência diminui o erro de estimativa.

FUGE, STUCK e LOVE (1998) compararam imagens radiográficas de molares extraídos, em cujos condutos haviam sido introduzidas limas endodônticas número 6, à sua imagem digitalizada original, submetida à otimização e inversão de tons de cinza, com e sem magnificação. Todas as imagens digitais apresentaram-se inferiores à convencional. Três examinadores avaliaram as imagens digitais e convencional quanto à nitidez da relação entre o instrumento endodôntico e o ápice dentário, atribuindo-lhes escores “+”, “=” e “-”. Os resultados demonstraram que todas as imagens digitais produzidas foram significativamente inferiores à imagem convencional, e que houve alta concordância entre os examinadores.

SARMENTO e RUBIRA (1998) digitalizaram 460 radiografias periapicais de incisivos com diagnóstico clínico de necrose pulpar, pulpite irreversível e sem sinais ou sintomas de comprometimento pulpar. As imagens digitais tiveram seus parâmetros de brilho e contraste ajustados, foram duplicadas em tamanho e, então, avaliadas quanto à integridade da lâmina dura no terço apical da raiz. A presença ou ausência de reabsorção óssea nessa região também foi avaliada. Quando havia dúvida nesse diagnóstico, as autoras empregaram o recurso de pseudocolorização. Em seguida, a imagem era magnificada mais três vezes, para a obtenção de medidas da espessura do espaço do ligamento periodontal apical. Na opinião das autoras, a aplicação de cores, o que permite diferenciar vários tons de cinza, foi de grande valia para determinar a existência e o padrão de imagem radiolúcida periapical, aprimorando a interpretação das áreas que suscitaram dúvidas. Também a magnificação de imagens foi um recurso considerado útil, principalmente para a obtenção de medidas lineares precisas.

VALE *et al.* (1998a) utilizaram 60 dentes humanos superiores e inferiores extraídos, do grupo dos molares, pré-molares e incisivos, medidos diretamente através de compasso e sobre imagens digitais indiretas (Digora), obtidas com a placa nas posições vertical e horizontal, nos modos original, inverso e 3D, para avaliar as medidas do comprimento de cada dente. Observaram que a posição da placa não interfere significativamente nas medidas obtidas, o que demonstra homogeneidade na disposição vertical e horizontal de suas partículas fotofluorescentes. Quanto ao modo de exibição, as imagens em 3D foram mais confiáveis, ou seja, resultaram em medidas mais próximas das reais.

REVISÃO DA LITERATURA

VALE *et al.* (1998b) utilizaram 20 dentes molares extraídos, superiores e inferiores, para avaliar a curvatura de raízes méso-vestibular e mesial, respectivamente. Os dentes foram radiografados pelos métodos convencional e digital indireto (Digora). As imagens convencionais foram montadas em molduras de diapositivos e projetadas, com aumento de 10 vezes, sobre papel de seda, onde se desenhou a raiz de interesse. Sobre esse desenho, com o auxílio de um transferidor, foram obtidos os ângulos de curvatura (método de Schneider). Já as imagens digitais foram avaliadas através das ferramentas de cálculo do sistema, nos modos original, negativo e 3D. Os autores observaram que as medidas digitais foram 6% (2°) menores do que as do método de Schneider (considerado o mais trabalhoso), diferença não significativa a 1%. As três versões de imagem digital testadas não diferiram significativamente entre si.

FERREIRA, FRÖNER e BERNARDINELI (1998) avaliaram 88 dentes (40 com polpas vivas e 48 com necrose pulpar), totalizando 123 condutos radiculares, com o objetivo de comparar os comprimentos de trabalho determinados pelos métodos eletrônico e radiográfico convencional. Observaram concordância entre ambos os métodos de 76.5% em dentes vitais e de 83.6% em casos de polpa necrosada.

Em uma abordagem histórica do impacto da introdução do computador no diagnóstico por imagens, CAMPOS *et al.* (1998) concluem que a incorporação de novas tecnologias digitais, bem como o incremento das já existentes, são reponsáveis pelo grande avanço nesse campo nos últimos anos.

SARMENTO *et al.* (1998) utilizaram 60 caninos superiores humanos extraídos, divididos em três grupos de 20, que tiveram seu conduto preparado e obturado por diferentes técnicas: (a) condensação lateral, (b) somente cimento endodôntico e (c) cimento mais cones secundários. Os dentes foram radiografados pelo sistema digital indireto Digora e, então, submersos em azul de metileno por 24 horas, seccionados transversalmente e avaliados quanto à infiltração do corante. As imagens digitais foram avaliadas quanto à densidade média e à dispersão de densidade dos condutos radiculares antes e após a obturação. Os dentes do grupo (a) foram aqueles que menos evidenciaram penetração do corante, seguidos pelos grupos (b) e (c), nessa ordem, demonstrando a superioridade da técnica de condensação lateral. As densidades médias obtidas antes e após a obturação foram 80,44 e 230,58 (diferença de 27,79%), 202,04 e 219,74 (diferença de 8,76%), além de 213,16 e 229,90 (diferença de 7,53%), para os grupos (a), (b) e (c), respectivamente. A diferença na densidade média foi significativa nos três grupos. Quanto à dispersão média de densidade, os valores encontrados antes e depois da obturação foram 4,32 e 2,83 no grupo (a), 2,94 e 7,34 no grupo (b), 2,57 e 3,04 no grupo (c), sendo que as diferenças foram significantes nos grupos (a) e (b), evidenciando uma distribuição mais homogênea do material obturador nestes grupos. Os autores concluíram que a análise da densidade média e de sua dispersão pode ser de grande utilidade para avaliar a qualidade e prever a provável evolução de um tratamento endodôntico.

WAKOH, NISHIKAWA e KUROYANAGI (1998) avaliaram a influência da luz ambiente e dos ajustes do monitor na visualização de imagens digitais, observando

que, em condições normais de iluminação do ambiente e com os ajustes padrão do monitor, a detecção de pequenas imagens é mais difícil, recomendando um ambiente escurecido para a visualização das imagens, independentemente de ajustes de brilho e contraste do monitor.

MARTÍNEZ-LOZANO, FORNER-NAVARRO e SÁNCHEZ-CORTÉS (1999), considerando que os pré-molares apresentam grande variabilidade em sua anatomia e número de condutos, estudaram o efeito da variação das angulações vertical (0, 15 e 30°) e horizontal (0, 20 e 40°) na avaliação radiográfica de 100 dentes desse grupo. Concluíram que modificações na angulação vertical não influenciam a avaliação de pré-molares superiores que, contudo, são melhor visualizados com uma variação mesial de 40° no plano horizontal. Os autores ressaltam que, *in vivo*, a imagem de estruturas anatômicas tais como fossa nasal, seio maxilar e processo zigomático da maxila podem interferir na visibilidade das raízes e condutos dos pré-molares superiores.

EICKHOLZ *et al.* (1999) utilizaram 34 dentes humanos extraídos que apresentavam cárie proximal, os quais foram radiografados, as imagens digitalizadas através de *scanner*, reproduzidas digitalmente e submetidas a filtros de inversão dos tons de cinza, contraste de bordos, redução do ruído, ajuste do histograma e do brilho. Um examinador mediu, através de régua eletrônica, a profundidade da lesão de cárie em todas as imagens, com magnificação de sete e 18 vezes. Quando comparadas ao padrão-ouro (medidas sobre secções microscópicas do espécime), as versões digitais

REVISÃO DA LITERATURA

não se mostraram capazes de melhorar a reprodutibilidade das medidas da profundidade da lesão.

ATTAELMANAN, BORG e GRÖNDAHL (2000) utilizaram um scanner para digitalizar radiografias periapicais. Cada filme foi digitalizado no modo 8 bits, com e sem uma máscara de digitalização, usando resoluções de 200, 400 e 600 dpi. Sete observadores experientes foram solicitados a avaliar a qualidade dessas imagens, quando exibidas em monitor. Os resultados levaram os autores a recomendar que a digitalização de imagens de radiografias periapicais seja feita com o auxílio de uma máscara, em 8 bits (256 tons de cinza), com resolução entre 200 e 400 dpi.

Para SARMENTO e RUBIRA (2000), as imagens digitalizadas são dinâmicas, quando comparadas às convencionais, devido à possibilidade de manipulação. As autoras acreditam que pesquisas futuras estabelecerão seu real valor no processo de diagnóstico.

SARMENTO *et al.* (2000a) revisaram a evolução dos sistemas digitais em radiologia odontológica, concluindo que os mesmos têm sido aprimorados constantemente, seus custos vêm diminuindo e as possibilidades de manipulação das imagens aumentando. As autoras reafirmam a necessidade de pesquisas na determinação do real valor de ferramentas digitais, para que as mesmas possam ser verdadeiramente utilizadas em prol do diagnóstico e da saúde do paciente.

REVISÃO DA LITERATURA

Ainda SARMENTO *et al.* (2000b), abordando o processo matemático de digitalização de imagens, afirmam que o número de tons de cinza presentes em uma imagem constitui a principal característica determinante de sua qualidade. As autoras ponderam que, mesmo apresentando uma menor quantidade de tons de cinza do que uma imagem convencional, a imagem digital permite uma análise objetiva, pelo fato de que o reconhecimento de suas variações é feito pelo computador, independentemente da acuidade visual do observador.

MILES e RAZZANO (2000), analisando o futuro da imagem digital em odontologia, concluem que muitos fatores além do controle do cirurgião dentista terão grande impacto no seu exercício profissional na próxima década. Para os autores, aqueles que aderirem às novas tecnologias terão, certamente, dificuldades de aprendizado e adaptação; já os que as ignorarem, certamente, terão ainda mais dificuldades, por não poderem contar com seus inegáveis benefícios.

MOL (2000) descreve o aprimoramento das imagens digitais como um procedimento tarefa-dependente, citando, como exemplo, o fato de que o aumento do contraste pode facilitar o diagnóstico de cárie, mas dificultar a visualização da crista alveolar. Segundo o autor, pode-se avaliar o aprimoramento da imagem subjetivamente (imagem visualmente mais agradável), contudo isso não implica, necessariamente, diagnósticos mais precisos. Quanto aos filtros digitais, salienta que os mesmos podem ser aplicados com diversas finalidades, geralmente contemplando a remoção do ruído, e que seu uso indiscriminado, na maioria dos programas para

REVISÃO DA LITERATURA

imagens digitais, deve ser evitado na ausência de evidências científicas que respaldem sua utilidade clínica. Nesse sentido, ressalta que a aplicação de cores às imagens radiográficas (pseudocolorização) é um assunto controverso, pois ao passo em que o olho humano pode distinguir cores mais facilmente do que tons de cinza, na maioria das vezes, esse efeito distrai o observador do real conteúdo da imagem.

Ainda na análise das ferramentas digitais, MOL (2000) comenta que apesar de acrescentar medições mais detalhadas, as réguas digitais não implicam que essas medidas sejam mais válidas (mede-se realmente aquilo que se pensa estar medindo?), precisas (o quanto correspondem à verdade?) ou consistentes. Em endodontia, essas medidas são tão precisas quanto às obtidas de imagens convencionais, apesar de apresentarem limitações relacionadas ao diâmetro da lima e aos fatores de exposição utilizados.

VANDRE *et al.* (2000) utilizaram limas endodônticas de número 8 a 20, introduzidas no conduto radicular de dentes de cadáveres, radiografados pelos métodos convencional e digitais diretos e indiretos (CDR, Digora, Dexis, RVG-4, Visualix e Sens-A-Ray). Medidas da ponta da lima ao ápice radiográfico foram obtidas por 15 observadores e apresentaram pouca variabilidade, não tendo, provavelmente, relevância clínica.

MATHEUS *et al.* (2000) avaliaram, por meio de mensurações endodônticas, a eficiência dos recursos digitais 3D, negativo e cor, verificando o desempenho destes numa análise inter e intra-sistemas. Os objetos de estudo se constituíram de 11 dentes

REVISÃO DA LITERATURA

unirradiculares extraídos, que foram radiografados contendo em seu conduto limas endodônticas número 6 e 10. Os sistemas digitais empregados foram o CDR (direto), Digora e DenOptix (indiretos), e cinco examinadores obtiveram medidas através de régua eletrônica. A diferença entre as médias das mensurações sobre as imagens e das limas foi estatisticamente significante entre os recursos avaliados para o mesmo sistema e para o mesmo recurso entre sistemas diferentes. No estudo intra-sistema, os resultados não mostraram diferenças significantes no CDR e Digora para as três ferramentas empregadas, ao contrário do DenOptix, quando a cor apresentou o mais fraco desempenho. Na avaliação intersistemas, todos os três recursos estudados foram mais eficientes no Digora. Quanto às limas empregadas, o único sistema que mostrou diferença estatística foi o DenOptix. Os autores concluem que os recursos digitais empregados podem se comportar de maneira bastante eficiente nas mensurações endodônticas, eficiência esta que está diretamente relacionada à qualidade da imagem inerente a cada sistema digital.

Conforme VAN DER STELT (2000), radiografias são digitalizadas através de *scanner* com adaptador de transparência ou câmera de vídeo digital, usualmente em 256 tons de cinza (8 bits) com resolução de 150, 300, 600 ou 900 dpi, sendo que as resoluções maiores não trazem necessariamente melhora na qualidade da imagem.

PIEPENBRING *et al.* (2000) avaliaram o programa *Image* v. 1.60 para a obtenção de medidas de limas número 20, 15, 10 e 8 em espécimes de cadáver radiografados no modo digital. A determinação da ponta da lima foi feita com o

auxílio do histograma, que mostrava um pico quando a ponta da lima era alcançada. Observaram que o erro médio diferiu de forma significativa de acordo com o número da lima, e que as medidas foram menores do que o comprimento real da lima em até 0,5 mm, o que, na opinião dos autores, pode não ter relevância clínica.

DAVIDSON *et al.* (2001) compararam a qualidade de imagens digitalizadas através de câmeras digitais e *scanners* e profissionais e amadores. As imagens originais e ajustadas foram avaliadas por 10 radiologistas. Os autores observaram que, para o propósito de visualização no monitor, apenas as imagens capturadas por câmeras fotográficas amadoras não apresentam qualidade satisfatória. Não foram encontradas diferenças significativas entre equipamentos sofisticados e onerosos (*scanner a laser* e câmera profissional) e o *scanner* de mesa.

SHEARER *et al.* (2001) obtiveram imagens radiográficas convencionais e digitais indiretas pelos sistemas Digora, Digident e DenOptix de 60 dentes, compreendendo todos os grupos dentários. Dois examinadores registraram medidas do comprimento do conduto radicular visível em cada imagem, tendo como base a junção amelo-cementária. Os autores encontraram diferenças significativas entre as medidas obtidas sobre a imagem convencional e nos sistemas Digora e Digident. As medidas realizadas sobre as imagens obtidas pelo sistema DenOptix não diferiram daquelas sobre o filme.

BRANDÃO, COSTA e RAMALHO (2001) obtiveram medidas do comprimento radicular de 24 dentes caninos extraídos, sem curvatura radicular e com

REVISÃO DA LITERATURA

curvatura discreta, sobre imagens radiográficas convencional e digital direto Sidexis, as quais foram comparadas a medidas obtidas de limas endodônticas introduzidas até o limite apical do dente, visualizado através de microscópio estereoscópico. As medidas obtidas sobre as imagens não diferiram significativamente entre si, nem com a das limas, mesmo tendo sido ligeiramente menores do que estas.

MARTÍNEZ-LOZANO *et al.* (2001) compararam a eficácia dos métodos eletrônico, radiográfico convencional e digital direto (RadioVisioGraphy) na determinação do comprimento de trabalho de 28 canais radiculares de dentes extraídos. Quando comparados ao padrão-ouro, obtido com auxílio de microscópio eletrônico, nenhum dos métodos mostrou-se satisfatório, não sendo observadas diferenças significativas entre os mesmos.

SILVA, SANTOS e FONTANELLA (2001), considerando que a dissociação radiográfica de raízes e condutos, amplamente utilizada em odontologia, resulta em imagens com graus variáveis de distorção, avaliaram se a perda de nitidez em imagens dissociadas compromete a identificação de ápices dentários. Utilizaram 100 pares de radiografias de primeiro pré-molar superior (orto e mesiorradial), sobre as quais três observadores atribuíram escores 0 (não identificado) a 4 (muito bem identificado) para os ápices radiculares vestibular e palatino. Observaram que os ápices palatinos apresentaram escores significativamente mais altos do que os vestibulares, concluindo que a dissociação compromete a nitidez da imagem radiográfica do ápice das raízes vestibulares.

REVISÃO DA LITERATURA

Para ANALOUI (2001), as técnicas de processamento digital de imagens referem-se a equações matemáticas aplicadas com a finalidade de modificar sua aparência. A estratégia de manipulação digital é dependente da tarefa diagnóstica, do conteúdo da imagem, das características do observador e das condições de visualização.

PROPOSIÇÃO

2. PROPOSIÇÃO

A proposta do presente estudo foi a de avaliar se a manipulação digital de radiografias odontométricas de primeiros pré-molares superiores, pela aplicação de filtros gráficos de inversão, pseudocolorização e relevo, favorece ou não a localização da imagem do ápice radiográfico, visando a determinação do correto comprimento de trabalho endodôntico,

a) quantitativamente, verificando se as medidas da distância entre a borda superior da imagem e o ápice são mais reprodutíveis em alguma dessas modalidades de imagem; e

b) qualitativamente, avaliando a nitidez da imagem dos ápices radiográficos quanto à percepção dos observadores.

MATERIAIS E MÉTODOS

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Amostra

Foram revisados os arquivos da disciplina de Endodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. As tomadas periapicais mesiorradiais de primeiro pré-molar superior, apresentando dois condutos, contendo um instrumento endodôntico em cada um, nas quais a imagem dos ápices dentários estava completamente incluída, obtidas com a finalidade de odontometria, foram selecionadas e os 30 primeiros casos que corresponderam aos critérios acima compuseram a presente amostra. Não foram excluídas radiografias que apresentassem erros de posicionamento do filme, angulação vertical ou processamento.

3.2 Digitalização e manipulação das imagens

As imagens radiográficas convencionais foram digitalizadas através de *scanner* HP ScanJet 6100 C/T® com adaptador de transparência (Hewlett-Packard – EUA), já testado quanto à reprodutibilidade das imagens adquiridas (CRESTANI et al., 2001), com auxílio de uma máscara em papel cartão preto, a qual cobria toda a superfície da mesa do *scanner*, exceto por uma abertura central com as mesmas dimensões do filme periapical, sobre a qual era centralizada a radiografia (figura 1).



FIGURA 1. Máscara em papel cartão preto, com abertura central nas dimensões do filme periapical, posicionada sobre a mesa de *scanner* provido de um leitor de transparência.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os parâmetros de digitalização utilizados foram resolução de 300 dpi, 8 bits (256 tons de cinza), tamanho original e ajuste automático de brilho e contraste (figura 2). As imagens resultantes foram armazenadas no formato JPEG, com compressão mínima (nível 12) a qual resulta em qualidade máxima. Cada imagem recebeu, seqüencialmente, a denominação de casos 1 a 30.

O programa VixWin® v.1.4, que acompanha os sistemas digitais Visualix® e DenOptix® (Gendex - Itália) foi utilizado para a manipulação das imagens (figura 3), que foram importadas e submetidas à aplicação das seguintes ferramentas: negativo (inversão dos tons de cinza), cor (pseudocolorização) e 3D (relevo).

A descrição destas ferramentas, fornecida pelo fabricante (GENDEX, 2000), é a seguir transcrita:

Negativo: O comando Inverter é utilizado para tornar negativa a imagem positiva em tons de cinza. Ao inverter uma imagem, o valor de brilho de cada *pixel* é convertido para o valor inverso na escala de 256 níveis. Por exemplo, um *pixel* de uma imagem positiva com um valor de 255 é alterado para 0, e um *pixel* com um valor de 5 é alterado para 250.

Relevo: Transforma uma imagem para que ela pareça entalhada e iluminada para acentuar as variações na superfície. As áreas escuras e claras da imagem são exibidas em baixo e alto relevos, respectivamente.

MATERIAIS E MÉTODOS



FIGURA 2. Tela do programa de captura de imagens do *scanner*, com os parâmetros para a digitalização das radiografias.

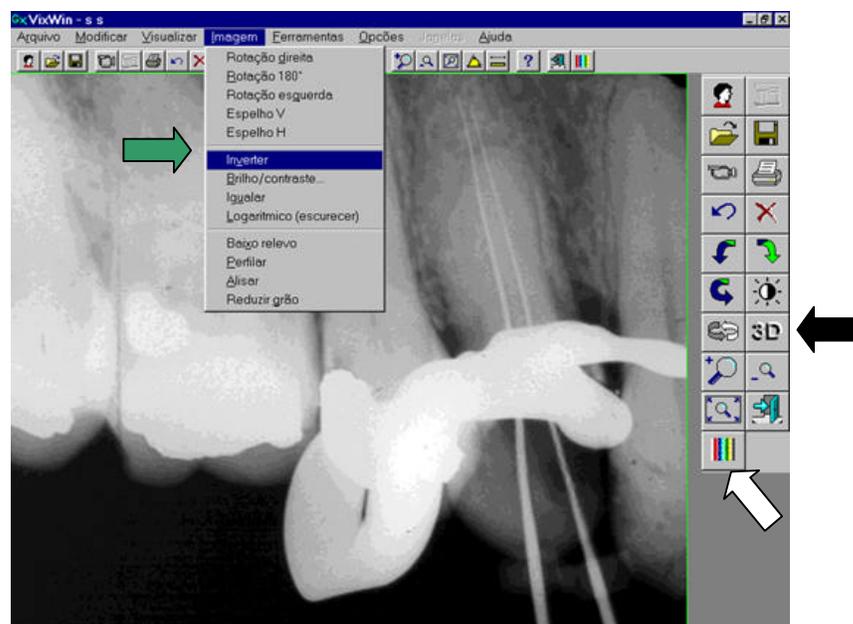


FIGURA 3. Tela do programa VixWin®. A caixa de ferramentas, entre outras opções, permite a transformação da imagem em relevo (comando 3D – seta preta) e pseudocores (comando cor – seta branca). No menu Imagem, a opção de inversão dos tons de cinza (seta verde).

Cor: O comando Cor é utilizado para tornar colorida uma imagem em tons de cinza. Ao colorir uma imagem, o valor de brilho de cada *pixel* é convertido para uma escala predeterminada de cores.

A versão resultante de cada manipulação foi exportada, também no formato JPEG, e à sua denominação acrescentada os caracteres “*neg*”, “*cor*” e “*3d*”, para as imagens em negativo, pseudocores e relevo, respectivamente. As 120 imagens resultantes foram copiadas para um disco compacto (CD-ROM / *compact disc - read only memory*).

3.3 Obtenção de medidas

Uma seqüência aleatória de todas as imagens foi apresentada em monitor, em condições padronizadas de visualização (monitor de 14", com resolução de 1024 x 768 *pixels* e fundo preto, em ambiente escurecido, com distância de 50 a 100 cm do observador ao monitor) e, individualmente, a um observador habituado à utilização de imagens digitais que, através da régua eletrônica da barra de ferramentas do programa Photoshop® v 6.0 (Adobe – EUA), efetuou a medida da distância entre a borda superior da imagem e o limite apical para ambas as raízes (figura 4).

MATERIAIS E MÉTODOS

Para auxiliar a determinação da posição dos ápices, uma guia era posicionada sobre sua imagem. A posição dessa guia, utilizada como referência para a localização da altura de cada ápice (coordenada Y, na janela informações), podia ser ajustada nas imagens magnificadas. Cada imagem foi medida três vezes, com intervalos de, no mínimo, 7 dias, e os resultados submetidos à análise estatística pelo teste não paramétrico de Friedman.

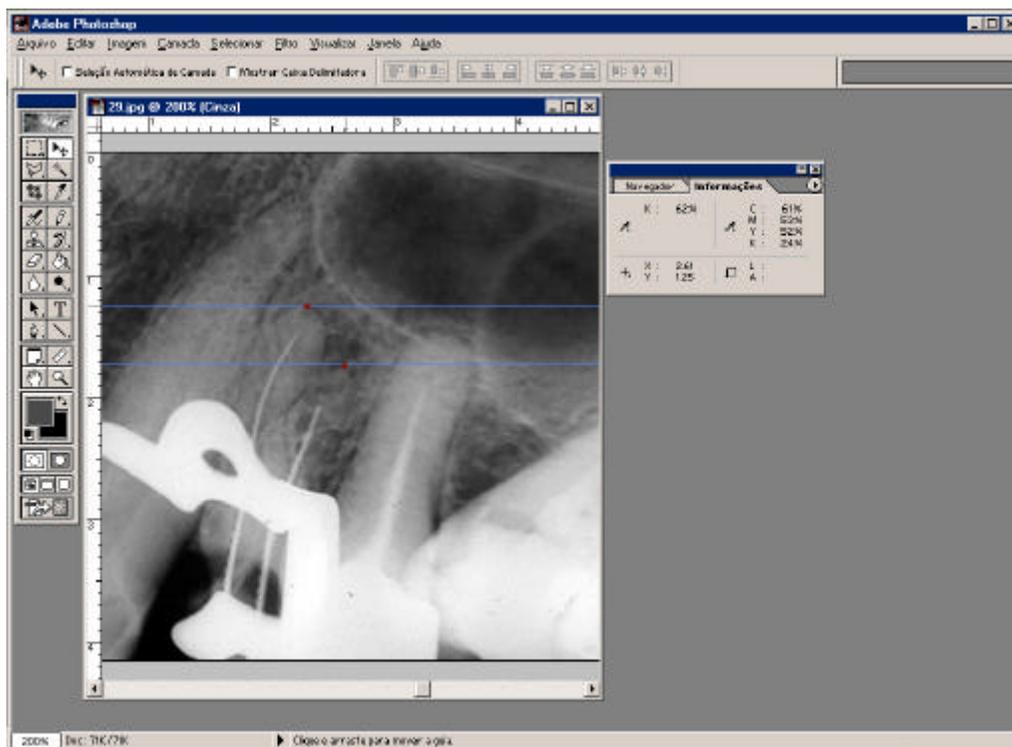


FIGURA 4. Tela do programa Photoshop®. Uma guia é posicionada sobre cada ápice. Na janela “informações”, o valor da coordenada Y determina a distância entre o ápice e a borda superior da imagem.

3.4 Análise subjetiva da qualidade da imagem

As quatro imagens de cada dente (original, invertida, colorizada e em relevo) foram montadas lado a lado sobre fundo preto, em apresentação do programa PowerPoint® v7.0 (Microsoft – EUA), e exibidas com os mesmos critérios de padronização do item anterior, para três observadores especialistas em endodontia, sem experiência prévia com imagem digital, os quais avaliaram qualitativamente em qual delas o limite apical de cada raiz era melhor visualizado (Figura 5).

Solicitou-se que cada um classificasse as quatro imagens de cada dente segundo seu julgamento de visibilidade de cada ápice, atribuindo-lhes escores 1 (menor nitidez) a 4 (maior nitidez). A raiz localizada à esquerda do observador foi denominada raiz 1, a da direita, raiz 2. As instruções fornecidas aos observadores constam do anexo 2.

Essa avaliação foi repetida duas vezes, com intervalo de, no mínimo, um mês, e os resultados foram submetidos à análise estatística pelo teste não paramétrico de Friedman.

MATERIAIS E MÉTODOS

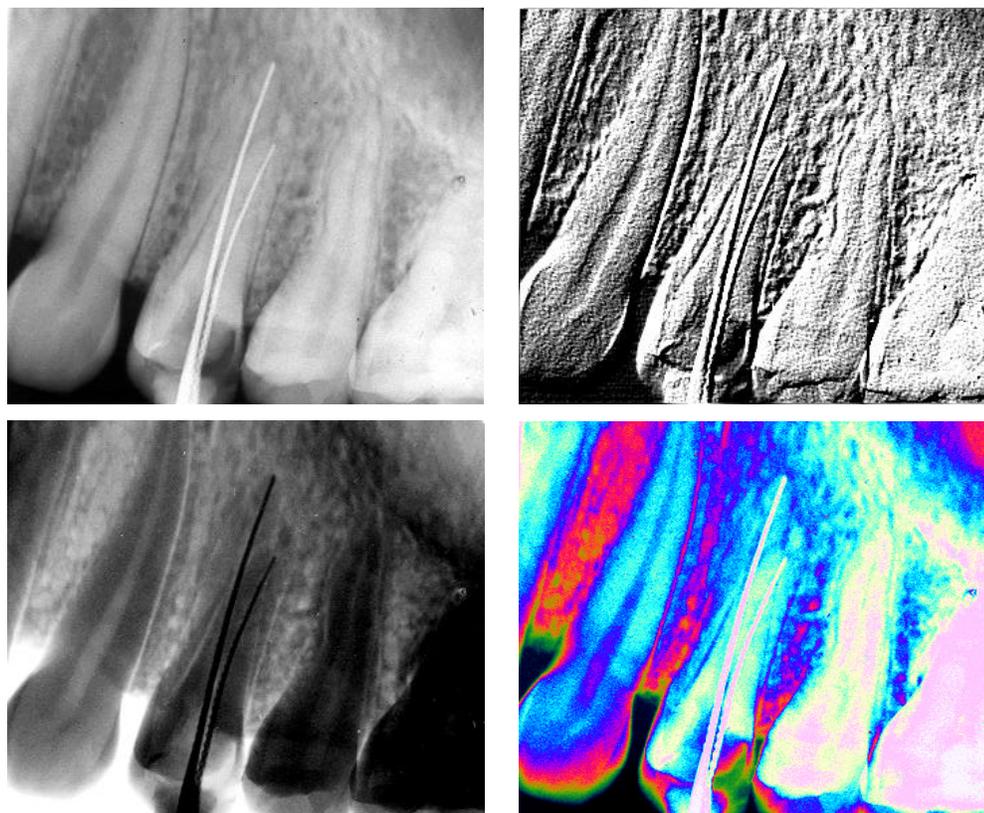


FIGURA 5. Tela do programa PowerPoint®, onde são apresentadas as quatro imagens de cada caso.

RESULTADOS

RESULTADOS

As medidas obtidas sobre as imagens e os escores atribuídos pelos examinadores constam dos anexos III e IV, respectivamente. Para fins de análise, cada ápice foi considerado como uma unidade da amostra (n=60).

A tabela 01 e o gráfico 01 mostram os valores médios das três repetições das medidas realizadas. Através dos resultados do teste não-paramétrico de Friedman, verificou-se que os valores para as imagens em pseudocores, negativo e relevo não diferem significativamente entre si e apresentam valores de medida maiores, que diferem significativamente daqueles obtidos sobre a imagem original, onde se observa o maior coeficiente de variação ($p=0,001$).

RESULTADOS

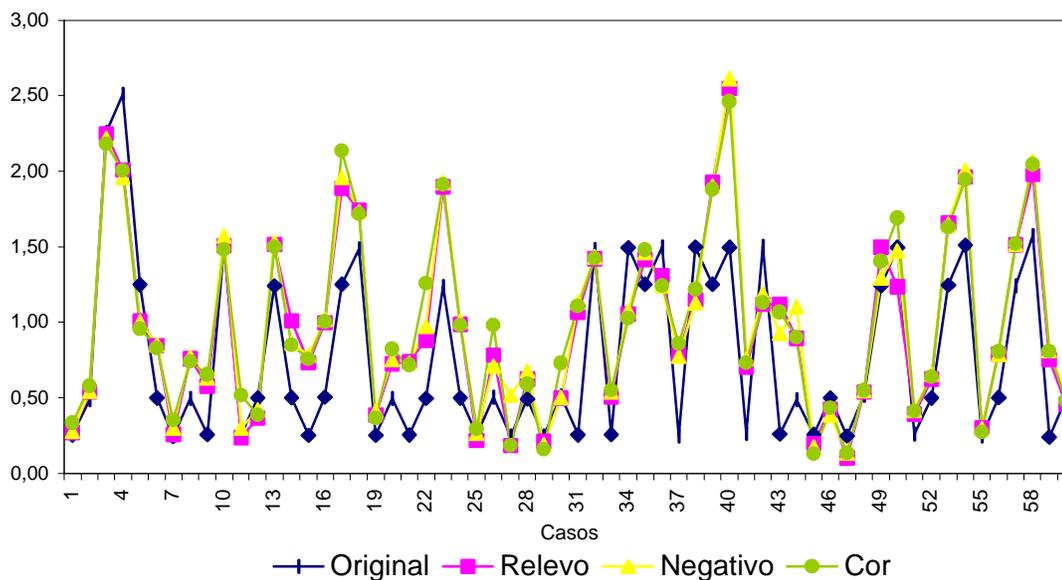
Tabela 1. Resultados das comparações entre as medidas (em cm), Porto Alegre, 2001.

<i>Método</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio-Padrão</i>	<i>Coefficiente de Variação</i> ¹	<i>p</i>
Pseudocor	1,00 ^A	0,59	59%	0,001*
Negativo	0,99 ^A	0,59	60%	
Relevo	0,97 ^A	0,60	62%	
Original	0,78 ^B	0,58	74%	

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si.

¹ O coeficiente de variação representa a porcentagem de variação dos dados em torno da média, sendo o produto da divisão do desvio-padrão pela média multiplicado por 100.

Gráfico 1. Resultados das comparações entre as medidas (em cm), Porto Alegre, 2001.



RESULTADOS

A tabela 02 e o gráfico 02 mostram os valores médios dos escores atribuídos pelos observadores à qualidade das imagens quanto à evidenciação dos ápices radiográficos. O escore 4 significa que a imagem foi considerada como a melhor, e o escore 1 que a mesma foi a pior para a visualização do ápice. Através dos resultados do teste não-paramétrico de Friedman, verificou-se que existem diferenças significativas entre as quatro modalidades de imagem estudadas ($p=0,001$).

A imagem original resultou no mais alto escore médio, seguida pelas sua versão em negativo. Ambas foram classificadas pelos examinadores como as melhores de forma mais consistente, apresentando os menores desvios-padrão e coeficientes de variação. A modalidades pseudocores e relevo receberam os piores escores, porém não de modo consistente, observando-se os maiores desvios-padrão e coeficientes de variação.

A figura 6 mostra as imagens do caso 2, onde, para a raiz 1, observou-se que examinadores manifestaram, de forma consistente, preferir, na seguinte ordem, as imagens no modos original, pseudocores, negativo e relevo. Já quanto à raiz 2, ficou evidente apenas a preferência pela imagem original, visto que as médias dos escores das demais modalidades resultaram em valores bastante próximos (gráfico 2).

Na figura 7, observam-se as imagens do caso 10, onde, para a raiz 1 observou-se que examinadores manifestaram, de forma consistente, preferir, na seguinte ordem, as imagens no modos relevo, original, negativo e pseudocores. Já quanto à raiz 2, as

RESULTADOS

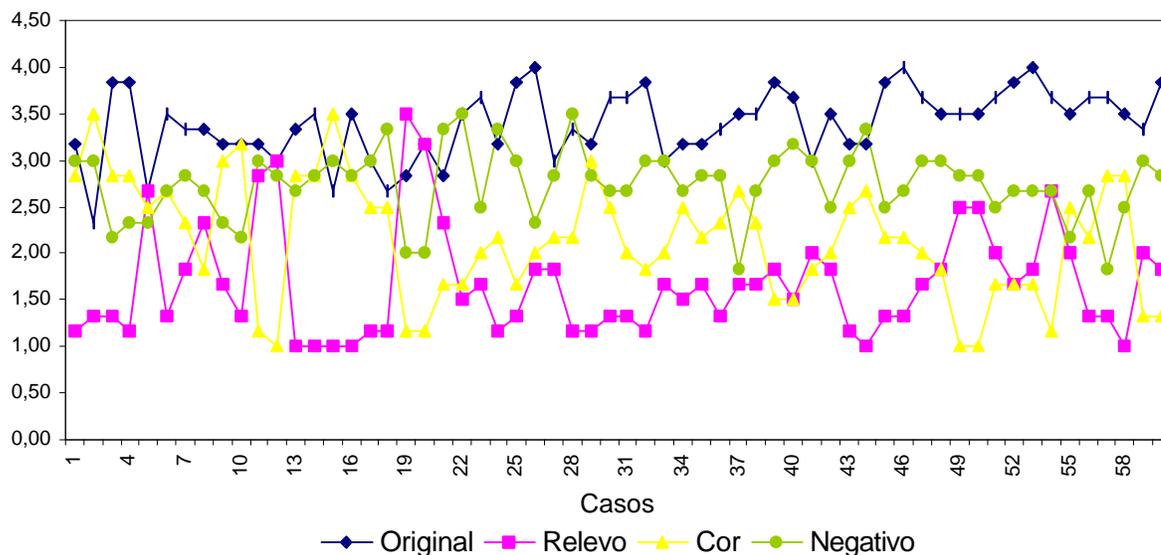
médias dos escores das modalidades original e relevo resultaram em valores bastante próximos. (gráfico 2).

Tabela 2. Resultados da comparação entre os métodos quanto à qualidade da imagem para a visualização do ápice radiográfico, Porto Alegre, 2001.

<i>Método</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio-Padrão</i>	<i>Coefficiente de Variação</i>	<i>p</i>
Original	3,39 ^A	0,37	11%	0,001*
Negativo	2,74 ^B	0,38	14%	
Pseudocores	2,15 ^C	0,63	29%	
Relevo	1,67 ^D	0,58	35%	

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si.

Gráfico 2. Resultados da comparação entre os métodos quanto à qualidade da imagem para a visualização do ápice radiográfico, Porto Alegre, 2001.



RESULTADOS

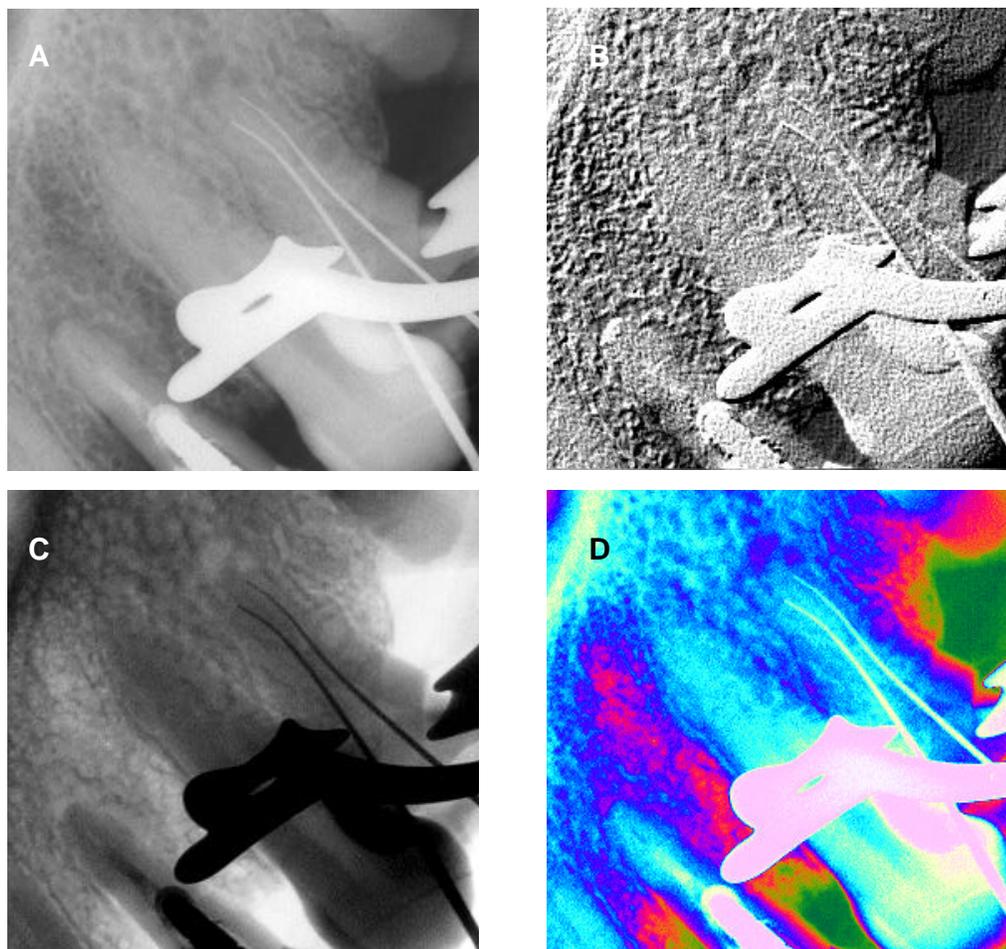


FIGURA 6. Imagens original (a), em relevo (b), negativo (c) e pseudocores (d) do caso 2.

RESULTADOS

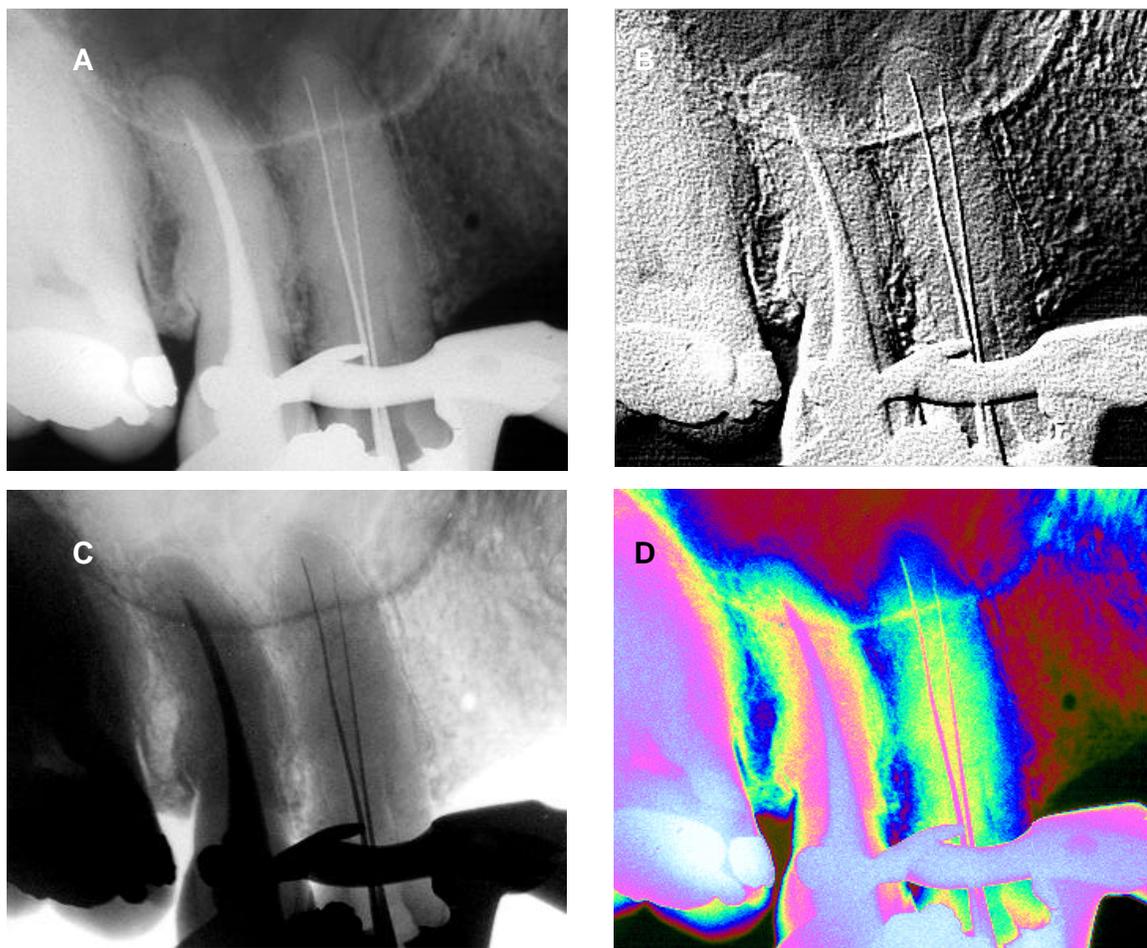


FIGURA 7. Imagens original (a), em relevo (b), negativo (c) e pseudocores (d) do caso 10.

DISCUSSÃO

DISCUSSÃO

No presente estudo, foram escolhidos dentes do grupo dos pré-molares superiores pelo fato de que, conforme WALTON (1973), os mesmos determinam maior dificuldade na visualização radiográfica dos ápices radiculares, devido à sua configuração pontiaguda.

Essa dificuldade de visualização é também influenciada pela variação na angulação horizontal (FAVA e DUMMER, 1997), e foi comprovada por SILVA, SANTOS e FONTANELLA (2001) para tomadas mesiorradiais de primeiros pré-molares superiores, justificando a escolha dessa incidência.

Foram utilizadas radiografias de pacientes e não imagens obtidas experimentalmente de dentes extraídos, pelo fato de que, naquelas, a sobreposição da imagem do trabeculado ósseo e de estruturas anatômicas pode interferir na visibilidade da imagem das raízes, conforme MARTÍNEZ-LOZANO, FORNER-NAVARRO e SÁNCHEZ-CORTÉS (1999).

DISCUSSÃO

Não foi cogitada a utilização do comprimento de trabalho de cada um dos dentes que constituem a presente amostra, anotado nas fichas clínicas, devido ao fato de provavelmente constituir uma variável sobre a qual não se teria controle.

Além disso, a constatação visual da coincidência das imagens radiográficas da ponta da lima e do ápice dentário não implica necessariamente que se esteja utilizando um comprimento de trabalho adequado (PALMER, WEINE e HEALEY, 1971; STEIN e CORCORAN (1992).

No sentido de que se obtivesse uma amostra o mais representativa possível das radiografias utilizadas na prática clínica, onde, segundo LAVELLE e WU (1995), 40% apresentam qualidade inaceitável, não foram excluídas aquelas que apresentavam erros de angulação vertical, posicionamento do filme e/ou processamento.

A digitalização dessas radiografias foi realizada através de *scanner* de mesa, procedimento que resulta em imagens radiográficas digitais de qualidade aceitável e com custo financeiro acessível, conforme pesquisa publicada por DAVIDSON *et al.* (2001).

O modelo de *scanner* utilizado foi o testado por DAVIDSON *et al.* (2001), e o mesmo equipamento teve sua reprodutibilidade previamente aferida através da subtração de imagens por CRESTANI *et al.* (2001), conforme preconizado por WENZEL (1994).

DISCUSSÃO

Uma máscara que cobria toda a superfície da mesa do scanner, exceto uma área central nas mesmas dimensões do filme, foi empregada de acordo com os resultados de ATTAELMANAN, BORG e GRÖNDAHL (2000), nos quais se evidenciou que a luz incidente fora dos limites da radiografia, durante sua digitalização, interfere negativamente na qualidade da imagem obtida.

A combinação dos parâmetros de resolução (300 dpi) e formato de arquivamento (JPEG) da imagem teve por finalidade obter imagens radiográficas digitalizadas que não resultassem em arquivos muito grandes, os quais implicam em maior disponibilidade de memória dos computadores, contudo mantendo qualidade para avaliação no monitor (ATTAELMANAN, BORG e GRÖNDAHL, 2000; VAN DER STELT, 2000).

O programa VixWin foi utilizado por estar disponível e apresentar as três modalidades de manipulação propostas na presente metodologia, as quais apresentam grande apelo visual no meio odontológico e já se mostraram úteis em algumas tarefas de diagnóstico (ELLINGSEN, HARRINGTON e HOLLENDER, 1995; MEIER *et al.*, 1996; SARMENTO e RUBIRA, 1998; VALE *et al.*, 1998a; MATHEUS *et al.*, 2000).

Contudo, a régua eletrônica do programa VixWin não foi utilizada. Para a obtenção de medidas, foi utilizado o programa Photoshop, devido à possibilidade do recurso auxiliar de uma linha horizontal e da ampla escala de magnificação de imagens apresentada. A guia referida pode ser ajustada de maneira a coincidir perfeitamente com a localização visual da porção mais apical da raiz em imagens magnificadas.

DISCUSSÃO

Esse recurso, associado a uma referência fixa (borda superior) para as quatro versões de imagem de cada caso, utilizada na pesquisa de BORG e GRÖNDHAL (1996), permite que se elimine a variabilidade na localização da ponta de um instrumento nos estudos de odontometria. Assim, apenas o grau de dificuldade ou facilidade na visualização do ápice interfere na obtenção de medidas.

Avaliou-se a percepção de endodontistas quanto à qualidade de cada modalidade de imagem proposta, para verificar se uma eventual modalidade preferida teria desempenho equivalente na reprodutibilidade de obtenção de medidas.

A visualização das imagens em monitor foi padronizada, visto que estudos de JENSEN (1980), ANTRIM (1983), MILEMAN *et al.* (1984), VALE *et al.* (1998b), WAKOH, NISHIKAWA e KUROYANAGI (1998) mostram a interferência das condições de visualização na percepção do examinador.

No presente estudo, verificou-se que as imagens originais resultam em diagnóstico de raízes significativamente mais longas e menos reprodutíveis que quando avaliadas em pseudocores, negativo e relevo. Esses resultados não podem ser comparados aos de BORG e GRÖNDHAL (1996), os quais avaliaram comparativamente imagens obtidas com o sistema digital Digora e radiografias convencionais.

Na avaliação subjetiva da qualidade da imagem, em que a preferência dos observadores foi original, negativo, pseudocores e relevo, observou-se que houve

DISCUSSÃO

grande variabilidade inter e intra-observador, o que vem ao encontro do posicionamento de ANALOUI (2001), que afirma ser a estratégia de manipulação digital dependente do conteúdo da imagem e do observador.

CONCLUSÕES

CONCLUSÕES

Os resultados do presente estudo nos permitem concluir que:

a) na determinação quantitativa da localização dos ápices radiográficos, as imagens em pseudocores, negativo e relevo não diferem significativamente entre si e resultam na interpretação de raízes mais curtas, diferindo significativamente ($p=0,001$) da imagem original, na qual as medidas se apresentaram menos reprodutíveis.

b) na determinação qualitativa da nitidez do ápice radiográfico, todas as modalidades de imagem diferiram significativamente entre si ($p=0,001$), a imagem original foi a preferida pelos observadores, seguida pelas suas versões em negativo, pseudocores e relevo. As primeiras foram classificadas como as melhores de forma mais consistente, já as últimas apresentaram maior variabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANALOUÏ, M. Radiographic image enhancement. Part I: spatial domain techniques. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 30, no. 1, p. 1-9, Jan. 2001.

ANTRIM, D.D. Reading the radiograph: a comparison of viewing techniques. **J. Endod.**, Baltimore, v. 9, no. 11, p. 502-505, Nov. 1983.

ATTAELMANAN, A.; BORG, E.; GRÖNDAHL, H.-G. Digitisation and display of intra-oral films. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 29, no. 2, p. 97-102, Mar. 2000.

BEST, E.J. et al. A new method of tooth length determination for endodontic practice. **Dent. Dig.**, Pittsburgh, v. 66, no. 10, p. 450-454, Oct. 1960.

BLAYNEY, J.R. Some factors in root-canal treatment. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 11, no. 9, p. 840-850, Sept. 1924.

BORG, E.; GRÖNDAHL, H.-G. Endodontic measurements in digital radiographs acquired by a photostimulable, storage phosphor system. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v. 12, no. 1, p. 20-24, Feb. 1996.

BRAMANTE, C.M.; BERBERT, A. A clinical evaluation of some methods of determining tooth length. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v. 27, no. 3, p. 463-473, Mar. 1974.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRANDÃO, E.G.; COSTA, N.P.; RAMALHO, L.M.P. Avaliação do comprimento de condutos radiculares utilizando um sistema de radiografia digitalizada. **Rev. Odonto Ciênc.**, Porto Alegre, v. 16, n. 33, p. 111-119, maio/ago. 2001.

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, no. 6, p. 305-306, June 1950.

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.**, St. Louis, v. 24, no. 2, p. 262-268, Aug. 1972.

CAMPOS, P.S.F. et al. Impacto da introdução do computador no diagnóstico por imagens. **RPG Rev. Pós-Grad.**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 126-132, abr./jun. 1998.

CONOVER, G.L.; HILDEBOLT, C.F.; YOKOYAMA-CROTHERS, N. Comparison of linear measurements made from storage phosphor and dental radiographs. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 25, no. 5, p. 268-273, Nov. 1996.

COOLIDGE, E.D. Anatomy of the root apex in relation to treatment problems. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 16, no. 8, p. 1456-1465, Aug. 1929.

CRESTANI, M.B. et al. Avaliação da padronização radiográfica para a subtração digital de imagens. **Rev. Fac. Odontol. Porto Alegre**, Porto Alegre, v. 42, n. 1, jul. 2001.

DAVIDSON, H.C. et al. Comparison of radiographic image quality from four digitization devices as viewed on computer monitors. **J. Digit. Imaging.**, Philadelphia, v. 14, no. 1, p. 24-29, Mar. 2001.

DUNN, S.M.; KANTOR, M.L. Digital radiology: facts and fictions. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 124, no. 12, p. 38-47, Dec. 1993.

ECKERBOM, M.; ANDERSON, J.-E.; MAGNUSSON, T. Interobserver variation in radiographic examination of endodontic variables. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v. 2, no. 6, p. 243-246, Dec. 1986.

EICKHOLZ, P. et al. Digital radiography of interproximal caries: effect of different filters. **Caries Res.**, Basel, v. 33, no. 3, p. 234-241, May/June 1999.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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, no. 6, p. 326-331, June 1995.
- FARMAN, T.T.; FARMAN, A.G. Evaluation of a new F speed dental X-ray film. The effect of processing solutions and a comparison with D and E speed films. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 29, no. 1, p. 41-45, Jan. 2000.
- FARMAN, A.G.; SCARFE, W.C. Pixel perception and voxel vision: constructs for a new paradigm in maxillofacial imaging. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 23, no. 1, p. 5-9, Feb. 1994.
- FAVA, L.R.G.; DUMMER, P.M.H. Periapical radiographic techniques during endodontic diagnosis and treatment. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 30, no. 4, p. 250-261, July 1997.
- FERREIRA, C.M.; FRÖNER, I.C.; BERNARDINELLI, N. Utilização de duas técnicas alternativas para a localização do forame apical em endodontia: avaliação clínica e radiográfica. **Rev. Odontol. Univ. São Paulo**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 241-246, jul./set. 1998.
- FUGE, K.N.; STUCK, A.M.C.; LOVE, R.M. A comparison of digitally scanned radiographs with conventional film for the detection of small endodontic instruments. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 31, no. 2, p. 123-126, Mar. 1998.
- GARCÍA, A.A. et al. Evaluation of a digital radiography to estimate working length. **J. Endod.**, Baltimore, v. 23, no. 6, p. 363-365, June 1997.
- GENDEX user's guide for VixWin. Itália : [s.n.], 2000. 48p.
- GOLDMAN, M.; PEARSON, A.H.; DARZENTA, N. Endodontic success – who's reading the radiograph? **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v. 33, no. 3, p. 432-437, Mar. 1972.
- GOLDMAN, M.; PEARSON, A.H.; DARZENTA, N. Reliability of radiographic interpretations. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v. 38, no. 2, p. 287-293, Aug. 1974.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOODENOUGH, D.J.; ROSSMANN, K.; LUSTED, L.B. Radiographic applications of receiver operating characteristic (ROC) curves. **Radiology**, Illinois, v. 110, no. 1, p. 89-95, Jan. 1974.

GOTFREDSSEN, E.; WENZEL, A.; GRÖNDAHL, H.-G. Observers' use of image enhancement in assessing caries in radiographs taken by four intra-oral digital systems. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 25, no. 1, p. 34-38, Jan. 1996.

HEDRICK, R.T. et al. Radiographic determination of canal length direct digital radiography versus conventional radiography. **Endod.**, Baltimore, v. 20, no. 7, p. 320-326, July 1994

HILDEBOLT, C.F. et al. Quantitative evaluation of digital dental radiograph imaging systems. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v. 70, no. 5, p. 661-668, Nov. 1990.

INGLE, J.I. Endodontic instruments and instrumentation. **Dent. Clin. North Am.**, Philadelphia, p. 805-822, Nov. 1957.

JENSEN, TH. W. Image perception in dental radiography. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 9, no. 1, p. 37-40, 1980.

KHADEMI, J. A. Digital images & sound. **J. Dent. Educ.**, Washington, v. 60, no. 1, p. 41-46, Jan. 1996.

KHEDDACHE, S.; DENBRATT, L.; ANGELHED, J.E. Digital chest radiography: optimizing image processing parameters for the visibility of chest lesions and anatomy. **Eur. J. Radiol.**, Stuttgart, v. 22, no. 3, p. 241-245, June 1996.

KHEDDACHE, S. et al. Effects of optimization and image processing in digital chest radiography: an ROC study with an anthropomorphic phantom. **Eur. J. Radiol.**, Stuttgart, v. 13, no. 2, p. 151-155, Sept./Oct. 1991.

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.**, St. Louis, v. 82, no. 5, p. 585-589, Nov. 1996.

KULLENDORFF, B.; NILSSON, M.; ROHLIN, M. Diagnostic accuracy of direct digital dental radiography for the detection of periapical bone lesions: overall comparison between conventional and direct digital radiography. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v. 82, no. 3, p. 344-350, Sept. 1996.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- KUTTLER, Y. Microscopic investigation of root apexes. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 50, no. 5, p. 544-552, May 1955.
- LARHEIM, T.A.; EGGEN, S. Determination of tooth length with a standardized paralleling technique and calibrated radiographic measuring film. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v. 48, no. 4, p. 374-378, Oct. 1979.
- LAVELLE, C.L.; WU, C.-J. Digital radiographic images will benefit endodontic services. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v. 11, no. 6, p. 253-260, Dec. 1995.
- LIM, K.C.; TEO, C.S. Some problems encountered in endodontic radiography. **Ann. Acad. Med. Singapore**, Singapore, v. 15, no. 3, p. 320-325, July 1986.
- McDONALD, N.J. The electronic determination of working length. **Dent. Clin. North Am.**, Philadelphia, v. 36, no. 2, p. 293-307, Apr. 1992.
- MARTÍNEZ-LOZANO, M.A.; FORNER-NAVARRO, L.; SÁNCHEZ-CORTÉS, J.L. Analysis of radiologic factors in determining premolar root canal systems. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v. 88, no. 6, p. 719-722, Dec. 1999.
- MARTÍNEZ-LOZANO, M.A. et al. Methodological considerations in the determination of working length. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 34, no. 5, p. 371-376, July 2001.
- MATHEUS, R.A. et al. Estudo comparativo de diferentes sistemas e recursos radiográficos digitais em mensurações endodônticas. **Rev. Paul. Odontol.**, São Paulo, v. 22, n. 6, p. 34-37, nov./dez. 2000.
- MEIER, A.W. et al. Interpretation of chemically created periapical lesions using direct digital imaging. **J. Endod.**, Baltimore, v. 22, no. 10, p. 516-520, Oct. 1996.
- MILEMAN, P.A. et al. Diagnostic variation caused by differences in viewbox illumination and visual ability. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 13, no. 1, p. 51-58, 1984.
- MILES, D.A.; RAZZANO, M.R. The future of digital imaging in dentistry. **Dent. Clin. North Am.**, Philadelphia, v. 44, no. 2, p. 427-438, Apr. 2000.
- MOL, A. Digital quantitative radiography: tools and toys. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 28, no. 6, p. 328-329, Nov. 1999.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

_____. Image processing tools for dental applications. **Dent. Clin. North Am.**, Philadelphia, v. 44, no. 2, p. 299- 318, Apr. 2000.

MOL, A.; VAN DER STELT, P.F. Application of computer-aided image interpretation to the diagnosis of periapical bone lesions. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 21, no. 4, p. 190-194, Nov. 1992.

_____. Locating the periapical region in dental radiographs using digital image analysis. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v. 75, no. 3, p. 373-382, Mar. 1993.

MØYSTAD, A. et al. Effect of image magnification of digitized bitewing radiographs on approximal caries detection: an in vitro study. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 24, no. 4, p. 255-259, Nov. 1995.

NELVIG, P.; WING, K.; WELANDER, U. Sens-A-Ray. A new system for direct digital intraoral radiography. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v. 74, no. 6, p. 818-823, Dec. 1992.

OHKI, M.; OKANO, T.; NAKAMURA, T. Factors determining the diagnostic accuracy of digitized conventional intraoral radiographs. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 23, no. 2, p. 77-82, May 1994.

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, no. 8, p. 305-308, Aug. 1971.

PIEPENBRING, M.E. et al. Measurement of endodontic file lengths: a density profile plot analysis. **J. Endod.**, Baltimore, v. 26, no. 10, p. 615-618, Oct. 2000.

REIT, C.; HOLLENDER, L. Radiographic evaluation of endodontic therapy and the influence of observer variation. **Scand. J. Dent. Res.**, Copenhagen, v. 91, no. 3, p. 205-212, June 1983.

SANDERINK, G.C. 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 Ektaspeed films. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v. 78, no. 1, p. 125-132, July 1994.

SARMENTO, V.A.; RUBIRA, I.R.F. Contribuição da imagem digitalizada para o diagnóstico de cáries proximais. **Rev. Fac. Odontol. UFBA**, Salvador, v. 20, p. 43-45, jan./jun. 2000.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

_____. Estudo de alterações estruturais na região periapical de incisivos com patologia pulpar, através da digitalização de radiografias periapicais. **Rev. Fac. Odontol. UFBA**, Salvador, v. 17, p. 52-59, jan./dez. 1998.

SARMENTO, V.A. et al. Avaliação da qualidade de obturação endoôntica através da digitalização direta de imagens. **Rev. Odonto Ciênc.**, Porto Alegre, v. 13, n. 26, p. 139-155, dez. 1998.

_____. Imagem digitalizada em odontologia: evolução até os dias atuais. **Rev. Fac. Odontol. UFBA**, Salvador, v. 20, p. 38-42, jan./jun. 2000a.

_____. Sistemas digitais de imagens odontológicas: fatores eletrônicos. **Rev. Fac. Odontol. UFBA**, Salvador, v. 20, p. 46-49, jan./jun. 2000b.

SHEARER, A.C.; HORNER, K.; WILSON, N.H.F. Radiovisiography for imaging root canals: an in vitro comparison with conventional radiography. **Quintessence Int.**, New Malden, v. 21, no. 10, p. 789-794, Oct. 1990.

SHEARER, A.C. et al. Three phosphor plate systems and film compared for imaging root canals. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 34, no. 4, p. 275-279, June 2001.

SHROUT, M.K. et al. 35-mm film scanner as an intraoral dental radiograph digitizer. I: a quantitative evaluation. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v. 76, no. 4, p. 502-509, Oct. 1993.

SILVA, A. E.; SANTOS, A. F.; FONTANELLA, V. R. C. Avaliação da nitidez da imagem de ápices dentários em radiografias dissociadas. In: JORNADA ODONTOLÓGICA SUL-RIOGRANDENSE, 8., 2001, Porto Alegre. **Anais ...** Porto Alegre: ABO-RS, 2001. p. 65

STEIN, T.J.; CORCORAN, J.F. Radiographic "working length" revisited. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v. 74, no. 6, p. 796-800, Dec. 1992.

VALE, I.S. do et al. Determinação do comprimento de dentes em função da posição da placa óptica do sistema de imagem digital *Digora* em relação ao eixo dentário. **Rev. Odontol. Univ. São Paulo**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 167-171, abr./jun. 1998a.

_____. Determinação da curvatura radicular: estudo comparativo entre o método de Schneider e *Digora* (radiovisiografia). **RGO**, Porto Alegre, v. 46, no. 4, p. 187-190, out./dez. 1998b.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

VAN DER STELT, P.F. Principles of digital imaging. **Dent. Clin. North Am.**, Philadelphia, v. 44, no. 2, p. 237-248, Apr. 2000.

VANDRE, R.H.; WEBBER, R.L. Future trends in dental radiology. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v. 80, no. 4, p. 471-478, Oct. 1995.

VANDRE, R.H. et al. Comparison of observer performance in determining the position on endodontic files with physical measures in the evaluation of dental X-ray imaging systems. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 29, no. 4, p. 216-222, July 2000.

VELDERS, X.L.; SANDERINK, G.C.H.; VAN DER STELT, P.F. Dose reduction of two digital sensor systems measuring file lengths. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v. 81, no. 5, p. 607-612, May 1996.

VERSTEEG, C.H.; SANDERINK, G.C.H.; VAN DER STELT, P.F. Efficacy of digital intraoral radiography in clinical dentistry. **J. Dent.**, Kindlington, v. 25, no. 3-4, p. 215-224, May/July 1997.

VERSTEEG, C.H. et al. Impact of scale standardization on images of digital radiography systems. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 26, no. 6, p. 337-343, Nov. 1997a.

VERSTEEG, K.H. et al. Estimating distances on direct digital images and conventional radiographs. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 128, no. 4, p. 439-443, Apr. 1997b.

WAKOH, M.; NISHIKAWA, K.; KUROYANAGI. Observer performance on CRT displays with adjustable parameters. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 27, no. 2, p. 128, Mar. 1998.

WALTON, R.E. Endodontic radiographic technics. **Dent. Radiogr. Photogr.**, Rochester, v. 46, no. 3, p. 51-59, 1973.

WEINE, F.S. Cálculo do comprimento de trabalho. In: _____. **Tratamento endodôntico**. São Paulo: Liv. Santos, 1998. cap. 8, p. 395-422.

WENZEL, A. Computer-aided image manipulation on intraoral radiographs to enhance diagnosis in dental practice: a review. **Int. Dent. J.**, London, v. 43, no. 2, p. 99-108, Apr. 1993.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

_____. Sensor noise in direct digital imaging (the RadioVisioGraphy, Sens-A-Ray, and Visualix/Vixa systems) evaluated by subtraction radiography. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v. 77, no. 1, p. 70-74, Jan. 1994.

WENZEL, A.; GRÖNDAHL, H.-G. Direct digital radiography in the dental office. **Int. Dent. J.**, London, v. 45, no. 1, p. 27-34, Feb. 1995.

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.**, Houndsmills, v. 22, no. 3, p. 131-134, Aug. 1993.

WENZEL, A. et al. Depth of occlusal caries assessed clinically, by conventional film radiographs, and by digitized, processed radiographs. **Caries Res.**, Basel, v. 24, no. 5, p. 327-333, Sept./Oct. 1990.

ANEXO I – TERMO DE APROVAÇÃO DO PROJETO

ANEXO II – INSTRUÇÕES AOS OBSERVADORES

INSTRUÇÕES AOS OBSERVADORES:

Trinta radiografias odontométricas mesiorradiais de primeiros pré-molares superiores foram digitalizadas e suas versões manipuladas para inversão dos tons de cinza, pseudocores e relevo.

As quatro imagens de cada caso foram montadas em uma apresentação do programa PowerPoint.

Solicita-se que as mesmas sejam avaliadas comparativamente, e que a cada versão seja atribuído um escore, de acordo com a sua percepção da qualidade da imagem para a visualização do ápice de cada raiz.

O escore 4 representa a maior nitidez da imagem do ápice, o 1 a pior.

A raiz denominada como 1 é a que aparece à sua esquerda na imagem, a número 2 a da direita.