

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
NÍVEL: MESTRADO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: CLÍNICAS ODONTOLÓGICAS
ÊNFASE EM RADIOLOGIA

**DETECÇÃO RADIOGRÁFICA DE DEFEITOS ÓSSEOS
INCIPIENTES NO PERIÁPICE**

Fernanda Silveira da Cunha

Orientadora: Prof. Dra. Vania Regina Camargo Fontanella

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Odontologia, nível Mestrado, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como pré-requisito final para a obtenção do título de mestre em Clínicas Odontológicas, ênfase em Radiologia.

Porto Alegre, RS
Novembro de 2005

AGRADECIMENTOS



AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os que de alguma forma contribuíram na realização deste trabalho, especialmente:

Aos meus pais, Silvia e Luiz Fernando, e ao meu irmão, Marcos, por todo amor, apoio, paciência, carinho e incentivo. Amo vocês!

À Elza Leda Krieger pelo amparo recebido durante toda minha trajetória.

À Laura Baldauf Bellato pela amizade, carinho e conselhos. Valeu, amiga!

À Regina e Toni pela força e amizade.

Aos amigos da SBEBM, muito obrigado!

A minha orientadora, Profa. Dra. Vania Regina Camargo Fontanella, pela chance, amizade e confiança.

Às professoras Jussara Mallmann, Lilian Rosane Neuvald e Anelise Ligocki pelo incentivo à pesquisa.

À Disciplina de Radiologia da FO-PUCRS pela formação recebida.

À Disciplina de Endodontia I da FO-UFRGS pela oportunidade de realizar o estágio de docência.

Aos Funcionários do Serviço de Radiologia da FO-UFRGS: João, Marli, Lovane, Ábeas e Lúcia, pela receptividade e auxílio.

Às colegas, Naiara Leites Larentis e Ana Elisa da Silva, pelo auxílio e amizade.

Aos amigos da periodontia: Elcia, Ezymar, Tatiana e Flávia.

Ao Cristiano Pacheco por toda força, paciência e amparo recebido.

As funcionárias e amigas da biblioteca pelo grande auxílio prestado.

Ao Serviço de Investigação Diagnóstica – SIDI – em especial ao Dr. Wilson pelo auxílio na realização deste trabalho.

Aos alunos e professores da especialização em Radiologia Odontológica e Imaginologia e em Endodontia da SOBRACURSOS.

RESUMO



RESUMO

Esta dissertação é apresentada sob a forma de quatro artigos. O artigo I avaliou a concordância e a acurácia no diagnóstico da situação do periápice de molares e pré-molares inferiores portadores ou não de patologia periapical. Quarenta radiografias periapicais foram selecionadas, vinte de dentes com vitalidade pulpar e sem radiolucências periapicais e vinte de dentes com necrose pulpar. As radiografias foram digitalizadas em *scanner* no modo 8 bits, 300 dpi e armazenadas no formato JPEG 12. As imagens digitalizadas foram apresentadas no formato de *slides* com fundo preto no programa PowerPoint, sendo projetadas em equipamento multimídia para dois grupos de dez observadores, estudantes de pós-graduação de uma mesma instituição de ensino, simultaneamente, com repetição de 20% dos casos. Os observadores apresentaram ampla variação do percentual de concordância entre diagnósticos repetidos, contudo, quando agrupados por especialidade, endodontistas e radiologistas apresentaram percentuais de concordância de 62,50 e 66,25%, respectivamente. Na análise da concordância interobservadores, ambos os grupos apresentaram desempenho semelhante, sendo este superior entre os alunos de radiologia (Kendall's $W = 0,816$ e $0,662$ respectivamente). Em relação à especificidade, observou-se desempenho idêntico para os dois grupos (70 a 95%), contudo os alunos de radiologia apresentaram sensibilidade ligeiramente superior (70 a 95%). O artigo II verificou, *in vitro*, se é possível medir com confiabilidade, utilizando a tomografia computadorizada, a distância entre as corticais ósseas e os ápices dentários de molares e pré-molares em mandíbulas humanas secas, além de determinar a relação de proximidade, dos dois grupos, com as corticais. As imagens das peças ósseas foram obtidas por tomografia computadorizada. A partir delas mensurações foram realizadas, por quatro observadores, três não calibrados (A, B e C) e um calibrado (D). A concordância interexaminador, para os observadores A, B e C, assim como a intra para o observador D foram calculadas por meio do Teste de Concordância de Kendall. A partir das médias geradas (observador D) foi calculada a comparação entre os grupos de ápices e as medidas, utilizando os Testes Não-Paramétricos de Kruskal Wallis e Wilcoxon, ambos com $\alpha = 5\%$. Uma boa concordância tanto inter quanto intra-examinador foi observada. A tomografia computadorizada mostrou-se reprodutível para a obtenção da distância entre os ápices dentários e as corticais ósseas, tanto na avaliação inter quanto intra-observador. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas quanto à posição dos ápices de raízes de pré-molares e de molares, contudo os pré-molares apresentaram seus ápices significativamente mais próximos da cortical vestibular do que da lingual. O artigo III avaliou o desempenho diagnóstico de radiografias periapicais em diferentes estágios de perda óssea (leve, moderada e severa), digitalmente simulada na região apical. A partir de radiografias trinta ápices dentários de pré-molares e molares inferiores sem radiolucências foram selecionados. As radiografias foram digitalizadas em *scanner* no modo 8 bits, 300 dpi e armazenadas no formato JPEG 12. Na imagem inicial (original) os sítios apicais selecionados foram demarcados por um quadrado, as mesmas foram digitalmente reproduzidas seis vezes e numeradas em ordem crescente, formando sete conjuntos. A perda óssea foi digitalmente simulada com as ferramentas lápis (modelo mecânico) e *spray* (modelo químico), com tinta preta, em intensidade de 3%, 5% e 8%. Os pares de imagens (inicial e experimental) e subtrações foram avaliados por três observadores, com repetição de 20% dos casos. O Coeficiente de Correlação de Spearman e o Teste Não Paramétrico de Wilcoxon mostraram uma boa concordância entre a primeira e a segunda medida para os dois modelos, com exceção de um observador. Através da análise das curvas ROC ($p > 0,05$) observou-se diferença

significativa entre os métodos para ambos os modelos nas intensidades de 3% e 5%. Não houve diferença significativa para a intensidade de 8%. A subtração digital qualitativa mostrou desempenho significativamente melhor do que a avaliação de pares de radiografias para ambos os modelos de reabsorção simulada nas intensidades leve e moderada. O artigo IV avaliou, *in vitro*, os diagnósticos obtidos de pares de radiografias, subtração radiográfica de imagens digitais diretas e digitalizadas em defeitos ósseos periapicais incipientes criados por aplicação de solução ácida. Em quarenta sítios apicais de mandíbulas humanas secas foram criados defeitos ósseos, por meio da aplicação de ácido perclórico 70%, nos tempos 6, 10, 24, 48 e 54 horas. As radiografias convencionais e as imagens digitais diretas foram obtidas duas vezes no tempo zero e, seqüencialmente, antes de cada nova aplicação de ácido. As incidências foram padronizadas fixando os elementos geométricos. As radiografias foram digitalizadas em *scanner* no modo 8 bits, 300 dpi e armazenadas, assim como as digitais diretas, no formato TIFF. O programa Imagelab foi utilizado para a subtração das imagens digitais indiretas e diretas. A subtração radiográfica das imagens digitalizadas e os pares de imagem digital foram avaliados por um observador experiente, sendo 20% repetidas durante o exame. A análise quantitativa da subtração radiográfica de imagens diretas foi realizada no programa ImageTool. Os resultados das análises qualitativa e quantitativa foram avaliados por meio da ANOVA, sendo a primeira complementada pelo Teste de Comparações Múltiplas Dunnett T3 e a segunda pelo Teste de Tukey, ambos com $\alpha=5\%$. O observador apresentou coeficiente de Kappa = 0,739 para subtração e 0,788 para os pares de imagem. No tempo 0 houve acerto de diagnóstico em 100 e 90% dos casos para subtração e pares de imagem, respectivamente. Nos tempos 6 e 10/24 foram identificadas, para subtração, alterações em 20 e 25% dos casos e para os pares de imagem em 2,5 e 10% dos casos. A proporção de acertos aumentou significativamente nos tempos 48 e 54 horas, tanto para subtração – 80 e 82,5% – quanto para os pares de imagem – 47,5 e 52,5%. A ANOVA evidenciou diferenças estatisticamente significativas entre as áreas controle nos tempos 0/6 e 48/54. Comparando áreas teste e controle, observou-se que aquela apresentou valores médios de densidade óptica significativamente menores nos tempos 24, 48 e 54. Conclui-se que tanto a avaliação qualitativa como a quantitativa de imagens de subtração apresentaram melhor desempenho que a avaliação dos pares de imagem na detecção de defeitos incipientes no periápice.

PALAVRAS-CHAVE: Tecido periapical; diagnóstico; variações dependentes do observador; tomografia; medidas; radiografia digital; técnica de subtração; diagnóstico por imagem.

ABSTRACT



ABSTRACT

This study is presented under the form of four papers. The paper I assessed agreement and diagnostic accuracy in lower molars and premolars periapical radiographs, with or without apical radiolucences in the periapical region. Forty periapical radiographs were selected, twenty of teeth with pulp vitality and without periapical radiolucences and twenty of teeth with nonvital pulp. The radiographs were digitized in a scanner at 8 bits, 300 dpi and saved in JPEG 12 format. The images were presented simultaneously to two groups of ten observers, which were post-graduation students at the same institution, utilizing multimedia equipment and a PowerPoint program to project the black background slides. Twenty percent of the images were reanalyzed. The observers presented a significant agreement variation in the reanalysis; however, when grouped by field of expertise, endodontists and radiologists agreed in their diagnosis in 62.50% and 66.25%, respectively. In the interobserver agreement, both showed similar performance, but these were higher in radiology students (Kendall's $W = 0.816$ e 0.662 , respectively). In reference to specificity, both demonstrated equal performance (70 to 95%), nonetheless the radiology students demonstrated slightly higher sensibility (70 to 95%). The paper II verified, *in vitro*, the possibility to reliably measure, through the use of computed tomography, the distance between bone corticals and apexes of molars and premolars in dry human mandibles, and determined the proximity relation of the two groups with the corticals. Bone images were gathered by computed tomography. Four observers took measurements, in which three were not calibrated (A, B and C) and one was calibrated (D), from the selected apexes to the bone corticals. Interobserver agreement of observers A, B and C, as well as, intraobserver agreement of observer D, were calculated through, Kendall's Test. Through observer D averages, the comparison between the apexes group and the measures were calculated by Kruskal Wallis and Wilcoxon Non-Parametric Tests, both at $\alpha = 5\%$. Good inter and intraobserver agreement was verified. Computed tomography is a reproductive method to obtain the distance between teeth apexes and bone corticals in interobserver and intraobserver agreement assessments. Significant statistical differences between molars and premolars roots apexes positions were not verified, but the premolars showed their apexes considerably closer to the buccal cortical than to the lingual. The paper III evaluated the performance of periapical radiographs in the diagnosis of digitally simulated bone loss. Thirty premolar and molar mandibular teeth apexes, without radiolucences, were selected from files. The radiographs were digitized at 8 bits, 300 dpi and saved in JPEG 12 format. In the original image the selected apical areas were marked out with a square, the images were reproduced seven times and numbered sequentially, forming eight groups. The bone loss was digitally simulated with pencil tool (mechanic model) and spray tool (chemical model), with black ink, 3%, 5% and 8% intensities. Three observers evaluated at different moments the image pairs (initial and experimental) and the subtracted images. Twenty percent of the images were reanalyzed. The Spearman's Correlation Coefficient Test and Wilcoxon's Test demonstrated, for the two models, a good intra and inter-observer reproducibility, with exception to one observer. The ROC's curves ($p > 0.05$) analyses showed a significant difference between the two models for 3% and 5% intensities. There was not significant difference for 8% intensity. The qualitative digital subtraction showed better performance than radiographs image pair's analysis in the two models of simulated light and moderate resorption. The paper IV evaluated, *in vitro*, the diagnosis gathered through radiographic pairs, direct and digitized digital subtraction images in incipient periapical bone defects created by acid solution

application. In forty apical sites of human dry mandibles bone defects were created by perchloric acid application at 6, 10, 24, 48 and 54 hours. Conventional radiographs and direct digital images were taken, two in time zero, and, successively, before each new acid application. All the incidences were standardized through the geometric elements fixation. The radiographs were digitized in scanner at 8 bits, 300 dpi and saved, as the direct digital images, in TIFF file format. The Imagelab software was used to subtract images. The digitized subtracted images and digital images pairs were evaluated by an experienced observer. Twenty per cent of the images were reanalyzed during the exam. The quantitative analyze to subtraction direct images were performed by ImageTool program. The results of quantitative and qualitative analyses were evaluated through ANOVA, the first was complemented by Dunnett Multiple Comparison Test and second was complemented by Tukey Test, both at $\alpha=5\%$. The observer presented Kappa coefficient = 0.739 for subtraction and 0.788 for image pairs. In moment zero, a correct diagnosis occurred in 100 and 90% of cases, for subtraction and image pairs, respectively. In moment 6 and 10/24, alterations were identified for subtraction in 20 and 25% and for image pairs in 2.5 and 10% of the cases. The proportion of correct diagnoses increased significantly in 48 and 54 hours for subtraction – 80 and 82.5% – as far as image pairs – 47.5 and 52.5%. ANOVA evidenced significative differences in controls areas in 0/6 and 48/54 hours. The comparison between test and control areas demonstrated optic density mean values significantly lower to 24, 48 and 54 hours. In conclusion, qualitative and quantitative, subtraction images evaluation had better performance than image pairs in periapical bone defects detection.

KEYWORDS: Periapical tissues; diagnosis; observer variation; tomography; measures; digital radiography, subtraction technique; diagnostic imaging.

SUMÁRIO



SUMÁRIO

RESUMO.....	V
ABSTRACT.....	VIII
SUMÁRIO.....	XI
APRESENTAÇÃO.....	13
ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVA.....	15
REFERÊNCIAS.....	39
PROPOSIÇÃO.....	47
ARTIGO I.....	49
ARTIGO II.....	67
ARTIGO III.....	82
ARTIGO IV.....	103
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	122

APRESENTAÇÃO



APRESENTAÇÃO

No decorrer da elaboração do projeto deste estudo alguns questionamentos foram elencados, os quais necessitavam de respostas imediatas para que os dados gerados fossem analisados de maneira criteriosa. Assim, esta dissertação é estruturada na forma de quatro artigos, os quais apresentam um eixo norteador central permeado por eixos acessórios complementares, sendo que o primeiro representa o objetivo motivador que busca comparar, *in vitro*, os diagnósticos obtidos de pares de radiografias, subtração radiográfica de imagens digitais diretas e digitalizadas em defeitos ósseos periapicais incipientes criados por aplicação de solução ácida.

Inicialmente, a partir da necessidade de definir se vários observadores ou apenas um, bem como as especialidades destes, analisariam as imagens obtidas e tendo em vista variabilidade tanto intra quanto interexaminadores na identificação de lesões periapicais, foi desenvolvido o primeiro artigo. Seqüencialmente, sabendo que a relação dos ápices dentários com as corticais ósseas constitui um dos parâmetros determinantes da progressão das lesões apicais, tornou-se necessário, para a presente amostra, verificar a distância entre as corticais ósseas (vestibular e lingual) e os ápices dentários, sendo esta necessidade a justificativa para a elaboração do segundo artigo. O desenvolvimento de um terceiro estudo tornou-se imprescindível para o estabelecimento da metodologia de criação dos defeitos ósseos, pois é fato que a maior parte dos trabalhos que simula alterações as faz com brocas esféricas, sendo pouco usual o emprego de soluções ácidas. Outrossim, elucidados os questionamentos anteriores e de posse das informações necessárias, o quarto artigo foi desenvolvido tendo como finalidade o objetivo principal deste estudo.

ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVA

ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVA

A causa mais comum das alterações patológicas apicais é, indiscutivelmente, a inflamação da polpa dental, como seqüela de cárie. Estímulos nocivos sediados na cavidade pulpar e no canal radicular, os quais através do forame apical atingem a região periapical, podem ocasionar várias reações e conseqüentes alterações. Estas diferem conforme a natureza, qualidade, quantidade e tempo de ação dos agentes nocivos, bem como com a defesa imposta pelos tecidos periapicais (SCHEIDT, 1998), podendo resultar em dois tipos de inflamação: aguda ou crônica.

Kullendorff *et al.* (1992) enfatizam que a estrutura do tecido ósseo perirradicular é única devido à presença da lâmina dura. Ela e o ligamento periodontal são, nas alterações pulpares, as primeiras estruturas anatômicas influenciadas pelo exsudato e pelos irritantes provenientes do sistema de canais radiculares, sendo a continuidade da primeira e a espessura do segundo os sinais radiográficos mais avaliados no diagnóstico da condição periapical (KAFFE; GRATT, 1988). Todavia, estas variações podem ser também decorrentes de fatores anatômicos, físicos e funcionais (HALSE; MOLVEN, 1986).

Whitson (2001) afirma que o tecido ósseo é um tecido conjuntivo mineralizado constituído por 33% de matriz orgânica e 67% de cristais de hidroxiapatita que permeiam a matriz. Caracteristicamente, todos os ossos apresentam uma densa camada externa de osso compacto e uma camada medular central, que é interrompida em sua extensão por uma malha trabecular óssea, o osso esponjoso. Damante *et al.* (2000) observam que na mandíbula essas trabéculas têm uma disposição horizontal, com espaços medulares mais amplos, enquanto na maxila as trabéculas são dispostas irregularmente e os espaços medulares são menores.

De acordo com Cavalcanti *et al.* (1999), o padrão estriado observado radiograficamente não representa o tecido ósseo medular, mas sim a superfície interna da cortical alveolar. Todavia, em oposição, Colosi *et al.* (2003) afirmam que o osso medular é o responsável pelo padrão trabecular observado nas radiografias periapicais de mandíbulas secas. Já, conforme Jett *et al.* (2004), o trabeculado interno, juncional e a cortical óssea contribuem para a imagem radiográfica.

O diagnóstico é essencial para a estruturação do plano de tratamento endodôntico. Seu processo de obtenção engloba a identificação e a interpretação de sinais e sintomas característicos de uma alteração tecidual (FIGUEREDO; ESTRELA; FIGUEREDO, 2000), sendo um processo gerado pelo somatório das informações obtidas por meio da anamnese, do exame físico e de exames complementares como o radiográfico, fundamental em todas as etapas da endodontia: do diagnóstico à preservação de casos (GOLDMAN *et al.*, 1972; GOLDMAN *et al.*, 1974; DUINKERKE *et al.*, 1975; REIT; HOLLENDER, 1983; GELFAND *et al.*, 1983; ZAKARIASEN *et al.*, 1984; HALSE; MOLVEN, 1986; REIT, 1987; KAFFE; GRATT, 1988; BOHAY, 2000; NICOPOULOU-KARAYIANNI *et al.*, 2002).

Walton (1995) enfatiza que poucas especialidades na odontologia dependem tanto das radiografias quanto a endodontia, pois conforme Farman *et al.* (1998) o campo de trabalho do endodontista não é visível a olho nu e radiografias de boa qualidade são necessárias para a realização do tratamento.

A literatura é vasta no que concerne às dificuldades na interpretação radiográfica das lesões periapicais (DAMANTE *et al.*, 2000). Yokota *et al.* (1994) colocam que as radiografias constituem o complemento mais preciso disponível para o endodontista e são essenciais para a detecção de anormalidades ósseas, pois mudanças na arquitetura do tecido e na progressão da doença podem ser acompanhadas por elas. Entretanto, é

consenso na odontologia que as radiografias convencionais não oferecem a precisão e objetividade que os profissionais desejam, pois as informações fornecidas por elas são subjetivas (GOLDMAN *et al.*, 1972; GOLDMAN *et al.*, 1974; DUINKERKE *et al.*, 1975; REIT; HOLLENDER, 1983; GELFAND *et al.*, 1983; ZAKARIASEN *et al.*, 1984; REIT, 1987; KAFFE; GRATT, 1988; BOHAY, 2000; NICOPOULOU-KARAYIANNI *et al.*, 2002). A manifestação radiográfica da alteração irá depender da atividade da doença, da localização da lesão e da técnica radiográfica empregada, sendo que, por um período de tempo, o exame radiográfico fornecerá um resultado falso negativo (KULLENDORFF *et al.*, 1992).

Inúmeros foram os estudos realizados, com diferentes metodologias, no intuito de surpreender radiograficamente os estágios iniciais das alterações periapicais (BENDER; SELTZER, 1961a; BENDER; SELTZER, 1961b; SHOHA; DOWSON; RICHARDS, 1974; LEQUIRE; CUNNINGHAM; PELLEU, 1977; BENDER, 1982; LEE; MESSER, 1986; DAMANTE; CARVALHO, 1988; DAMANTE; CARVALHO, 1989; ROCHA; BRÜCKER, 2000; MELO; ZACHARIAS; GONÇALVES, 2000). Alguns acreditam que para que defeitos ósseos periapicais estejam visíveis na radiografia convencional é necessário o envolvimento da cortical ou, no mínimo, da área juncional (BENDER; SELTZER, 1961a; BENDER; SELTZER, 1961b; BENDER, 1982; DAMANTE; CARVALHO, 1988; DAMANTE; CARVALHO, 1989; MELO; ZACHARIAS; GONÇALVES, 2000). Outros postulam que defeitos confinados no tecido ósseo medular são visíveis radiograficamente (SHOHA; DOWSON; RICHARDS, 1974; LEQUIRE; CUNNINGHAM; PELLEU, 1977; LEE; MESSER, 1986).

Bender e Seltzer (1961a e 1961b), em dois estudos clássicos da literatura, compararam as radiografias convencionais e a observação visual de lesões ósseas periapicais e periodontais, criadas artificialmente na mandíbula e na maxila de cadáver

humano. Lesões na cortical óssea só foram verificadas radiograficamente quando houve perfuração e/ou extensiva destruição da porção externa ou erosão da porção interna. Todavia, lesões no tecido ósseo medular não foram detectadas radiograficamente. Os autores ressaltaram também a importância da localização dos ápices radiculares, pois dependendo de sua posição, confinados no osso medular ou próximo das corticais, definem a progressão da lesão e, conseqüentemente, sua visualização radiográfica.

Shoha, Dowson e Richards (1974) compararam radiografias de lesões ósseas, criadas artificialmente em ápices de molares e pré-molares inferiores, com o tamanho e a aparência real destas lesões e observaram que as imagens radiográficas subestimaram o tamanho das lesões, especialmente na região de molares. Já na região de pré-molares as lesões eram apenas ligeiramente maiores do que as imagens radiográficas e foram evidenciadas na radiografia antes que a porção juncional ou a cortical óssea estivessem envolvidas. As corticais, nesta região, se apresentavam mais finas do que na região de molares e este fato, segundo autores, possibilitou a obtenção de um maior contraste radiográfico.

LeQuire, Cunningham e Pelleu (1977) buscaram avaliar a imagem radiográfica de defeitos criados com brocas esféricas de diferentes tamanhos no tecido ósseo medular em molares e pré-molares de mandíbulas humanas secas. Os dentes foram divididos em dois grupos, sendo que em um dos grupos os defeitos ósseos foram criados em todos os sítios e não houve a simulação de tecidos moles durante as tomadas radiográficas. No outro grupo os tecidos moles foram simulados e os defeitos criados em parte dos sítios. Os autores concluíram que, quanto à visibilidade das alterações, não houve diferença estatística entre os grupos, com e sem simulação de tecidos moles. Além disso, verificaram que as lesões produzidas artificialmente em tecido ósseo medular foram visíveis radiograficamente.

Bender (1982) criou lesões ósseas em mandíbulas de cadáver humano com brocas e limas endodônticas. As perdas ósseas minerais foram quantificadas, as radiolucências periapicais foram avaliadas por três observadores e classificadas de acordo com quatro categorias. O autor constatou que a maior concentração de mineral por unidade de volume estava localizada na porção externa da cortical e que a quantidade de perda óssea mineral, no osso medular, não afetou os resultados radiográficos.

Stelt (1985) realizou tomadas radiográficas de defeitos ósseos confeccionados com brocas de diferentes diâmetros em ossos humanos longos. O autor concluiu que a injúria na área de junção mudou o modelo do trabeculado, mas não produziu radiolucidez; a remoção do osso esponjoso não influenciou a imagem radiográfica e um grau suficiente de injúria ao osso cortical produziu radiolucência, porém não modificou o trabeculado.

Com o objetivo de verificar se lesões periapicais confinadas em tecido ósseo medular são identificadas por radiografias convencionais, Lee e Messer (1986) criaram, com o auxílio de brocas esféricas, vinte defeitos ósseos na região apical de molares de mandíbulas de cadáver. As alterações foram criadas cuidadosamente evitando que o trabeculado juncional e a cortical fossem lesados, inicialmente com a remoção completa da lâmina dura na região apical das metades vestibular e lingual e após removendo osso medular até que um defeito de aproximadamente cinco milímetros de diâmetro fosse criado. A seguir, em quinze sítios, os autores buscaram simular a presença de uma borda esclerótica em torno dos defeitos criados. Além disso, em cinco amostras aproximadamente a metade do tecido ósseo das corticais internas (vestibular e lingual) foi removido para avaliar se o seu envolvimento influencia a visualização radiográfica de alterações. Radiografias periapicais convencionais foram realizadas em cada etapa. Sequencialmente, as secções ósseas foram novamente unidas, embebidas em resina acrílica, formando blocos que possibilitaram a realização de cortes transversais para

verificação da extensão dos defeitos produzidos e da quantidade remanescente de tecido cortical e trabecular. Três avaliadores analisaram as radiografias. As alterações ósseas confinadas em tecido ósseo medular foram observadas radiograficamente. Os autores concluem que uma grande quantidade de lesões ósseas periapicais, frequentemente observadas nos pacientes, podem envolver as corticais e isto pode ocorrer porque muitos dos ápices dentários situam-se junto a elas. Todavia, o envolvimento destas não é condição necessária para a visualização da lesão.

Damante e Carvalho (1988) criaram defeitos ósseos na região periapical e na região central do osso esponjoso com e sem remoção das corticais de mandíbulas humanas secas, concluindo que os defeitos confinados ao osso esponjoso somente foram evidenciados radiograficamente quando assumiram grandes proporções; as imagens se tornaram nítidas quando, por ampliação do defeito, foram destruídas as trabéculas juncionais na união entre osso esponjoso e superfície interna das corticais lingual e vestibular; a presença ou não das corticais ósseas nada influenciou na formação da imagem dos defeitos produzidos no osso esponjoso e que a utilização de diferentes quilovoltagens pico não influenciou na evidenciação das imagens radiográficas dos defeitos ósseos.

Em um estudo posterior, Damante e Carvalho (1989) criaram defeitos ósseos nas corticais, no septo inter-radicular e na borda alveolar. Os autores concluíram que a destruição méso-distal do septo inter-radicular ósseo tornou-se evidente após atingir a superfície interna das corticais lingual e/ou vestibular; a manifestação de imagem radiográfica dos defeitos confinados ao osso cortical dependeu diretamente da profundidade e da amplitude dos mesmos e que o defeito produzido na borda alveolar não apresentou alterações radiográficas perceptíveis quanto ao padrão arquitetural do osso esponjoso. Contudo, verificaram apenas imagem de ruptura crescente da cortical da

borda alveolar. O uso de aparelhos radiográficos de diferentes tensões não teve influência no aparecimento ou não dos defeitos ósseos.

Rocha e Brücker (2000) compararam a acurácia de radiografias periapicais e panorâmicas na verificação de lesões produzidas artificialmente em mandíbulas humanas. Os resultados demonstraram não haver diferenças estatisticamente significantes entre as duas técnicas radiográficas, a não ser no defeito em que foi removido todo osso medular, no qual a radiografia panorâmica foi superior.

Melo, Zacharias e Gonçalves (2000) realizaram dois experimentos, nos quais perfurações ósseas foram criadas artificialmente com brocas no fundo do alvéolo na região periapical da raiz distal do segundo molar, seguidas de um corte na mandíbula no sentido vestibulo-lingual, de modo que tivessem acesso direto ao tecido ósseo medular. Com o auxílio de uma broca esférica número oito foi retirado aproximadamente 1,5 cm da porção esponjosa da secção anterior, deixando a porção juncional e as corticais internas intactas. As autoras concluíram que uma só angulação foi insuficiente para detectar lises ósseas, devido ao mascaramento de estruturas, sugerindo que, além da tomada ortorradial, sejam realizadas uma mésio e uma distorradial; lesões confinadas no osso esponjoso não foram radiograficamente discerníveis e lesões envolvendo área juncional foram passíveis de visualização radiográfica. Isto confirma o fato de que as alterações ósseas iniciam-se sem qualquer tipo de sinal radiográfico aparente e, quando visíveis, não coincidem com o tamanho real.

Cavalcanti *et al.* (2002) criaram, em mandíbulas humanas, defeitos na lâmina dura e no tecido ósseo medular adjacente e avaliaram a percepção destes defeitos em radiografias convencionais. Os autores observaram que apenas a perda da lâmina dura periapical não foi suficiente para a maioria dos observadores detectarem alterações

radiográficas, sendo necessário o comprometimento do osso medular para que as alterações periapicais fossem detectadas.

A lesão periapical osteolítica, originada por processo inflamatório do tecido pulpar, tem sua progressão determinada tanto pela espessura do tecido ósseo medular e cortical quanto pela relação dos ápices dentários com as corticais internas, pois quanto maior for a proximidade mais precocemente a lesão será identificada radiograficamente (BENDER; SELTZER, 1961b). Todavia, apesar da importância da relação entre ápices e corticais ser apontada (BENDER; SELTZER, 1961b; SHOHA; DOWSON; RICHARDS, 1974; DAMANTE; CARVALHO, 1988; DAMANTE; CARVALHO, 1989; ROCHA; BRÜCKER, 2000; MELO; ZACHARIAS; GONÇALVES, 2000) a maior parte dos trabalhos que buscam a identificação precoce de defeitos ósseos periapicais não descreve métodos de determinação destas medidas (SHOHA; DOWSON; RICHARDS, 1974; LEQUIRE; CUNNINGHAM; PELLEU, 1977; LEE; MESSER, 1986; DAMANTE; CARVALHO, 1988; DAMANTE; CARVALHO, 1989; ROCHA; BRÜCKER, 2000; MELO; ZACHARIAS; GONÇALVES, 2000).

Imagens obtidas por tomografia têm se popularizado nas áreas da saúde. Os métodos tomográficos mais comumente utilizadas na odontologia são as tomografias convencionais e computadorizadas (KASSEBAUM; MCDOWELL, 1993), sendo que estudos empregando tomografia computadorizada demonstram acurácia na realização de mensurações (CRESTANI, 2001; CAVALCANTI *et al.*, 2004; CAVALCANTI, ROCHA, VANNIER, 2004; JIN *et al.*, 2005), podendo constituir um método não invasivo para registrar a posição dos ápices.

Em 1987 foi introduzido no mercado internacional o primeiro sistema digital de imagem radiográfica, o qual recebeu aprovação da ADA (*American Dental Association*) em 1989 (MISTAK *et al.*, 1998). Na radiografia digital direta o filme é substituído por

um sensor (KADHEMI, 1996; VERSTEEG; SANDERINK; STELT, 1997). Este possui em seu interior um dispositivo sólido de captura de imagem, o CCD - *Charge Coupled Device*/Dispositivo Acoplado de Carga - (KADHEMI, 1996; HAITER NETO *et al.*, 2000).

Em 1993, Molteni (1993) apresentou o sistema Visualix (Gendex Dental System, Milão, Itália) para captura direta de imagens radiográficas. O sistema apresenta um sensor com área ativa de 18,1 x 24,2 mm, matriz de 288 x 384 *pixels*, medindo 63µm x 63µm, com resolução aproximada de 8 pl/mm. Apesar da fina espessura (5 mm), ainda mantém em seu interior uma placa de fósforo com o objetivo de diminuir o ruído (VERSTEEG; SANDERINK; STELT, 1997). O conjunto também apresenta um *software* com várias opções de pós-processamento de imagem (MOLTENI, 1993).

O sistema de imagem digital direta apresenta várias vantagens: as imagens são produzidas instantaneamente, possibilita redução na dose de radiação, a etapa do processamento radiográfico é eliminada e as imagens podem ser armazenadas eletronicamente (VERSTEEG; SANDERINK; STELT, 1997; MISTAK *et al.*, 1998).

O sistema de radiografia digital indireta é caracterizado pela digitalização de uma radiografia convencional pré-existente (KHADEMI, 1996), sendo bastante útil quando os sistemas digitais diretos não estão disponíveis. Versteeg, Sanderink e Stelt (1997) colocam que a digitalização não aumenta a informação disponível na radiografia, mas possibilita a manipulação da imagem com o objetivo de melhorar sua aparência e aprimorar sua interpretação, além da aplicação de ferramentas de análise para o diagnóstico. Contudo, os autores colocam uma possível perda de informação, pois a introdução de ruído pode ocorrer durante a digitalização.

A informação fornecida pelo exame radiográfico está sujeita a uma série de variáveis que incluem a qualidade da imagem disponível para a interpretação e a

acuidade visual do observador (JENSEN, 1980). Assim, quando é realizada a análise das imagens digitais, alguns parâmetros físicos do sistema não podem ser desprezados, pois como consequência pode-se ter a perda da qualidade da imagem (CEDERBERG *et al.*, 1999).

A resolução espacial pode ser entendida como o número de pontos que formam a imagem, por unidade de área (SARMENTO; PRETO; COSTA, 1999) ou, então, como a capacidade de distinguir pequenos objetos muito próximos (VERSTEEG; SANDERINK; STELT, 1997). Na imagem digital o tamanho e a quantidade de *pixels* determinam a resolução (KHADEMI, 1996). Versteeg, Sanderink e Stelt (1997) colocam que a resolução também pode ser expressa em pares de linha por mm (p/mm). A maior parte dos sensores disponíveis no mercado apresenta resoluções variáveis, sendo que alguns podem chegar muito próximo à resolução dos filmes convencionais (FOLK *et al.*, 2005).

Os meios mais comuns de digitalização de imagens são as câmeras, de vídeo e fotográficas digitais, bem como os *scanners* com leitor de transparência. Até os anos 1980, a aquisição de imagens por meio de câmeras de vídeo era o processo mais econômico e com qualidade razoável, porém com o avanço tecnológico, os *scanners* passaram a ter custo e desempenho que superam as câmeras (LAURIS; COSTA; BÓSCOLO, 2001). Todavia, Khademi (1996) coloca que alguns cuidados devem ser tomados quanto à padronização dos *scanners*, pois as radiografias após a digitalização podem apresentar variação em sua densidade óptica.

Chen e Hollender (1995) afirmam que para que *scanners* de mesa sejam utilizados para digitalização de radiografias convencionais com função diagnóstica e para preservação de casos, a regulagem do *scanner* e o posicionamento do filme durante o escaneamento devem ser cuidadosamente padronizados. Attaelmanan, Borg e Gröndahl

(2000) verificaram que imagens digitalizadas com melhor qualidade foram obtidas quando uma máscara foi utilizada durante o escaneamento, a resolução empregada situou-se no intervalo de 200 a 400 dpi e no modo 8 bits (256 tons de cinza).

O alcance dinâmico pode ser definido como a quantidade de tons de cinza que podem ser exibidos por cada *pixel* na imagem, sendo que a maior parte dos sistemas utilizados trabalham com regime de 8 bits (*binary digits*), com 256 tons de cinza (KHADEMI, 1996; SARMENTO; PRETO; COSTA, 1999). O alcance dinâmico das imagens digitalizadas não excede o dos filmes convencionais (VERSTEEG; SANDERINK; STELT, 1997).

Cuidado também deve ser empregado quando da apresentação das imagens na tela do monitor. Fatores como a resolução do monitor, seu tamanho e luminescência determinam a precisão na reprodução da imagem (CEDERBERG *et al.*, 1999). A resolução da tela deve ser de pelo menos 1024 x 768 *pixels* (ATTAELMANAN; BORG; GRÖNDAHL, 2000; FARMAN; FARMAN, 2001). Cederberg *et al.* (1999) verificaram o efeito da apresentação de imagens digitais em quatro monitores de computador, diferentes quanto ao tamanho de tela, resolução e luminescência, sobre a performance do examinador, durante da avaliação de defeitos criados artificialmente no esmalte de superfícies proximais de dentes humanos extraídos. Os autores observaram que o tipo de monitor utilizado no sistema digital direto não altera a capacidade de diagnóstico do observador, ou seja, a performance do examinador é independente das características do monitor.

As condições do ambiente, especialmente, a luminosidade, devem ser avaliadas. Cederberg *et al.* (1998) afirmam que a luz ambiente não afeta a detecção das informações, já Haak *et al.* (2002) atingiram diferente resultado em seu estudo.

Lemos *et al.* (2002) colocam que os recursos de manipulação e processamento de imagens digitais, como filtros, realce de bordas e outros, abrem novas perspectivas no diagnóstico por imagens, permitindo que as informações contidas na imagem sejam melhor detectadas. Estas ferramentas podem auxiliar, objetivamente ou subjetivamente, a interpretação de alterações ósseas e tornar sua análise mais precisa o que tem permitido a complementação e a qualificação do exame clínico aprimorando a capacidade de diagnóstico dos profissionais (SARMENTO; PRETO; COSTA, 1999).

Furkat *et al.* (1992) buscaram comparar a capacidade de diagnóstico das radiografias convencionais, com filmes D-speed e E-speed, com a radiografia digital direta. Para isso criaram, em mandíbulas humanas secas, lesões ósseas periodontais interproximais de profundidades crescentes. Os autores não verificaram diferenças entre a precisão de diagnóstico dos métodos empregados.

Yokota *et al.* (1994) compararam as imagens radiográficas convencionais e a imagem digital direta quanto à capacidade de detecção de lesões periapicais em estágios precoces de desenvolvimento. Assim, simularam lesões ósseas periapicais com brocas esféricas em mandíbulas e maxilas de cadáver humano. Tomadas radiográficas convencionais e imagens digitais foram obtidas. A avaliação das imagens foi realizada por três endodontistas, em dois tempos diferentes, com intervalo de uma semana. Todos os avaliadores eram inexperientes no manuseio da imagem digital. Uma escala de cinco pontos foi utilizada para a avaliação das imagens. Os autores observaram que a radiografia digital direta foi mais precisa na identificação dos estágios iniciais das alterações ósseas periapicais. Entretanto, as radiografias convencionais foram mais específicas.

Tirrel *et al.* (1996) realizaram um estudo que objetivou determinar se o sistema digital direto RVG poderia identificar lesões periapicais, criadas quimicamente no osso

cortical de arcadas de cadáver humano, mais precocemente do que a radiografia convencional. Utilizaram para isso solução de ácido perclórico a 70%, que foi aplicada na cortical vestibular de cada amostra. Estas foram radiografadas, pelos métodos convencional e digital, 0, 12, 24, 36, 48, 72 e 96 horas após a aplicação do ácido. As radiografias e as imagens digitais foram avaliadas, duas vezes, por cinco observadores, de acordo com uma escala de cinco pontos. Os autores concluíram que, na ausência de alteração, não houve diferença significativa entre os métodos; entre 12 e 24 horas, a imagem digital foi melhor que a convencional e após 36 horas não houve diferença entre os métodos. Além disso, os autores não verificaram diferenças significativas, nos diferentes tempos, entre os contrastes de imagem digital direta testados.

Kullendorff, Nilsson e Rohlin (1996) realizaram um estudo no qual compararam, *in vitro*, a acurácia das imagens digitais (Visualix) com as radiografias convencionais no diagnóstico de estágios iniciais de lesões ósseas criadas artificialmente. Os autores observaram que a acurácia da imagem digital foi comparável à da imagem convencional na detecção de lesões iniciais.

Kullendorff e Nilsson (1996) compararam a precisão das imagens digitais originais com as imagens digitais pós-processadas, utilizando as diferentes ferramentas disponíveis no sistema Visualix para o diagnóstico de lesões ósseas periapicais criadas artificialmente, concluindo que o pós-processamento das imagens apresentou um efeito limitado na precisão do diagnóstico. Além disso, observaram que, das ferramentas de processamento disponíveis, o ajuste do contraste e do brilho foi preferido em relação às outras funções na verificação das alterações.

Meier *et al.* (1996) utilizaram mandíbulas e maxilas de cadáveres para criar artificialmente lesões periapicais. Os autores criaram quinze lesões periapicais aplicando ácido perclórico a 70% no fundo dos alvéolos dentários após a remoção dos dentes. Os

dentos foram recolocados nos seus respectivos alvéolos e radiografias digitais diretas (RVG) foram realizadas nos tempos 0, 2, 4, 6, 8, 12 e 24 horas, totalizando 105 imagens. Cada imagem foi reproduzida quatro vezes, de maneira que ferramentas de pós-processamento fossem aplicadas. Os recursos aplicados foram a inversão dos tons de cinza, a pseudocolorização e a equalização do histograma. Cinco observadores analisaram as imagens e atribuíram escores de acordo com uma escala. No tempo zero, as imagens no modo original e negativo apresentaram escores inferiores às equalizadas. Nos tempos dois e quatro não houveram diferenças. No tempo oito, as imagens equalizadas apresentaram escores superiores do que as em negativo. Nos tempos doze, dezesseis e vinte e quatro, as imagens originais, equalizadas e pseudocores foram significativamente superiores às em negativo. De acordo com os autores, o realce por cores é uma opção para futuras pesquisas, pois esta ferramenta apresenta grande potencial quando consideramos a acuidade visual humana.

Kullendorff, Petersson e Rohlin (1997) realizaram um estudo *in vivo* no qual compararam, quanto à capacidade de diagnóstico de lesões ósseas periapicais, radiografias convencionais e imagens digitais (Visualix) com e sem pós-processamento. Os avaliadores apresentaram uma performance ligeiramente superior com as radiografias convencionais do que com as imagens digitais, sem e com pós-processamento, na avaliação dos defeitos ósseos.

Mistak *et al.* (1998) compararam as imagens digitais diretas (Sens-A-Ray) - nos modos normal e inversão dos tons de cinza - e as imagens transmitidas via *internet* com a radiografia convencional na interpretação de lesões ósseas periapicais criadas artificialmente. Os autores verificaram que não houve diferença estatística entre as imagens digitais diretas, as imagens digitais transmitidas via *internet* e as radiografias

convencionais na detecção das alterações. Todavia, as imagens digitais originais foram superiores às imagens invertidas.

Farman *et al.* (1998) realizaram um estudo *in vivo* que objetivou comparar a eficácia da imagem digital (Visualix) com a convencional na mensuração das dimensões verticais e méso-distais de lesões, em pacientes que necessitavam de cirurgia periodontal. Os autores observaram que as imagens digitais foram tão eficazes quanto as imagens convencionais na estimativa do tamanho da lesão. Observaram ainda que, quando eram realçadas, as imagens digitais tornavam-se mais precisas que as convencionais. Para os autores este fato não forneceu nenhuma informação sobre em qual método as lesões poderiam ser diagnosticadas em seus estágios mais precoces, pois a presença de radiolucidez era critério de inclusão para amostra deste estudo.

Scarfe *et al.* (1999) verificaram, por meio da imagem digital direta e da radiografia convencional (filme E-speed), a acurácia de um grupo de dentistas na mensuração de radiolucências periapicais. As imagens digitais foram equalizadas e equalizadas/coloridas. As mensurações foram comparadas com as medidas reais das lesões obtidas durante cirurgia periapical. Os autores observaram que a dimensão real das lesões era maior do que as dimensões estimadas pela radiografia convencional e pela imagem digital. A aplicação de cores foi significativamente menos precisa do que as imagens digitais equalizadas e sem realce. As dimensões obtidas nas imagens equalizadas foram mais precisas do que as medidas obtidas com as radiografias convencionais.

Almeida *et al.* (2001) compararam três métodos de diagnóstico radiográfico (radiografia periapical convencional, radiografia periapical digital e radiografia panorâmica) objetivando determinar qual método detecta mais precocemente lesões periapicais produzidas artificialmente e se o tamanho da lesão interfere no diagnóstico radiográfico. Os três métodos apresentaram resultados muito próximos na detecção das

alterações. O aumento nas dimensões das lesões propiciou um melhor diagnóstico radiográfico, mesmo antes do comprometimento da cortical óssea.

Goga *et al.* (2004) compararam a capacidade diagnóstica das radiografias convencionais e as das radiografias convencionais digitalizadas, por diferentes câmeras digitais e *scanners*, na detecção de limas endodônticas, lesões periapicais e cariosas. Avaliaram também as imagens obtidas pelos dois métodos de digitalização. Os autores concluíram que a digitalização de radiografias convencionais, por *scanners* e câmeras digitais, não produziu imagens de qualidade para o diagnóstico, sugerindo a necessidade de uma melhor resolução dos monitores para que a tecnologia digital possa ser explorada, na odontologia, em todas suas possibilidades.

Koenig *et al.* (2004) compararam a influência da compressão JPEG (2:1, 14:1, 23:1, 28:1 e 47:1) na identificação de defeitos ósseos periapicais criados quimicamente. Os autores concluíram que as compressões moderada e baixa (28:1 e inferiores) não alteraram a identificação dos defeitos.

Sarmiento *et al.* (2005), preocupados com o pouco enfoque dado à sensibilidade do filme que origina as imagens digitalizadas, realizaram um estudo objetivando avaliar a repercussão da sensibilidade de filmes radiográficos intrabucais Insight, Ultra-speed e M2 Confort na precisão do diagnóstico de defeitos ósseos periapicais artificialmente produzidos, nas imagens digitalizadas resultantes. A partir dos resultados os autores sugerem o uso do filme Insight, pois este filme requer menor dose de exposição do paciente à radiação X e possui um desempenho no mínimo equivalente aos demais.

Folk *et al.* (2005) compararam a capacidade diagnóstica de dois sensores (Schick CDR e Trophy RVGui) na identificação de defeitos ósseos criados artificialmente em mandíbulas humanas secas. Os autores observaram que, apesar do sensor Trophy

apresentar maior resolução (20 pl/mm) quando comparado ao Schick (12.5 pl/mm), não houve diferença significativa na acurácia diagnóstica.

A subtração radiográfica digital foi utilizada, inicialmente, na medicina, para procedimentos de angiografia (REDDY; JEFFCOAT, 1993), sendo posteriormente introduzida na Odontologia, nos anos 1980 (TYNDALL; KAPPA; BAGNELL, 1990). Desde então esta técnica tem sido amplamente estudada e difundida nas diversas especialidades odontológicas (REDDY; JEFFCOAT, 1993). Por intermédio dela duas radiografias obtidas em diferentes momentos são sobrepostas e então subtraídas, de maneira que as características comuns a ambas são removidas, permanecendo uma imagem que consiste apenas nas suas diferenças (TYNDALL; KAPPA; BAGNELL, 1990; REDDY; JEFFCOAT, 1993; DOVE; MCDAVID; HAMILTON, 2000). O objetivo da subtração radiográfica é representar a informação sem ruído ou sem estruturas que não apresentem significado diagnóstico (TYNDALL; KAPPA; BAGNELL, 1990; DOVE; MCDAVID; HAMILTON, 2000). Isto aumentou significativamente a detecção tanto de alterações ósseas periapicais quanto periodontais, pois se sabe que é necessário 30 a 40% de perda do conteúdo mineral para que alterações ósseas sejam identificadas na radiografia convencional e a subtração apresenta mais de 95% de acurácia na detecção de perdas ósseas tão pequenas quanto 5% (REDDY; JEFFCOAT, 1993). Além disso, este método pode auxiliar reduzindo a variabilidade dos diagnósticos entre os observadores (KULLENDORFF *et al.*, 1988; STASSINAKIS *et al.*, 1995; NICOPLOU-KARAYIANNI *et al.*, 2002).

O sucesso da subtração está relacionado à reprodutibilidade da imagem, que, entre outros fatores, depende da projeção geométrica, da densidade e do contraste (TYNDALL; KAPPA; BAGNELL, 1990; NICOPLOU-KARAYIANNI *et al.*, 1991; REDDY; JEFFCOAT, 1993; PARSELL *et al.*, 1998; DOVE; MCDAVID; HAMILTON,

2000; CRESTANI *et al.*, 2001), sendo estes de difícil obtenção na clínica. Pequenas alterações de densidade e contraste podem ser corrigidas pelo próprio programa através da equalização do histograma (CRESTANI *et al.*, 2001). Todavia, a padronização geométrica é crítica e várias são as alternativas propostas, tais como uso de cefalostato e posicionadores associados a registros oclusais (REDDY; JEFFCOAT, 1993) ou *softwares* que realizam o ajuste geométrico das imagens (DOVE; MCDAVID; HAMILTON, 2000).

O rompimento de antigos paradigmas e a busca da excelência no diagnóstico e no tratamento das alterações ósseas dos maxilares constitui um desafio para os dentistas na melhora da avaliação da condição da doença, de sua atividade e da seleção de alternativas de tratamento que aumentem a possibilidade de obtenção de resultados desejados. Desta maneira, estudos, *in vivo* e *in vitro*, têm sido conduzidos no intuito de estabelecer a precisão diagnóstica da subtração radiográfica digital para a detecção de alterações ósseas.

Kullendorff *et al.* (1988) avaliaram lesões ósseas criadas artificialmente na região periapical por meio da subtração radiográfica. Os autores observaram que a subtração aumentou capacidade de identificação das alterações quando comparada às radiografias convencionais.

Tyndall, Kappa e Bagnell (1990) compararam, *in vitro*, a sensibilidade das radiografias convencionais e da subtração radiográfica na detecção de mudanças sutis no tecido ósseo medular e cortical. Os autores verificaram que a subtração apresentou maior sensibilidade na identificação de defeitos ósseos periapicais do que a radiografia convencional.

Nicopoulou-Karayianni *et al.* (1991) compararam a capacidade diagnóstica das radiografias convencionais, filmes Ultra e Ektaspeed, e da subtração radiográfica na

avaliação de perdas ósseas criadas artificialmente. A subtração radiográfica aumentou a capacidade de identificação das alterações, quando comparada com as radiografias convencionais, independentemente do filme utilizado.

Katsarsky *et al.* (1994) compararam radiografias convencionais e a subtração radiográfica na identificação de defeitos criados artificialmente no tecido ósseo medular. As lesões localizadas no tecido ósseo medular foram identificadas com maior acurácia com a subtração do que com as imagens convencionais.

Stassinakis *et al.* (1995) criaram defeitos ósseos na cortical de dez secções de mandíbulas de porcos com brocas de diferentes tamanhos. Imagens digitais diretas foram obtidas e posteriormente subtraídas. Os autores colocaram que, não apenas a precisão no diagnóstico, mas também a concordância interexaminador aumentou com a subtração digital.

Parsell *et al.* (1998) buscaram determinar a efetividade de radiografias convencionais, imagens radiográficas digitalizadas, imagens radiográficas digitalizadas e realçadas, imagem digital direta, imagem digital direta realçada, subtração digital direta e subtração digital direta realçada no diagnóstico de defeitos no tecido ósseo medular. Defeitos foram criados verticalmente no osso medular com broca esférica número oito, tendo suas profundidades variando de 0 (sem defeito) até 6mm. Os autores não observaram melhora estatística na detecção de lesões no tecido ósseo medular nos defeitos entre 0 e 1mm de profundidade; em 2mm a subtração radiográfica foi mais efetiva do que as imagens digitalizadas e as imagens diretas; de 4 a 6mm de profundidade a subtração e a subtração realçada foram melhores do que os outros métodos, com exceção da radiografia convencional e da imagem direta realçada, em 6mm. Assim, concluíram que a subtração radiográfica (normal e realçada) apresentou

maior sensibilidade quando comparada aos outros métodos na identificação das alterações.

Dove, MacDavid e Hamilton (2000) compararam um sistema de subtração radiográfica digital com as radiografias convencionais para detecção de defeitos ósseos periapicais e periodontais criados artificialmente. A subtração apresentou um desempenho estatisticamente superior às radiografias convencionais na identificação das alterações periapicais pequenas e médias, sendo que para defeitos ósseos grandes e muito grandes o desempenho foi igual.

Crestani *et al.* (2001) verificaram que diferenças na densidade, para subtração digital, decorrentes da variação em 50% do tempo de exposição, foram corrigidas pelo recurso de equalização do *software* ImageLab. A adaptação de um registro oclusal individual ao posicionador propiciou a reprodutibilidade geométrica de imagens tomadas com intervalo de trinta dias.

Nicopoulou-Karayianni *et al.* (2002) avaliaram em onze pacientes portadores de patologia periapical o reparo ósseo pós-tratamento endodôntico. As radiografias periapicais, seguindo rígidos parâmetros de padronização, foram obtidas imediatamente após a obturação do(s) canal (is), aos três, seis, nove e doze meses. As radiografias foram digitalizadas, subtraídas e as imagens resultantes foram avaliadas por quatro examinadores. Os autores verificaram que, com a subtração radiográfica digital, os observadores apresentaram um desempenho significativamente melhor na identificação do reparo ósseo. Além disso, a informação radiográfica foi utilizada mais efetivamente, reduzindo a variabilidade intra e interexaminador.

Larentis *et al.* (2003) avaliaram o efeito de diferentes resoluções da imagem (1200, 900, 600, 300 e 150 dpi) na subtração (programa ImageTool) de perda óssea alveolar mandibular simulada. Observaram que imagens com resolução de 900, 600 ou 300 dpi

não afetaram o resultado da subtração digital quantitativa de perda óssea alveolar simulada em comparação ao padrão de alta resolução (1200 dpi).

Fontanella *et al.* (2003) avaliaram o efeito dos formatos de arquivo digital TIFF (*Tagged Image File Format*), JPEG (*Joint Photographic Experts Group*) e BMP (*Bitmap*) na estimativa da perda mineral por intermédio da subtração radiográfica em reabsorções radiculares externas simuladas em incisivos laterais superiores. Os dentes foram radiografados, suas imagens digitalizadas (modo 8 bits e 300 dpi), salvas nos formatos TIFF, JPEG e BMP e os pares de imagens foram subtraídos usando o programa Imagelab. Os autores concluíram que os formatos JPEG e BMP não afetaram os resultados da subtração radiográfica digital quando comparados ao formato de referência (TIFF) e que os arquivos JPEG apresentaram aproximadamente metade do tamanho de seu correspondente em TIFF.

A maioria dos trabalhos que analisam perdas ósseas *in vitro*, tanto com radiografias convencionais (BENDER; STELTZER, 1961a; BENDER; STELTZER, 1961b; SHOHA; DOWSON; RICHARDS, 1974; LEQUIRE; CUNNINGHAM; PELLEU, 1977; BENDER, 1982; STELT, 1985; LEE; MESSER, 1986; DAMANTE; CARVALHO, 1988; DAMANTE; CARVALHO, 1989; MELO; ZACHARIAS; GONÇALVES, 2000; ROCHA; BRÜCKER, 2002), quanto com imagem digital (TYNDALL; KAPPA; BAGNELL, 1990; NICOPOLU-KARAYIANNI *et al.*, 1991; KULLENDORFF *et al.*, 1992; YOKOTA *et al.*, 1994; KATSARSKY *et al.*, 1994; STASSINAKIS *et al.*, 1995; KULLENDORFF; NILSSON; ROHLIN, 1996; KULLENDORFF; NILSSON, 1996; MISTAK *et al.*, 1998; PARSELL *et al.*, 1998; DOVE; MACDAVID; HAMILTON, 2000; ALMEIDA *et al.*, 2000; FOLK *et al.*, 2005) o fazem utilizando brocas. Poucos são os trabalhos que simulam defeitos aplicando solução ácida (TIRREL *et al.*, 1996; MEIER *et al.*, 1996; KOENIG *et al.*, 2004).

In vivo, lesões periapicais são resultados de uma série complexa de eventos imunológicos e inflamatórios que resultam em bordas irregulares e difusas (TIRREL *et al.*, 1996). Farman (1991) coloca que a patogênese da lesão periapical inflamatória crônica em nenhum momento se assemelha ao modelo produzido com brocas, pois quando o tecido ósseo é reabsorvido existe um remodelamento do trabeculado, além de freqüentemente ocorrer a formação de tecido ósseo reacional. Desta maneira, os autores que preconizam a aplicação de ácido para a criação de defeitos acreditam que este represente de maneira mais fiel o processo de reabsorção, ou seja, mais próximo das características observadas *in vivo* (TIRREL *et al.*, 1996; MEIER *et al.*, 1996; KOENIG *et al.*, 2004).

É tido como padrão que estudos *in vitro* que avaliam diagnóstico radiográfico devem simular a presença de tecidos moles (YOKOTA *et al.*, 1994; KULLENDORFF; NILSSON; ROHLIN, 1996; KULLENDORFF; NILSSON, 1996; TIRREL *et al.*, 1996; MEIER *et al.*, 1996; MISTAK *et al.*, 1998; DOVE; MACDAVID; HAMILTON, 2000; ALMEIDA *et al.*, 2001).

Braga *et al.* (2002) compararam a densidade óptica de diferentes materiais simuladores de tecidos moles, na região posterior da mandíbula, utilizando a subtração radiográfica digital. Os materiais avaliados foram parafina, cera utilidade e resina acrílica, nas espessuras de 5, 10, 15 e 20 mm. Inicialmente, estes materiais foram posicionados apenas por vestibular da peça óssea e após por vestibular e lingual. Radiografias periapicais padronizadas foram realizadas e digitalizadas, imagens subtraídas, valores médios e desvio padrão dos níveis de cinza foram obtidos. Todos os materiais simuladores diferiram significativamente do padrão ouro (peça de cadáver). A posição do simulador em relação à peça óssea interferiu na densidade, sendo a cera o

material que sofreu maior interferência, seguida da parafina e do acrílico. O material que melhor simulou o efeito dos tecidos moles foi o acrílico, na espessura de 20 mm.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS¹

ALMEIDA, S. M. et al. Avaliação de Três Métodos Radiográficos (Periapical Convencional, Periapical Digital e Panorâmico) no Diagnóstico de Lesões Apicais Produzidas Artificialmente. **Pesqui. Odontol. Bras.**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 56-63, jan./mar. 2001.

ATTAELMANAN, A.; BORG, E.; GRÖNDAHL, H-G. Digitisation and Display of Intra-Oral Films. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Tokyo, v. 29, n. 2, p. 97-102, Mar. 2000.

BENDER, I. B.; STELTZER, S. Roentgenographic and Direct Observation of Experimental Lesion in Bone: I. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 62, n. 2, p. 152-160, Feb. 1961a.

BENDER, I. B.; STELTZER, S. Roentgenographic and Direct Observation of Experimental Lesion in Bone: II. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 62, n. 6, p. 709-716, June 1961b.

BENDER, I. B. Factors Influencing the Radiographic Appearance of Bone Lesions. **J. Endod.**, Baltimore, v. 8, n. 4, p. 161-170, April 1982.

BOHAY, R. The Sensivity, Specificity and Reliability of Radiographic Periapical Diagnosis of Posterior Teeth. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v. 89, n. 5, p. 639-642, May 2000.

BRAGA, C. P. A. et al. Materiais Simuladores de Tecidos Moles na Região Posterior da Mandíbula: Avaliação por Subtração Radiográfica Digital. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14, 2002, Porto Alegre. **Resumos...** Porto Alegre: UFRGS, 2002. P. 541.

CAVALCANTI, M. G. P. et al. Radiologic Interpretation of Bone Striae. An Experimental Study *In Vitro*. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v. 88, n. 3, p. 353-357, Sept. 1999.

CAVALCANTI, M. G. P. et al. The Contribution of Trabecular Bone to the Visibility of the Lamina Dura: An *In Vitro* Study. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v. 93, n. 1, p. 118-122, Jan. 2002.

CAVALCANTI, M. G. P.; ROCHA, S. S.; VANNIER, M. W. Craniofacial Measurements Based on 3D-CT Volume Rendering: Implications for Clinical Applications. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Tokyo, v. 33, n. 3, p. 170-176, May 2004.

CAVALCANTI, M. G. P. et al. CT - Based Analysis of Malignant Tumor Volume and Localization. **Braz. Oral. Res.**, São Paulo, v. 18, n. 4, p. 338-344, oct./dez. 2004.

CEDERBERG, R. A. et al. Effect of Different Background Lighting Conditions on Diagnostic Performance of Digital and Film Images. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Tokyo, v. 27, n. 5, p. 293-297, Sep. 1998.

¹ De acordo com a NBR 6023, de ago. 2002 e as abreviaturas dos títulos de Periódicos do Medline

CEDERBERG, R. A. et al. Influence of the Digital Image Display Monitor on Observer Performance. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Tokyo, n. 28, v. 4, p. 203-207, July 1999.

CHEN, S. K.; HOLLENDER, L. Digitizing of Radiographs with Flatbed Scanner. **J. Dent.**, Kindlington, v. 23, n. 4, p. 205-208, Aug. 1995.

COLOSI, D. et al. Brief Communication: Bone Trabeculae are Visible on Periapical Images. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v. 96, n. 6, p. 772-773, Dec. 2003.

CRESTANI, M. B. et al. Avaliação da Padronização Radiográfica para a Subtração Digital de Imagens. **Rev. Fac. Odontol.**, Porto Alegre, v. 42, n. 1, p. 25-30, jul. 2001.

CRESTANI, M. B. **Estudo Tomográfico Convencional e Computadorizado da Região Posterior da Mandíbula**. 2001. 102 p. Dissertação (Mestrado em Clínicas Odontológicas) – Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

DAMANTE, J. H.; CARVALHO, P. V. Contribuição à Interpretação Radiográfica de Lesões Ósseas Produzidas Experimentalmente em Mandíbulas Humanas Secas (Parte I). **Rev. de Odont. USP**, São Paulo, v. 2, n. 3, p. 131-138, jul./set. 1988.

DAMANTE, J. H.; CARVALHO, P.V. Contribuição à Interpretação Radiográfica de Lesões Ósseas Produzidas Experimentalmente em Mandíbulas Humanas Secas (Parte II). **Rev. de Odont. USP**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 277-283, jan./mar. 1989.

DAMANTE, J. H. et al. Interpretação Radiográfica. In: ALVARES, L. C.; TAVANO, O. **Curso de Radiologia em Odontologia**. 4 ed. São Paulo: Santos, 2000. Cap. 5, p. 175-176.

DOVE, S. B.; MCDAVID, W. D.; HAMILTON, K. E. Analysis of Sensivity and Specificity of a New Digital Subtraction System. An *In Vitro* Study. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v. 89, n. 6, p. 771-776, June 2000.

DUINKERKE, A. et al. Variations in the Interpretation of Periapical Radiolucences. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v. 40, n. 3, p. 414-421, Sep. 1975.

FARMAN, A. G. Endodontic Cortical Bone Myth. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Tokyo, v. 20, n. 3, p. 179, Aug. 1991.

FARMAN, A. G. et al. *In Vivo* Comparison of Visualix-2 and Ektaspeed Plus in the Assessment of Periradicular Lesion Dimensions. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v. 85, n. 2, p. 203-209, Feb. 1998.

FARMAN, A. G.; FARMAN, T. T. Image Resolution. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v. 91, n. 6, p. 619-621, June 2001.

FIGUEREDO, M. A. Z.; ESTRELA, C.; FIGUEREDO, J. A. P. Métodos de Diagnóstico Aplicados a Endodontia. In: ESTRELA, C.; FIGUEREDO, J. A. P. **Endodontia - Princípios Biológicos e Mecânicos**. São Paulo: Artes Médicas, 2000. Cap. 2, p. 27.

FOLK, R. B. et al. Comparison of Two Different Direct Digital Radiography Systems for the Ability to Detect Artificially Prepared Periapical Lesions. **J. Endod.**, Baltimore, v. 31, n. 4, p. 304-306, Apr. 2005.

FONTANELLA, V. R. C. et al. O Efeito do Formato de Arquivo na Subtração Digital Quantitativa em Reabsorções Radiculares Externas Simuladas. **Pesqui. Odontol. Bras.**, São Paulo, v. 17, Supl. 2, p.252, Ago. 2003.

FURKAT, A. J. et al. Direct Digital Radiography for the Detection of Periodontal Bone Lesion. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v. 74, n. 5, p. 652-660, Nov. 1992.

GELFAND, M.; SUNDERMAN, E.; GOLDMAN, M. Reability of Radiographical Interpretations. **J. Endod.**, Baltimore, v. 9, n. 2, p.71-75, Feb. 1983.

GOGA, R.; CHANDLER, N. P.; LOVE, R. M. Clarity and Diagnostic Quality of Digitized Conventional Intraoral Radiographs. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Tokyo, v. 33, n. 2, p.103-107, Mar. 2004.

GOLDMAN, M.; PEARSON, A.; DARZENTA, N. Endodontics Success – Who's Reading the Radiograph? **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v. 33, n. 3, p. 432-437, Mar. 1972.

GOLDMAN, M.; PEARSON, A.; DARZENTA, N. Reliability of Radiograph Interpretations. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v. 38, n. 2, p. 287-293, Aug. 1974.

HAAK, R. et al. Influence of Room Lighting On Grey-Scale Perception with CRT and TFT Monitor Display. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Tokyo, v. 31, n. 3, p. 193-197, May 2002.

HALSE, A.; MOLVEN, O. A Strategy for the Diagnosis of Periapical Pathosis. **J. Endod.**, Baltimore, v. 12, n. 11, p. 534-538, Nov. 1986.

HEITER NETO, F. et al. Estágio Atual da Radiografia Digital. **Rev. ABRO**, Brasília, v. 1, n. 3, p. 01-06, set./dez. 2000.

JENSEN, TH. W. Image Perception in Dental Radiography. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Tokyo, v. 9, n. 1, p. 37-40, 1980.

JETT, S. et al. An Evaluation of the Origin Of Trabecular Bone Pattern Using Visual and Digital Analysis. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v. 98, n. 5, p. 598-604, Nov. 2004.

JIN G. C. et al. Buccal Bone Plate Thickness of the Asian Peolpe. **J. Endod.**, Baltimore, v. 31, n. 6, p. 430-434, June 2005.

KAFFE, I.; GRATT, B. Variations in the Radiographic Interpretation of the Periapical Dental Region. **J. Endod.**, Baltimore, v. 14, n. 7, p. 330-335, July 1988.

KASSEBAUM, D. K.; MCDOWELL, J. D. Tomography. **Dent. Clin. North Am.**, Philadelphia, v. 37, n. 4, p. 567-589, Oct. 1993.

KATSARSKY, J. W. et al. Detection of Experimentally Induced Lesions in Subtraction Images of Cancellous Alveolar Bone. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v. 77, n. 6, p. 674-677, June 1994.

KHADEMI, J. A. Digital Images & Sound. **J. Dent. Educ.**, Washington, v. 60, n. 1, p. 41-46, Jan. 1996.

KOENIG, L. et al. The Impact of Image Compression on Diagnostic Quality of Digital Images for Detection of Chemically-Induced Periapical Lesions. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Tokyo, v. 33, n. 1, p. 37-43, Jan. 2004.

KULLENDORFF, B. et al. Subtraction Radiography for the Diagnosis of Periapical Bone Lesions. **End. Dent. Traumatol.**, Sweden, v. 4, n. 6, p. 253-259, Dec. 1988

KULLENDORFF, B. et al. Subtraction Radiography of Interradicular Bone Lesions. **Acta Odontol. Scan.**, Oslo, v. 50, n. 5, p. 259-267, Oct. 1992.

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, n. 3, p. 344-350, Sep. 1996.

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, n. 5, p. 585-589, Nov. 1996.

KULLENDORFF, B.; PETERSSON, K.; ROHLIN, M. Direct Digital Radiography for the Detection of Periapical Bone Lesions: A Clinical Study. **Endod. Dent. Traumatol.**, Sweden, v. 13, n. 4, p. 183-189, Ago. 1997.

LARENTIS, L. N. et al. Efeito da Resolução da Imagem na Subtração Digital Quantitativa de Perda Óssea Alveolar Simulada. **Pesqui. Odontol. Bras.**, São Paulo, v. 17, Supl. 2, p. 257, Ago. 2003.

LAURIS, J. R. P.; COSTA, E. T.; BÓSCOLO, F. N. Radiografia Odontológica Digitalizada: Técnicas dos Principais Sistemas Digitais. **Rev. ABRO**, Brasília, v. 2, n. 1, p. 01-05, jan./jun. 2001.

LEE, S. J.; MESSER, H. H. Radiographic Appearance of Artificially Prepared Periapical Lesions Confined to Cancellous Bone. **Int. End. J.**, Oxford, v. 19, n. 2, p. 64-72, 1986.

LEMOS, E. M. et al. Métodos de Captura e Utilização de Imagem Digital Direta (IDD) com Finalidade Didática em Odontologia. **RPG - Rev. Pós Grad.**, São Paulo, v. 9, n. 3, p. 199-206, jul./set. 2002.

LEQUIRE, A.; CUNNINGHAM, J.; PELLEU, G. Radiographic Interpretation of Experimentally Produced Osseous Lesions of the Human Mandible. **J. Endod.**, Baltimore, v. 3, n. 7, p. 274-276, July 1977.

MEIER, A. et al. Interpretation of Chemically Created Periapical Lesions Using Direct Digital Imaging. **J. Endod.**, Baltimore, v. 22, n. 10, p. 516-520, Oct. 1996.

MELO, P. L. G.; ZACHARIAS, D. A.; GONÇALVES, E. A. N. Evidenciação Radiográfica de Lesões Ósseas Produzidas Artificialmente em Mandíbulas Humanas Secas. **Rev. APCD**, São Paulo, v. 54, n. 4, p. 305-309, jul./ago. 2000.

MISTAK, E. J. et al. Interpretation of Periapical Lesions Comparing Conventional, Direct Digital and Telephonically Transmitted Radiographic Images. **J. Endod.**, Baltimore, v. 24, n. 4, p. 262-266, Apr. 1998.

MOLTENI, R. Direct Digital Dental X-Ray Imaging with Visualix/VIXA. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v. 76, n. 2, p. 235-243, Aug. 1993.

NICOPOULOU-KARAYIANNI, K. et al. Diagnosis of Alveolar Bone Changes with Digital Subtraction Images and Conventional Radiographs. An *In Vitro* Study. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v. 72, n. 2, p. 251-256, Aug. 1991.

NICOPOULOU-KARAYIANNI, K. et al. Image Processing for Enhanced Observer Agreement in the Evaluation of Periapical Bone Changes. **Int. End. J.**, Oxford, v. 35, n. 7, p. 615-622, July 2002.

PARSELL, D. E. et al. Sensivity of Various Radiographic Methods for Detection of Oral Cancellous Bone Lesions. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v. 86, n. 4, p. 498-502, Oct. 1998.

REDDY, M. S.; JEFFCOAT, M. K. Digital Subtraction Radiography. **Dent. Clin. North Am.**, Philadelphia, v. 37, n. 4, p. 553-565, Oct. 1993.

REIT, C.; HOLLENDER, L. Radiographic Evaluation of Endodontic Therapy and the Influence of Observer Variation. **Scand. J. Dent. Res.**, Copenhagen, v. 91, n. 3, p. 205-212, June 1983.

REIT, C. The Influence of Observer Calibration on Radiograph Periapical Diagnosis. **Int. End. J.**, Oxford, v. 20, n. 2, p. 75-81, Mar. 1987.

ROCHA, J. R. M.; BRÜCKER, M. R. Análise Comparativa entre as Radiografias Periapical e Panorâmica na Detecção de Defeitos Ósseos Artificialmente Produzidos em Mandíbulas Humanas Secas. **Rev. Odonto Ciênc.**, Porto Alegre, v. 15, n. 30, p. 27-42, ago. 2000.

SARMENTO, V. A.; PRETTO, S. M.; COSTA, N. P. Entendendo a Imagem Digitalizada. **Rev. Odonto Ciênc.**, Porto Alegre, v. 14, n. 27, p. 171-179, jun. 1999.

SARMENTO, V. A. et al. Avaliação do Emprego de Ferramentas Digitais na Detecção Radiográfica de Lesão Periapical Artificialmente Produzida, em Radiografias Obtidas de Filmes de Diferentes Sensibilidades. **Rev. Odonto Ciênc.**, Porto Alegre, v. 20, n. 48, p. 163-169, abr./jun. 2005.

SCARFE, W. C. et al. *In vivo* Accuracy and Reliability of Color-Coded Image Enhancements for the Assessment of Periradicular Lesion Dimension. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v. 88, n. 5, p. 603-611, Nov. 1999.

SCHEIDT, W. A. Alterações Pulpares e Periapicais. In: BERGER, C. R. et al. **Endodontia**. São Paulo: Pancast Editora, 1998. Cap. 5, p. 72-73.

SHOHA, R.R.; DOWSON, J.; RICHARDS, B.S. Radiographic Interpretation of Experimentally Produced Bone Lesions. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, Saint Louis, n. 2, v. 38, p. 294-303, Aug. 1974.

STASSINAKIS, A. et al. Accuracy in Detecting Bone Lesions *In Vitro* with Conventional and Subtracted Direct Digital Imaging. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Tokyo, v. 24, n. 4, p. 232-237, Nov. 1995.

STELT, P. F. van der. Experimentally Produced Bone Lesions. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v. 59, n. 3, p. 306-312, Mar. 1985.

TIRREL, B. C. et al. Interpretation of Chemically Created Lesions Using Direct Digital Imaging. **J. Endod.**, Baltimore, v. 22, n. 2, p. 74-78, Feb. 1996.

TYNDALL, D. A.; KAPPA, S. F.; BAGNELL, C. P. Digital Subtraction Radiography for Detecting Cortical and Cancellous Bone Changes in the Periapical Region. **J. Endod.**, Baltimore, v. 16, n. 4, p. 173-178, Apr. 1990.

VERSTEEG, C. H.; SANDERINK, G. C. H.; STELT, P. F. Efficacy of Digital Intra-Oral Radiography in Clinical Dentistry. **J. Dent.**, Kindlington, v. 25, n. 3-4, p. 215-224, May/July 1997.

WALTON, R. E. Radiology and Endodontics. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, Saint Louis, v. 80, n. 5, p. 495, Nov. 1995.

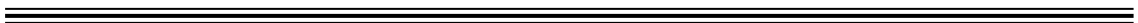
WHITSON, S. W. Osso. In: TEN CATE, A. R. **Histologia Bucal: Desenvolvimento, Estrutura e Função**. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. Cap. 7, p. 101-102.

YOKOTA, E. T. et al. Interpretation of Periapical Lesions Using Radiovisiography. **J. Endod.**, Baltimore, v. 20, n. 10, p. 490-494, Oct. 1994.

ZAKARIASEN, K.; SCOTT, D.; JENSEN, J. Endodontic Recall Radiographs: How Reliable is our Interpretation of Endodontic Success or Failure and What Factors Affect

our Reliability? **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, Saint Louis, v. 57, n. 3, p. 343-347, Mar. 1984.

PROPOSIÇÃO



PROPOSIÇÃO

O presente estudo teve por objetivos:

- avaliar a concordância e a acurácia no diagnóstico da situação do periápice de molares e pré-molares portadores ou não de patologia periapical a partir da análise de imagens digitais indiretas projetadas para dois grupos de alunos de pós-graduação;

- verificar, *in vitro*, se é possível medir com confiabilidade, utilizando tomografia computadorizada, a distância entre as corticais ósseas e os ápices dentários de molares e pré-molares em mandíbulas humanas secas, além de determinar a relação de proximidade, dos dois grupos, com as corticais ósseas;

- avaliar, utilizando a simulação digital, a acurácia diagnóstica de dois modelos experimentais (químico e mecânico) em diferentes estágios de perda óssea na região periapical, analisando pares de imagens de radiografias digitalizadas e subtração radiográfica digital; e

- comparar, *in vitro*, os diagnósticos obtidos de pares de radiografias, subtração radiográfica de imagens digitais diretas e digitalizadas em defeitos ósseos periapicais incipientes criados por aplicação de solução ácida.

ARTIGO 1



ARTIGO 1

VARIABILIDADE INTRA E INTEROBSERVADOR NO DIAGNÓSTICO RADIOGRÁFICO DE LESÕES PERIAPICAIS DE ORIGEM INFLAMATÓRIA

*INTRA AND INTEROBSERVER VARIABILITY IN RADIOGRAPHIC DIAGNOSIS OF
INFLAMMATORY PERIAPICAL LESIONS*

CUNHA, Fernanda S. da; **GALINA**, Alexandre T.; **MAHL**, Carlos Eduardo;
FONTANELLA, Vania R. C.

Artigo formatado conforme as normas da Revista Odontológica do Brasil Central –
ROBRAC - classificação Capes Qualis B nacional.

RELEVÂNCIA CLÍNICA

A avaliação radiográfica de lesões ósseas periapicais de origem pulpar constitui um desafio para radiologistas e endodontistas, pois as limitações do exame radiográfico, somadas às características do observador, podem levar a decisões equivocadas.

RESUMO

Para avaliar a concordância e a acurácia no diagnóstico da situação do periápice de molares e pré-molares inferiores portadores ou não de patologia periapical, foram selecionadas quarenta radiografias periapicais, vinte de dentes com vitalidade pulpar e sem radiolucências periapicais e vinte de dentes com necrose pulpar. As radiografias foram digitalizadas em *scanner* no modo 8 bits, com resolução de 300 dpi e armazenadas no formato JPEG 12. As imagens digitalizadas foram apresentadas no formato de *slides* com fundo preto no programa PowerPoint, sendo projetadas em equipamento multimídia para vinte observadores, alunos de dois grupos de pós-graduação de uma mesma instituição de ensino, simultaneamente, com repetição de 20% dos casos. Os observadores apresentaram ampla variação do percentual de concordância entre diagnósticos repetidos, contudo, quando agrupados por especialidade, endodontistas e radiologistas apresentaram percentuais de concordância de 62,50 e 66,25%, respectivamente. Na análise da concordância interobservadores, ambos os grupos apresentaram desempenho semelhante, sendo este superior entre os alunos de radiologia (Kendall's $W = 0,816$ e $0,662$ respectivamente). Em relação à especificidade, observou-se desempenho idêntico para os dois grupos (70 a 95%), contudo os alunos de radiologia apresentaram sensibilidade ligeiramente superior (70 a 95%).

PALAVRAS-CHAVE: Diagnóstico; tecido periapical; variações dependentes do observador; radiografia.

INTRODUÇÃO

A causa mais comum das alterações patológicas apicais é, indiscutivelmente, a inflamação da polpa dental, como seqüela de cárie. Estímulos nocivos sediados na cavidade pulpar, os quais através do forame apical atingem a região periapical, podem ocasionar várias reações e conseqüentes alterações. Estas variam segundo a natureza, qualidade, quantidade, tempo de ação dos agentes nocivos, bem como com a defesa imposta pelos tecidos periapicais (Scheidt²², 1998), podendo resultar em dois tipos de inflamação: aguda ou crônica. A lâmina dura e o ligamento periodontal, nas alterações pulpares, são as primeiras estruturas anatômicas influenciadas pelo exsudato e pelos irritantes provenientes do sistema de canais radiculares (Kaffe & Gratt¹², 1988). Todavia, o máximo de cuidado deve ser desprendido durante a análise destas estruturas, pois variações na espessura e na continuidade podem ser explicadas por fatores anatômicos, físicos e funcionais. Além disso, não é tão claro que durante o processo de reparo dos tecidos apicais, após terapia endodôntica, exista um perfeito restabelecimento destes (Halse & Molven¹⁰, 1986).

O diagnóstico endodôntico é um processo gerado pelo somatório das informações obtidas por meio da anamnese, do exame físico e de exames complementares como o radiográfico, o qual é fundamental em todas as etapas da endodontia: do diagnóstico à preservação de casos (Goldman et al.⁸, 1972; Goldman et al.⁹, 1974; Duinkerke et al.⁶, 1975; Reit & Hollender²⁰, 1983; Gelfand et al.⁷, 1983; Zakariassen et al.²⁴, 1984; Halse & Molven¹⁰, 1986; Reit²¹, 1987; Kaffe & Gratt¹², 1988; Bohay⁴, 2000; Nicopoulou-Karayanni et al.¹⁸, 2002). Entretanto, é consenso que as radiografias convencionais não oferecem a precisão e a objetividade que os profissionais gostariam para a avaliação de alterações ósseas na maxila e na mandíbula, pois as informações fornecidas por elas são subjetivas (Goldman et al.⁸, 1972; Goldman et al.⁹, 1974; Duinkerke et al.⁶, 1975; Reit &

Hollender²⁰, 1983; Gelfand et al.⁷, 1983; Zakariassen et al.²⁴, 1984; Reit²¹, 1987; Kaffe & Gratt¹², 1988; Bohay⁴, 2000; Nicopoulou-Karayianni et al.¹⁸, 2002) e dependentes da interação de vários fatores relacionados à técnica radiográfica (Duinkerke et al.⁶, 1975) e ao observador (Goldman et al.⁸, 1972; Goldman et al.⁹, 1974).

Aspectos relacionados às estruturas anatômicas - densidade e espessura dos tecidos, interação das corticais ósseas, relação dos ápices dentários com as corticais, quantidade de mineral por unidade de volume, dimensão dos espaços medulares, localização anatômica do dente – e as alterações oriundas dos processos patológicos – forma, contorno, diâmetro e tempo de desenvolvimento – podem interferir no processo de identificação radiográfica de patologias ósseas periapicais (Bender³, 1982). A literatura é vasta quanto à afirmação de que lesões na cortical óssea só podem ser verificadas, por meio da radiografia convencional, se houver perfuração e/ou extensiva destruição da superfície externa ou erosão da superfície interna. Lesões no tecido ósseo medular só podem ser detectadas radiograficamente quando houver erosão ou perfuração na área de junção do córtex com o osso medular (Bender & Seltzer¹, 1961a; Bender & Seltzer², 1961b; Bender³, 1982). A dimensão real das alterações é subestimada no exame radiográfico (Shoha et al.²³, 1974). Cabe enfatizar, contudo, que LeQuire et al.¹⁶ (1977) e Lee & Messer¹⁵ (1986) identificaram alterações localizadas no tecido ósseo medular.

Desta maneira, a identificação precoce de alterações ósseas periapicais representa um desafio para os dentistas clínicos e também para os endodontistas, sendo que a decisão clínica é resultante de um processo cognitivo, que inclui níveis diferentes e complementares: científico, psicológico e sociológico (Reit²¹, 1987).

Estudos vêm sendo conduzidos buscando avaliar a importância do exame radiográfico convencional na determinação da presença ou ausência de integridade dos tecidos apicais, assim como na determinação de sucesso ou falha do tratamento pós-

terapia endodôntica, por intermédio da interpretação radiográfica conduzida por diferentes observadores (Goldman et al.⁸, 1972; Goldman et al.⁹, 1974; Duinkerke et al.⁶, 1975; Reit & Hollender²⁰, 1983; Gelfand et al.⁷, 1983; Zakariassen et al.²⁴, 1984; Halse & Molven¹⁰, 1986; Reit²¹, 1987; Kaffe & Gratt¹², 1988; Bohay⁴, 2000; Molven et al.¹⁷, 2002; Halse et al.¹¹, 2002).

Várias tentativas têm sido realizadas buscando o aprimoramento da qualidade do diagnóstico endodôntico. O surgimento dos sistemas digitais, no final dos anos 1980, possibilitou a aquisição de imagens por de sensores ópticos, placas de fósforo, *scanners*, câmeras de vídeo e câmeras fotográficas digitais, sendo que os três últimos caracterizam o método indireto de obtenção de imagem (Khademi¹³, 1996). A digitalização de imagens radiográficas permite que, em estudos de reprodutibilidade, as condições de observação de imagens sejam padronizadas.

Assim, objetivamos com este estudo avaliar a concordância e a acurácia no diagnóstico da situação do periápice de molares e pré-molares portadores ou não de patologia periapical a partir da análise de imagens digitais indiretas projetadas para dois grupos de alunos de pós-graduação, áreas de Endodontia e Radiologia, de uma mesma instituição de ensino.

MATERIAL e MÉTODOS

A partir da análise das fichas clínicas do arquivo de endodontia pertencentes a uma clínica odontológica de Porto Alegre foram selecionadas quarenta radiografias periapicais de molares e pré-molares inferiores com necrose pulpar. Os critérios de seleção dos casos foram os mesmos utilizados por Bohay⁴ (2000) e descritos em seu estudo como critérios de inclusão para alterações periapicais. As quarenta radiografias foram avaliadas por três radiologistas, experientes, sendo vinte selecionadas, observando-se critérios de qualidade de imagem, tais como graus médios de densidade e contraste e máximo detalhe.

Vinte radiografias utilizadas em um estudo anterior (Cunha et al.⁵, 2005), de dentes com vitalidade pulpar comprovada e sem radiolucências periapicais, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (protocolo no. 37/04) foram inseridas no estudo para completar a amostra.

Todas as radiografias foram digitalizadas em *scanner* modelo Epson Perfection® 2450 (Epson – Long Beach – Califórnia – EUA) com leitor de transparência, utilizando-se uma máscara de acrílico preto, padronizando o posicionamento do filme e limitando a área de incidência de luz, no modo 8 bits e resolução de 300 dpi, com ajuste automático de brilho e contraste (Larentis et al.¹⁴, 2003). As imagens foram armazenadas em disco no formato JPEG (*Joint Photographic Experts Group*) com compressão mínima (nível 12).

As imagens digitalizadas foram apresentadas no formato de *slides* com fundo preto no programa PowerPoint® (Microsoft Corporation, Redmond, WA), sendo projetadas em equipamento multimídia Powerlite 81p® (Epson – Long Beach – Califórnia – EUA),

operando em 2000 ANSI lumens, 24 *bits*, resolução de 1024 x 768 *pixels*, uma por vez, em tela branca e ambiente escurecido, em seqüência aleatória.

A análise das imagens foi realizada por dois grupos, totalizando vinte observadores: dez alunos de Especialização em Radiologia Odontológica e Imagiologia e dez em Endodontia, simultaneamente, os quais as avaliaram, sem limitação de tempo, classificando-as de acordo com uma escala de três pontos: 1 – presença de alteração periapical; 2 – dúvida; 3 – ausência de alteração periapical. Vinte por cento das avaliações foram repetidas durante as análises. Não foi realizada a calibragem dos observadores, os quais concordaram livremente em participar do estudo.

Os resultados obtidos foram analisados quanto à acurácia, sensibilidade e especificidade das avaliações dos dois grupos. A reprodutibilidade intra-examinador foi avaliada quanto à porcentagem de concordância para os dois grupos. A reprodutibilidade interobservador foi avaliada pelo Teste de Concordância de Kendall.

RESULTADOS

A análise dos percentuais de concordância intra-examinador demonstrou, para os alunos de endodontia, variação de 37,5 a 87,5%, com média de 62,50%. Entre os alunos de radiologia esta variação situou-se no intervalo de 50 a 87,5%, com média de 66,25% (tabela 1).

Tabela 1. Percentual de concordância intra-examinador para alunos de Endodontia e Radiologia. Porto Alegre/ RS, 2005.

Observador	% de concordância	
	Radiologia	Endodontia
1	62,50	37,50
2	62,50	75,00
3	87,50	50,00
4	50,00	75,00
5	75,00	75,00
6	75,00	50,00
7	87,50	50,00
8	50,00	62,50
9	50,00	87,50
10	62,50	62,50
Média	66,25	62,50

Por meio do teste de Concordância de Kendall (tabela 2), verifica-se que a concordância entre os escores atribuídos pelos alunos de radiologia foi boa, enquanto que entre os alunos de endodontia foi regular (Kendall's $W = 0,816$ e $0,662$, respectivamente).

Tabela 2. Teste de Kendall para a concordância interexaminador, por grupo de alunos. Porto Alegre/ RS, 2005.

Grupo de Alunos	Kendall's W
Endodontia	0,662
Radiologia	0,816
Endodontia + Radiologia	0,716

O desempenho dos observadores, expresso pela acurácia, sensibilidade e especificidade, tendo como padrão ouro a situação de vitalidade do dente, está registrado, por grupo de alunos, no gráfico 1. No diagnóstico proposto, a acurácia variou de 55 a 82,5% entre alunos de endodontia e de 72,5 a 87,5% entre os alunos de radiologia. A sensibilidade também foi menor entre os alunos de endodontia, variando de 45 a 75%, enquanto que entre os alunos de radiologia esta variou de 70 a 95%. Os dois grupos de alunos apresentaram coincidência perfeita quanto à especificidade, que variou de 70 a 95%.

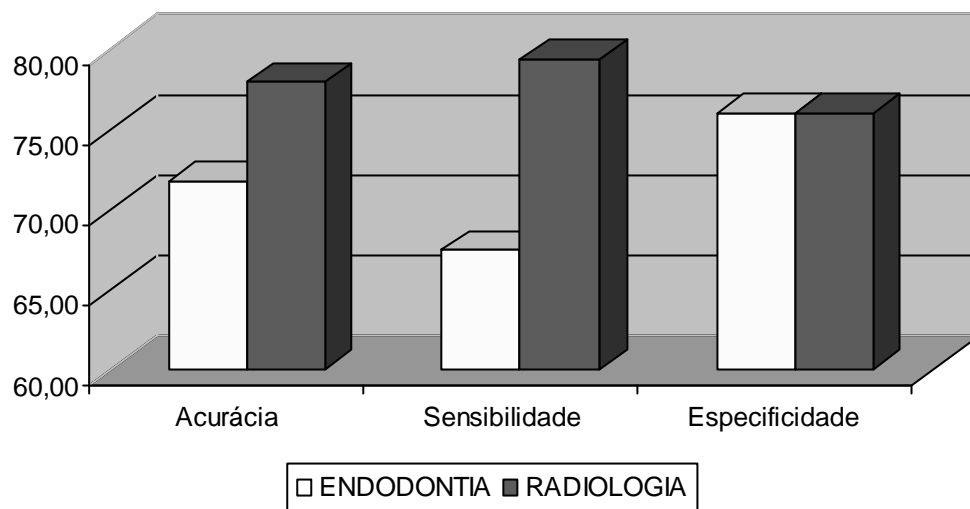


Gráfico 1. Comparação entre os valores médios de acurácia, sensibilidade e especificidade encontrados para cada grupo. Porto Alegre/RS, 2005.

Na média dos grupos, os alunos de endodontia apresentaram desempenho semelhante aos de radiologia no discernimento pela ausência de lesão quando esta não estava presente (especificidade), contudo foram menos capazes de identificar os sinais radiográficos de lesão presente (sensibilidade).

DISCUSSÃO

As radiografias convencionais desempenham papel fundamental, além de serem imprescindíveis nas várias etapas do tratamento endodôntico. Entretanto, as informações fornecidas por elas são limitadas (Goldman et al.⁸, 1972; Goldman et al.⁹, 1974; Duinkerke et al.⁶, 1975; Reit & Hollender²⁰, 1983; Gelfand et al.⁷, 1983; Zakariassen et al.²⁴, 1984; Reit²¹, 1987; Kaffe & Gratt¹², 1988; Bohay⁴, 2000; Nicopoulou-Karayianni et al.¹⁸, 2002).

A maior parte dos trabalhos que analisa a reprodutibilidade intra e interexaminador a faz por intermédio da avaliação de radiografias convencionais (Goldman et al.⁸, 1972; Goldman et al.⁹, 1974; Duinkerke et al.⁶, 1975; Reit & Hollender²⁰, 1983; Gelfand et al.⁷, 1983; Zakariassen et al.²⁴, 1984; Halse & Molven¹⁰, 1986; Reit²¹, 1987; Kaffe & Gratt¹², 1988; Bohay⁴, 2000; Molven et al.¹⁷, 2002; Halse et al.¹¹, 2002), não sendo usual o emprego de imagens digitais indiretas (Nicopoulou-Karayianni et al.¹⁸, 2002). Todavia, estas são empregadas quando se compara a acurácia do método com outros de obtenção de imagens, como as radiografias convencionais e as radiografias digitais diretas, para o diagnóstico radiográfico de alterações ósseas periapicais (Parsell et al.¹⁹, 1998).

Os percentuais de concordância intra-examinador dos alunos de Endodontia apresentaram ampla variação quando comparados aos da Radiologia. Um percentual maior de concordância era esperado para os dois grupos, principalmente pelo pequeno intervalo entre a primeira apresentação da imagem e sua repetição.

A concordância interexaminador foi considerada boa e o escore obtido relativamente alto quando comparado a outros estudos realizados com radiografias convencionais (Goldman et al.⁸, 1972; Reit & Hollender²⁰, 1983; Gelfand et al.⁷, 1983; Zakariassen et al.²⁴, 1984), entretanto, era esperada uma maior concordância entre os dois

grupos. Gelfand et al.⁷ (1983) em um estudo semelhante a este, com radiografias periapicais convencionais, atingiram uma concordância de aproximadamente 50%. Os autores afirmaram que, apesar das condições de visualização das imagens não serem ideais, pois, assim como neste estudo, foram projetadas em uma tela e por este motivo eram visualizadas por diferentes ângulos pelos diferentes observadores, eram constantes e os examinadores estavam analisando, simultaneamente, as mesmas radiografias. Possivelmente, em trabalhos nos quais grupos de examinadores são testados, melhores escores de concordância interexaminador possam ser obtidos pela análise dos casos de maior discordância por uma comissão de avaliação, conforme sugerido por Halse & Molven¹⁰ (1986), Molven et al.¹⁷, (2002) e Halse et al.¹¹, (2002). Os autores observaram um aumento significativo na reprodutibilidade dos seus escores após a seleção dos casos de maior discordância e da reavaliação destes em conjunto até o consenso (Halse & Molven,¹⁰ 1986; Molven et al.¹⁷, 2002; Halse et al.¹¹, 2002).

Uma boa concordância interexaminador foi observada para os alunos da radiologia, enquanto que entre os alunos de endodontia foi apenas regular. Estes resultados apoiam os de Duinkerke et al.⁶ (1975), os quais verificaram que os endodontistas, apesar da maior experiência da interpretação radiográfica da região periapical, não apresentaram um desempenho melhor que os outros dentistas. Já Reit & Hollender²⁰ (1983) não observaram diferenças entre os dois grupos de examinadores. Esta discrepância observada nos resultados despertou atenção, pois uma melhor reprodutibilidade entre os escores do grupo era esperada. Todavia, estes resultados podem ser atribuídos a maior familiaridade dos radiologistas na emissão de diagnósticos utilizando ferramentas digitais de imagem, que apesar da crescente popularização no mercado, ainda não são rotineiramente utilizadas nos consultórios odontológicos. O diferente enfoque dado à formação das duas especialidades deve ser destacado. A

endodontia é uma especialidade essencialmente clínica, de modo que os diagnósticos são embasados não somente no exame radiográfico, mas também na anamnese, no exame físico e no uso de recursos complementares. Já os radiologistas sugerem seus diagnósticos fundamentados principalmente em imagens, sendo que para isto uma seqüência de critérios é empregada. Enfatizamos ainda que os dois grupos não foram calibrados para este estudo, o que pode ter interferido nos resultados.

A acurácia foi maior para os alunos do grupo de radiologia, ou seja, estes identificaram de maneira mais precisa tanto os casos de ausência quanto os de presença de lesão, o que pode ser explicado pelos critérios de avaliação das estruturas periapicais aplicados pelo grupo e pelo fato dos mesmos considerarem fatores durante no exame das imagens que possam passar despercebidos pela outra especialidade. A especificidade foi semelhante para os dois grupos, ao passo que a sensibilidade foi maior para os alunos de radiologia. Este achado pode ser justificado pelo fato dos radiologistas terem uma maior familiaridade com os sistemas digitais de imagem e seus *softwares* característicos, apesar de que, neste estudo, nenhum recurso de manuseio da imagem foi disponibilizado, a não ser a ampliação da imagem inerente à sua própria projeção.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos permitem concluir que:

- analisados individualmente, os observadores apresentaram ampla variação do percentual de concordância entre diagnósticos repetidos. Contudo, quando agrupados por especialidade, endodontistas e radiologistas, apresentaram percentuais de concordância semelhantes;

- na análise da concordância interobservadores, ambos os grupos apresentaram desempenho semelhante, sendo este superior entre os alunos de radiologia;

- em relação à especificidade, observou-se desempenho idêntico para os dois grupos, entretanto, os alunos de radiologia apresentaram sensibilidade ligeiramente superior aos da endodontia.

ABSTRACT

To assess agreement and diagnostic accuracy in lower molars and premolars periapical radiographs, with or without apical radiolucences in the periapical region, through digitized images projected to two post-graduation groups from the same academic institution, twenty teeth with pulp vitality and without periapical radiolucences and twenty with nonvital pulp were selected. The radiographs were digitized in a scanner at 8 bits, 300 dpi and saved in JPEG 12 format. The images were presented simultaneously to two groups of ten observers, which were post-graduation students at the same institution, utilizing multimedia equipment and a PowerPoint program to project the black background slides. Twenty percent of the images were reanalyzed. The observers presented a significant agreement variation in the reanalysis; however, when grouped by field of expertise, endodontists and radiologists agreed in their diagnosis in 62.50% and 66.25%, respectively. In the interobserver agreement, both showed similar performance, but these were higher in radiology students (Kendall's $W= 0.816$ e 0.662 , respectively). In reference to specificity, both demonstrated equal performance (70 to 95%), nonetheless the radiology students demonstrated slightly higher sensibility (70 to 95%).

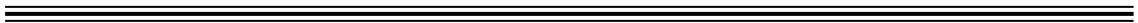
KEYWORDS: Diagnosis; periapical tissue; observer variation; radiography.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BENDER, I.B.; SELTZER, S. Roentgenographic and direct observation of experimental lesion in bone: I. J. Am. Dent. Assoc., Chicago, v. 62, n. 2, p. 152-160, Feb. 1961a.
2. BENDER, I.B.; SELTZER, S. Roentgenographic and direct observation of experimental lesion in bone: II. J. Am. Dent. Assoc., Chicago, v. 62, n. 6, p. 709-716, June 1961b.
3. BENDER, I.B. Factors influencing the radiographic appearance of bone lesions. J. Endod., Baltimore, v. 8, n. 4, p. 161-170, Apr. 1982.
4. BOHAY, R. The sensitivity, specificity and reliability of radiographic periapical diagnosis of posterior teeth. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod., St. Louis, v. 89, n. 5, p. 639-642, May 2000.
5. CUNHA, F.S.C. et al. Desempenho diagnóstico de radiografias periapicais em perdas ósseas digitalmente simuladas na região periapical. RFO, Passo Fundo, 2005. No prelo.
6. DUINKERKE, A. et al. Variations in the interpretation of periapical radiolucences. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod., St. Louis, v. 40, n. 3, p. 414-421, Sep. 1975.
7. GELFAND, M.; SUNDERMAN, E.; GOLDMAN, M. Reability of radiographical interpretations. J. Endod., Baltimore, v. 9, n. 2, p. 71-75, Feb. 1983.
8. GOLDMAN, M.; PEARSON, A.; DARZENTA, N. Endodontics success – Who's reading the radiograph? Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod., St. Louis, v. 33, n. 3, p. 432-437, Mar. 1972.
9. GOLDMAN, M.; PEARSON, A.; DARZENTA, N. Reliability of radiograph interpretations. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod., St. Louis, v. 38, n. 2, p. 287-293, Aug. 1974.
10. HALSE, A.; MOLVEN, O. A strategy for the diagnosis of periapical pathosis. J. Endod., Baltimore, v. 12, n. 11, p. 534-538, Nov. 1986.
11. HALSE, A.; MOLVEN, O.; FRISTAD, I. Diagnosing periapical lesions – disagreement and borderline cases. Int. End. J., Oxford, v. 35, n. 8, p. 703-709, Aug. 2002.
12. KAFFE, I.; GRATT, B. Variations in the radiographic interpretation of the periapical dental region. J. Endod., Baltimore, v. 14, n. 7, p. 330-335, July 1988.
13. KHADEMI, J. A. Digital Images & Sound. J. Dent. Educ., Washington, v. 60, n. 1, p. 41-46, Jan. 1996.

14. LARENTIS, L.N. et al. Efeito da resolução da imagem na subtração digital quantitativa de perda óssea alveolar simulada. *Pesqui. Odontol. Bras.*, São Paulo, v. 17, Supl. 2, p. 257, ago. 2003.
15. LEE, S.J.; MESSER, H.H. Radiographic appearance of artificially prepared periapical lesions confined to cancellous bone. *Int. End. J.*, Oxford, v. 19, n. 2, p. 64-72, 1986.
16. LEQUIRE, A.; CUNNINGHAM, J.; PELLEU, G. Radiographic interpretation of experimentally produced osseous lesions of the human mandible. *J. Endod.*, Baltimore, v. 3, n. 7, p. 274-276, July 1977.
17. MOLVEN, O.; HALSE, A.; FRISTAD, I. Long-term reability and observer comparisons in the radiographic diagnosis of periapical disease. *Int. End. J.*, Oxford, v. 35, n. 2, p. 142-147, Feb. 2002.
18. NICOPOULOU-KARAYIANNI. K. et al. Image processing for enhanced observer agreement in the evaluation of periapical bone changes. *Int. End. J.*, Oxford, v. 35, n. 7, p. 615-622, July 2002.
19. PARSELL, D.E. et al. Sensivity of various radiographic methods for detection of oral cancellous bone lesions. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, St. Louis, v. 86, n. 4, p. 498-502, Oct. 1998.
20. REIT, C.; HOLLENDER, L. Radiographic evaluation of endodontic therapy and the influence of observer variation. *Scand. J. Dent. Res.*, Copenhagen, v. 91, n. 3, p. 205-212, June 1983.
21. REIT, C. The influence of observer calibration on radiograph periapical diagnosis. *Int. End. J.*, Oxford, v. 20, n. 2, p. 75-81, Mar. 1987.
22. SCHEIDT, W.A. Alterações pulpare e Periapicais. In: BERGER, C. R. et al. *Endodontia*. São Paulo: Pancast Editora, 1998. Cap. 5, p. 72-73.
23. SHOHA, R.R.; DOWSON, J.; RICHARDS, B.S. Radiographic interpretation of experimentally produced bone lesions. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, Saint Louis, n. 2, v. 38, p. 294-303, Aug. 1974.
24. ZAKARIASEN, K.; SCOTT, D.; JENSEN, J. Endodontic recall radiographs: how reliable is our interpretation of endodontic success or failure and what factors affect our reliability? *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, Saint Louis, v. 57, n. 3, p. 343-347, Mar. 1984.

ARTIGO 2



ARTIGO 2

DETERMINAÇÃO DA POSIÇÃO DOS ÁPICES DENTÁRIOS DE MOLARES E PRÉ-MOLARES INFERIORES UTILIZANDO TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA – ESTUDO *IN VITRO*

*DETERMINING THE POSITION OF LOWER MOLARS AND PREMOLARS' APEXES
THROUGH COMPUTED TOMOGRAPHY – IN VITRO STUDY*

Fernanda Silveira da **CUNHA**, Ana Elisa da **SILVA**, Naiara Leites **LARENTIS**, João
Carlos **FRAGA DA ROSA**, Vania Regina Camargo **FONTANELLA**

Artigo formatado de acordo com as normas da revista Radiologia Brasileira,
classificação Capes Qualis A nacional.

RESUMO

Objetivo: Verificar, *in vitro*, se é possível medir com confiabilidade, utilizando a tomografia computadorizada, a distância entre as corticais ósseas e os ápices dentários de molares e pré-molares em mandíbulas humanas secas, além de determinar a relação de proximidade dos dois grupos com as corticais.

Material e Métodos: As imagens das peças ósseas foram obtidas por tomografia computadorizada. A partir delas mensurações foram realizadas, por quatro observadores, três não calibrados (A, B e C) e um calibrado (D), dos ápices selecionados, até o limite interno das corticais ósseas, vestibular e lingual (AP-CVi e AP-CLi). A concordância interexaminador, para os observadores A, B e C, assim como a intra para o observador D foram calculadas por meio do Teste de Concordância de Kendall. A partir das médias geradas pelo observador D, foi calculada a comparação entre os grupos de ápices (molares, raiz mesial: M-M; molares, raiz distal: M-D e pré-molares: PM) e as medidas AP-CVi, AP-CLi, utilizando os Testes Não-paramétricos de Kruskal Wallis e Wilcoxon, ambos com $\alpha=5\%$.

Resultados: Uma boa concordância tanto inter (A, B, e C) quanto intra-examinador (D) foi observada, sendo a última quase perfeita. Não houve diferença significativa nas distâncias em relação aos diferentes grupos e entre as distâncias vestibular e lingual para os grupos M-D e M-M, sendo que para o grupo PM a distância lingual foi significativamente maior do que a vestibular.

Conclusão: A tomografia computadorizada é um método reprodutível para a obtenção da distância entre os ápices dentários e as corticais ósseas, tanto na avaliação inter quanto intra-observador. Pré-molares e molares não diferiram quanto à posição dos seus ápices, contudo os pré-molares apresentaram seus ápices significativamente mais próximos da cortical vestibular do que da lingual.

UNITERMOS: Tomografia, medidas, mandíbula.

ABSTRACT

Objective: To verify, in vitro, the possibility to reliably measure, through the use of computed tomography, the distance between bone corticals and apices of molars and premolars in dry human mandibles, and to determine the proximity relation of the two groups with the corticals.

Methods and Materials: Bone images were gathered by computed tomography. Four observers took measurements, in which three were not calibrated (A, B and C) and one was calibrated (D), from the selected apices to the inner aspect of buccal and lingual bone corticals (AP-iBC and AP-iLC). Interobserver agreement of observers A, B and C, as well as, intraobserver agreement of observer D, were calculated through Kendall's Test. Through observer D averages, the comparison between the apices groups (molars, mesial root: M-M; molars, distal root: M-D and premolars: PM) and the AP-iBC/AP-iLC measures were calculated by Kruskal Wallis e Wilcoxon Non-Parametric Tests, both at $\alpha=5\%$.

Results: Good inter (A, B and C) and an almost perfect intraobserver (D) agreement were verified. There was no significant difference between the distances in reference to the different groups and to buccal and lingual to M-D and M-M groups; but, to the PM group, the lingual distance is significantly higher than the vestibular.

Conclusion: Computed tomography is a reproductive method to obtain the distance between teeth apices and bone corticals in interobserver and intraobserver agreement assessments. Significant statistical differences between molars and pre-molars roots apices positions were not verified, but the premolars showed their apices considerably closer to the buccal cortical than to the lingual.

Keywords: Tomography, measures, mandible.

INTRODUÇÃO

Desde sua introdução na medicina em meados dos anos 1970, a tomografia computadorizada tem despertado interesse na odontologia, principalmente pela possibilidade de uma avaliação do tecido ósseo sem a sobreposição de estruturas, o que permite uma maior precisão na reprodução dos detalhes anatômicos⁽¹⁾. Esta técnica pode ser aplicada na identificação e no delineamento de estruturas anatômicas^(2,3), processos patológicos^(4,5), na avaliação de retenções dentárias⁽¹⁾, bem como no planejamento e avaliação de sítios ósseos potenciais para colocação de implantes dentários^(6,7) em que o sucesso do procedimento cirúrgico requer criteriosa avaliação da localização do canal mandibular, do seio maxilar e da espessura e do contorno do processo alveolar, entre outras estruturas^(2,8).

Vários estudos têm demonstrado a precisão das medidas obtidas por intermédio da tomografia computadorizada⁽⁵⁻¹¹⁾.

A execução de pesquisas laboratoriais para análise de defeitos ósseos criados artificialmente requer o conhecimento exato da posição dos ápices dentários e suas relações com o tecido ósseo adjacente para uma correta interpretação dos dados obtidos com o estudo, tornando-se necessário o desenvolvimento de uma metodologia que assegure a obtenção de medidas reprodutíveis tanto intra quanto interexaminador. Deste modo, sendo as tomografias computadorizadas um método não invasivo, seu uso constitui uma alternativa em estudos nos quais as amostras necessitem ser preservadas⁽¹²⁾.

Assim, objetivamos com este estudo verificar, *in vitro*, se é possível medir com confiabilidade, em exames de tomografia computadorizada, a distância entre as corticais ósseas e os ápices dentários de molares e pré-molares em mandíbulas humanas secas, além de determinar a relação de proximidade destes com as corticais ósseas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Cinco mandíbulas humanas secas foram utilizadas nesta pesquisa, aprovada pelo Comitê de Ética da Faculdade de Odontologia da UFRGS, sob o n. 005/04.

Inicialmente, as mandíbulas receberam numeração seqüencial e em cada uma delas foram selecionados, a partir de radiografias prévias, vinte e seis dentes posteriores, molares e pré-molares, sem alterações ósseas, totalizando trinta e nove sítios apicais. A seguir, as restaurações metálicas existentes nos dentes foram removidas, de forma a evitar artefatos na tomografia.

As mandíbulas foram centralizadas e posicionadas com sua base paralela ao plano vertical em uma forma plástica retangular, com 24 x 17 x 3 cm. Uma camada de 2 cm de espessura de cera n. 7 Clássico® (Campo Limpo Paulista – São Paulo – Brasil) fundida foi vertida de maneira que os côndilos direito e esquerdo de cada peça ficassem encobertos.

Imagens de tomografia computadorizada, sem magnificação, foram obtidas do conjunto, pelo equipamento LightSpeed Ultra® (GE Healthcare – Reino Unido) e do *software* Denta CT® (Elscont – Israel), utilizando matriz de 512 x 512 *pixels*, *bone window*, 80 kVp, 50 mA, sendo as mandíbulas posicionadas sobre a plataforma do aparelho, apoiadas pela porção inferior da forma retangular, ou seja, com o plano mandibular perpendicular ao plano horizontal e sínfise voltada para cima. Os cortes axiais foram obtidos com 1 mm de espessura e 1 mm de incremento, desde a base da mandíbula até a borda alveolar, de todas as peças anatômicas, seqüencialmente. De acordo com o objetivo proposto, não foi necessário realizar a reconstrução das imagens obtidas.

Os arquivos DICOM foram armazenados em disco compacto (CD-ROM/*compact disc – ready only memory*) e importados para o *software* e-Film Workstation 1.5.3®

(Milwaukee – EUA). As medidas foram realizadas sobre o corte axial mais apical de cada sítio, por três observadores (A, B e C), informados sobre o funcionamento do programa e da obtenção de medidas, todavia não calibrados, sob condições padronizadas de visualização (monitor de 14”, resolução de 1024 x 768 *pixels*, fundo preto, em ambiente escurecido, em seqüência aleatória, individualmente) com o auxílio da ferramenta *zoom* do programa, traçando linhas, expressas em centímetros, que serviram de guias para obtenção de medidas de distância entre o ápice e a porção interna da cortical vestibular (AP-CVi) e entre o ápice e a porção interna da cortical lingual (AP-CLi) de cada sítio. Um quarto observador (D), sob as mesmas condições de visualização e de uso do programa, porém calibrado, realizou três medições de todos os sítios, com intervalo de duas semanas entre uma e outra.

A reprodutibilidade interobservador para três observadores (A, B e C), não calibrados, bem como a intra para quarto examinador (D), calibrado, foram calculadas por meio do Teste de Concordância de Kendall (Kendall’s W), tanto para as medidas AP-CVi/AP-CLi quanto para a comparação entre estas. Sendo a seguir, a partir da média das três medidas realizadas pelo avaliador D, calculadas a comparação entre os grupos (pré-molares: PM, raiz mesial dos molares: M-M e raiz distal dos molares: M-D) e entre as medidas AP-CVi, AP-CLi, utilizando os Testes Não-paramétricos Kruskal Wallis e Wilcoxon, ambos com $\alpha=5\%$.

RESULTADOS

O teste de Concordância de Kendall (tabela 1) evidencia uma boa concordância entre os escores atribuídos pelos três examinadores (A, B e C), para todas as medidas: AP-CVi, AP-CLi e AP-CVi + AP-CLi (Kendall's W= 0,901; 0,810 e 0,874, respectivamente).

Tabela 1. Teste de Concordância de Kendall para a análise da reprodutibilidade interobservador. Porto Alegre/ RS, 2005.

Medida	Kendall's W
Vestibular	0,901
Lingual	0,810
Vestibular + Lingual	0,874

O examinador D (tabela 2) apresentou concordância intra-examinador quase perfeita para todas as medidas: AP-CVi, AP-CLi e AP-CVi + AP-CLi (Kendall's W= 0,987; 0,977 e 0,987, respectivamente). A partir da média das três medidas deste observador foi realizada a comparação entre os grupos de ápices (PM; M-M; M-D) e entre as medidas AP-CVi e AP-CLi. Para as corticais vestibular e lingual verifica-se por intermédio do Teste Não-paramétrico Kruskal Wallis ($\alpha=5\%$) não haver diferença significativa nas distâncias em relação aos diferentes grupos (tabela 3). O Teste Não-paramétrico Wilcoxon ($\alpha=5\%$) evidenciou não haver diferença significativa entre as distâncias vestibular e lingual para os grupos M-D e M-M, sendo que para o grupo PM a distância lingual é significativamente maior do que a vestibular (tabela 4).

Tabela 2. Teste de Concordância de Kendall para a análise da reprodutibilidade do observador D. Porto Alegre/ RS, 2005.

Medida	Kendall' s W
Vestibular	0,987
Lingual	0,977
Vestibular + Lingual	0,987

Tabela 3. Teste Não-paramétrico Kruskal Wallis para a comparação entre os grupos. Porto Alegre/ RS, 2005.

Grupo	Distância (cm)					
	Vestibular			Lingual		
	1° Quartil	2° Quartil	3° Quartil	1° Quartil	2° Quartil	3° Quartil
PM	0,00	0,00	0,20	0,20	0,33	0,47
M-D	0,00	0,50	0,57	0,05	0,37	0,45
M-M	0,00	0,43	0,58	0,05	0,30	0,38
p	0,068			0,387		

p= nível mínimo de significância do Teste Não-paramétrico Kruskal Wallis

Tabela 4. Teste Não-paramétrico Wilcoxon para a comparação das distâncias dos ápices às corticais vestibular e lingual, por grupo. Porto Alegre/ RS, 2005.

Grupo	Distância (cm)						p
	Vestibular			Lingual			
	1° Quartil	2° Quartil	3° Quartil	1° Quartil	2° Quartil	3° Quartil	
PM	0,00	0,00	0,20	0,20	0,33	0,47	<0,001
M-D	0,00	0,50	0,57	0,05	0,37	0,45	0,545
M-M	0,00	0,43	0,58	0,05	0,30	0,38	0,287

p= nível mínimo de significância do Teste Não-paramétrico Wilcoxon

DISCUSSÃO

Na análise estatística do presente estudo foram empregados testes não-paramétricos em função da distribuição dos dados, grande número de valores zero, bem como pela homogeneidade de variância não ter sido satisfeita.

Com base nos resultados obtidos observa-se uma boa concordância entre os escores atribuídos pelos três observadores (A, B, C), para todas as medidas, AP-CVi; AP-CLi e AP-CVi + AP-CLi (Kendall's $W = 0,901; 0,810$ e $0,874$, respectivamente).

O observador (D), o qual foi calibrado, diferentemente dos outros, apresentou uma concordância intra-examinador quase perfeita para todas as medidas: AP-CVi; AP-CLi e para a relação entre elas (Kendall's $W = 0,987; 0,977$ e $0,987$, respectivamente). Hermans et al.⁽¹³⁾ (1998) observaram uma grande variação interobservador em seu estudo. Já Crestani⁽⁹⁾ (2001) observou que a variabilidade intra e interexaminador não foi significativa, pois os observadores foram calibrados e estavam habituados a interpretar imagens tomográficas. As imagens do estudo de Cavalcanti et al.⁽⁵⁾ (2004b) também foram analisadas por examinadores calibrados, sendo que uma baixa variação interobservador foi observada. Assim, corroborando com Hermans et al.⁽¹³⁾ (1998), sugere-se que apenas um observador calibrado e consciente das opções oferecidas pelo programa utilizado deva realizar as mensurações. É importante ressaltarmos que a medida AP-CLi apresentou maior variação entre os observadores, possivelmente porque distâncias menores são mais difíceis de serem mensuradas e apresentam maior discordância⁽¹⁰⁾. Como as peças ósseas mensuradas serão utilizadas em um estudo posterior, foi necessário manter sua integridade, de forma que medidas reais, obtidas diretamente sobre as amostras, não foram realizadas.

A maior parte dos trabalhos que busca a identificação precoce de defeitos ósseos periapicais não descreve métodos para a obtenção da relação entre os ápices dentários e as corticais ósseas^(14,15).

Em um estudo clássico da odontologia⁽¹⁶⁾, os autores verificaram que a maioria dos ápices dos dentes anteriores e dos pré-molares estavam próximos ou junto à cortical vestibular, assim como a raiz mesial dos primeiros molares. Já a raiz distal destes dentes e as raízes mesial e distal dos segundos molares estavam mergulhadas em osso medular e as dos terceiros molares apresentaram grande variação, estando ora junto ou próximas da cortical lingual ora em osso medular. Frankle et al.⁽¹⁷⁾ (1990), em um estudo *in vitro* que buscou investigar a posição anatômica do ápice da raiz mesial em molares inferiores, observaram, em secções realizadas em mandíbulas, que a raiz mesial do segundo molar apresentou maior distância a cortical vestibular quando comparada a do primeiro molar (7,35 mm e 4,18 mm, respectivamente). Em um estudo⁽¹¹⁾ semelhante ao desenvolvido nesta pesquisa, porém *in vivo* e com mensurações realizadas, em todos os grupos de dentes das duas arcadas, da porção mais apical das raízes até a cortical vestibular, os autores verificaram que, para molares e pré-molares inferiores, as maiores medidas foram observadas nas raízes dos segundos molares (mesial: 7,34 mm e distal: 8,51 mm). Já as medidas para os pré-molares foram consideravelmente menores: 3,68 mm (segundo) e 3,02 mm (primeiro).

Neste estudo não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre as medidas obtidas em relação aos diferentes grupos. Contudo, quando a distância dos ápices dentários às corticais vestibular e lingual é comparada, observa-se que para os pré-molares a distância lingual é significativamente maior, corroborando com os resultados de outro estudo⁽¹⁶⁾. Já para a raiz mesial e distal dos molares as diferenças não foram significativas. Cabe enfatizar que, diferentemente dos demais estudos^(11,16,17), os

molares da presente amostra não foram separados de acordo com sua posição anatômica (primeiro, segundo e terceiro) e sim por raízes. Além disso, buscou-se a obtenção de duas medidas: AP-CVi; AP-CLi, ao passo que em outros trabalhos^(17,11), apenas a medida dos ápices à cortical vestibular foi realizada.

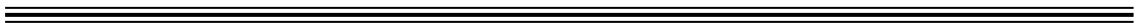
Assim, com base nos resultados obtidos, podemos concluir que a tomografia computadorizada é um método reprodutível para a obtenção da distância entre os ápices dentários e as corticais ósseas, tanto na avaliação inter quanto intra-observador. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas quanto à posição dos ápices de raízes de pré-molares e de molares, contudo os pré-molares apresentaram seus ápices significativamente mais próximos da cortical vestibular do que da lingual.

REFERÊNCIAS

1. Sumida AE, Oliveira FAM, Oliveira HW. Uso da tomografia computadorizada (TC) na odontologia. RGO 2002; 50: 192-96.
2. Abrahams JJ. Anatomy of the jaw revisited with a dental CT software program. AJNR 1993; 14: 979-90.
3. Katz J, Chaushu G, Rotstein I. Stafne`s bone cavity in the anterior mandible: a possible diagnostic challenge. J Endod 2001; 27: 304-07.
4. Kim E, Kim KD, Roh BD, Cho YS, Lee SJ. Computed tomography as a diagnostic aid for extracanal invasive resorption. J Endod 2003; 29: 463-65.
5. Cavalcanti MGP, Santos DT, Perrela A, Vannier MW. CT- based analysis of malignant tumor volume and localization. Braz Oral Res 2004b; 18: 338-44.
6. Cavalcanti MGP, Yang J, Ruprecht A, Vannier MW. Validation of Spiral Computed Tomography for Dental Implants. Dentomaxillofac Radiol 1998; 27: 329-33.
7. Yang J, Cavalcanti MGP, Ruprecht A, Vannier MW. 2-D and 3-D reconstructions of spiral computed tomography in localization of the inferior alveolar canal for dental implants. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1999; 87: 369-74.
8. Abrahams JJ, Levine B. Expanded applications of dentaScan (multiplanar computerized tomography of mandible and maxilla). Int J Period & Rest Dent 1990; 10: 465-71.
9. Crestani MC. Estudo Tomográfico convencional e computadorizado da região posterior da mandíbula. Porto Alegre, 2001. [Dissertação de Mestrado - Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul].
10. Cavalcanti MGP, Rocha SS, Vannier MW. Craniofacial measurements based on 3D-CT volume rendering: implications for clinical applications. Dentomaxillofac Radiol 2004a; 33: 170-76.
11. Jin GC, Kim KD, Roh BD, Lee CY, Lee SJ. Buccal bone plate thickness of the Asian people. J Endod 2005; 31: 430-34.
12. Stalker WH, Cutright DE, Goodwin DW. Tomography of the alveolar process. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1980; 49: 184-86.
13. Hermans R, Feron MF, Bellon E, Dupont P, Bogart WV, Baert AL. Laryngeal tumor volume measurements determined with CT: a study on intra and interobserver variability. Int J Radiat Oncol Biol Phys 1998; 40: 553-57.
14. Shoha RR, Dowson J, Richards BS. Radiographic interpretation of experimentally produced bone lesions. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1974; 38: 294-303.

15. Lee SJ, Messer HH. Radiographic appearance of artificially prepared periapical lesions confined to cancellous bone. *Int End J* 1986; 19: 64-72.
16. Bender IB, Seltzer S. Roentgenographic and direct observation of experimental lesion in bone: II. *J. Am Dent Assoc* 1961; 62: 709-16.
17. Frankle KT, Seibel W, Dumsha, TC. An anatomical study of the position of the mesial roots of mandibular molars. *J Endod* 1990; 16:480-84.

ARTIGO 3



ARTIGO 3

DESEMPENHO DIAGNÓSTICO DE RADIOGRAFIAS PERIAPICAIS EM PERDAS ÓSSEAS DIGITALMENTE SIMULADAS NA REGIÃO APICAL

*Diagnostic Performance of Periapical Radiographs in Digitized Simulated Bone Loss in
Apical Region*

Fernanda Silveira da **CUNHA**, Ana Elisa da **SILVA**, Naiara Leites **LARENTIS**, Vania
Regina Camargo **FONTANELLA**

Artigo aceito para publicação na Revista da Faculdade de Odontologia de Passo Fundo -
RFO, classificação Capes Qualis B nacional.

RESUMO

Este estudo teve por objetivo avaliar o desempenho de radiografias periapicais no diagnóstico de diferentes estágios de perda óssea digitalmente simulada. Para tanto, foram selecionados, a partir de radiografias de arquivo, trinta ápices dentários de pré-molares e molares inferiores, sem radiolucências. As radiografias foram digitalizadas em *scanner* no modo 8 bits, 256 tons de cinza, 300 dpi e armazenadas no formato JPEG 12. Nas imagens iniciais (originais) os sítios apicais selecionados foram demarcados por um quadrado. Estas imagens foram digitalmente reproduzidas sete vezes e numeradas em ordem crescente, formando oito conjuntos. A perda óssea foi digitalmente simulada na região apical com as ferramentas lápis (modelo mecânico) e *spray* (modelo químico), com tinta preta, em intensidade de 3%, 5% e 8% (leve, moderada e severa, respectivamente). Os pares de imagens (inicial e experimental) e as subtrações destes pares foram, separadamente, avaliados por três observadores, com repetição de 20% dos casos. O Coeficiente de Correlação de Spearman e o Teste Não Paramétrico de Wilcoxon mostraram uma boa concordância entre a primeira e a segunda medida para os dois modelos, com exceção de um observador. Através da análise das curvas ROC ($p > 0,05$) observou-se diferença significativa entre os métodos para ambos os modelos nas intensidades de 3% e 5%. Não houve diferença significativa para a intensidade de 8%. A subtração digital qualitativa mostrou desempenho significativamente melhor do que a avaliação de pares de radiografias para ambos os modelos de reabsorção simulada nas intensidades leve e moderada.

PALAVRAS-CHAVE: Tecido periapical; radiografia dentária; radiografia digital; técnica de subtração.

INTRODUÇÃO

A literatura é vasta no que concerne às dificuldades na interpretação e no possível diagnóstico radiográfico das lesões periapicais (Damante et al., 2000). As radiografias convencionais são freqüentemente utilizadas pelos endodontistas no diagnóstico, prognóstico, planejamento e preservação de casos (Tirrel et al., 1996). Entretanto, as informações fornecidas por elas são limitadas, pois sabe-se que, apesar de trabalharmos com estruturas tridimensionais, a imagem obtida é bidimensional (Melo, Zacarias e Gonçalves, 2000). Estudos têm sido conduzidos no sentido de definir qual é o estágio mais precoce de desmineralização que pode ser detectado radiograficamente. A maior parte destes trabalhos simula defeitos através do uso de brocas esféricas (Bender e Seltzer, 1961a; Bender e Seltzer, 1961b; Shoha, Dowson e Richards, 1974; Bender, 1982; Stelt, 1985; Damante e Carvalho, 1988; Damante e Carvalho, 1989; Tyndall, Kappa e Bagnell, 1990; Yokota et al., 1994; Stassinakis et al., 1995; Kullendorff, Nilsson e Rohlin, 1996; Kullendorff e Nilsson, 1996; Mistak et al., 1998; Parsell et al., 1998; Melo, Zacarias e Gonçalves, 2000; Sullivan Júnior, Di Fiore e Koerber, 2000). Outros utilizam a aplicação de soluções ácidas (Tirrel et al., 1996; Meier et al., 1996), pois acreditam que seus efeitos representam de maneira mais fiel o processo reabsortivo.

Lesões na cortical óssea só podem ser verificadas, por meio da radiografia convencional, se houver perfuração, extensiva destruição, erosão da superfície externa ou interna. Lesões no tecido ósseo medular só podem ser detectadas radiograficamente quando causam erosão ou perfuração na área de junção do córtex com o osso medular. Além disso, a doença pode estar presente mesmo na ausência de evidências radiográficas (Bender e Seltzer, 1961a; Bender e Seltzer, 1961b; Shoha, Dowson e Richards, 1974; Bender, 1982; Stelt, 1985; Damante e Carvalho, 1988; Damante e Carvalho, 1989; Melo, Zacarias e Gonçalves, 2000).

O surgimento dos sistemas digitais possibilitou a aquisição de imagens por sensores ópticos, placas de fósforo, *scanners*, câmeras de vídeo e câmeras fotográficas digitais. Estes sistemas apresentam maior sensibilidade e reprodutibilidade, além de fornecerem a possibilidade de pós-processamento, sendo que estas ferramentas podem auxiliar, objetivamente ou subjetivamente, a interpretação de alterações ósseas e tornar sua análise mais acurada (Tyndall, Kappa e Bagnell, 1990; Yokota et al., 1994; Stassinakis et al., 1995; Tirrel et al., 1996; Meier et al., 1996; Kullendorff, Nilsson e Rohlin, 1996; Kullendorff e Nilsson, 1996; Mistak et al., 1998; Parsell et al., 1998; Sullivan Júnior, Di Fiore e Koerber, 2000).

A subtração radiográfica digital surgiu em 1982 e consiste na sobreposição de duas radiografias obtidas em diferentes momentos. As características comuns a ambas são removidas, permanecendo uma imagem onde constam apenas as diferenças entre elas (Tyndall, Kappa e Bagnell, 1990). A técnica apresenta mais de 95% de acurácia na detecção de perdas ósseas tão pequenas quanto 5%, enquanto sabe-se que é necessária perda de 30 a 40% do conteúdo mineral para que a mesma possa ser visualmente identificada na radiografia convencional (Reddy e Jeffcoat, 1993). Entretanto, a técnica de subtração é de difícil utilização, pois exige uma perfeita padronização geométrica entre as imagens que serão subtraídas (Kullendorff e Nilsson, 1996).

Os trabalhos que analisam perdas ósseas através do uso de brocas ou aplicação de solução ácida utilizam imagem digital direta e radiografias convencionais para o diagnóstico, não sendo usual o emprego de imagens digitalizadas (Yokota et al., 1994; Stassinakis et al., 1995; Tirrel et al., 1996; Meier et al., 1996; Kullendorff, Nilsson e Rohlin, 1996; Kullendorff e Nilsson, 1996; Mistak et al., 1998; Parsell et al., 1998; Sullivan Júnior, Di Fiore e Koerber, 2000). Todavia, a digitalização de filmes por *scanners* é uma opção mais acessível que os sistemas digitais diretos e apresenta

vantagens em relação à radiografia convencional, como a possibilidade de trabalhar a imagem com o objetivo de melhorar sua aparência e aprimorar sua interpretação, além de aplicar as ferramentas de análise para o diagnóstico.

Desta maneira, no presente trabalho buscou-se avaliar, utilizando a simulação digital, a acurácia diagnóstica de dois modelos (químico e mecânico) em diferentes estágios de perda óssea (leve, moderada e severa), na região periapical, através da análise de pares de imagens de radiografias digitalizadas e da subtração radiográfica digital qualitativa, além de verificar se o modelo experimental de simulação de defeitos (químico e mecânico) interfere no desempenho diagnóstico.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, protocolo no. 37/04.

A partir de radiografias periapicais de arquivo foram selecionados, observando-se critérios de qualidade de imagem, tais como graus médios de densidade e contraste e máximo detalhe, trinta ápices dentários de pré-molares e molares inferiores sem radiolucências periapicais. Estas radiografias foram digitalizadas em *scanner* modelo Epson Perfection® 2450 (Epson – Long Beach – Califórnia – EUA) com leitor de transparência, utilizando-se uma máscara de acrílico preto, padronizando o posicionamento do filme e limitando a área de incidência de luz, no modo 8 bits e resolução de 300dpi, com ajuste automático de brilho e contraste. Na imagem inicial, os sítios apicais selecionados foram demarcados por um quadrado desenhado no programa Photoshop® v.6 (Adobe – EUA). Estas imagens foram, então, reproduzidas sete vezes – para formar oito conjuntos de imagens – e numeradas em ordem crescente, sendo armazenadas em disco no formato JPEG (*Joint Photographic Experts Group*) com compressão mínima (nível 12).

O primeiro conjunto de imagens permaneceu inalterado e foi denominado de inicial (I). O segundo, no qual apenas o quadrado foi acrescentado, foi denominado de inicial repetido (IR). Nos demais conjuntos, o programa Photoshop® foi utilizado para simular digitalmente perdas ósseas. Nos conjuntos 3 a 5 (M3%, M5% e M8%) foi empregada a ferramenta lápis, a qual apresenta contorno regular, para simulação de perda óssea através do modelo mecânico, com tinta preta nas intensidades de 3%, 5% e 8%, correspondendo, respectivamente, a perdas leve, moderada e severa. Nos conjuntos 6 a 8 (Q3%, Q5% e Q8%) foi utilizada a ferramenta *spray*, que apresenta contorno irregular, para simular o modelo químico com as mesmas intensidades.

As imagens digitalizadas foram apresentadas em monitor, em condições padronizadas de visualização (monitor de 14", com resolução de 1024 x 768 *pixels*, fundo preto e ambiente escurecido), de maneira aleatória, trinta por vez, lado a lado, aos pares (I x IR, I x M3%, I x M5%, I x M8%, I x Q3%, I x Q5% e I x Q8%), a três observadores experientes, habituados a emitir diagnósticos e utilizar ferramentas digitais, tendo sido realizada calibragem inter e intra-observador nos períodos pré e trans-experimental. Os observadores, individualmente, avaliaram qualitativamente cada imagem, de acordo com uma escala de cinco pontos: 1 - lesão definitivamente ausente; 2 - lesão provavelmente ausente; 3 - não é possível classificar; 4 - lesão provavelmente presente e 5 - lesão definitivamente presente. Vinte por cento dos casos da amostra foram sorteados, duplicados e distribuídos aleatoriamente nesta apresentação, de maneira que a reprodutibilidade intra-examinador fosse posteriormente avaliada.

O programa Imagelab® (versão 2.3, Softium – Sistemas de Informática - São Paulo - SP) foi utilizado para a subtração dos mesmos pares de radiografias anteriormente mencionados. As imagens resultantes foram avaliadas pelos mesmos observadores e seguindo os mesmos critérios. Exemplos de imagens (pares e sua subtração) constam da Figura 1.

A reprodutibilidade interobservador foi avaliada por meio do Teste Concordância de Kendall. Já a reprodutibilidade intra-observador foi avaliada por intermédio do Coeficiente de Correlação de Spearman e do Teste Não Paramétrico de Wilcoxon, tanto para as subtrações quanto para os diagnósticos através das imagens visualizadas aos pares, com nível de significância de 1 e 5%, respectivamente.

A análise do desempenho diagnóstico de cada método foi realizada através de curvas ROC geradas a partir dos escores atribuídos pelo observador A, o qual apresentou a melhor concordância intra-examinador.

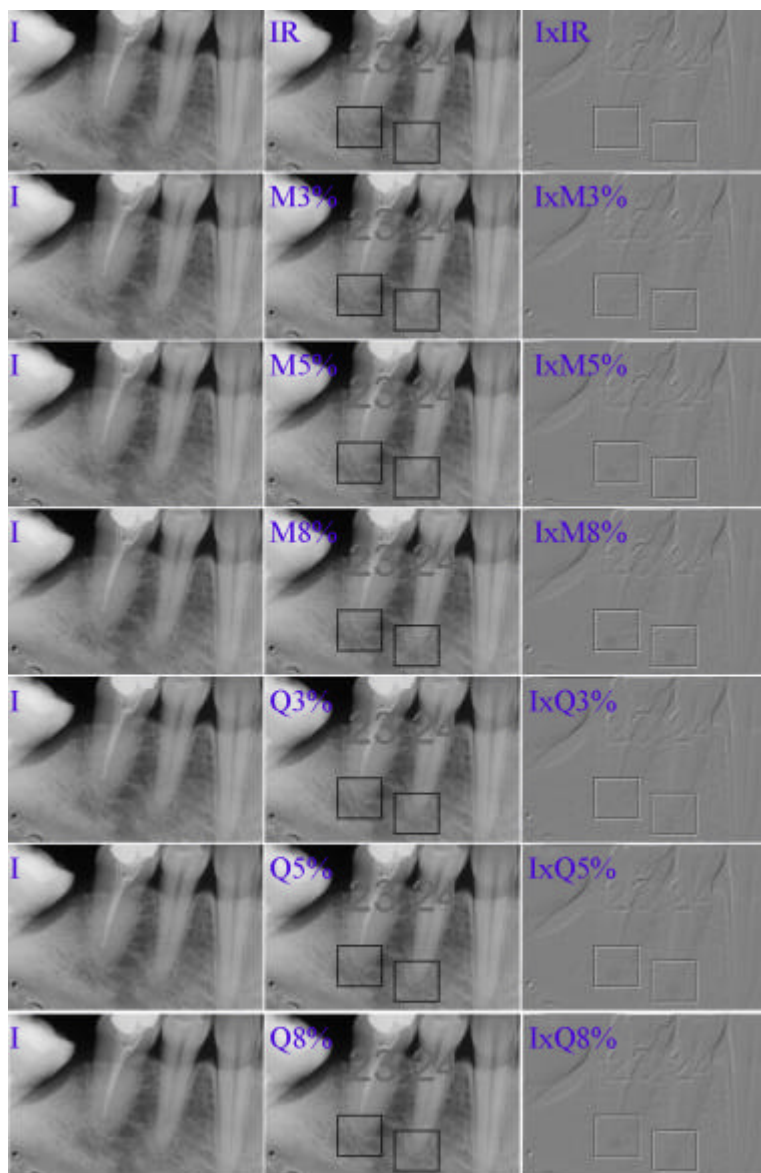


Figura 1. Imagens radiográficas dos ápices 23 e 24. I - inicial, IR (inicial repetida), M - modelo mecânico, Q - modelo químico, 3%, 5% e 8% - intensidades de perda simulada. Na coluna da direita se observa as imagens resultantes da subtração.

RESULTADOS

Por meio do Teste de Concordância de Kendall, foi verificada uma boa concordância entre os escores atribuídos pelos três examinadores tanto para a técnica de subtração quanto para a técnica de pares de imagens (Kendall's $W = 0,903$ e $0,815$, respectivamente).

A Tabela 1 apresenta os dados da análise da reprodutibilidade intra-observador na avaliação de ambos os métodos. O Coeficiente de Correlação de Spearman, ao nível de significância de 1%, demonstra boa correlação entre os diagnósticos emitidos pelos três examinadores.

Tabela 1: Coeficiente de Correlação de Spearman para a análise da reprodutibilidade intra-observador. Porto Alegre/ RS, 2004.

Examinador	Técnica	
	Subtração	Pares de imagens
A	0,802*	0,778*
B	0,730*	0,737*
C	0,675*	0,837*

* Correlação significativa ao nível de significância de 1%

O Teste Não Paramétrico de Wilcoxon, ao nível de significância de 5%, evidencia uma boa concordância entre os escores atribuídos na primeira e na segunda avaliação, tanto nas imagens de subtração (Tabela 2), na qual somente o examinador B apresentou escores na segunda avaliação que foram significativamente maiores do que na primeira, quanto na avaliação dos pares de imagens (Tabela 3), onde não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os examinadores.

Tabela 2: Teste Não Paramétrico Wilcoxon para a análise da reprodutibilidade intra-observador na técnica de subtração. Porto Alegre/ RS, 2004.

Escore	Examinador					
	A		B		C	
	1 ^a avaliação	2 ^a avaliação	1 ^a avaliação	2 ^a avaliação	1 ^a avaliação	2 ^a avaliação
1	10	11	8	5	7	4
2	3	1	4	1	4	3
3	0	0	0	0	0	2
4	4	5	7	9	10	10
5	27	27	25	29	23	25
Total	44	44	44	44	44	44
p	0,959		0,036		0,216	

p= nível mínimo de significância do Teste Não Paramétrico Wilcoxon

Tabela 3: Teste Não Paramétrico Wilcoxon para a análise da reprodutibilidade intra-observador na técnica de pares de imagens. Porto Alegre/ RS, 2004.

Escore	Examinador					
	A		B		C	
	1 ^a avaliação	2 ^a avaliação	1 ^a avaliação	2 ^a avaliação	1 ^a avaliação	2 ^a avaliação
1	14	17	13	9	6	6
2	5	3	1	3	9	7
3	0	0	0	0	0	0
4	7	5	5	4	8	8
5	18	19	25	28	21	23
Total	44	44	44	44	44	44
p	0,667		0,217		0,373	

p= nível mínimo de significância do Teste Não Paramétrico Wilcoxon

Curvas ROC (Figura 2) foram geradas a partir dos escores atribuídos pelo examinador A, o qual apresentou a melhor concordância intra-observador.

A acurácia diagnóstica de todos os exames da amostra (Figura 2A), verificada através da área sob a curva, foi ligeiramente maior para a subtração digital ($Az= 0,933$; $SE=0,017$) do que para a análise dos pares de imagens ($Az= 0,835$; $SE=0,028$). A área sob a curva, gerada a partir das análises dos defeitos obtidos simulando o modelo químico, observada na Figura 2B, (subtração: $Az= 0,907$; $SE=0,026$ e pares de imagens:

$Az= 0,816$; $SE=0,038$) apresenta valores menores do que os verificados com o modelo mecânico, observado na Figura 2C, (subtração: $Az= 0,959$; $SE=0,018$ e pares de imagens: $Az= 0,854$; $SE=0,033$), tanto para análise através dos pares de imagens quanto para a subtração. As áreas sob as curvas geradas através da análise por intensidade (Figuras 2D, 2E e 2F) demonstraram que a precisão do diagnóstico aumenta com o tamanho da alteração para os dois métodos, nas intensidades de 3% (subtração: $Az= 0,834$; $SE=0,041$ e pares de imagens: $Az= 0,651$; $SE=0,057$), 5% (subtração: $Az= 0,964$; $SE=0,020$ e pares de imagens: $Az= 0,870$; $SE=0,037$) e 8% (subtração: $Az=1,00$; $SE=0,000$ e pares de imagens: $Az= 0,986$; $SE=0,012$), com diferenças significativas apenas nas intensidades de 3% e 5%.

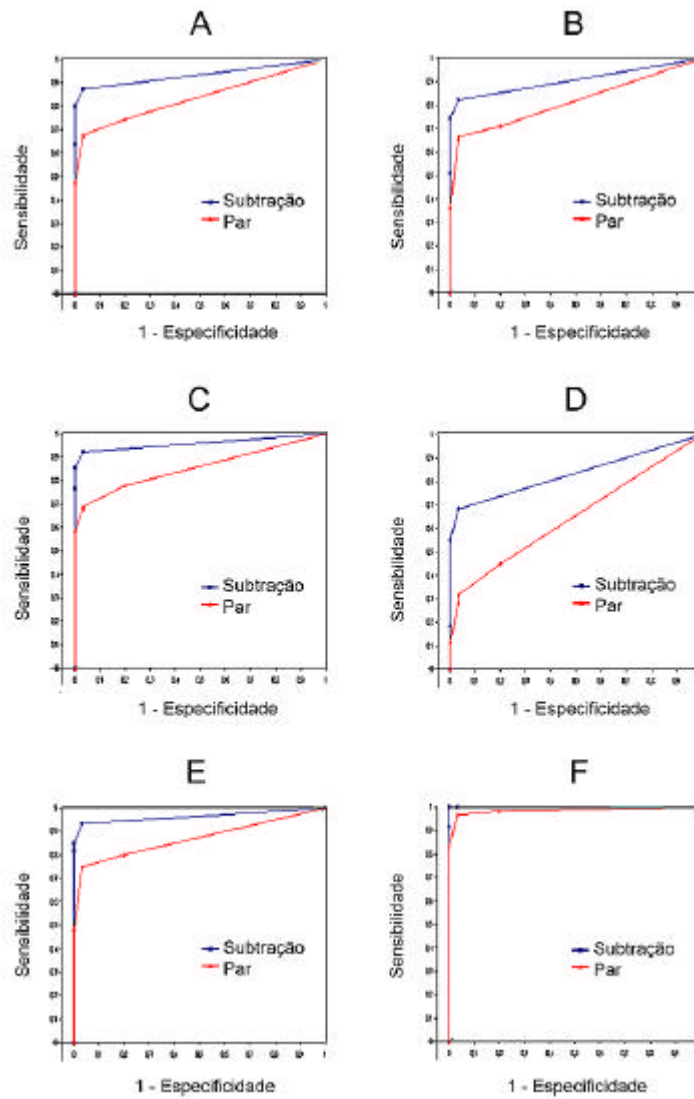


Figura 2. Áreas sob as curvas geradas a partir das análises de pares de imagens e subtração de: A - todos os defeitos obtidos, B - modelo químico, C - modelo mecânico, D - intensidade de 3%, E - intensidade de 5% e F - intensidade de 8%.

DISCUSSÃO

A detecção precoce de alterações ósseas periapicais representa um desafio para os dentistas clínicos e também para os endodontistas. A quantidade de perda mineral necessária para a identificação destes defeitos na radiografia convencional, bem como a percepção das estruturas perdidas com a instalação do processo de reabsorção, constitui, ainda, questão de discussão. O processo de reabsorção óssea periapical não ocorre de maneira simétrica e sim de maneira difusa nos meandros do tecido. Os trabalhos que analisam perdas ósseas *in vitro* o fazem por meio do uso de brocas ou da aplicação de solução ácida, utilizando a imagem digital direta e as radiografias convencionais para o diagnóstico. Não é usual o emprego de imagens digitalizadas. Estes estudos mostram que as imagens digitais são mais acuradas na detecção de pequenos defeitos ósseos, ao passo que a radiografia convencional é mais específica (Yokota et al., 1994; Tirrel et al., 1996; Meier et al., 1996; Sullivan Júnior, Di Fiore e Koerber, 2000). Já Kullendorff, Nilsson e Rohlin (1996), corroborando com Mistak et al. (1998), verificaram que a capacidade de diagnóstico da imagem digital direta foi comparável à das radiografias convencionais. Em um estudo subsequente, Kullendorff e Nilsson (1996), observaram que o uso de recursos de pós-processamento da imagem digital não aprimorava seu desempenho.

Os diversos estudos encontrados na literatura, ora através da confecção de defeitos com brocas esféricas (Tyndall, Kappa e Bagnell, 1990; Yokota et al., 1994; Stassinakis et al., 1995; Kullendorff, Nilsson e Rohlin, 1996; Kullendorff e Nilsson, 1996; Mistak et al., 1998; Parsell et al., 1998; Sullivan Júnior, Di Fiore e Koerber, 2000) ora através da aplicação de soluções ácidas (Tirrel et al., 1996; Meier et al. 1996), avaliam o diagnóstico precoce de alterações do tecido ósseo na região periapical. Não se verifica, porém, em nenhum estudo, a comparação dos dois modelos em uma mesma unidade

amostral. Este fato que pode ser compreendido, pois é impossível, em um mesmo sítio apical, avaliar as duas situações. Todavia, sabe-se que a validade dos trabalhos *in vitro* relaciona-se diretamente ao estabelecimento de métodos de estudo que mais aproximem a situação teste com o estado real, observado *in vivo*. Assim, acredita-se que a maneira mais adequada para analisar estes dois modelos, em uma mesma amostra, é através da simulação digital. Neste estudo, buscou-se confrontar a acurácia diagnóstica dos modelos químico e mecânico, através da análise de pares de imagens digitalizadas e da subtração qualitativa, pois a simulação digital permite o teste dos dois modelos na mesma unidade apical.

Com base nos resultados obtidos observou-se uma boa reprodutibilidade interexaminador para os dois métodos, sendo que para a subtração estes valores foram maiores. Da mesma maneira os examinadores apresentaram uma boa concordância intra-examinador, com exceção do examinador B que, na técnica de subtração, apresentou escores na segunda medida significativamente maiores do que na primeira.

A subtração digital qualitativa mostrou desempenho melhor do que a avaliação de pares de radiografias, tanto para o modelo mecânico quanto para o modelo químico de reabsorção óssea digitalmente simulada, nas intensidades leve (3%) e moderada (5%). Estes resultados corroboram com os de outros autores que, comparando a subtração digital qualitativa a outros métodos e com a avaliação de pares de imagens observaram que a subtração aumenta a capacidade de diagnóstico de pequenos defeitos ósseos (Tyndall, Kappa e Bagnell, 1990; Stassinakis et al., 1995; Parsell et al., 1998). Uma justificativa para essa diferença está na capacidade da subtração de eliminar o ruído estrutural, permitindo, desta maneira, a visualização de pequenas alterações, as quais não são detectadas pelo olho humano na radiografia convencional. Todavia, os defeitos de intensidade 8%, confirmando os achados de outros autores (Tyndall, Kappa e Bagnell,

1990; Stassinakis et al., 1995; Parsell et al., 1998), não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre os métodos de análise. Isso ocorreu, possivelmente, devido ao fato de que, independente do modelo (mecânico ou químico) e do método, a capacidade de diagnóstico dos observadores aumenta com o tamanho do defeito.

Conforme descrito anteriormente, as curvas ROC foram desenvolvidas a partir dos resultados do observador A, o qual apresentou a melhor reprodutibilidade. Este apresentou, tanto para análise dos pares de imagens quanto para subtração, uma maior capacidade de diagnóstico de alterações no modelo mecânico do que no químico. Este resultado corrobora com o de outros autores que colocam que os defeitos ósseos simulados através do uso de brocas esféricas se caracterizam pela presença de bordas bem definidas e harmônicas, o que facilita o diagnóstico (Tyndall, Kappa e Bagnell, 1990; Yokota et al., 1994; Stassinakis et al., 1995; Kullendorff, Nilsson e Rohlin, 1996; Kullendorff e Nilsson, 1996; Mistak et al., 1998; Parsell et al., 1998; Sullivan Júnior, Di Fiore e Koerber, 2000). Todavia, *in vivo*, lesões periapicais são resultados de uma série complexa de eventos imunológicos e inflamatórios que resultam em bordas irregulares e difusas. A criação de defeitos ósseos artificiais com solução ácida apresenta, radiograficamente, um contorno indefinido, diferente do modelo mecânico e semelhante a uma situação clínica, aonde a perda óssea é mais difusa e conseqüentemente de diagnóstico mais difícil (Tirrel et al., 1996; Meier et al., 1996). Desta maneira, destaca-se a viabilidade da simulação digital para comparar dois modelos na mesma unidade amostral. O modelo mecânico, neste trabalho, foi obtido com a ferramenta lápis do programa Photoshop®, determinando margens definidas e homogêneas para os defeitos, semelhante ao padrão gerado pelo uso de brocas esféricas. Em contrapartida, o modelo químico, gerado com a ferramenta *spray*, é responsável pela criação de defeitos

heterogêneos, com a presença de bordas indefinidas e irregulares, similar ao padrão observado em lesões ósseas periapicais.

É importante observar que a maioria dos trabalhos foram realizados *in vitro*, portanto em condições ideais de padronização radiográfica. Este fato deve ser lembrado, pois em condições clínicas é bastante difícil obter-se uma correta reprodução geométrica da imagem, mesmo com os métodos de correção disponíveis no mercado (Tyndall, Kappa e Bagnell, 1990). Entretanto, sugere-se que novos trabalhos, *in vivo*, sejam realizados, pois os resultados desse estudo demonstraram a capacidade diagnóstica da subtração digital qualitativa na determinação de pequenos defeitos ósseos para ambos os modelos, podendo ser mais uma ferramenta disponível para o endodontista.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que:

1. a subtração digital qualitativa mostrou desempenho significativamente melhor do que a avaliação de pares de radiografias para ambos os modelos de reabsorção simulada nas intensidades leve e moderada;

2. a acurácia na detecção dos defeitos foi maior para modelo mecânico do que para o químico, o que pode ser explicado pela presença de bordas bem definidas e homogêneas, no primeiro, o que facilita o diagnóstico.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the performance of periapical radiographs in the diagnosis of digitally simulated bone loss. Thirty premolar and molar mandibular teeth apexes, without radiolucences, were selected from files. The radiographs were digitized at 8 bits, 256 gray levels, 300 dpi and saved in JPEG 12 format. In the original image the selected apical areas were marked out with a square, the images were reproduced seven times and numbered sequentially, forming eight groups. The bone loss was digitally simulated with pencil tool (mechanic model) and spray tool (chemical model), with black ink, 3%, 5% and 8% intensities. Three observers evaluated at different moments the image pairs (initial and experimental) and the subtracted images. Twenty percent of the images were reanalyzed. The Spearman's Correlation Coefficient Test and Wilcoxon's Test demonstrated, for the two models, a good intra and inter-observer reproducibility, with exception to one observer. The ROC's curves ($p>0.05$) analyses showed a significative difference between the two models for 3% and 5% intensities. There was not significant difference for 8% intensity. The qualitative digital subtraction showed better performance than radiographs image pair's analysis in the two models of simulated light and moderate resorption.

KEYWORDS: Periapical tissue, dental radiography, digital radiography, subtraction technique

REFERÊNCIAS

BENDER, I. B.; SELTZER, S. Roentgenographic and direct observation of experimental lesion in bone: I. *J. Am. Dent. Assoc.*, Chicago, v. 62, n. 2, p. 152-160, Feb. 1961.

BENDER, I. B.; SELTZER, S. Roentgenographic and direct observation of experimental lesion in bone: II. *J. Am. Dent. Assoc.*, Chicago, v. 62, n. 6, p. 709-16, June 1961.

BENDER, I. B. Factors influencing the radiographic appearance of bone lesions. *J. Endod.*, Baltimore, v. 8, n. 4, p. 161-170, Apr. 1982.

DAMANTE, J. H. et al. Interpretação Radiográfica. In: ALVARES, L. C.; TAVANO, O. *Curso de radiologia em odontologia*. 4 ed. São Paulo: Santos, 2000. Cap. 5, p. 175-176.

DAMANTE, J. H.; CARVALHO, P. V. Contribuição à interpretação radiográfica de lesões ósseas produzidas experimentalmente em mandíbulas humanas secas (parte I). *Rev. de Odont. USP*, São Paulo, v. 2, n. 3, p. 131-138, jul./set. 1988.

DAMANTE, J. H.; CARVALHO, P. V. Contribuição à interpretação radiográfica de lesões ósseas produzidas experimentalmente em mandíbulas humanas secas (parte II). *Rev. de Odont. USP*, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 277-283, jan./mar. 1989.

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, n. 3, p. 344-350, Sep. 1996.

KULLENDORFF, B.; NILSSON, M. Diagnostic accuracy of direct digital dental radiography for the detection of periapical bone lesions: effects on diagnostic accuracy after application of image processing. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, St. Louis, v. 82, n. 5, p. 585-589, Nov. 1996.

MEIER, A. W. et al. Interpretation of chemically created periapical lesions using direct digital imaging. *J. Endod.*, Baltimore, v. 22, n. 10, p. 516-520, Oct. 1996.

MELO, P. L. G.; ZACHARIAS D. A.; GONÇALVES, E. N. Evidenciação radiográfica de lesões ósseas produzidas artificialmente em mandíbulas humanas secas. *Rev. APCD*, São Paulo, v. 54, n. 4, p. 305-309, jul./ago. 2000.

MISTAK, E. J. et al. Interpretation of periapical lesions comparing conventional, direct digital and telephonically transmitted radiographic images. *J. Endod.*, Baltimore, v. 24, n. 4, p. 262-266, Apr. 1998.

PARSELL, D. E. et al. Sensivity of various radiographic methods for detection of oral cancellous bone lesions. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, St. Louis, v. 86, n. 4, p. 498-502, Oct. 1998.

REDDY, M. S.; JEFFCOAT, M. K. Digital subtraction radiography. *Dent. Clin. North Am.*, Philadelphia, v. 37, n. 4, p. 553-565, Oct. 1993.

STASSINAKIS, A. et al. Accuracy in detecting bone lesions *in vitro* with conventional and subtracted direct digital imaging. *Dentomaxillofac. Radiol.*, Tokyo, v. 24, n. 4, p. 232-237, Nov. 1995.

STELT, P. F. van der. Experimentally produced bone lesions. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, St. Louis, v. 59, n. 3, p. 306-312, Mar. 1985.

SHOHA, R. R.; DOWSON, J.; RICHARDS, B. S. Radiographic interpretation of experimentally produced bone lesions. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, Saint Louis, n. 2, v. 38, p. 294-303, Aug. 1974.

SULLIVAN JÚNIOR, J. E.; DI FIORE, P.; KOERBER, A. Radiovisiography in the Detection of Periapical Lesions. *J. Endod.*, Baltimore, v. 26, n. 1, p. 32-35, Jan. 2000.

TIRREL, B. C. et al. Interpretation of chemically created lesions using direct digital imaging. *J. Endod.*, Baltimore, v. 22, n. 2, p. 74-78, Feb. 1996.

TYNDALL, D. A.; KAPPA, S. F.; BAGNELL, C. P. Digital subtraction radiography for detecting cortical and cancellous bone changes in the periapical region. *J. Endod.*, Baltimore, v. 16, n. 4, p.173-178, Apr. 1990.

YOKOTA, E. T. et al. Interpretation of periapical lesions using radiovisiography. *J. Endod.*, Baltimore, v. 20, n. 10, p. 490-494, Oct. 1994.

ARTIGO 4



ARTIGO IV

**AVALIAÇÃO DO DIAGNÓSTICO RADIOGRÁFICO DE DEFEITOS ÓSSEOS
INCIPIENTES NO PERIÁPICE - ESTUDO *IN VITRO***

*ASSESSMENT OF RADIOGRAPHIC DIAGNOSIS IN PERIAPICAL INCIPIENT BONE
DEFECTS – IN VITRO STUDY*

Fernanda Silveira da **CUNHA**, Ana Elisa da **SILVA**, Naiara Leites **LARENTIS**, Vania
Regina Camargo **FONTANELLA**

Artigo formatado conforme as normas da Revista Dentomaxillofacial Radiology,
classificação Capes Qualis B internacional.

RESUMO

Objetivo: Avaliar, *in vitro*, os diagnósticos obtidos de pares de radiografias, subtração radiográfica de imagens digitais diretas e digitalizadas em defeitos ósseos periapicais incipientes criados por aplicação de solução ácida.

Método: Em quarenta sítios apicais de mandíbulas humanas secas foram criados defeitos ósseos, por meio da aplicação de ácido perclórico 70%, nos tempos 6, 10, 24, 48 e 54 horas. As radiografias convencionais e as imagens digitais diretas foram obtidas duas vezes no tempo zero e, sequencialmente, antes de cada nova aplicação de ácido. As incidências foram padronizadas fixando os elementos geométricos. As radiografias foram digitalizadas em *scanner* no modo 8 bits, 300 dpi e armazenadas, assim como as digitais diretas, no formato TIFF. O programa Imagelab® foi utilizado para a subtração das imagens digitais indiretas e diretas. A subtração radiográfica das imagens digitalizadas, bem como os pares de imagem digital foram avaliados por um observador experiente, sendo 20% repetidas durante o exame. A análise quantitativa da subtração radiográfica de imagens diretas foi realizada no programa ImageTool®. Os resultados das análises qualitativa e quantitativa foram avaliados por meio da ANOVA, sendo a primeira complementada pelo Teste de Comparações Múltiplas Dunnett T3 e a segunda pelo teste de Tukey, ambos com $\alpha=5\%$.

Resultados: O observador apresentou coeficiente de Kappa = 0,739, para subtração e 0,788 para os pares de imagem. No tempo 0 houve acerto de diagnóstico em 100 e 90% dos casos para subtração e pares de imagem, respectivamente. Nos tempos 6 e 10/24 foram identificadas, para subtração, alterações em 20 e 25% dos casos e para os pares de imagem em 2,5 e 10% dos casos. A proporção de acertos aumentou significativamente nos tempos 48 e 54 horas, tanto para subtração - 80 e 82,5% - quanto para os pares de imagem - 47,5 e 52,5%. A ANOVA evidenciou diferenças estatisticamente significativas entre as áreas controle nos tempos 0/6 e 48/54. Comparando áreas teste e controle, observou-se que aquela apresentou valores médios de densidade óptica significativamente menores nos tempos 24, 48 e 54.

Conclusão: Tanto a avaliação qualitativa como a quantitativa de imagens de subtração apresentaram melhor desempenho que a avaliação dos pares de imagem na detecção de defeitos incipientes no periápice.

DESCRITORES: Radiografia dentária; radiografia digital; técnica de subtração; diagnóstico por imagem.

INTRODUÇÃO

Radiografias convencionais são frequentemente utilizadas pelos endodontistas no diagnóstico, prognóstico, planejamento e preservação de casos.¹ Entretanto, as informações fornecidas por elas são limitadas, pois sabemos que apesar de estarmos trabalhando com estruturas tridimensionais, a imagem obtida é bidimensional,² sendo este fato crítico quando nos deparamos com alterações ósseas periapicais originadas de processo inflamatório do tecido pulpar.³ A detecção precoce dos processos constitui ainda questão de discussão na literatura, pois alguns autores acreditam que para que as lesões periapicais osteolíticas sejam visíveis na radiografia convencional, é necessário que a superfície interna da cortical esteja envolvida.^{4,5} Outros autores postulam que alterações confinadas no tecido ósseo medular são visíveis radiograficamente.^{6,7} Além disso, é consenso na Odontologia que as radiografias convencionais não oferecem a precisão e objetividade que os profissionais gostariam, pois as informações fornecidas por elas são subjetivas.⁸⁻¹⁰

A subtração radiográfica digital apresenta mais de 95% de acurácia na detecção de perdas ósseas tão pequenas quanto 5%.³ Estudos, *in vivo* e *in vitro*, têm demonstrado a precisão do recurso, tanto em avaliações qualitativas quanto quantitativas, na detecção de alterações ósseas,^{2,11-19} bem como no reparo pós-tratamento endodôntico.¹⁰

Assim, buscamos comparar, *in vitro*, os diagnósticos obtidos de pares de radiografias, subtração radiográfica de imagens digitais diretas e digitalizadas em defeitos ósseos periapicais incipientes criados por aplicação de solução ácida.

MATERIAIS e MÉTODO

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, protocolo no. 005/04.

De cinco mandíbulas humanas secas foram obtidas radiografias periapicais com o intuito de selecionar, por meio do consenso de três radiologistas, quarenta sítios apicais, da região de pré-molares e molares, sem alterações radiculares ou ósseas.

A distância entre as corticais ósseas (vestibular e lingual) e os ápices dentários foi medida em imagens de tomografia computadorizada, não tendo sido encontradas diferenças estatisticamente significativas quanto à posição dos ápices de raízes de pré-molares e de molares.²⁰

Os dentes selecionados foram cuidadosamente extraídos de seus alvéolos. A higidez da estrutura dentária e a integridade do tecido ósseo foram analisadas por dois avaliadores, sendo que caso qualquer alteração no padrão arquitetural do tecido fosse detectada, o sítio era imediatamente descartado.

As mandíbulas foram seccionadas transversalmente, na região de incisivos, por peça reta em baixa rotação e disco de carborundum. Sequencialmente, na basilar e nas eventuais porções edêndulas, foram realizadas demarcações que serviram de guias para que osteotomias fossem realizadas com cinzel e martelo. Cada espécime foi dividido em dois segmentos: um vestibular e um lingual. Os dentes foram reposicionados junto a cortical lingual e fixados em suas posições com cianocrilato. A seguir, o tecido ósseo foi isolado com esmalte de unha, sendo os sítios apicais previamente delimitados com cera utilidade, de maneira que o processo de desmineralização ocorresse apenas nas áreas de interesse.¹

As porções seccionadas das hemi-mandíbulas foram reposicionadas de acordo com as orientações das demarcações realizadas na basilar e nas porções edêndulas, sendo

posteriormente as coroas dentárias embebidas em blocos de gesso pedra, para que entre uma tomada radiográfica e outra as porções fossem corretamente realinhadas.

Após removidos os tampões de cera e obtidas as radiografias iniciais (tempos 0 e 0') foi aplicado, seqüencialmente, 1 ml de ácido perclórico a 70% (Reação Química®, Porto Alegre, RS, BR), com conta-gotas, diretamente no tecido ósseo da porção lingual, em cada sítio.^{1,21,22} Um *pellet* confeccionado com algodão foi depositado na área demarcada e mais 1 ml de ácido perclórico a 70% foi aplicado de acordo com o seguinte protocolo: 6, 10, 24, 48 e 54 horas. Antes de cada aplicação de ácido as hemimandíbulas eram reposicionados em seus respectivos blocos de gesso e uma nova tomada radiográfica era realizada, conforme descrito a seguir.

As radiografias foram realizadas com filme periapical Insight® n° 2, (Kodak, São Paulo, SP, BR), provenientes de um mesmo lote, em aparelho radiográfico modelo Pró 70 Intra®, operando em 70 kVp, 8 mA (Prodental Equipamentos Odontológicos Ltda, Ribeirão Preto, São Paulo, SP, BR), sendo o tempo de exposição utilizado 0,3s. Os tecidos moles foram simulados com placas de acrílico autopolimerizável com espessura de 2 cm, externamente à superfície óssea, por vestibular.²³ As incidências radiográficas foram padronizadas fixando os elementos geométricos: cilindro, mandíbula e filme. Os filmes foram submetidos a processamento automático (DentX 9000?, DentX, Elmsford, Nova Iorque, EUA), todos em um mesmo momento, com soluções novas RPX-Omat® (Kodak, São Paulo, SP, BR), em ciclo de 4,5 minutos.

As imagens digitais diretas foram obtidas com sensor pertencente ao sistema Visualix-1® (Gendex/Dentsply, Milão, Itália), com o mesmo equipamento radiográfico, com tempo de exposição 0,1s, sendo as incidências padronizadas de maneira idêntica à das radiografias convencionais. As imagens foram armazenadas em formato TIFF 8

(*Tagged Image File Format*), no *software* VixWin 1.2 (Gendex/Dentsply, Milão, Itália), pertencente ao sistema.

As 161 radiografias convencionais foram digitalizadas em *scanner* Epson Perfection® 2450 (Epson, Long Beach, Califórnia, EUA) com leitor de transparência, utilizando-se uma máscara de acrílico preto, padronizando o posicionamento do filme sobre a superfície do mesmo e limitando a área de incidência de luz. As imagens foram capturadas em seu tamanho original, no modo 8 bits e resolução de 300 dpi.²⁴ O armazenamento em disco foi em formato TIFF. As radiografias do mesmo dente foram capturadas simultaneamente, utilizando a ferramenta de ajuste automático de brilho e contraste do programa de captura somente para a primeira delas, nas demais o mesmo padrão foi mantido.

O programa Imagelab® (versão 2.3, Softium, Sistemas de Informática, São Paulo, SP, BR) foi utilizado para a subtração das imagens digitais indiretas nas seguintes seqüências: imagem inicial x imagem inicial repetida (0 x 0') e imagem inicial x imagem experimental (0 x 6; 0 x 10; 0 x 24; 0 x 48; 0 x 54). As imagens resultantes da subtração foram gravadas e posteriormente apresentadas em monitor, em condições padronizadas de visualização (monitor de 14", com resolução de 1024 x 768 *pixels*, fundo preto e ambiente escurecido), de maneira aleatória, a um observador experiente, o qual avaliou qualitativamente as imagens, atribuindo-lhes escore 1 (lesão ausente – homogeneidade dos tons de cinza) ou 2 (lesão presente – áreas escuras correspondendo à região apical). Vinte por cento das avaliações foram repetidas.

As imagens digitais diretas foram avaliadas qualitativamente, aos pares, pelo mesmo observador, na mesma seqüência e sob as mesmas condições de visualização, padronização, escore e repetição utilizados na análise anterior.

Os resultados das análises qualitativas, tanto para a subtração quanto para os pares de imagem, foram avaliados pela Análise da Variância, utilizando o delineamento em medidas repetidas, complementada pelo Teste de Comparações Múltiplas Dunnett T3, ao nível de significância de 5%. A reprodutibilidade intra-examinador foi avaliada por meio da estatística Kappa.

O mesmo programa (Imagelab®) e a mesma seqüência aplicados para subtração dos pares de imagem indiretas foram utilizados na subtração das radiografias digitais diretas. As imagens resultantes foram analisadas de maneira quantitativa no *software* ImageTool® (UTHSCSA, San Antonio, Texas, USA). Duas regiões foram demarcadas com um quadrado de 64 x 64 *pixels* – uma controle, no tecido ósseo adjacente à área de interesse, e uma teste, correspondente à área da alteração – nas quais os valores de densidade óptica (média e desvio padrão) foram calculadas.

Os resultados foram avaliados pela Análise da Variância, utilizando o delineamento em medidas repetidas, complementada pelo Teste de Comparações Múltiplas de Tukey, ao nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Um coeficiente de Kappa = 0,739 foi encontrado para a concordância do examinador na avaliação qualitativa de 46 casos de subtração das imagens digitais indiretas. O observador apresentou diagnósticos não coincidentes em três casos (6,5%), tanto naqueles com presença (n=23) quanto naqueles com ausência de alteração periapical (n=23).

Já para avaliação dos pares de imagem digital direta o coeficiente de Kappa encontrado foi 0,788. Nos casos de ausência de alteração (n=31) o observador apresentou diagnósticos coincidentes em todas as análises, entretanto, para os casos de presença (n=15) o observador apresentou diagnósticos não coincidentes em quatro casos (8,7%).

Nas tabelas 1 e 2 observa-se a ANOVA para identificação qualitativa de alterações por tempo experimental. No tempo 0 (ausência de lesão) houve acerto de diagnóstico em 100 e 90% dos casos para subtração e pares de imagem, respectivamente, evidenciando para a primeira perfeita especificidade. Nos tempo 6 e 10/24 foram identificadas, para subtração, alterações em 20 e 25% dos casos e para os pares de imagem em 2,5 e 10% dos casos. A proporção de acertos aumentou significativamente nos tempos 48 e 54 horas, tanto para subtração - 80 e 82,5% - quanto para os pares de imagem - 47,5 e 52,5% - contudo, para o último, o aumento foi bem menor, situando-se em torno de 50%, o que indica uma proporção de acerto próxima ao acaso.

Tabela 1. Análise da proporção de acertos de diagnóstico, para imagens indiretas avaliadas por subtração digital, de acordo com o tempo experimental. Porto Alegre/ RS, 2005.

Tempo (hs)	Acerto	
	Proporção	Erro-padrão
0	1,000 ^A	0,000
6	0,200 ^B	0,064
10	0,250 ^B	0,069
24	0,250 ^B	0,069
48	0,800 ^A	0,064
54	0,825 ^A	0,061

Proporções seguidas de letras distintas diferem significativamente através da Análise de Variância, utilizando o delineamento em medidas repetidas, complementada pelo Teste de Comparações Múltiplas Dunnett T3, ao nível de significância de 5%

Tabela 2. Análise da proporção de acertos de diagnóstico para imagens digitais diretas avaliadas por pares de imagem de acordo com o tempo experimental. Porto Alegre/ RS, 2005.

Tempo (hs)	Acerto	
	Proporção	Erro-padrão
0	0,900 ^A	0,048
6	0,025 ^C	0,025
10	0,100 ^C	0,048
24	0,100 ^C	0,048
48	0,475 ^B	0,080
54	0,525 ^B	0,080

Proporções seguidas de letras distintas diferem significativamente através da Análise de Variância, utilizando o delineamento em medidas repetidas, complementada pelo Teste de Comparações Múltiplas Dunnett T3, ao nível de significância de 5%

Por meio da Análise de Variância (tabela 3), utilizando o delineamento em medidas repetidas, complementada pelo Teste de Comparações Múltiplas de Tukey, ao nível de significância de 5%, verifica-se haver interação significativa entre tempo e área, ou seja, na área teste os tempos 0 e 6 apresentam uma densidade óptica média significativamente maior do que nos tempos 48 e 54. O tempo 48 apresentou a menor densidade média não diferindo significativamente apenas do tempo 54. Na área controle não houve diferença significativa da densidade média em relação aos diferentes tempos. Verifica-se ainda, na comparação das áreas, que a área controle apresenta uma densidade média significativamente maior do que a área teste apenas nos tempos 24, 48 e 54.

Tabela 3. Análise da densidade óptica das áreas teste e controle. Porto Alegre/ RS, 2005.

Tempo	Área				Total	
	Teste		Controle		Média	Desvio-padrão
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão		
0	108,60 ^{Aa}	13,38	108,58 ^{Aa}	13,29	108,59	13,25
6	109,88 ^{Aa}	16,89	113,00 ^{Aa}	17,56	111,44	17,19
10	106,58 ^{ABa}	12,38	111,15 ^{Aa}	12,15	108,86	12,41
24	105,90 ^{ABb}	14,41	112,10 ^{Aa}	14,50	109,00	14,70
48	100,90 ^{Cb}	9,33	109,83 ^{Aa}	8,63	105,36	10,00
54	101,93 ^{BCb}	13,15	111,85 ^{Aa}	11,34	106,89	13,18
Total	105,63	13,70	111,08	13,15	108,36	13,69

Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na coluna e médias seguidas de letras minúsculas distintas na linha diferem significativamente através da Análise de Variância, utilizando o delineamento em medidas repetidas, complementada pelo Teste de Comparações Múltiplas de Tukey, ao nível de significância de 5%.

DISCUSSÃO

A introdução da imagem digital na odontologia e a conseqüente possibilidade de pós-processamento abrem novas perspectivas para o diagnóstico na endodontia, pois é consenso que as radiografias convencionais não oferecem a precisão e objetividade que os profissionais gostariam, visto que as informações fornecidas por elas são subjetivas,^{1,21} sendo crítico quando do diagnóstico precoce da situação periapical de dentes com alteração pulpar.

Desde sua introdução, por volta de 1996¹, a confecção de defeitos ósseos artificiais, por intermédio da aplicação de solução ácida, tem sido pouco explorada na odontologia,^{1,21,22} talvez pelas dificuldades inerentes à técnica, a qual requer preciso controle da aplicação da solução e dificulta a padronização da desmineralização. Apesar das limitações observadas, acredita-se que esta técnica reproduza de maneira mais fiel o processo de reabsorção que ocorre no tecido.^{1,21,22} Todavia, a maior parte dos trabalhos que avalia alterações ósseas, com a técnica da subtração radiográfica digital, a faz com o uso de brocas.^{11,13-19}

Diferentemente dos estudos de Tirrel et al.¹ (1996), Meier et al.²¹ (1996), Koenig et al.²² (2004), a solução ácida não foi aplicada diretamente na cortical, como no primeiro, ou no fundo dos alvéolos dentários, como nos subseqüentes, e sim diretamente no tecido ósseo medular adjacente aos ápices dentários na porção lingual das mandíbulas seccionadas. Segundo Lee et al.⁷ (1986), os estudos que preconizam a realização de defeitos com broca no fundo dos alvéolos falham ao demonstrar alterações no tecido ósseo medular, pois a remoção da lâmina dura e do osso esponjoso só ocorre na porção mais apical.

Estudos demonstram que com uso de brocas a acurácia da subtração na identificação de defeitos ósseos aumenta linearmente com o aumento do tamanho do

defeito.^{14,17} A metodologia de criação dos defeitos utilizado neste estudo conduz para uma observação diferente (tabelas 1 e 2), tanto para avaliação das imagens indiretas por intermédio da subtração digital quanto para análise dos pares de imagem direta, corroborando com outros estudos que optaram pelo modelo químico^{1,21,22} e verificaram que a desmineralização não ocorre maneira linear e sim por saltos entre os diferentes tempos de aplicação da solução. Além disso, este fato também foi verificado visualmente por uma análise das peças ósseas antes de cada nova aplicação da solução, sendo esta, somada à análise das radiografias e das imagens diretas obtidas, fundamental para o estabelecimento do último tempo de aplicação da solução que, visando contemplar objetivo deste estudo, limitou o processo de desmineralização ao tecido ósseo medular.

Alguns estudos na literatura realizados com imagens digitais diretas verificam um aumento no número de resultados falso-positivos,^{1,25} o que corrobora com os resultados do estudo aqui apresentando, para a avaliação dos pares de imagem no tempo zero (tabela 2), no qual foi observada uma especificidade de 90%. Contudo, diferentemente de outro trabalho¹⁹ – o qual comparou a acurácia de radiografias convencionais com a subtração digital na identificação de pequenos defeitos periapicais e periodontais e observou que a especificidade da primeira foi consideravelmente maior do que para as imagens de subtração - quando os resultados da subtração são confrontados para o mesmo tempo experimental (tabela 1) observa-se uma proporção de acerto de 100%, ou seja, a subtração radiográfica digital apresentou 100% de especificidade, sendo capaz de discriminar a ausência do defeito em todos os casos em que este não estava presente, concordando com a afirmação que ela apresenta 95% ou mais de especificidade.³

Neste estudo as avaliações qualitativas foram realizadas para a subtração por meio de imagens digitalizadas e para os pares utilizando as imagens digitais diretas. Isso se

justifica nos achados de Dossin et al.²⁶ (2005), nos quais as imagens diretas apresentaram resultados estatisticamente mais satisfatórios para a avaliação da densidade óptica de imagens de subtração, ao passo que imagens digitalizadas permitiram melhor análise subjetiva de áreas de perda óssea.

A avaliação qualitativa de subtração digital (tabela 1) mostrou desempenho melhor do que a avaliação de pares de imagem digital direta (tabela 2) em todos os tempos de aplicação da solução ácida. Estes resultados corroboram com os de outros autores que, comparando a subtração digital qualitativa a outros métodos e com a avaliação de pares de imagens, observaram que a subtração aumenta a capacidade de diagnóstico de pequenos defeitos ósseos,^{11,13-19} talvez pela sua capacidade de eliminar as estruturas sem interesse para o diagnóstico permitindo, conseqüentemente, uma observação focalizada nas reais mudanças que ocorrem no tecido.³

Sendo este um estudo em que imagens, diretas e indiretas, foram avaliadas de maneira subjetiva - presença de áreas escuras na imagem - e tendo em vista que a precisão do diagnóstico é influenciada não apenas pela presença da lesão propriamente dita, mas também pelo observador,¹⁵ apenas um avaliador experiente, familiarizado com a imagem digital e o uso dos recursos disponíveis no sistema realizou as avaliações qualitativas. Desta maneira, tanto para os casos de pares de imagem quanto para subtração, foi encontrado um bom coeficiente de Kappa, entre a primeira e segunda avaliação de 46 casos, sendo este ligeiramente maior para o primeiro (0,788 e 0,739 – respectivamente).

A sensibilidade da análise qualitativa da subtração é restrita a uma avaliação dependente do observador quanto à presença de alteração² e muitas vezes a simples identificação da presença ou ausência da lesão não preenche as necessidades na clínica, pois o dentista deve ser capaz de quantificar o tamanho da lesão, de modo a determinar

sua progressão ou cura.³ Em um estudo que analisou os resultados da terapia periodontal, *in vivo*, os autores observaram que a subtração pode ser um método reprodutível e quantitativo de análise.¹² Deste modo, além da análise qualitativa foi realizada também uma avaliação quantitativa, independente do observador, para que os níveis de cinza das imagens de subtração fossem analisados e as alterações apicais quantificadas.

O uso de diferentes peças ósseas tornou impossível a padronização da densidade dos tecidos avaliados e o estabelecimento de uma única área controle para todas as comparações, por este motivo para a realização das análises quantitativas foi considerado, individualmente, em cada imagem, uma área controle. Assim, às médias obtidas em cada uma das áreas teste foram confrontadas com a área controle específica para cada imagem (tabela 3).

Para as áreas controle não foram verificadas diferenças entre as médias obtidas, todavia quando comparadas com as áreas teste para os tempos 24, 48 e 54 horas verificase que as primeiras apresentam uma densidade média significativamente maior, ou seja, com o decorrer da aplicação da solução ácida o valor dos níveis de cinza foi diminuindo significativamente, porém de maneira não linear nas áreas teste.

O tempo zero, nas áreas teste, não diferiu significativamente dos tempos seis, dez e vinte e quatro, pois apesar de áreas escuras serem observadas nas imagens o processo de desmineralização, decorrente do ácido, apresenta-se bastante difuso, portanto, na área demarcada pelo quadrado apresentam-se incluídas áreas claras, além das áreas escuras, resultando em um desvio padrão alto, sendo esta a provável justificativa para o tempo cinquenta e quatro não diferir significativamente dos tempos dez e vinte e quatro. Entretanto, destaca-se que apesar do tempo quarenta e oito apresentar uma média menor que o cinquenta e quatro, esta diferença não foi estatisticamente significativa.

Os resultados da avaliação quantitativa diferem de outro estudo o qual os autores,² apesar de confrontarem os resultados das análises da subtração com pares de radiografias convencionais na avaliação de pequenas alterações na espessura do tecido ósseo, observaram que a subtração apresentou uma correlação linear estatisticamente significativa entre a real espessura dos fragmentos ósseos e as mudanças radiográficas observadas. Esta diferença possivelmente possa ser explicada não só pelas diferentes metodologias aplicadas, mas também pelo padrão heterogêneo de desmineralização aqui obtido. Além disso, os autores do estudo anterior enfatizam que na maior parte dos casos clínicos de perda óssea, a avaliação das imagens de subtração é mais difícil, pois a extensão da lesão, nas três dimensões, é desconhecida.

A alteração óssea alcançada com o modelo químico apresenta-se de maneira difusa, não correspondendo em nenhum momento ao padrão adquirido com o uso de brocas esféricas. Contudo, a heterogeneidade observada dificulta a avaliação quantitativa do processo, pois a densidade é dada pela média dos *pixels* incluídos na área demarcada sendo impossível a discriminação entre os de maior ou menor valor, acarretando, conseqüentemente, um alto desvio padrão como aqui observado, o que prejudica a análise fiel dos resultados, favorecendo, assim, a análise de discriminação de contrastes realizada qualitativamente nas imagens de subtração, que neste estudo apresentou um desempenho melhor que a avaliação dos pares de imagem.

ABSTRACT

Objectives: To evaluate, *in vitro*, the diagnosis gathered through radiographic pairs, direct and digitized digital subtraction images in incipient periapical bone defects created by acid solution application.

Methods: In forty apical sites of human dry mandibles bone defects were obtained by perchloric acid application, in 6, 10, 24, 48 and 54 hours. Conventional radiographs and direct digital images were taken, two in time zero, and, successively, before each new acid application. All the incidences were standardized through the geometric elements fixation. The radiographs were digitized in scanner at 8 bits, 300 dpi and saved, as the direct digital images, in TIFF file format. The Imagelab® software was used to subtract images. The digitized subtracted images, as well as, digital image pairs were evaluated by an experienced observer. Twenty per cent of the images were reanalyzed during the exam. The quantitative analyze of subtraction direct images were performed by ImageTool® program. The results of quantitative and qualitative analyses were evaluated through ANOVA, the first was complemented by Dunnett Multiple Comparison Test and second was complemented by Tukey Test, both at $\alpha=5\%$.

Results: The observer presented Kappa coefficient = 0.739 for subtraction and 0.788 for image pairs. In moment zero, a correct diagnosis occurred in 100 and 90% of cases, to subtraction and image pairs, respectively. In moment 6 and 10/24, alterations were identified with subtraction in 20 and 25% and with images pairs in 2.5 and 10% of the cases. The proportion of correct diagnoses increased significantly in 48 and 54 hours to subtraction – 80 and 82.5% – as far as image pairs – 47.5 and 52.5%. ANOVA evidenced significative differences in control areas for 0/6 and 48/54 hours. The comparison between test and control areas demonstrated optic density mean values significantly lower to 24, 48 and 54 hours.

Conclusions: Qualitative and quantitative subtraction images evaluation had better performance than image pairs in periapical bone defects detection.

KEYWORDS: Dental radiography; digital radiography; subtraction technique; diagnostic imaging.

REFERÊNCIAS

1. Tirrel BC, Brown CE, Miles DA, Legan JJ. Interpretation of chemically created lesions using direct digital imaging. *J Endod* 1996; 22: 74-78.
2. Christgau M, Hiller K-A, Schmaltz G, Kolbeck C, Wenzel A. Quantitative digital subtraction radiography for the determination of small changes in bone thickness. An *in vitro* study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1998; 85: 462-472.
3. Reddy MS, Jeffcoat MK. Digital subtraction radiography. *Dent Clin North Am* 1993; 37: 553-565.
4. Bender IB, Seltzer S. Roentgenographic and direct observation of experimental lesion in bone: I. *J Am Dent Assoc* 1961a; 62:152-160.
5. Bender IB, Seltzer S. Roentgenographic and direct observation of experimental lesion in bone: II. *J Am Dent Assoc* 1961b; 62: 709-716.
6. LeQuire A, Cunningham J, Pelleu G. Radiographic interpretation of experimentally produced osseous lesions of the human mandible. *J Endod* 1977; 3: 274-276.
7. Lee SJ, Messer HH. Radiographic Appearance of Artificially Prepared Periapical Lesions Confined to Cancellous Bone. *Int End J* 1986; 19: 64-72.
8. Goldman M, Pearson A, Darzenta, N. Endodontics success – Who's reading the radiograph? *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 1972; 33: 432-437.
9. Goldman M, Pearson A, Darzenta, N. Reliability of radiograph interpretations. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 1974; 38: 287-293.
10. Nicopolou-Karayianni K, Brägger U, Patrikiu A, Stassinakis A, Lang PL. Image processing for enhanced observer agreement in the evaluation of periapical bone changes. *Int End J* 2002; 35: 615-622.
11. Kullendorff B, Gröndhal K, Rohlin M, Henrikson CO. Subtraction radiography for the diagnosis of periapical bone lesions. *Endod Dent Traumatol* 1988; 4: 253-259.
12. Okano T, Mera T, Ohki M, Ishikawa I, Yamada N. Digital subtraction of radiograph in evaluating alveolar bone changes after initial periodontal therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1990; 69: 258-262.
13. Tyndall DA, Kappa SF, Bagnell CP. Digital subtraction radiography for detecting cortical and cancellous bone changes in the periapical region. *J Endod* 1990; 16: 173-178.
14. Nicopolou-Karayianni K, Brägger U, Bürgin W, Nielsen PM, Lang PL. Diagnosis of alveolar bone changes with digital subtraction images and conventional radiographs. An *in vitro* study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1991; 72: 251-256.

15. Kullendorff B, Gröndhal K, Nilsson M, Rohlin M. Subtraction radiography of interradicular bone lesions. *Acta Odontol Scand* 1992; 50: 259-257.
16. Katsarsky JW, Levine MS, Allen KM, Hausmann E. Detection of experimentally induced lesions in subtraction images of cancellous alveolar bone. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1994; 77: 674-677.
17. Stassinakis A, Brägger U, Stöjanovic M, Bürgin W, Lussi A, Lang, NP. Accuracy in detecting bone lesions *in vitro* with conventional and subtracted direct digital imaging. *Dentomaxillofac Radiol* 1995; 24: 232-237.
18. Parsell DE, Scott G, Watts D, Streckfus CF. Sensivity of various radiographic methods for detection of oral cancellous bone lesions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1998; 86: 498-502.
19. Dove SD, MacDavid WD, Hamilton KE. Analysis of sensivity and specificity of a new digital subtraction system. An *in vitro* study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000; 89: 771-776.
20. Cunha FSC, Silva A, Larentis NL, Fraga da Rosa J, Fontanella VRC. Determinação da posição dos ápices dentários de molares e pré-molares inferiores através de tomografia computadorizada – estudo *in vitro*. *Radiologia Brasileira*. Submetido.
21. Meier AW, Brown CE, Miles DA, Analoui M. Interpretation of chemically created periapical lesions using direct digital imaging. *J Endod* 1996; 22: 516-520.
22. Koenig L, Parks E, Analoui M, Eckert G. The impact of image compression on diagnostic quality of digital images for detection of chemically-induced periapical lesions. *Dentomaxillofac Radiol* 2004; 33: 37-43.
23. Braga CPA, Machado, LX, Gegler A, Mahl CEW, Fontanella VRC. Materiais simuladores de tecidos moles na região posterior da mandíbula: avaliação por subtração radiográfica digital. *XIV salão de iniciação científica, XI feira de iniciação científica* 2002; 1: 541 (Resumo 110).
24. Larentis LN, Silva A, Fontanella VRC. Efeito da Resolução da Imagem na Subtração Digital Quantitativa de Perda Óssea Alveolar Simulada. *Pesqui Odontol Bras* 2003; 17: 257
25. Kullendorff B, Petersson K, Rohlin M. Direct digital radiography for the detection of periapical bone lesions: a clinical study. *Endod. Dent. Traumatol* 1997; 13: 183-189.
26. Dossin ED, Fontanella VRC. Comparação entre imagens digitais diretas e indiretas na detecção por subtração radiográfica de perdas minerais simuladas na região posterior da mandíbula - estudo *in vitro*. *Dentomaxillofac Radiol* – submetido.

CONSIDERAÇÕES FINAIS



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em endodontia é consenso o uso das radiografias convencionais, pois além de um valioso instrumento disponível para o profissional no complemento do diagnóstico clínico são fundamentais durante todas as etapas do tratamento e na preservação pós-terapia endodôntica. Todavia, as informações fornecidas por elas são limitadas especialmente na identificação precoce das alterações periapicais osteolíticas. O surgimento de novas tecnologias que permitam o aprimoramento dos recursos existentes e introduzam novas perspectivas constituem um avanço para a especialidade e ampliam as possibilidades para que avaliações e, conseqüentemente, tratamentos possam ser realizados com maior confiabilidade e validade.

Assim, baseados nas análises dos resultados obtidos e tendo em vista os eixos norteadores desta dissertação, podemos considerar, baseados nos resultados do artigo I, que a variabilidade inerente aos observadores, especialmente devido às diferentes formações acadêmicas, bem como os próprios conceitos adquiridos com a experiência clínica, indicam que em estudos nos quais avaliações qualitativas são realizadas, apenas um único observador experiente deva realizar as análises.

Além disso, o método de mensuração de distâncias por meio do uso da tomografia computadorizada, avaliado no artigo II, apresentou boa reprodutibilidade na obtenção da posição dos ápices dentários em relação às corticais ósseas. Sugere-se que esta metodologia seja empregada em futuros estudos *in vitro*, nos quais os sítios da amostra necessitem ser preservados.

A proposta de criação de defeitos ósseos apicais com o uso de solução ácida, no artigo III, demonstrou de maneira mais fiel o processo observado *in vivo* quando comparada ao modelo mecânico, o qual apresenta uma maior facilidade de diagnóstico e não corresponde à situação clínica.

As observações precedentes conferiram os subsídios necessários para a realização do estudo que resultou no artigo IV. Nele ficou evidente a dificuldade na determinação visual de sutis mudanças ósseas no periápice quando se comparam duas radiografias. A avaliação qualitativa de imagens de subtração melhorou significativamente a proporção de acertos de diagnóstico.