

FABÍOLA BASTOS DE CARVALHO

**Avaliação das alterações radiográficas
após tratamento endodôntico de dentes
com lesão periapical empregando dois
programas de interpretação de imagens**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Araraquara – Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Endodontia do curso de Pós-Graduação.

Orientador: Marcelo Gonçalves

Carvalho, Fabíola Bastos de

Avaliação das alterações radiográficas após tratamento endodôntico de dentes com lesão periapical empregando dois programas de interpretação de imagens / Fabíola Bastos de Carvalho. – Araraquara: [s.n.], 2006

115 f. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Gonçalves

1. Endodontia - Métodos 2. Radiografia dentária digital
3. Periodontite periapical I. Título.

FABÍOLA BASTOS DE CARVALHO

**Avaliação das alterações radiográficas
após tratamento endodôntico de dentes
com lesão periapical empregando dois
programas de interpretação de imagens**

COMISSÃO EXAMINADORA

Dissertação para obtenção do título de Mestre

Presidente: Prof. Dr. Marcelo Gonçalves

2º examinador: Prof. Dr. Mário Tanomaru Filho

3º examinador: Prof. Dr. Eduardo Kazuo Sannomiya

1º suplente: Prof. Dr. Roberto Miranda Esberard

2º suplente: Prof. Dr. Marco Antônio Húngaro Duarte

DADOS CURRICULARES

FABÍOLA BASTOS DE CARVALHO

- Nascimento:** 31/01/1979 – Salvador – Bahia
- Filiação:** Adalberto Batista de Carvalho
Nilza Lúcia Bastos Cavalcante
- 1997-2001:** Graduação em Odontologia – Universidade Estadual de Feira de Santana – Bahia
- 2002-2003:** Curso de Especialização em Endodontia – Associação Brasileira de Endodontia – seção Bahia
- 2004-2006:** Curso de Pós-graduação em Endodontia, nível de Mestrado – Faculdade de Odontologia de Araraquara – Universidade Estadual Paulista

Dedico este trabalho...

A *Deus*, por me iluminar e me conduzir nos momentos difíceis.

À minha mãe *Nilza*, por estar presente em todos os instantes da minha vida, acreditando, apoiando, incentivando e aceitando minhas escolhas. Sem sua ajuda esta conquista não estaria se realizando.

Ao meu pai *Adalberto*, pelo carinho e apoio constante ao longo desta caminhada.

Ao meu namorado *Rasquin*, pelo companheirismo e amizade. Obrigada pelo constante incentivo, paciência, amor e força, tudo isso foi e é fundamental na minha vida pessoal e profissional.

Agradecimentos Especiais...

Ao meu orientador Prof. Dr. *Marcelo Gonçalves*, agradeço em primeiro lugar pelo conhecimento que me transmitiu, aprendi muito com a sua orientação. Agradeço também pela amizade, dedicação e competência com que me auxiliou na elaboração deste trabalho.

Ao Prof. Dr. *Mário Tanomaru Filho*, pela oportunidade, confiança e amizade. Obrigada pelas valiosas sugestões que tanto contribuíram para este trabalho. Saiba que você realmente é um exemplo de dedicação ao ensino e a pesquisa.

Agradecimentos...

À **Faculdade de Odontologia de Araraquara**, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita filho” - UNESP, nas pessoas de sua Diretora, Prof^a. Dra. **Rosemary Adriana Chierici Marcantonio**, e seu Vice-Diretor, Prof. Dr. **José Cláudio Martins Segalla**.

Aos Docentes da Disciplina de Endodontia da Faculdade de Odontologia de Araraquara, Prof. Dr. **Renato de Toledo Leonardo**, Prof. Dr. **Idomeo Bonetti Filho**, Prof. Dr. **Roberto Miranda Esberard**, Prof. Dr. **Mário Roberto Leonardo**, Prof. Dr. **Fábio Luiz Camargo Villela Berbert**, pelos ensinamentos, convivência e amizade dedicados.

Aos demais **Docentes do Programa de Pós-graduação em Endodontia** da Faculdade de Odontologia de Araraquara.

Aos colegas de mestrado, **Vivian, Regina, Júlio, Freddy, Fernando e Gustavo**. Foram momentos de alegrias, dúvidas, inseguranças, aprendizado... que cada um a sua maneira soube superar e transformar em algo que fizesse crescer. Agradeço pela amizade e experiências vividas.

À colega de mestrado **Regina** pelos momentos que passamos juntas, pelo apoio, ajuda e sobretudo pela inestimável amizade. Não posso esquecer do meu amigo **Marco Antônio**, cuja amizade, simplicidade e paciência tiveram papel fundamental nessa caminhada.

Aos demais **Colegas de Pós-graduação em Endodontia** da Faculdade de Odontologia de Araraquara, pela convivência, apoio e conhecimentos compartilhados.

Aos **Alunos de graduação e Estagiários da mini-clínica de Endodontia** da Faculdade de Odontologia de Araraquara, pela ajuda concedida na seleção dos pacientes.

Aos Técnicos em Radiologia da Faculdade de Odontologia de Araraquara **Edneide e Marcos**, pelo respeito e valiosa colaboração na realização da parte experimental deste trabalho.

Ao **Departamento de Diagnóstico e Cirurgia** da Faculdade de Odontologia de Araraquara, por ter disponibilizado o uso das dependências da Clínica D2 (Radiologia) para elaboração deste trabalho.

Aos **Pacientes** que aceitaram gentilmente participar e sobretudo que compareceram a todos os períodos de preservação solicitados.

Aos funcionários da Seção de Pós-graduação da Faculdade de Odontologia de Araraquara, **Mara, Rosângela e Alexandre**, pela orientação e atenção com que sempre me trataram.

Aos funcionários do Departamento de Dentística Restauradora da Faculdade de Odontologia de Araraquara, **Célia, Creuza, Sr. Pedro, Marinho, Adriana, Aparecida Venâncio, Aparecida Ignácio e Conceição**, pela gentileza e atenção dispensadas.

À diretora dos Serviços de Biblioteca e Documentação da Faculdade de Odontologia de Araraquara, **Maria Helena**, pela grandiosa amizade e auxílio concedido na revisão das normas de apresentação deste trabalho.

Aos demais **Funcionários da Biblioteca** da Faculdade de Odontologia de Araraquara, pela competência e disposição com que sempre me ajudaram.

A **CAPES** pelo apoio financeiro.

À minha **Avó, Tios, Primos e Afilhada**, pelo apoio e incentivo.
Agradeço por compartilharem com os meus ideais.

Aos meus grandes amigos **Carol e Ednaldo**, que sempre acreditaram e me incentivaram. Divido esta alegria com vocês!

... e a todos aqueles que direta e indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho...

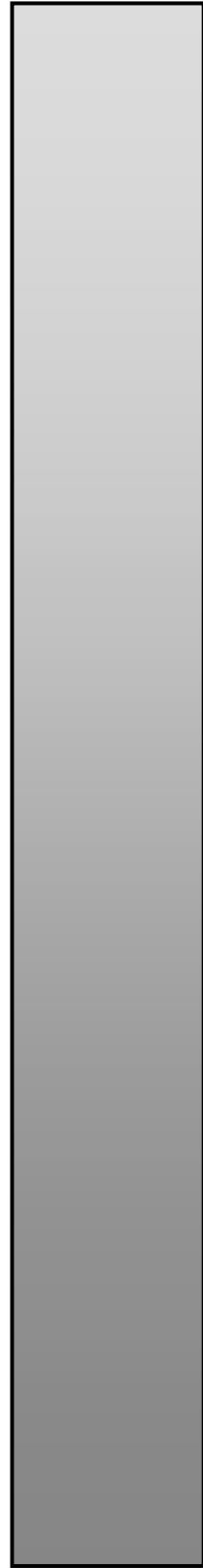
...Meus sinceros agradecimentos!!

*“E tudo que pedires na
oração, crendo recebereis”.*

Autor desconhecido

SUMÁRIO

1	Introdução.....	12
2	Revisão da literatura.....	19
	2.1 Avaliação radiográfica.....	19
	2.2 Subtração radiográfica digital.....	37
3	Proposição.....	53
4	Material e Método.....	55
	4.1 Perfil da amostra.....	55
	4.2 Tratamento endodôntico.....	55
	4.3 Procedimentos radiográficos.....	56
	4.4 Digitalização das radiografias.....	59
	4.5 Subtração radiográfica digital.....	60
	4.6 Delimitação das lesões periapicais.....	65
	4.7 Delimitação da imagem gerada pela subtração digital.....	68
5	Resultado.....	71
6	Discussão.....	86
	6.1 Da metodologia.....	86
	6.2 Dos resultados.....	95
7	Conclusão.....	102
8	Referências.....	104
	Anexos.....	112
	Anexo A1 – Comitê de Ética em Pesquisa.....	112
	Anexo A2 – Comitê de Ética em Pesquisa.....	113
	Resumo.....	114
	Abstract.....	115



Introdução

1 Introdução

As etapas operatórias do tratamento endodôntico são interligadas e incluem abertura coronária, preparo biomecânico, curativo de demora, obturação e preservação. Considerando que o tratamento do canal radicular não termina com a sua obturação, a avaliação da reparação dos tecidos apicais e periapicais é fundamental. Assim, a preservação consiste no controle clínico e radiográfico realizado após o tratamento endodôntico, variando de dois a quatro anos, tendo seu início nos primeiros seis meses, sendo também denominada de “*follow-up*” (LEONARDO e LEAL ³⁹, 1998).

Ainda segundo esses autores, as pesquisas mais recentes mostram que um período longo de controle é fator importante para a avaliação precisa do sucesso da terapia endodôntica, sendo a reparação um processo evolutivo dinâmico, nos períodos curtos de controle é possível que este esteja em evolução e não estabilizado.

A reparação após o tratamento endodôntico de dentes com necrose pulpar e com reação periapical crônica visualizada radiograficamente, inicia-se imediatamente após o combate à infecção do canal radicular e à obturação do mesmo. Uma vez que a região periapical possui alto metabolismo, o processo de reparo ocorre possibilitando a formação de tecido osteóide e cementóide.

A atividade osteoblástica é estimulada pelo ato mastigatório, assim sendo, quando o dente estiver fora de função a reparação é prejudicada, da mesma forma que restaurações que interferem no plano oclusal podem determinar maior porcentagem de fracassos (PAIVA e ANTONIAZZI ⁵², 1991).

A avaliação da cicatrização ou progressão pós-tratamento endodôntico de uma lesão periapical crônica, usualmente é subjetiva e monitorada por meio dos sinais e sintomas clínicos e pela radiografia convencional, que não representa um exame complementar perfeito, uma vez que a presença destas lesões pode não ser diretamente evidenciada bem como suas extensões (COTTI et al. ¹², 1999). Buscando uma analogia, Bender e Seltzer ⁶ em 1961, propuseram avaliar sob quais condições específicas a destruição óssea *in vitro* não seria detectada radiograficamente e puderam concluir que as lesões existentes no osso cortical só poderiam ser detectadas radiograficamente quando ocorresse perfuração da córtex óssea e/ou extensa erosão da superfície mais externa da córtex óssea. Lesões no osso esponjoso não foram detectadas radiograficamente.

A neoformação óssea em nível periapical pode ser evidenciada radiograficamente após terapia endodôntica, sendo que os resultados dessas avaliações, de acordo com a literatura, oscilam de 38 a 94,5% de sucesso devendo-se isto dentre outros fatores, a variação de critérios de avaliação segundo cada investigador bem como o período de preservação estudado (DELANO et al. ¹⁴, 2001).

Desde a descoberta dos raios X por Röntgen, em 1895, a radiologia tem passado por uma grande evolução. Na última década, os filmes radiográficos intrabucais tornaram-se mais sensíveis e rápidos, o que minimizou acentuadamente a dose de radiação necessária para produzir imagens de qualidade diagnóstica.

Paralelamente a evolução dos filmes convencionais, houve na

Odontologia um avanço da tecnologia radiográfica computadorizada, onde pesquisas procuram maneiras de melhorar a precisão da interpretação e a redução da dose de radiação (TIRRELL et al. ⁷⁰, 1996). Com base nisso, consideráveis avanços têm sido feitos no campo da imagem radiográfica digital, observando-se que o sistema digital de radiografias intrabucais oferece um grande potencial para uma mudança radical na maneira como os Cirurgiões-Dentistas fazem o diagnóstico e o tratamento das patologias bucais (VAN der STELT e GERATS ⁷⁴, 1991).

Enquanto o filme intrabucal representa o dispositivo que registra, exibe e armazena a imagem na técnica radiográfica tradicional, na radiografia digital direta essas tarefas são realizadas separadamente, onde o sensor digital registra a imagem, o monitor exibe e o computador armazena (WENZEL ⁷⁶, 1993). Os sistemas digitais diretos são acompanhados por *softwares* específicos que possuem uma variedade de ferramentas para manipulação da imagem que incluem sua ampliação, inversão dos tons de cinza e mensurações lineares e angulares. Apresentam também opções de escala linear de cinza, equalização e aplicação de cor a valores específicos de pixel (MENIG ⁴², 1999). Scarfe et al. ⁶² em 1999, utilizaram os recursos do *software* VixWin 1.2 (Dentsply/Gendex) para comparar as medidas lineares de lesões radiolúcidas periapicais obtidas pelo sistema digital direto com as radiografias convencionais e com as dimensões in vivo. Apesar de toda tecnologia disponível, o alto investimento inicial torna-se um fator desfavorável no momento da aquisição do sistema digital direto.

Os profissionais da área odontológica podem lançar mão de

artifícios a fim de observar as imagens radiográficas presentes em um filme convencional de uma forma digital. Para isso, os filmes devem ser digitalizados por meio de *scanner*, máquina fotográfica digital ou câmera de vídeo, onde as imagens adquiridas serão enviadas a um computador, sendo possível a sua manipulação e arquivamento digital por meio de *softwares*. Esse método de aquisição de imagens é denominado de radiografia digital indireta. De acordo com Gotfredsen e Wenzel ²³ (2003) e Rawlinson et al. ⁵⁷ (2005), programas de interpretação de imagens não específicos para Odontologia vêm sendo utilizados como uma alternativa para as imagens radiográficas digitalizadas (Image Tool; Image Pro-Plus, Adobe Photoshop). Estes programas possuem ferramentas que permitem a manipulação das imagens bem como a realização de múltiplas medidas, muitas delas automáticas, o que reduz os erros de subjetividade.

De acordo com White e Pharoah ⁷⁷ (1999), a utilização de radiografias digitais associadas a *softwares* específicos permitiu o uso de um recurso denominado de subtração de imagens, o qual é composto por duas imagens idênticas, representando a diferença de densidade entre elas. Os autores relatam ainda, que o exame visual de radiografias padronizadas não é capaz de detectar mudanças de 0,85 mm na espessura do osso cortical, enquanto a subtração, por ser um método sensível, é capaz de detectar mudanças de 0,12 mm.

O *software* Adobe Photoshop entre suas muitas ferramentas de manipulação da imagem, de acordo com Sargent et al. ⁶¹ (1998), também permite a realização da subtração digital. Em um estudo realizado para classificar objetivamente o movimento facial, esses autores observaram que o Adobe

Photoshop pôde ser utilizado para realizar a subtração de imagens, entretanto como um método para avaliação da função facial necessita de mais estudos.

Associado a preservação radiográfica de pacientes submetidos à terapia endodôntica, com finalidade de se verificar a regressão de lesões ósseas situadas no periápice dos elementos dentários, o exame de subtração de imagens pode ser considerado uma ferramenta bastante útil.

A endodontia oferece excelentes requisitos para um estudo comparativo entre a imagem radiográfica digital e os exames radiográficos tradicionais, por se tratar de uma especialidade que depende preponderantemente da radiografia. Esta é uma ferramenta fundamental no auxílio do diagnóstico de lesões periapicais assim como na avaliação do tratamento efetuado, pois é através da sua observação que é possível analisar as alterações de estrutura e forma dos tecidos ósseos. Mas apesar da referida importância dos raios X nesta especialidade, algumas de suas limitações restringem, muitas vezes, a capacidade de se oferecer um exame complementar preciso para o diagnóstico. Vários autores, entre eles Bender e Seltzer ⁶ (1961) ressaltam que pequenos defeitos no osso alveolar podem não ser detectados radiograficamente. Outros trabalhos, tal como o de Theilade ⁶⁸ (1960), relatam que a radiografia tende a mostrar a lesão óssea menor do que na verdade ela é. Assim sendo, Van der Stelt ⁷² já em 1985, citou que o rendimento do exame radiográfico pode ser aumentado pela utilização de recursos que suplementem as faculdades do observador humano e o uso do computador como meio auxiliar oferece tais vantagens. Em 2000, Dove et al. ¹⁶, ao comparar a subtração radiográfica digital com imagens radiográficas

convencionais, *in vitro*, puderam observar que a subtração de imagens apresentou sensibilidade significativamente maior para detecção de lesões ósseas periodontais e periapicais.

Diante disso, torna-se oportuna a avaliação da subtração de imagens por *softwares* não específicos como o Adobe Photoshop, na tentativa de tornar a avaliação da progressão de lesões periapicais um método mais objetivo e ao alcance de clínicos e pesquisadores.

Revisão da literatura



2 Revisão da literatura

Este capítulo de Revisão da literatura foi dividido em tópicos para um melhor entendimento dos assuntos abordados nesta pesquisa.

2.1 Avaliação radiográfica das lesões periapicais

Em 1961, Bender e Seltzer⁶ tiveram como objetivo encontrar quais condições específicas de destruição óssea *in vitro*, não foram detectadas pelo exame radiográfico e correlacionar os locais conhecidos e a extensão das lesões ósseas produzidas artificialmente com os exames radiográficos. Foram utilizadas mandíbulas de cadáveres humanos, que depois de dissecadas receberam lesões artificiais, simulando condições patológicas. Essas lesões foram avaliadas e comparadas radiográfica e visualmente. Os resultados levaram os autores a concluir que: lesões na cortical óssea podem ser detectadas radiograficamente, somente se estas forem perfuradas em toda sua espessura e que as lesões em osso esponjoso, não podem ser detectadas radiograficamente, assim, grande lesões ósseas poderão estar presentes sem que sejam evidenciadas radiograficamente.

Em outro estudo Bender e Seltzer⁷ (1961) compararam radiográfica e visualmente lesões periapicais e periodontais, realizadas em tecido ósseo mandibular de cadáveres humanos. Com os resultados obtidos, os autores puderam concluir que lesões tumorais ou inflamatórias confinadas no osso medular, não são evidenciadas radiograficamente, ao passo que, quando a destruição se aproxima da junção da parte medular com a cortical já se tem

imagem sugestiva de destruição óssea e que a área de rarefação evidenciada radiograficamente não guarda relação com a real destruição tecidual.

Seltzer et al.⁶⁴, em 1963, estudaram os resultados de 2.921 tratamentos endodônticos, para avaliar a relação entre o reparo e a idade dos pacientes, a presença de áreas de rarefação óssea, culturas positivas ou negativas e os métodos utilizados para a obturação dos canais radiculares. O sucesso após o tratamento foi definido como sendo a ausência ou diminuição das áreas de rarefação óssea após seis meses da obturação dos canais radiculares. Os resultados da análise estatística demonstraram que o reparo ocorreu em 80% dos casos, em todas as idades, sendo que a porcentagem de sucesso foi levemente maior nos pacientes mais jovens. Baseando-se apenas nas evidências radiográficas, o prognóstico de sucesso após tratamento endodôntico foi menos favorável para dentes com áreas de rarefação do que aqueles sem rarefação, não considerando o estado bacteriológico dos canais radiculares. Houve 92% de sucesso nos tratamentos de dentes sem rarefação e 76% de sucesso nos dentes com rarefação óssea periapical. Esses resultados segundo os autores, no entanto, são apenas sugestivos, uma vez que a avaliação foi realizada com somente seis meses pós-tratamento, podendo outros fatores ter influenciado nestes resultados.

Pauls e Trott⁵⁴ (1966) avaliaram experimentalmente a relação entre artefatos pré-determinados e os resultados radiográficos obtidos. Para tanto fizeram perfurações em peças de mandíbulas de cadáveres humanos, variando o tempo de exposição, tamanho das brocas e profundidade da perfuração. Os resultados levaram os autores às seguintes conclusões: que defeitos ósseos podem

ser detectados em radiografias intra-orais rotineiras, somente se ocorrer perfurações da cortical óssea; que defeitos ósseos que estão no interior do trabeculado ósseo não podem ser detectados radiograficamente; e que a perda do padrão trabecular é mais evidenciável na medida em que a lesão se aproxima da junção óssea cortico-medular.

Duinkerke et al.¹⁸, em 1975, avaliaram as variações na interpretação de áreas radiolúcidas periapicais. Os limites da área radiolúcida de 45 lesões periapicais de pacientes foram traçadas por dez dentistas, sendo dois endodontistas. Cada radiografia foi interpretada duas vezes, sendo que as imagens foram ampliadas 11,6 vezes por meio de um projetor de slides. A seguir foram realizados os três tipos de medidas: 1- d: maior distância, em milímetros, de algum ponto do contorno da raiz, até algum ponto do limite da radiolucência; 2 – D: o maior diâmetro, em milímetros, da área radiolúcida e 3 – A: peso em uma balança de precisão do corte do traçado da área radiolúcida. Comparando a primeira com a segunda interpretação de cada área pelo mesmo examinador, um erro de 21% foi observado para as áreas radiolúcidas bem definidas e 37% para áreas radiolúcidas difusas, mostrando que a reprodutividade das medidas depende diretamente da definição dos limites da radiolucidez. A comparação entre os dentistas não revelou diferença significativa, implicando que os dois endodontistas não interpretaram as radiografias com maior precisão. A diferença entre o primeiro e o segundo traçado da radiolucidez por cada dentista foi mais óbvia na medida da lesão (A) do que na medida relativa à maior distância (d) ou ao maior diâmetro (D).

Bender⁵ em 1982, estudou os fatores que influenciam a aparência radiográfica de lesões ósseas. Por meio da revisão da literatura pode concluir que os fatores poderiam ser: a) variação da espessura óssea (quanto mais espesso for o tecido ósseo, mais radiopaca será a imagem); b) variação do plano de incidência do feixe de raios-X (na variação vertical o trabeculado ósseo fica mais delgado, e na variação horizontal fica mais espesso); c) a composição dos tecidos mineralizados (quanto maior conteúdo de cálcio, maior a absorção de raios-X, conseqüentemente maior radiopacidade). A visualização radiográfica da lesão não depende do volume de tecido ósseo perdido, mas sim da quantidade de cálcio perdida por este tecido; dependem também da localização desta lesão em diferentes tipos de tecido ósseo, isto é, da posição desta lesão em relação ao osso cortical ou medular; dependem do tempo de exposição aos feixes de raios-X (quanto maior for o tempo, mais densidade terá a imagem radiográfica). Em um segundo estudo, o autor procurou verificar a quantidade de mineral perdida para se produzir área radiolúcida, e para tanto se utilizou de cinco mandíbulas de cadáveres humanos, onde foram realizadas cavidades com auxílio de brocas. A incidência dos feixes de raios-x foi realizada em dois sentidos: vestibulo-lingual e próximo-proximal. O autor concluiu que: a mandíbula comprovou ser adequada para este estudo, em razão da marcante variação da densidade óssea de sua porção cortical e medular; a quantidade de perda mineral do osso medular não influencia significativamente no aspecto radiográfico, porém, para a porção cortical essa perda tem grande influência. Em situações clínicas, há sobreposição de periósteo, músculo, tecido adiposo, fluidos orgânicos e mucosas, havendo a necessidade de

uma perda em torno de 7,1% de mineral para que seja possível a visualização radiográfica da área radiolúcida.

Pitt Ford ⁵⁵ em 1984, avaliou a correlação entre os resultados radiográficos e histológicos, em pré-molares de seis cães. De cada cão, 26 canais radiculares foram preparados e obturados com diferentes cimentos, em conjunto com a guta-percha. O período experimental foi de três meses após a obturação, para quatro cães, e um ano para dois cães. Ao final do período experimental, os animais foram mortos, as maxilas seccionadas e cada peça radiografada, padronizando-se o tempo de exposição e a distância foco/filme. As radiografias foram processadas em dispositivo automático. Após a obtenção das imagens radiográficas, o tecido foi desmineralizado e preparado para avaliação histológica. Os resultados confirmaram a correlação da extensão da lesão entre os dois métodos, mostrando que quando a lesão radiográfica aumentava, aumentava também a extensão da inflamação. A avaliação radiográfica revelou 36 lesões corretamente, duas incorretamente e falhou em detectar cinco lesões. A ausência de lesão e concordância entre os métodos mostrou que, em apenas 58% das raízes, o diagnóstico radiográfico de ausência de lesão foi correto. Os autores concluíram que a avaliação radiográfica é coincidente com o exame histológico mais frequentemente na detecção de patologia que na detecção do tecido periapical normal, pois quando as lesões não foram observadas radiograficamente, o tecido encontrava-se normal em apenas 58% das raízes.

Em 1984, Zakariassen et al. ⁸¹, avaliaram radiograficamente o sucesso ou fracasso após tratamento endodôntico e quais fatores interferem na

interpretação dessas radiografias. Foram utilizados 330 dentes de pacientes com tratamento endodôntico realizado por um período de 25 anos. Radiografias pós-operatórias e de preservação de cada caso foram examinadas por quatro endodontistas, que classificaram o tratamento como sucesso ou fracasso. Dessa amostragem, 118 casos foram examinados pela segunda vez por cada endodontista demonstrando uma interpretação inconstante entre os examinadores. Ocorreu concordância entre eles em 38% dos casos, embora 3 dos 4 examinadores concordassem com os resultados em 77% dos casos. Na interpretação intra-examinador houve uma concordância de 74,6%. Cada caso em seguida foi catalogado pela diferença de densidade radiográfica e tempo entre o pós-operatório e a radiografia de controle, sendo que, todos estes fatores não influenciaram significativamente na confiabilidade da interpretação.

A origem das radioluscência nos maxilares tem sido assunto de muitos estudos e neste, Van der Stelt⁷² (1985) tentou definir essa origem de uma maneira padronizada. Para tanto, utilizou-se de um estabilizador para manter o filme, o feixe de raios-X e o objeto na mesma posição. As lesões ósseas produzidas artificialmente nas diversas secções foram radiografadas em várias circunstâncias. As conclusões foram que a remoção do trabeculado ósseo não interfere de uma forma detectável na imagem radiográfica e que lesões na área juncional do trabeculado/cortical, modificam o aspecto visual, porém não produzem radioluscência em grau suficiente para verificação destas lesões. Quando ocorre lesão na cortical óssea, há produção de radioluscência, mas não modifica o padrão trabecular.

Byström et al.⁹ em 1987, monitoraram por meio de uma técnica bacteriológica, várias etapas realizadas durante o tratamento endodôntico sendo que o canal radicular não era obturado até que todas as bactérias detectadas não fossem eliminadas, a fim de avaliarem a eficiência da terapia endodôntica em dentes com necrose pulpar e com lesão periapical. O reparo das lesões periapicais foi preservado na maioria dos casos por cinco anos. Os resultados demonstraram que de 79 dentes portadores de lesão periapical, 67 repararam completamente pela avaliação radiográfica durante os cinco anos, sendo que, na maioria dos casos, as lesões diminuíram para 2 mm ou menos em dois anos, independente do tamanho inicial da lesão. Em cinco casos, observou-se ausência de diminuição, ou diminuição insignificante, no tamanho da lesão. Em duas dessas lesões foram observadas bactérias (*Actinomyces* ou *Arachnia*). Em outro caso, havia raspas de dentina no tecido periapical. Lesões periapicais que não repararam apesar de um cuidadoso monitoramento bacteriológico no tratamento endodôntico, podem em alguns casos, ocorrer devido à presença de bactérias fora do canal radicular, no tecido periapical. Nestes locais, as bactérias são inacessíveis ao tratamento endodôntico convencional.

Segundo Tidmarsh⁶⁹ (1987) a interpretação radiográfica de lesões patológicas de origem endodôntica é relativamente imprecisa, pois estão envolvidas por muitas variáveis. Até mesmo a presença ou ausência das lesões não se pode determinar com exatidão e há pouco acordo sobre os critérios que deveriam ser aplicados. Para que as informações obtidas das radiografias sejam ótimas, é necessária extrema atenção à técnica de exposição, processamento e

interpretação das mesmas. O grande problema da interpretação visual, e os fatores psicológicos implicados, têm sido submetidos a certo grau de estudo, e um recente trabalho, sobre o processo mental de precisão clínica, tem dado um conhecimento mais profundo sobre o tema. Os métodos de análise computadorizada e o melhoramento das imagens se mostram consideravelmente prometedores, e pode ser que um maior desenvolvimento neste campo, proporcione um maior grau de objetividade, que é essencial para que se consiga uma melhora na precisão do diagnóstico.

De acordo com Kaffe e Gratt ³⁴ em 1988, a interpretação radiográfica da região periapical é considerada inconsistente, com uma grande variação entre examinadores. Para melhorar a interpretação desta área quanto à consistência e confiança, 18 caracteres radiográficos foram estudados em 56 radiografias de dentes com polpas vitais e não vitais, por 10 dentistas. Os resultados indicaram que o padrão, a área e a densidade do trabeculado ósseo são os melhores caracteres radiográficos para identificar “saúde” dental. A continuidade e a forma da lâmina dura, a espessura e a forma do ligamento periodontal, são as características mais consistentes para o exame do dente com polpa não vital. Interrupções radiográficas da continuidade da lâmina dura foram detectadas por todos os examinadores, todavia esses importantes achados não foram considerados por todos na avaliação da interpretação. Além disso, a interpretação independente da continuidade, forma e densidade da lâmina dura, forma e espessura do ligamento periodontal, mostraram ser a melhor forma de avaliação radiográfica, diminuindo as variações entre examinadores.

Mol e Stel⁴⁴ em 1989, investigaram um método para descrição de lesões ósseas periapicais. Uma técnica para detectar limites foi desenvolvida para a aplicação em radiografias periapicais rotineiras. As lesões ósseas periapicais mostram radiograficamente uma área escura, quando comparadas com os tecidos adjacentes. O processamento de imagem digital resultou num aumento de definição das estruturas presentes. O resultado foi a simplificação do processo do exame de diagnóstico, que promoveu um alto grau de objetividade na detecção da lesão periapical. O autor concluiu que os resultados encorajam o desenvolvimento futuro de técnicas de processamento de imagens, próprias para a detecção definitiva e exame de lesões periapicais e que as informações radiográficas podem ser usadas mais efetivamente, enquanto a variabilidade entre e intra-examinadores pode ser reduzida.

Murphy et al.⁴⁷ em 1991, estudaram o grau de reparo em 89 pacientes com dentes portadores de lesões periapicais, após terapia endodôntica convencional, avaliando diferença entre idade, sexo, localização anatômica dos dentes e tempo de preservação. A avaliação radiográfica foi realizada através da medida da área da lesão, pela multiplicação da extensão ápico-oclusal pela mesio-distal. As lesões foram radiografadas previamente ao tratamento e nos períodos de três meses e um ano. O grau de reparo foi calculado pela divisão do tamanho diferencial entre a radiografia inicial e a de preservação. O exame radiográfico revelou que 46,1% dos dentes tratados sofreram reparo, 48,3% apresentaram reparo apical, 2,2% não mostraram reparo e 3,4% das lesões aumentaram de tamanho. Quando a preservação foi realizada aos seis meses ou menos, somente

17,6% das lesões mostraram completa resolução, apresentando o restante resolução parcial. Contrariamente aos 12 meses ou mais, 70% das lesões estavam completamente reparadas. A reparação ocorreu em uma proporção mensal de 3,2 mm² para pacientes com idade abaixo de trinta e acima de cinquenta anos.

Orstavik ⁵⁰ em 1991 realizou um estudo radiográfico por meio de imagem digitalizada após o tratamento endodôntico de 22 dentes unirradiculares de pacientes com periodontite apical crônica. Tomadas radiográficas padronizadas foram realizadas 1, 3, 6, 12 e 24 semanas após a obturação. Cada radiografia foi filmada e a imagem digitalizada em computador. A delimitação da área da periodontite foi definida, bem como área ao redor do osso sendo considerada a textura e a densidade e computados os valores de cinza da área da periodontite e do osso normal. As radiografias também foram analisadas pelo Sistema PAI (Sistema de Índice Periapical), o qual tem como referência vários estágios da periodontite apical. Os resultados usando o Sistema PAI indicaram que 14 dos 22 dentes, estavam em processo de reparo aos seis meses, tendo ocorrido a primeira mudança visível radiograficamente no terceiro mês. Nos períodos inferiores a seis semanas, mudanças no osso periapical não puderam ser notadas. Com esse método, pequenas diferenças podem ser observadas com os dados digitalizados podendo as variações na densidade radiográfica ser observadas três semanas após o tratamento, tornando possível acompanhar a evolução do processo de reparo da região periapical.

Fouad et al. ²¹ (1993) analisaram o reparo de lesões periapicais induzidas após o preparo biomecânico, através de avaliação radiográfica,

histológica, coloração bacteriana e fluorescência. Após a indução das lesões periapicais nos caninos superiores e inferiores de seis furões, seguidas aproximadamente 13 semanas, o preparo biomecânico foi realizado em 3 dos 4 caninos de cada animal. Os canais foram instrumentados pela técnica *step back* e irrigados com solução de hipoclorito de sódio a 2,6%, e obturados na mesma sessão. Cada animal recebeu periodicamente injeções intraperitoniais com corante vermelho Procion a fim de corar qualquer tecido novo calcificado formado após o tratamento dos canais radiculares. Dois animais foram mortos em 4, 8 e 12 semanas após o término do tratamento. A avaliação radiográfica do desenvolvimento da lesão no período de indução e após o tratamento endodôntico foi realizada por um endodontista, por meio das medidas do diâmetro máximo da lesão em milímetros nos diferentes períodos de observação. Os resultados demonstraram que as lesões periapicais aumentaram de tamanho durante a indução das mesmas, mas não mostraram alteração após o preparo biomecânico. Após o tratamento endodôntico, nenhum grau de mudança radiográfica no tamanho das lesões foi notado durante o período de avaliação de 12 semanas. Porém, as evidências histológicas demonstraram sinais de processo de reparo durante os períodos estudados.

Yokota et al.⁷⁹, em 1994, determinaram se o sistema RVG pode detectar aspectos radiográficos da patologia periapical que se assemelham aos da radiografia convencional. As mudanças da densidade e das tonalidades de cinza em radiografias são importantes para o aspecto visual, e para a avaliação do uso clínico de mudanças do padrão ósseo. Com a descoberta de um novo sistema

digital radiológico, RVG, o controle do ajuste de contraste se tornou possível. Dessa forma, foram criadas lesões em maxilares de cadáveres humanos, sendo radiografadas de forma convencional e através da RVG. As imagens foram avaliadas por três endodontistas. Os resultados mostraram que quando não existia lesão, as radiografias convencionais foram melhores que a RVG e que quando as lesões tinham a lâmina dura aumentada e o osso medular envolvido, a RVG foi superior. Não houve diferença entre ambas quando a lesão envolvia a cortical óssea.

Tirrell et al.⁷⁰ (1996) tiveram como objetivo determinar se o sistema RVG pode demonstrar lesões criadas quimicamente na cortical de osso mandibular de cadáveres humanos, e se estas se assemelhavam com as radiografias convencionais. Para isso, foram criadas lesões na cortical óssea vestibular de seis mandíbulas humanas secas utilizando a solução de ácido perclorídrico a 70%. Os espécimes permaneceram expostos ao ácido durante 12, 24, 36, 48, 72 e 96 horas, com o intuito de simular a progressão da desmineralização e da erosão da cortical óssea. As imagens foram avaliadas aleatoriamente por cinco examinadores. Os autores concluíram que quando não existia lesão, não houve diferenças significativas entre ambas as técnicas. No período de 12 a 24 horas, a imagem digital demonstrou ser significativamente melhor do que a imagem da radiografia convencional. De 36 horas em diante, nenhuma diferença pôde ser anotada entre as técnicas. Quando comparados os espécimes maxilares e mandibulares por experientes examinadores, a maxila teve

interpretação mais difícil, ficando claro que a radiografia convencional foi melhor que a RVG.

Barbat e Messer ⁴ (1998) compararam a capacidade de diagnóstico de radiografias convencionais e imagens digitais diretas em detectar radiolucências apicais simulando lesões periapicais em mandíbulas secas de humanos. Foram criadas lesões artificiais em torno de raízes de molares em três estágios: 1) apenas remoção de lâmina dura; 2) extensão até trabeculado ósseo; 3) envolvimento de toda cortical. Radiografias convencionais e imagem digital foram obtidas no pré-operatório e após cada estágio da remoção óssea. As imagens receberam pontuações em uma escala, por oito observadores. Os autores verificaram que a associação das cores e a imagem reversa (imagem digital), foram responsáveis pelo aumento do número de escores elevados. A imagem digital não aumentou a detecção de lesões.

Em 1999, Grecca ²⁴ realizou um estudo onde determinou radiograficamente a reparação após tratamento endodôntico de dentes de cães com lesão periapical induzida experimentalmente. Após a indução das lesões, os canais radiculares foram tratados endodonticamente utilizando o hipoclorito de sódio 5,25% como solução irrigadora. Após a instrumentação, todos os canais foram preenchidos com um curativo de demora à base de hidróxido de cálcio (Calen PMCC ou Calasept) durante trinta dias. Após este período, os canais radiculares foram obturados com guta-percha e um cimento à base de hidróxido de cálcio (Sealapex) ou resina epóxica (AH Plus). Foram realizadas tomadas radiográficas 90, 180, 270 e 360 dias após a obturação dos canais radiculares. As imagens

radiográficas foram digitalizadas e para mensuração das lesões periapicais foi utilizado o programa Mocha. Os resultados demonstraram uma maior redução no tamanho das lesões dos grupos onde foi utilizado o Calen PMCC como curativo de demora, estando ele associado a qualquer um dos dois cimentos. A menor redução das lesões ocorreu no grupo onde foram utilizados o Calasept e o cimento AH Plus.

Scarfe et al.⁶² em 1999, compararam as medidas lineares de lesões radiolúcidas periapicais obtidas pelo sistema digital direto, radiografias convencionais e as dimensões in vivo. Para isso, as dimensões de 25 imagens de lesões obtidas por meio de um receptor digital e de filmes radiográficos foram medidas e comparadas com as dimensões reais das lesões durante cirurgia. Nas imagens digitais foram utilizados os recursos de equalização (igualar tons de cinza) e equalização/colorir (igualar e colorir tons de cinza). Os resultados mostraram que as dimensões reais das lesões foram maiores que as dimensões estimadas na imagem digital e na imagem radiográfica convencional. O recurso de colorir tons de cinza foi significativamente menos exato que a equalização. Os autores concluíram que quando foi aplicado o sistema digital, o processo de colorir tons de cinza mostrou ter um valor limitado na estimativa das dimensões das lesões periapicais.

Baker et al.² (2000) compararam a interpretação de imagens radiográficas transmitidas pelo sistema de vídeo conferência com a interpretação convencional em negatoscópio, de lesões artificiais e periapicais in vivo. Um total de trinta imagens radiográficas foi utilizado neste estudo, sendo vinte imagens

radiográficas de lesões artificiais e dez radiografias de pacientes reais. Dois endodontistas avaliaram as trinta imagens dando a resposta “sim” ou “não” para determinar se a lesão periapical estava presente na radiografia. O estudo foi conduzido em duas sessões, separadas por um intervalo de seis semanas. Os resultados revelaram nenhuma diferença estatisticamente significativa entre a habilidade do avaliador em identificar lesões ósseas periapicais utilizando radiografias convencionais em negatoscópio e sua habilidade em interpretar a mesma imagem transmitida em um monitor.

Balto et al.³, em 2000, avaliaram o uso de uma nova tecnologia, um microcomputador tomográfico de alta-resolução (o micro-CT), para a rápida e não invasiva quantificação de destruição de osso periapical. Lesões periapicais foram induzidas nos primeiros molares de ratos, expondo a polpa ao ambiente oral. As mandíbulas foram removidas 21 dias após a exposição, e foram submetidas à análise de micro-CT, com 17 microns de espessura em cada sessão radiográfica. As amostras foram descalcificadas, e processadas para análise histológica. Os resultados mostraram uma correlação altamente significativa entre o micro-CT e a histologia, com diferenças ruins de 4,1% entre os dois métodos. Estes resultados demonstraram que a imagem de micro-CT é uma reprodução e método não invasivos, que dão resultados próximos quando comparados aos obtidos pela histologia. O micro-CT parece ter utilidade para quantificação precisa de mudanças na arquitetura óssea de espécimes biológicos pequenos.

Bohay⁸ em 2000, teve como objetivo definir a precisão da porcentagem da acuidade, sensibilidade, especificidade, e confiabilidade para o

diagnóstico das radiografias periapicais de doenças periapicais inflamatórias. Em sua metodologia usou um total de 140 casos que foram vistos sob condições ideais por seis observadores. Para cada caso, os observadores determinaram se a doença periapical era evidente e o grau de confiança de suas interpretações. Os resultados mostraram que a média de porcentagem de acuidade foi de 70,2%, a sensibilidade e a especificidade média foram de 65% e 78% respectivamente. O autor pode concluir que a especificidade do diagnóstico de radiografias periapicais é mais alto que a sensibilidade. Esses resultados apóiam a diretriz atual para o uso seletivo de observações periapicais baseado nos sinais e sintomas clínicos dos pacientes. Os autores também concluíram que os dentistas têm um bom grau de confiabilidade em avaliações repetidas.

Katebzadeh et al.³⁵ (2000) realizaram um estudo radiográfico onde avaliaram a reparação periapical após tratamento endodôntico realizado em uma sessão ou com a utilização do curativo de demora à base de hidróxido de cálcio. Foram utilizados 72 canais radiculares de dentes de cães, onde foram induzidas lesões periapicais visíveis radiograficamente. Os canais foram divididos em quatro grupos: grupo 1 - tratamento realizado em uma sessão, tendo como auxiliar no preparo a solução salina; grupo 2 - tratamento realizado da mesma forma que no grupo 1, porém com a utilização de uma pasta de hidróxido de cálcio como curativo de demora, durante sete dias; grupo 3 - controle positivo, onde a polpa foi removida, e a coroa selada, porém sem a obturação dos canais radiculares; grupo 4 - controle negativo, tratamento endodôntico realizado nos canais radiculares ainda com vitalidade pulpar. Após um período de seis meses, foram realizadas tomadas

radiográficas padronizadas, e as imagens foram analisadas por três examinadores que classificaram as radiografias pós-operatórias como indicadoras de falha no tratamento, melhora ou reparação. O percentual de casos onde foi possível observar a reparação completa foi similar para os grupos 1 e 2 (35,3% e 36,8% respectivamente). No entanto, no grupo onde foi utilizado o hidróxido de cálcio como curativo de demora, o percentual de falha no tratamento foi menor (15,8%) do que no grupo onde o tratamento foi realizado em uma sessão.

Sullivan et al. ⁶⁶, em 2000, verificaram a presença de lesões periapicais através da radiovisiografia. Para tanto utilizaram áreas periapicais de 16 dentes de seis espécimes de mandíbulas secas de humanos, examinando-as aleatoriamente por meio de três observadores, utilizando radiografia convencional e radiovisiografia (com variação de contraste e com contraste fixo). Cada área periapical foi examinada no pré-operatório e depois das lesões periapicais terem sido realizadas no osso cortical com brocas de diferentes tamanhos. Houve um aumento da precisão com o tamanho da lesão, mas não variou através do método. A radiografia convencional e a radiovisiografia (contraste variável) apresentaram grandes diferenças nas medidas das lesões menores e na ausência de lesão. A radiografia convencional tendeu a ser mais precisa na ausência de lesão, considerando que a radiovisiografia que usa contraste variável foi um pouco mais precisa para lesão menor. A precisão da radiovisiografia com contraste fixo não foi significativamente diferente dos outros dois métodos.

Friedlander et al. ²², em 2002, compararam imagens digitais com imagens radiográficas convencionais na visualização de lesões ósseas periapicais.

Para tanto, foram utilizadas radiografias convencionais padronizadas e imagens digitais diretas de vinte mandíbulas com dentes que apresentavam grandes ou pequenas lesões periapicais. Quatro examinadores avaliaram as imagens digitais e convencionais por meio de escores. Os resultados revelaram que todas as imagens digitais foram inferiores à radiografia convencional na observação de lesões ósseas, independentemente das lesões serem grandes ou pequenas. Dessa forma, os autores concluíram que a facilidade em observar lesões periapicais foi significativamente menor na imagem digital que na radiografia convencional.

2.2 Subtração radiográfica digital

A subtração radiográfica é uma técnica na qual imagens radiográficas padronizadas obtidas em tempos diferentes podem ser sobrepostas, de forma que a estrutura presente em ambas é removida e a imagem resultante demonstra apenas a diferença entre as mesmas. Essa técnica tem sido freqüentemente empregada na detecção de pequenas alterações na estrutura de tecidos mineralizados (órgão dental ou tecido ósseo).

Gröndahl e Gröndahl ²⁵ em 1983, empregaram a subtração radiográfica com o intuito de melhorar o diagnóstico de lesões ósseas periodontais em relação à técnica radiográfica convencional. Foram realizados trinta defeitos ósseos com brocas esféricas na região de pré-molar e molar de mandíbulas secas, na superfície vestibular e proximal da crista óssea. As regiões foram radiografadas antes e após a confecção dos defeitos, utilizando sempre a mesma exposição e projeção. As radiografias convencionais obtidas antes e após a confecção das lesões foram montadas aos pares e avaliadas por dez examinadores quanto à presença ou não de lesão em cada superfície. Após digitalização, as radiografias foram superpostas, subtraídas e avaliadas. Os resultados mostraram um número total de diagnósticos corretos para a técnica convencional de 33,3%, em contraste com 80% resultante da interpretação das imagens subtraídas. Os resultados sugerem que uma melhora substancial na acurácia diagnóstica e na concordância entre examinadores pode ser alcançada se a técnica da subtração digital for aplicada em estudos longitudinais.

Gröndahl et al.²⁶ (1983) descreveram uma técnica de subtração radiográfica digital para estudos longitudinais em odontologia, bem como propuseram algumas possíveis aplicações. Duas radiografias padronizadas com idêntica exposição geométrica foram utilizadas. Em seguida as radiografias foram digitalizadas, exibidas em uma tela de TV e as imagens superpostas. Antes da subtração digital dos valores de cinza, um valor de cinza de 32 foi somado a cada pixel da imagem a ser comparada. Posteriormente as imagens foram subtraídas e qualquer diferença entre as imagens originais era mostrada contra um segundo plano em forma de área mais escura ou mais clara, dependendo da natureza das mudanças teciduais. Os autores concluíram que a subtração digital pode ser de particular valor em pesquisas que objetivam estudar os efeitos de diferentes tratamentos ou no diagnóstico de pequenas mudanças ocorridas ao longo do tempo, como a progressão de lesões ósseas.

Duckworth et al.¹⁷, em 1983, desenvolveram um método radiográfico em virtude da inabilidade em reproduzir adequadamente a projeção geométrica e a densidade ótica das exposições, e de maneira a melhorar a habilidade em extrair informações quantitativas da condição periodontal em radiografias. Esse método consistiu na reprodução dos parâmetros geométricos e densitométricos de exposição. A técnica empregou posicionadores com registros de mordida individual onde foram comparados três materiais de impressão diferentes (poliéster, silicone e acrílico) em 18 sítios de mandíbulas secas de humanos, utilizando cada um dos materiais. As radiografias foram realizadas num intervalo de seis semanas por um período de seis meses. A comparação da

precisão de cada material foi feita medindo-se da junção amelocementária a crista óssea alveolar, da junção amelocementária ao ápice radicular e fazendo uma proporção das duas medidas de maneira a minimizar a distorção dos artefatos. Os resultados mostraram que o material de impressão poliéster foi significativamente melhor, seguido da silicona (optosil) e do acrílico. Os autores concluíram que o uso de posicionadores pode proporcionar uma melhora significativa em estudos clínicos longitudinais.

Rudolph et al.⁶⁰ (1987) mediram a influência de erros de alinhamento e parâmetros de exposição na sensibilidade da subtração radiográfica digital e na detecção de mudanças na densidade óssea. Vinte pares de imagens radiográficas feitas em crânios secos com distorções geométricas conhecidas, as quais variavam de 0 a 9 graus na horizontal e na vertical, foram subtraídas. Na ausência de distorção a subtração digital foi capaz de detectar mudanças na espessura da cortical óssea de 0,12 mm. Sob circunstâncias clínicas (distorção de 3 graus), mudanças na espessura óssea de 0,35 mm foram detectadas com 50% de acurácia, enquanto mudanças na espessura óssea de 0,42 mm foram detectadas com 100% de acurácia. Os autores concluíram que o exame visual convencional de radiografias não detecta mudanças na cortical óssea de 0,85 mm, enquanto a subtração radiográfica digital é sensível a mudanças de 0,12 mm na cortical óssea.

Rudolph e White⁵⁹ em 1988, avaliaram a estabilidade dimensional de oito instrumentos de padronização do alinhamento. Foram utilizados os posicionadores Rinn – XCP e o Veratile Intraoral Positioner (VIP), sendo que no posicionador Rinn foram utilizados seis diferentes tipos de material de moldagem

para registrar a mordida do paciente: acrílico para dentadura, DuraLay, Regisil e Polyjel, Green Stick e Gray Stick. O posicionador Rinn sem registro de mordida e o VIP com o Polyjel também foram avaliados. A exatidão dimensional e a reprodutibilidade na orientação do feixe de raios-X com o respectivo objeto foram determinadas ao longo do tempo com nove medidas durante seis meses. Isso foi feito para cada instrumento medindo-se mudanças na angulação horizontal e vertical de um marcador posicionado vestibularmente nas mandíbulas secas. Os resultados mostraram que a associação do posicionador Rinn com Regisil foi a que originou imagens com menor distorção geométrica dentre todos os instrumentos testados. Nesse estudo 71,1% dos erros se devem à falhas no posicionamento do instrumento e 28,9% a distorções sofridas pelo material.

Janssen et al.³³ (1989) desenvolveram um posicionador com registro de mordida bilateral para radiografias seriadas. Foram feitas radiografias de nove pacientes com doença periodontal avançada por um período de um ano. Enquanto testavam o posicionador, a influência do intervalo de tempo entre as radiografias e a influência da construção do posicionador na reprodutibilidade das imagens radiográficas também foram determinadas. Em um segundo estágio, os autores avaliaram a influência das diferenças na imagem geométrica durante a detecção de lesões quando a subtração digital foi utilizada. Os resultados mostraram que o aumento do intervalo de tempo entre as radiografias reduziu a reprodutibilidade e que o uso de registros de mordida bilateral melhorou a reprodutibilidade das imagens radiográficas em comparação com imagens obtidas com posicionador associado ao registro de mordida em um lado. Erros de

reprodutibilidade causaram diferenças na imagem geométrica das radiografias, e o aumento dessa diferença entre as radiografias resultou em uma maior porcentagem de diagnósticos falsos positivos.

Orstavik et al.⁵¹ (1990) avaliaram o sistema de análise de imagens Kontron IBAS 2000 em radiografias para fins endodônticos. Esse sistema foi avaliado quanto à sua habilidade em harmonizar escurecimento e contraste em radiografias endodônticas; sua habilidade em compensar distorção de angulação de exposições seqüenciais de dentes individualizados; seu potencial para aplicação do método da subtração digital; e seu uso em análise automática de níveis de cinza de áreas ósseas com doença ou saúde em radiografias endodônticas. Foram obtidas radiografias ao final do tratamento endodôntico de cinco pacientes com periodontite apical crônica, e posteriormente em 1, 3, 6, 12 e 24 semanas. As radiografias foram obtidas com posicionador e registro de mordida com material de impressão elastomérico. O sistema Kontron IBAS 2000 se mostrou adequado para todas as aplicações. Contudo, a especificidade dos procedimentos de subtração foi limitada por alguns problemas inerentes à harmonização do escurecimento e ao processo de subtração em si. Por outro lado, medidas automáticas dos níveis de cinza, provaram ser um método forte para avaliação imparcial e quantitativa da cicatrização da periodontite apical.

Tyndall et al.⁷¹, em 1990, compararam a sensibilidade da subtração radiográfica digital e da radiografia convencional em detectar mudanças no osso cortical e esponjoso. Para tanto, foi utilizada uma mandíbula macerada na qual foram feitas cavidades na cortical óssea periapical e inter-radicular utilizando

brocas esféricas. Após a execução da cavidade, a janela óssea era recolocada em posição para a realização da radiografia. Imagens convencionais e digitalizadas subtraídas foram avaliadas duas vezes por três radiologistas. Os resultados mostraram que cavidades eram bem visualizadas utilizando a imagem subtraída exceto nos casos em que a lesão pudesse ser visualizada na radiografia convencional com 100% de sensibilidade. Os autores concluíram que a subtração digital é um importante método de diagnóstico na detecção e acompanhamento de mudanças ósseas sutis na região periapical.

Nicopoulou – Karayianni et al.⁴⁸, em 1991, compararam as propriedades diagnósticas de radiografias obtidas com filmes Ultra-Speed e Ektaspeed quando analisadas em radiografias convencionais e após conversão em imagens digitais subtraídas. Lesões artificiais medindo de 0,5 a 1,1 milímetros em diâmetro foram confeccionadas em mandíbulas secas com brocas de baixa rotação. Radiografias padronizadas foram obtidas por meio de uma modificação do sistema Rinn e registro de mordida em acrílico. Os resultados desse estudo demonstraram que a sensibilidade na detecção das lesões dobrou após digitalização e exposição das imagens subtraídas, comparadas com a interpretação da radiografia convencional, independente do uso de filmes Ektaspeed ou Ultra-Speed para as radiografias originais. A informação diagnóstica pareceu ser semelhante em radiografias obtidas com filmes Ultra-Speed e Ektaspeed após digitalização e subtração.

Kullendorff et al.³⁷, em 1992, avaliaram o potencial diagnóstico da radiografia convencional e da subtração digital, em detectar lesões ósseas inter-

radiculares. Foram confeccionadas com o auxílio de brocas, 28 lesões inter-radulares de profundidades diferentes em mandíbulas secas, sendo que 14 delas ficaram confinadas no osso esponjoso e 14 também envolviam a cortical óssea. As radiografias convencionais e as imagens subtraídas foram interpretadas por 10 examinadores. A validade diagnóstica foi maior com a técnica da subtração para as lesões confinadas no osso esponjoso e para as que também envolviam a cortical óssea. Os autores concluíram que a subtração radiográfica melhora a detecção de lesões ósseas, especialmente as não profundas e que as lesões inter-radulares são mais difíceis de serem detectadas do que as lesões em osso periapical.

Van der Stelt ⁷³ (1993) relatou em seu artigo de revisão que mudanças temporárias de lesões em imagens digitais podem se tornar facilmente visíveis por meio da subtração radiográfica. Segundo o autor, esse processo requer um par de imagens com distribuição de níveis de cinza e projeção geométrica idênticas. A distribuição dos níveis de cinza pode ser corrigida por meio do processamento da imagem digital. O par de imagens idênticas pode ser obtido sem o alinhamento mecânico entre o paciente, o filme e o feixe de raios-X. Algoritmos devem ser desenvolvidos para determinação automática das bordas da lesão e produção subsequentemente de informações quantitativas. O progresso dos procedimentos auxiliados por computador apresentam um grande potencial para a melhora do diagnóstico radiográfico de lesões periodontais, especialmente no que se refere a reprodutibilidade e a avaliação quantitativa de efeitos de tratamentos.

No ano de 1994, Ludlow et al. ⁴⁰, compararam uma nova técnica que utiliza posicionadores para filme radiográfico, feixe de laser para o

alinhamento e cefalostato para fixar a posição da cabeça com o método tradicional que utiliza posicionador para filme e material de impressão (elastômero) para registro de mordida. As radiografias foram feitas por dois avaliadores em seis diferentes áreas anatômicas de um manequim para avaliar a contribuição individual de cada técnica para os possíveis erros na aquisição da imagem interferindo na imagem subtraída. A análise estatística mostrou valores não significativos ($p < 0,05$) comparando os dois métodos, ou seja, a vantagem da nova técnica foi eliminar a utilização de material elastomérico para registro da mordida.

A efetividade em diagnosticar defeitos de osso esponjoso nos métodos radiográficos que utilizam filme convencional, filme digitalizado, filme digitalizado realçado (aumento de contraste), imagem digital direta, imagem digital direta realçada, subtração digital e subtração digital realçada foi o objetivo de Parsell et al. ⁵³, em 1998. Lesões artificiais de várias profundidades foram confeccionadas na região apical de molares e pré-molares de seis mandíbulas secas. Vinte clínicos participaram do diagnóstico das lesões. Os resultados para as lesões de quatro milímetros mostraram que a identificação positiva das lesões foi significativamente melhor com a subtração radiográfica realçada, comparada com todos os outros métodos radiográficos. A subtração radiográfica e o seu realce (aumento de contraste) reduziram significativamente os resultados de diagnósticos falso-positivos para as lesões de todos os tamanhos em comparação com os outros métodos radiográficos, exceto a imagem digital direta realçada, para as lesões de seis milímetros. Dessa forma os autores puderam concluir que a subtração

radiográfica digital com ou sem realce melhora a probabilidade de um diagnóstico correto de defeitos em osso esponjoso.

Em 2000, Dove et al.¹⁶, compararam o sistema de subtração digital com imagens radiográficas convencionais na detecção de lesões ósseas periapicais e periodontais. Lesões ósseas foram simuladas com cortes que variaram de tamanho no osso cortical de mandíbulas secas. Imagens radiográficas foram adquiridas variando a projeção, e em seguida foram digitalizadas, registradas e subtraídas. Quatro clínicos avaliaram as imagens subtraídas, calculando a sensibilidade e a especificidade. Os resultados mostraram que a sensibilidade e a especificidade da subtração radiográfica na detecção de lesões ósseas de todos os tamanhos tiveram variação de 87,90% e 85,23%, respectivamente, na projeção geométrica. Os valores correspondentes para a radiografia convencional foram de 47,54% e 97,38%. A diferença na sensibilidade foi estatisticamente significativa, o que não ocorreu com a especificidade. Os autores concluíram que mesmo quando as radiografias são obtidas com discrepâncias na projeção geométrica, a subtração radiográfica é capaz de distinguir entre estados de saúde e doença, nesse modelo *in vitro*.

Em 2001, Crestani et al.¹³, avaliaram se o uso de um posicionador individualizado permite a obtenção de radiografias geometricamente padronizadas e se o *software* Imagelab equaliza adequadamente imagens de diferentes densidades para a subtração digital. Para isso, foram realizadas vinte radiografias periapicais da região de molares de mandíbulas humanas secas com o auxílio de posicionadores individualizados, registro oclusal em acrílico e processamento

automático. De cada região foram realizadas radiografias iniciais, de controle após trinta dias e controle variando apenas o tempo de exposição. As imagens foram digitalizadas e subtraídas. De acordo com os autores, a presente metodologia permitiu a obtenção de radiografias geometricamente padronizadas, onde não houve diferença estatística entre os resultados da subtração de uma imagem e seu controle padrão e a subtração desta imagem de sua cópia. A adaptação de um registro oclusal individual ao posicionador propiciou reprodutibilidade geométrica de imagens tomadas com intervalos de trinta dias.

Em 2001, Delano et al.¹⁴, compararam a densitometria com o Índice Periapical (PAI), avaliando o sucesso radiográfico após o tratamento endodôntico em dentes com periodontites apicais. Radiografias padronizadas de 103 dentes foram realizadas e avaliadas imediatamente após o término do tratamento endodôntico, 1, 4, 12, 26 e 52 semanas após o tratamento. Os avaliadores em número de sete foram calibrados para determinar o PAI através de escores. A densitometria calculada da região periapical foi obtida sobrepondo a área resultante através da radiografia digitalizada com relação aos tons de cinza da área de radioluscência (AR) para com a área adjacente de tamanho normal (N). Os resultados levaram os autores a concluírem que os dois métodos utilizados para avaliação detectaram que o sucesso dos tratamentos de dentes com periodontites apicais foi observado em 12 semanas após o tratamento, sem diferença entre eles.

Em 2002, Nicopoulou – Karayianni et al.⁴⁹, avaliaram o efeito do tratamento endodôntico nas lesões periapicais por meio da radiografia convencional e da subtração radiográfica digital, em 11 pacientes que

apresentavam lesão periapical menor que seis milímetros de diâmetro vista na radiografia periapical. Foram realizadas radiografias imediatamente após o tratamento endodôntico e nos períodos de preservação de 3, 6, 9 e 12 meses. Cada radiografia foi obtida utilizando-se posicionadores do sistema Rinn associados aos blocos de mordida individualizados em acrílico. As radiografias foram digitalizadas e avaliadas por quatro examinadores utilizando uma escala de três cores. Os resultados intra e inter-examinador mostraram, respectivamente, um valor de $p= 0,001$ e $p= 0,02$ para a análise da imagem subtraída. Os autores concluíram que a concordância dos observadores foi significativamente maior quando foi utilizado o método da subtração digital durante a avaliação da preservação do tratamento de canais radiculares com lesão periapical.

Yoshioka et al.⁸⁰, em 2002, avaliaram a eficácia da subtração radiográfica digital utilizando o sistema de imagem digital direta no estudo de preservação de dentes tratados endodonticamente. Dois incisivos superiores com tratamento endodôntico deficiente foram radiografados imediatamente após a desobturação do canal radicular e em 14, 98, 149, 293, 513 e 545 dias após o retratamento endodôntico. Para a realização das radiografias foi utilizado o sistema RVG-S associado ao posicionador Rinn – XCP e a um registro de mordida em resina. Após a subtração das imagens, os resultados mostraram que as lesões periapicais diminuíram gradualmente em tamanho e aumentaram em radiopacidade. Os valores de pixel das regiões de interesse, posicionadas na lesão periapical, aumentaram após tratamento endodôntico e essa mudança continuou durante o período de observação. Os autores puderam concluir que o método da

subtração com a radiografia digital direta pode ser um instrumento valioso para avaliar a cicatrização de processos periapicais após o tratamento endodôntico.

Woo et al.⁷⁸ (2003) objetivaram calibrar e validar o sistema da subtração radiográfica digital, utilizando imagens digitalizadas para quantificação de mudanças no osso alveolar, por meio da análise densitométrica auxiliada por computador (CADIA). Os níveis de ruído foram determinados utilizando 10 radiografias periapicais padronizadas da mesma região de molar inferior de mandíbulas secas de humano. Para validação do sistema foram feitas radiografias antes e depois que uma mistura de partículas de osso bovino e incrementos, pesando de 2 a 20 mg fosse colocada dentro de cavidades confeccionadas nas mandíbulas secas. As radiografias foram realizadas com o uso do posicionador Rinn XCP e registro de mordida em acrílico, em seguida foram digitalizadas, alinhadas, normalizadas e subtraídas. As regiões de interesse foram selecionadas e seus valores de CADIA foram calculados para determinação dos níveis de ruídos, e para que fosse realizada uma correlação entre esses valores a massa óssea. Os resultados mostraram correlação significativa entre a massa óssea e os valores de CADIA para as cavidades em regiões anteriores e posteriores. Dessa forma, os autores concluíram que os níveis de ruído da subtração radiográfica digital utilizando imagens digitalizadas foram pequenos, e que a correlação existente entre os valores de CADIA e a massa óssea sugere que a subtração pode ser adequada para a detecção de pequenas mudanças do osso alveolar.

Em 2004, Lee et al.³⁸ avaliaram a acurácia de um novo programa (Sunny) para subtração radiográfica digital. Quatro observadores realizaram a

subtração radiográfica digital nas regiões de incisivos, pré-molares e molares de seis voluntários, utilizando o novo programa e um programa de subtração digital já consagrado. Foram avaliadas as diferenças estatísticas entre os programas, entre os observadores e entre as regiões. A subtração radiográfica digital utilizando o novo programa se mostrou superior para todos os observadores e para todas as regiões radiografadas, além disso, houve diferença estatística entre os observadores, especialmente ao utilizarem o novo programa. Os autores puderam concluir que o programa de subtração radiográfica digital por eles desenvolvido se mostrou exato e sensível quando comparado com um programa de subtração digital já consagrado.

Mikrogeorgis et al.⁴³, em 2004, avaliaram a conveniência de um *software* de imagem digital para uma avaliação sensível e confiável da cicatrização ou expansão da periodontite apical crônica após tratamento endodôntico, mesmo durante curtos períodos de tempo. Para tanto, noventa casos de dentes com lesão periapical óssea foram utilizados. Em cada caso radiografias pré-operatórias foram realizadas e os canais radiculares foram preparados pela técnica *crown-down* utilizando o sistema rotatório Profile em combinação com limas Hedströen manuais. A solução irrigadora foi o hipoclorito de sódio a 2,5%. Após a instrumentação a pasta de hidróxido de cálcio foi colocada nos canais radiculares. Uma radiografia de controle e a troca da pasta foram realizadas no intervalo de 15 dias. Os canais foram obturados um mês e meio após a primeira consulta. Radiografias de controle foram realizadas em 0,5; 1,5; 3; 6 e 12 meses após a obturação final dos canais radiculares. Todas as radiografias foram

realizadas sob condições constantes utilizando o sistema digital direto (RVG) pela técnica do paralelismo com o uso de posicionadores. Em cada caso, as radiografias pré-operatórias, controle e de preservação foram digitalmente subtraídas de cada uma em pares. Em cada par, a radiografia posterior era subtraída da primeira. As imagens digitais subtraídas resultantes foram posteriormente processadas utilizando aumento de contraste e métodos de coloração para tornar o curso da lesão periapical mais facilmente distinguível. A cicatrização da periodontite apical foi vista em todos os casos estudados. Os resultados mostraram que o registro, a normalização e a subtração radiográfica digital podem detectar com acurácia e confiabilidade suficiente, mesmo as mudanças mais sutis nos tecidos periapicais, que ocorre em poucos dias de intervalo. No intervalo de 1,5 meses a confiança e acurácia na detecção da cicatrização na região periapical aumentou significativamente. Com um ano de preservação as lesões na maioria dos casos cicatrizaram totalmente. A subtração radiográfica digital é um bom instrumento mesmo com mudanças sutis na estrutura dos tecidos periapicais durante pequenos intervalos de tempo.

Rawlinson et al.⁵⁷ (2005) objetivaram validar um método para reprodutibilidade de imagens radiográficas e mensurações repetidas de imagens digitais. Os autores também procuraram avaliar, *in vivo*, as mudanças clínicas e radiográficas após cirurgia periodontal. Para o estudo *in vitro* foram utilizados 16 crânios secos de humanos, nos quais foram realizadas radiografias intra-orais duplicadas utilizando um alinhamento extra-oral sob condições clínicas simuladas. Foram feitas medidas lineares e de área nessas imagens radiográficas utilizando o

software Image Pro-Plus. Para o estudo in vivo, sete pacientes com periodontite aguda foram tratados cirurgicamente. Mensurações clínicas e radiográficas foram realizadas antes e seis meses após a cirurgia. As radiografias foram analisadas utilizando o Image Pro-Plus e a subtração radiográfica digital. Os resultados mostraram que as radiografias tiveram um alto grau de confiança para o estudo in vitro e que a reprodutibilidade intra-operador das mensurações foi alta para o estudo in vivo. A subtração radiográfica mostrou que dos 17 sítios tratados, 13 evidenciaram ganho ósseo, um não mostrou mudança, dois tiveram perda óssea e um não pode ser interpretado. Os autores puderam concluir que as imagens radiográficas foram altamente reprodutíveis e que as mensurações tiveram um alto grau de repetição. Os métodos utilizados permitiram fiéis mensurações quantitativas e qualitativas de mudanças no osso alveolar.

Proposição



3 Proposição

Diante do exposto na literatura pode-se notar que a imagem digital tem sido largamente utilizada em avaliações radiográficas na Odontologia, tanto no pré quanto no pós-tratamento. Assim sendo, torna-se objetivo deste trabalho:

1 – Avaliar em imagens digitalizadas, as alterações radiográficas de lesões periapicais crônicas em dentes de humanos nos períodos de preservação de 0, 2, 4 e 6 meses após tratamento endodôntico: a) por meio da subtração (sobreposição) das imagens com o auxílio do programa Adobe Photoshop 6.0; b) por meio de demarcação dos seus limites externos na tela do computador por dois examinadores usando o programa VixWin 2000.

2 – Realizar uma análise comparativa entre as imagens resultantes da subtração digital realizada pelo programa Adobe Photoshop 6.0 e as imagens das áreas de reparação ou perda óssea detectadas pelos examinadores nos diferentes períodos de preservação usando o programa VixWin 2000.

3 – Verificar a reprodutibilidade das medidas das alterações radiográficas das lesões periapicais, entre os dois examinadores nos diferentes períodos avaliados.

Material e Método



4 Material e Método

4.1 Perfil da amostra

Para esta pesquisa foram selecionados na Clínica de Endodontia da Faculdade de Odontologia de Araraquara (FOAr) 12 pacientes com idades entre 18 e 60 anos, dos gêneros masculino ou feminino, com etnia aleatória, não fazendo uso de antibióticos e portadores de dentes com necrose pulpar e lesão periapical crônica visível radiograficamente. Após triagem inicial, 13 dentes anteriores superiores, assintomáticos, em função mastigatória e apresentando imagem radiográfica de lesão periapical crônica acima de 5 milímetros de diâmetro medida no seu maior longo eixo foram selecionados e tratados endodonticamente por alunos de Graduação e/ou Pós-graduação em Endodontia. Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa – FOAr, protocolo nº 66/04 (ANEXOS A1 e A2).

4.2 Tratamento endodôntico

A seqüência de tratamento endodôntico consistiu na neutralização do conteúdo séptico/tóxico pela técnica *Crow-down*, seguida pelo desbridamento foraminal. A confecção do batente apical foi realizada um milímetro aquém do forame apical, e em seguida foi feito o escalonamento com recuo progressivo anatômico associado às brocas de Gates Glidden. Durante o tratamento foi utilizada a solução de hipoclorito de sódio a 2,5% como solução irrigadora. Conforme procedimentos adotados pela Disciplina de Endodontia da FOAr, após

o preparo biomecânico foi utilizado um curativo de demora à base de hidróxido de cálcio com paramonoclorofenol canforado (Calen PMCC - SS White, Rio de Janeiro, RJ) por no mínimo 15 dias para posterior obturação dos canais radiculares com cimento endodôntico à base de hidróxido de cálcio, Sealapex (SybronEndo/SDS - Glendona, CA – EUA) e guta percha pela técnica da condensação lateral ativa, quando esses estivessem assintomáticos.

4.3 Procedimentos radiográficos

Ao término do tratamento endodôntico foi entregue ao paciente o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido por escrito, para que o mesmo decidisse se participaria ou não da pesquisa, sem qualquer interferência no plano de tratamento. Para a realização da radiografia final do tratamento endodôntico dos dentes incluídos na pesquisa, foi utilizada uma técnica para padronização das imagens que consistia na utilização de um posicionador para filmes radiográficos modelo Rinn XCP (Rinn Corp, Elgin, Illinois), o qual foi estabilizado com material de impressão (silicona) Optosil Comfort (Heraeus Kulzer – Alemanha) colocado sobre os bordos incisais dos dentes radiografados, com a finalidade de promover uma padronização da posição das incidências radiográficas, fato esse de suma importância na confecção das radiografias subseqüentes empregadas na subtração digital (Figuras 1 e 2). Para as radiografias de preservação que foram feitas após os períodos de 2, 4 e 6 meses foi utilizado o mesmo método. Em cada retorno do paciente para execução dos exames radiográficos, o molde de silicone era posicionado na boca do paciente juntamente com o posicionador, feita a

radiografia e após o uso era lavado em água corrente e posteriormente desinfetado com solução de hipoclorito de sódio a 1% durante 10 minutos, sendo em seguida, armazenado em recipiente identificado com o nome de cada paciente e mantido sob refrigeração para evitar distorções.



FIGURA 1 - Posicionador Rinn XCP juntamente com o molde de silicona e o filme radiográfico.



FIGURA 2 - Posicionador Rinn XCP, molde de silicona e o filme radiográfico em posição na boca do paciente.

Todas as incidências radiográficas foram realizadas com o aparelho GE 1000 (General Electric, Milwaukee, Wisconsin - EUA) trabalhando com 90 quilovolts, 10 miliamperes, distância foco-filme fixa de 40 centímetros fornecida pelo posicionador, e 12 impulsos do aparelho, o que equivale a um tempo de exposição de 0,2 segundo. Os filmes radiográficos utilizados foram os do grupo de sensibilidade F, sendo representado pelo modelo Insight (Eastman Kodak Company - Rochester, New York, EUA), com envelope contendo apenas uma película no seu interior.

Posteriormente à exposição radiográfica, os filmes periapicais foram levados para a câmara escura e processados automaticamente na processadora Dent-X 9000 (Dent-X – Film Processor), com tempo total em torno de 5 minutos. Todos os procedimentos de controle de infecção e biossegurança preconizados pela Disciplina de Radiologia da Faculdade de Odontologia de Araraquara foram rigorosamente seguidos, tanto nos procedimentos da técnica quanto no processamento químico dos filmes.

4.4 Digitalização das radiografias

De posse de todas as radiografias, estas foram digitalizadas por meio de um *scanner* de mesa modelo SnapScan 1236s (Agfa – gevaert N.V. – Woburn – EUA) com uma resolução de aquisição de 2400 dpi. As imagens foram gravadas em formato JPEG com um nível de compressão 12, no “Hard Disk” de um computador com configuração mínima suficiente para armazená-las.

4.5 Subtração radiográfica digital

Após a digitalização, as imagens foram importadas para o *software* Adobe Photoshop versão 6.0, e sobrepostas com a principal finalidade de se realizar a subtração das mesmas. Para tanto, as imagens foram abertas na tela do computador em pares, ou seja, a radiografia realizada imediatamente após o término do tratamento endodôntico foi mostrada simultaneamente com a radiografia feita 2 meses após (Figura 3). Assim sendo, a primeira serviu como padrão, e a segunda mostrou as alterações na imagem do tecido ósseo. Por sua vez, a radiografia de preservação de 2 meses serviu de padrão para a radiografia de 4 meses, e esta, da mesma forma, para a radiografia realizada 6 meses após o término do tratamento. Esse procedimento permitiu que fossem observadas áreas de neoformação e/ou destruição óssea.

Ambas as radiografias analisadas em conjunto, foram movimentadas no sentido horizontal, vertical ou rotacional utilizando ferramentas específicas do programa, até que fosse obtido o máximo de coincidência das estruturas anatômicas, e em seguida foram sobrepostas seguindo-se a escolha das opções “imagem”, “cálculos”, ordem de sobreposição das imagens (origem 1 - imagem radiográfica mais antiga, origem 2 - imagem radiográfica mais recente), “subtrair” e “novo documento” dentro do programa Adobe (Figuras 4 a 7). As imagens resultantes desse procedimento (Figura 8) também foram gravadas em formato JPEG, sendo que os locais que sofreram alterações radiográficas referentes à neoformação óssea, assumiram um aspecto radiopaco, enquanto que nas regiões onde houve reabsorção de tecido ósseo, estas assumiram um aspecto radiolúcido.

As regiões sem alterações apareceram com uma tonalidade neutra.

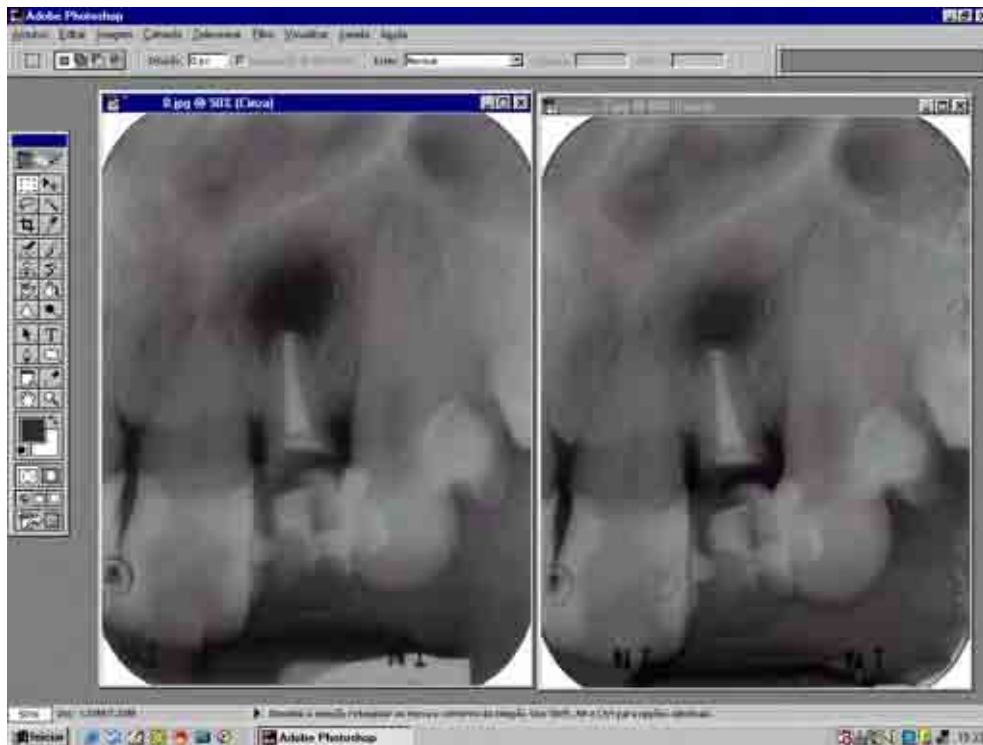


FIGURA 3 - Imagens radiográficas de 0 e 2 meses abertas no Adobe Photoshop 6.0.



FIGURA 4 - Escolha das opções “imagem” e “cálculos”.

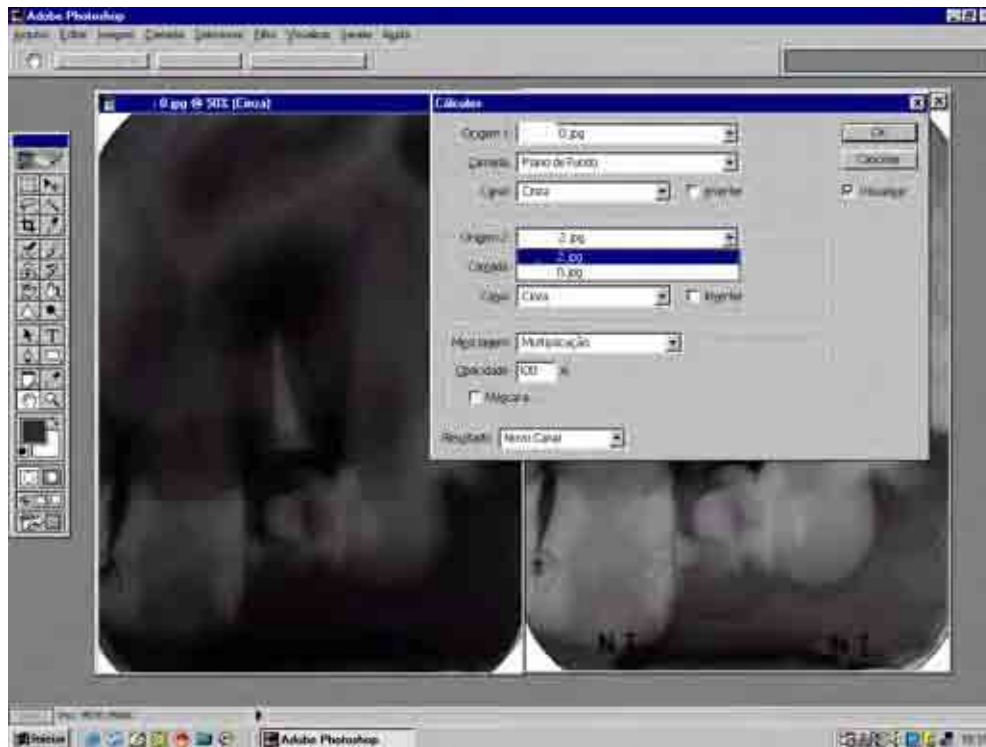


FIGURA 5 - Seleção da ordem de sobreposição das imagens radiográficas.

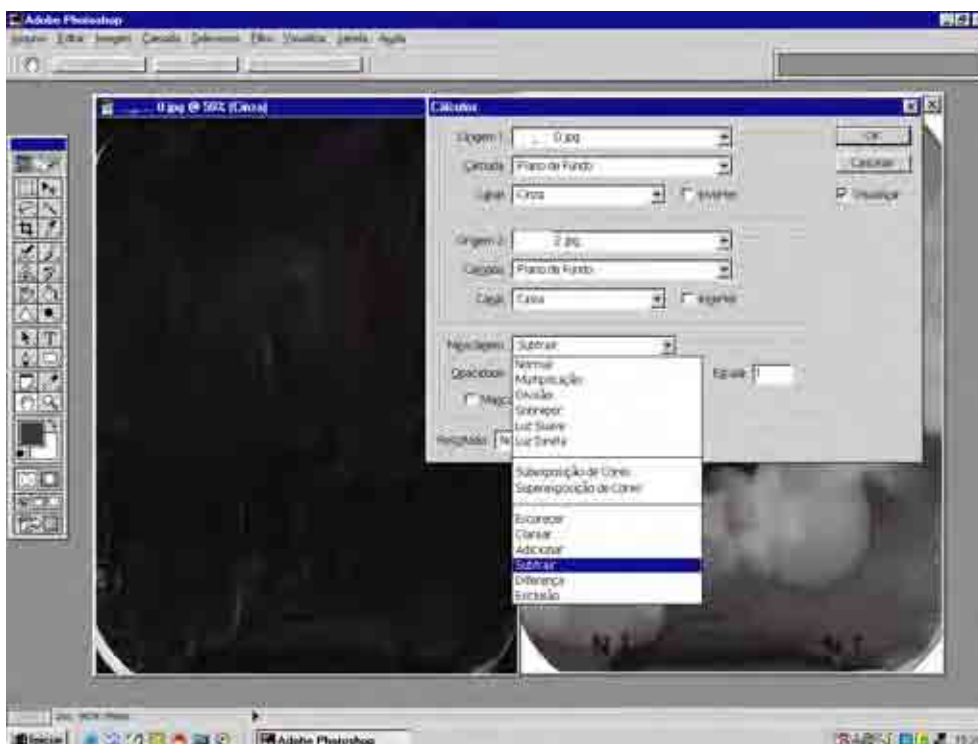


FIGURA 6 - Escolha da opção “subtrair”.

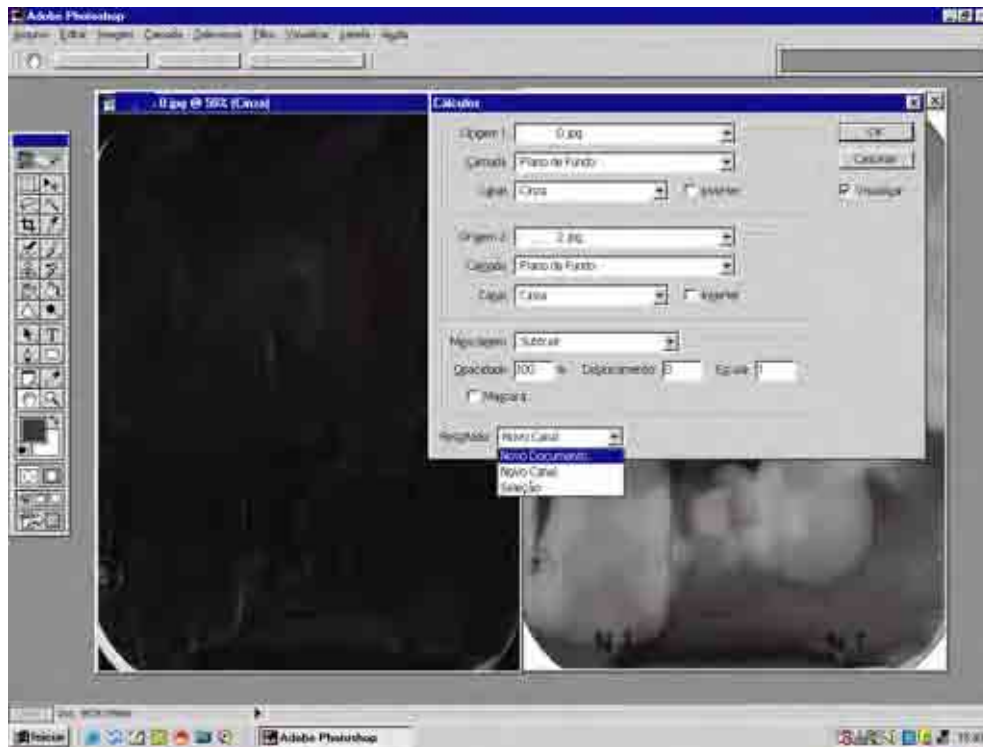


FIGURA 7 - Escolha da opção “Novo documento” para que a imagem de subtração seja mostrada em arquivo separado.

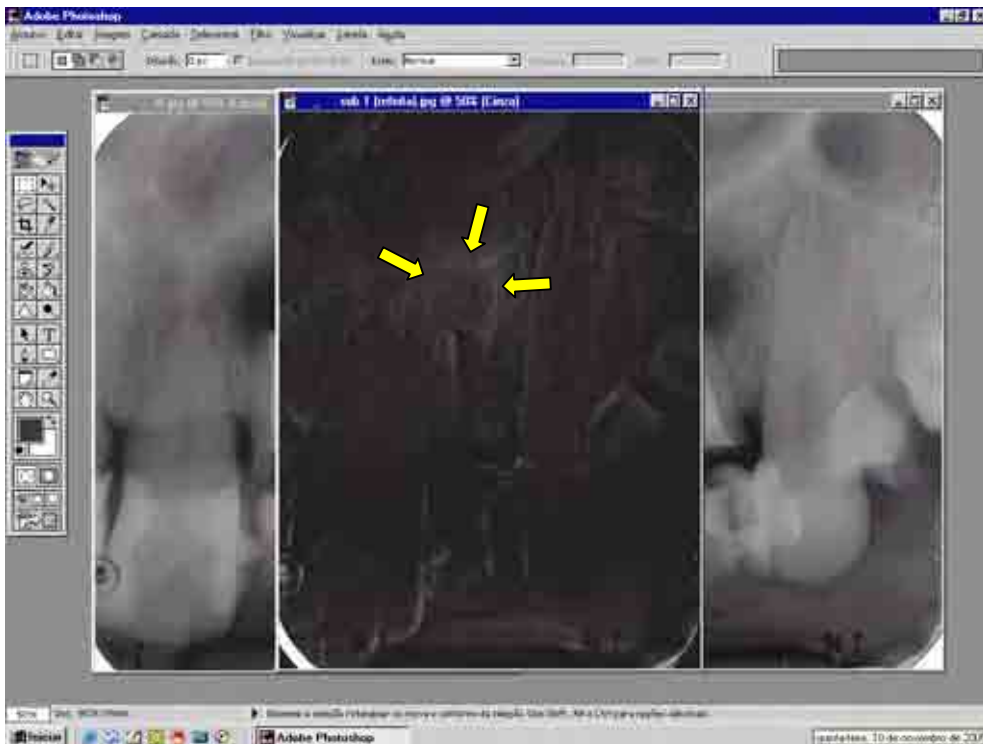


FIGURA 8 - Imagem resultante da subtração radiográfica digital mostrando aumento de radiopacidade nas regiões de neoformação óssea.

4.6 Delimitação das lesões periapicais

Após a realização da subtração digital, as imagens radiográficas digitalizadas de 0, 2, 4 e 6 meses foram levadas individualmente para o *software* VixWin 2000 para que os limites externos das lesões periapicais nos diferentes períodos de preservação fossem delimitados por dois examinadores (um radiologista e um endodontista) previamente calibrados utilizando a ferramenta “medir área” dentro do menu “anotações”. Inicialmente o *software* foi calibrado conforme especificações encontradas no manual do proprietário, a fim de que as imagens pudessem ser analisadas dentro de um padrão correto. Após a delimitação das lesões utilizando o clique do *mouse*, o *software* fornecia os valores numéricos em milímetros quadrados da área total de cada lesão (Figuras 9 a 12). Ao subtrair o valor da área total da lesão periapical na radiografia inicial e final para cada período avaliado (0-2 meses; 2-4 meses e 4-6 meses), obteve-se em milímetros quadrados a área de neoformação ou reabsorção óssea detectada após a delimitação das lesões no programa VixWin 2000. Os valores negativos em mm^2 dizem respeito as áreas de reabsorção óssea.



FIGURA 9 - Imagem radiográfica aberta no programa VixWin 2000.

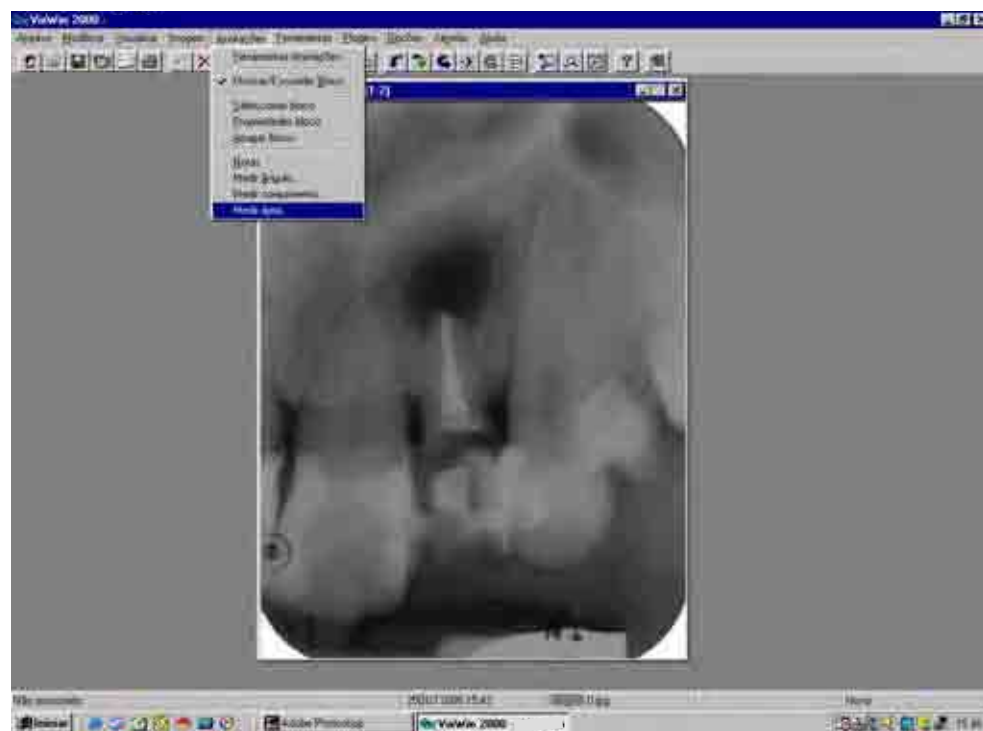


FIGURA 10 - Escolha das opções “Anotações” e “Medir área”.

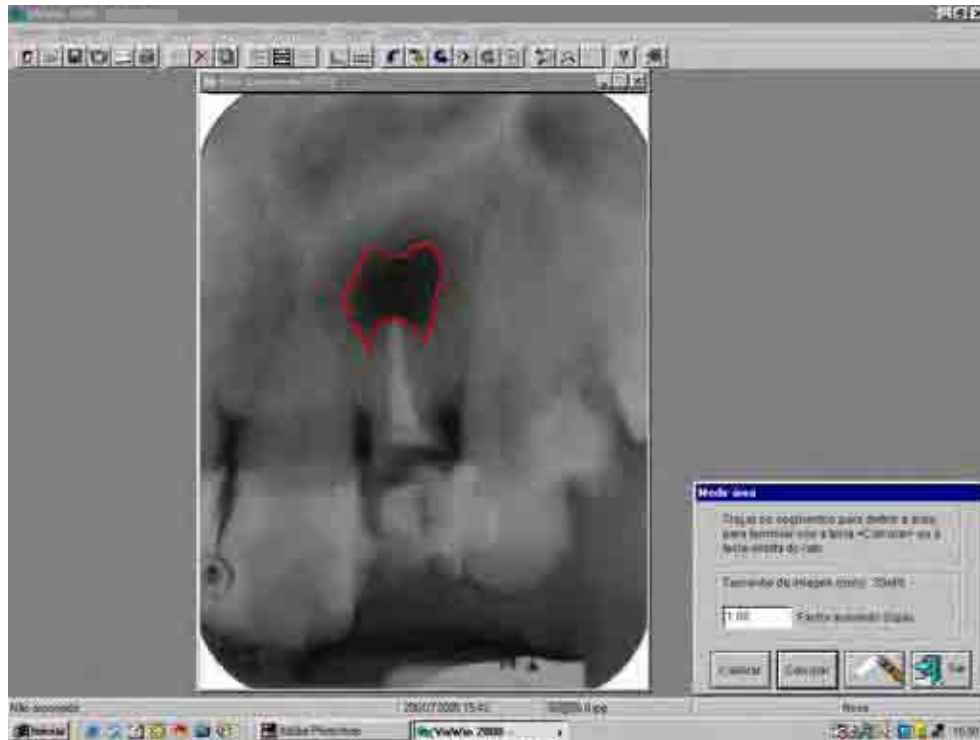


FIGURA 11 - Delimitação quase completa do contorno da lesão periapical utilizando o clique do *mouse*.

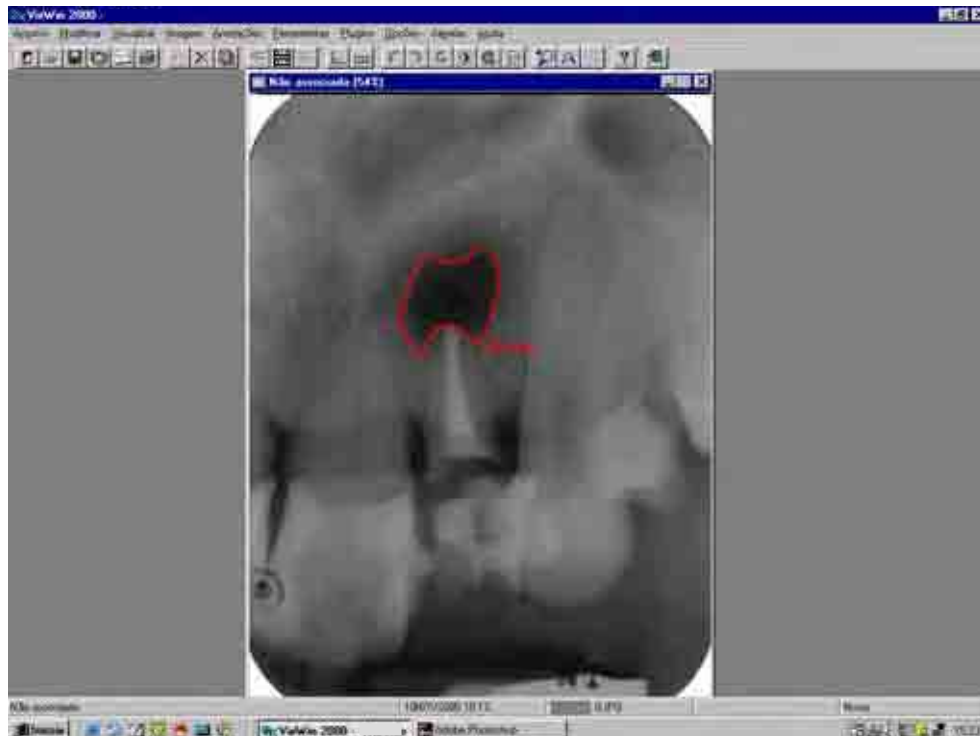


FIGURA 12 - Imagem radiográfica mostrando a área total da lesão periapical fornecida pelo programa VixWin 2000 após a escolha da opção “calcular”.

4.7 Delimitação da imagem gerada pela subtração digital

A imagem resultante da subtração digital realizada pelo Adobe Photoshop 6.0, e salva no computador, foi importada para o *software* VixWin 2000 a fim de que a delimitação da área radiopaca ou radiolúcida apresentada como neoformação ou destruição óssea também fosse realizada pelos examinadores usando a mesma ferramenta “medir área” no menu “anotações” (Figuras 13 e 14). Para as áreas radiolúcidas referentes a destruição óssea, foi atribuído o sinal negativo ao valor em mm^2 . Isso permitiu uma comparação entre as medidas das áreas de reparação ou destruição óssea detectadas com a subtração digital realizada pelo programa Adobe Photoshop 6.0 e as medidas das áreas de reparação ou destruição óssea obtidas ao subtrair o valor da área total da lesão periapical delimitada no programa VixWin 2000 para cada período avaliado (0-2 meses; 2-4 meses e 4-6 meses).

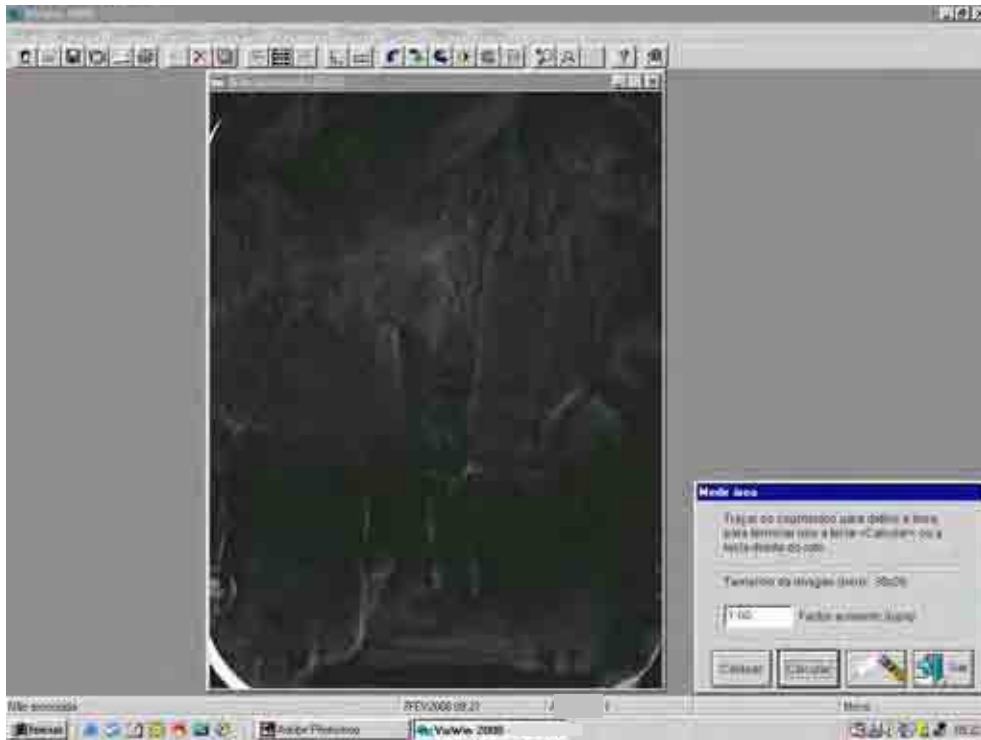


FIGURA 13 - Escolha da opção “Medir área” para delimitação com o clique do *mouse* da imagem referente à neoformação óssea.

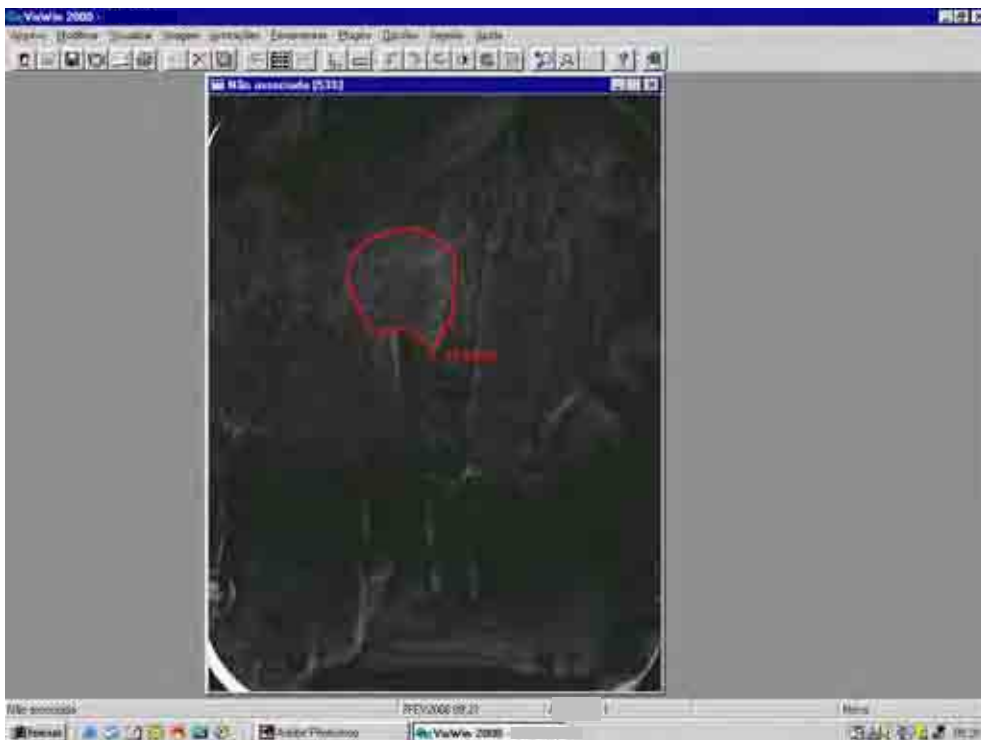


FIGURA 14 - Imagem radiográfica mostrando a delimitação da área, em mm^2 , de neoformação óssea detectada pela subtração digital.

Resultado



5 Resultado

As medidas em milímetros quadrados (mm^2) das áreas de reparação ou reabsorção óssea delimitadas pelos examinadores nas imagens de subtração, as medidas em mm^2 da área total das lesões periapicais nos períodos de 0, 2, 4 e 6 meses após o tratamento endodôntico, bem como as medidas obtidas pela subtração dos valores referentes a área total da lesão periapical nos períodos de 0 e 2 meses, 2 e 4 meses, 4 e 6 meses foram analisadas estatisticamente para determinar a concordância entre o método da subtração digital realizado no programa Adobe Photoshop 6.0, e o método visual realizado no programa VixWin 2000. A concordância entre examinadores das medidas das alterações radiográficas das lesões periapicais também foi avaliada.

Para a análise da concordância foi utilizado o coeficiente de correlação intraclassa (ICC), apropriado para variáveis contínuas. O ICC varia de -1 a 1. O coeficiente foi estimado utilizando-se informações dos quadrados mínimos obtidos de análise de variância de modelos randômicos (proc glm do programa SAS 8.0). Com os valores dos quadrados médios a seguinte fórmula foi utilizada para o cálculo da correlação intraclassa:

$$\text{CIC} = (\text{QMM} - \text{QME}) / (\text{QMM} + \text{QME})$$

Onde, QMM = quadrado médio do modelo e QME = quadrado médio do erro. Sendo que QMM e QME são calculados por um modelo de efeitos mistos, onde cada par de observação é colocado como um efeito aleatório.

Os seguintes parâmetros foram utilizados para diagnosticar a qualidade do teste:

- < 0,4 reprodução pobre
- 0,4 a 0,75 boa reprodução
- > 0,75 ótima reprodução

As Tabelas 1 e 2 mostram a correlação entre as medidas das áreas de reparação ou reabsorção óssea delimitadas nas imagens de subtração (Figuras 18, 20 e 22) e as medidas das áreas de reparação ou reabsorção óssea determinadas pelo método visual após a subtração dos valores referentes a área total da lesão periapical (Figuras 17, 19, 21) nos períodos de 0 e 2 meses, 2 e 4 meses, 4 e 6 meses, para os examinadores A e B. Pôde-se observar com base no valor do coeficiente de correlação (r) uma concordância muito fraca e não significativa entre o método da subtração digital e o método visual para os dois examinadores. Em média, as medidas obtidas com o método da subtração digital foram maiores do que as medidas do método visual.

Tabela 1 - Correlação entre as medidas (mm^2) das áreas de reparação ou reabsorção óssea obtidas pelo método da subtração digital (Sub) e pelo método visual (D) para o examinador A ($n=13$).

Dente (d)	0 e 2 meses		2 e 4 meses		4 e 6 meses	
	Sub1	D0/2	Sub2	D2/4	Sub3	D4/6
1	19,2	14,7	6,3	0,6	3,3	0,5
2	6,1	13,9	4,2	4,1	13,8	2,5
3	48,0	32,8	23,8	-18,9	31,9	29,5
4	41,1	18,1	3,5	5,5	3,0	19,6
5	15,3	6,9	-7,8	2,5	4,6	-2,1
6	17,3	6,6	13,1	4,2	8,6	0,1
7	18,5	4,7	9,4	7,2	8,0	9,7
8	14,6	4,7	3,3	3,3	3,3	0,8
9	3,6	1,4	10,4	-2,0	11,4	4,4
10	18,8	11,5	5,7	9,7	0,9	2,0
11	22,1	3,3	-15,7	-1,6	16,3	2,1
12	47,4	20,2	73,7	5,9	21,6	5,9
13	21,8	2,1	-11,2	2,3	22,5	-0,8
r #	0,37		0,02		0,34	
Valor p	0,0886		0,5282		0,1111	

correlação intraclasse

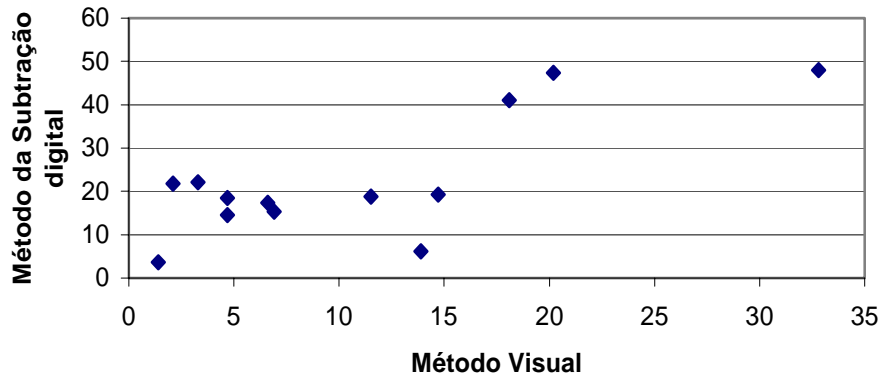
Tabela 2 - Correlação entre as medidas (mm²) das áreas de reparação ou reabsorção óssea obtidas pelo método da subtração digital (Sub) e pelo método visual (D) para o examinador B (n=13).

Dente (d)	0 e 2 meses		2 e 4 meses		4 e 6 meses	
	Sub1	D0/2	Sub2	D2/4	Sub3	D4/6
1	16,3	12,7	6,7	2,1	3,0	0
2	6,1	13,3	4,2	3,3	10,4	2,9
3	47,2	33,4	26,3	-17,5	38,2	28,3
4	56,2	29,2	3,7	4,9	2,9	20,6
5	16,5	12,7	-8,4	2,9	3,0	-2,1
6	19,6	8,9	14,7	5,6	8,7	-7,0
7	17,3	11,9	9,9	10,5	8,3	9,1
8	13,2	3,3	4,6	1,3	3,8	1,8
9	3,7	0,5	12,2	3,3	11,3	5,2
10	17,5	12,8	5,3	9,4	0,8	2,5
11	21,0	0,4	-15,6	0,4	15,7	3,9
12	56,4	9,1	76,0	13,4	22,1	15,3
13	25,9	6,3	-9,1	1,7	29,4	2,7
r #	0,45		0,11		0,45	
Valor p	0,1400		0,3397		0,0472	

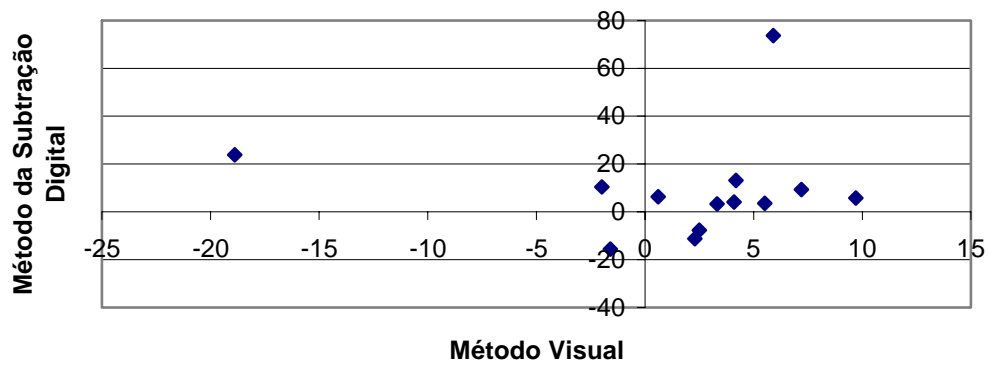
correlação intraclasse

As Figuras 15 e 16 expressam a representação gráfica das Tabelas 1 e 2 respectivamente.

Examinador A (0 e 2 meses)



Examinador A (2 e 4 meses)



Examinador A (4 e 6 meses)

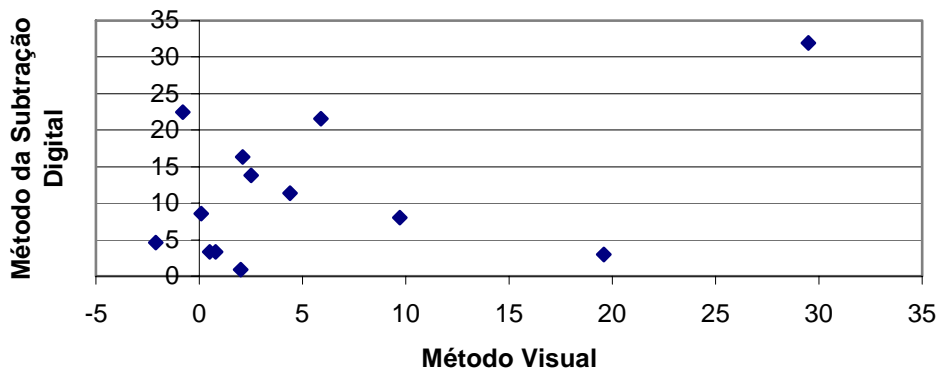


FIGURA 15 - Representação gráfica das medidas (mm²) das áreas de reparação ou reabsorção óssea obtidas pelo método da subtração digital e pelo método visual, para o examinador A.

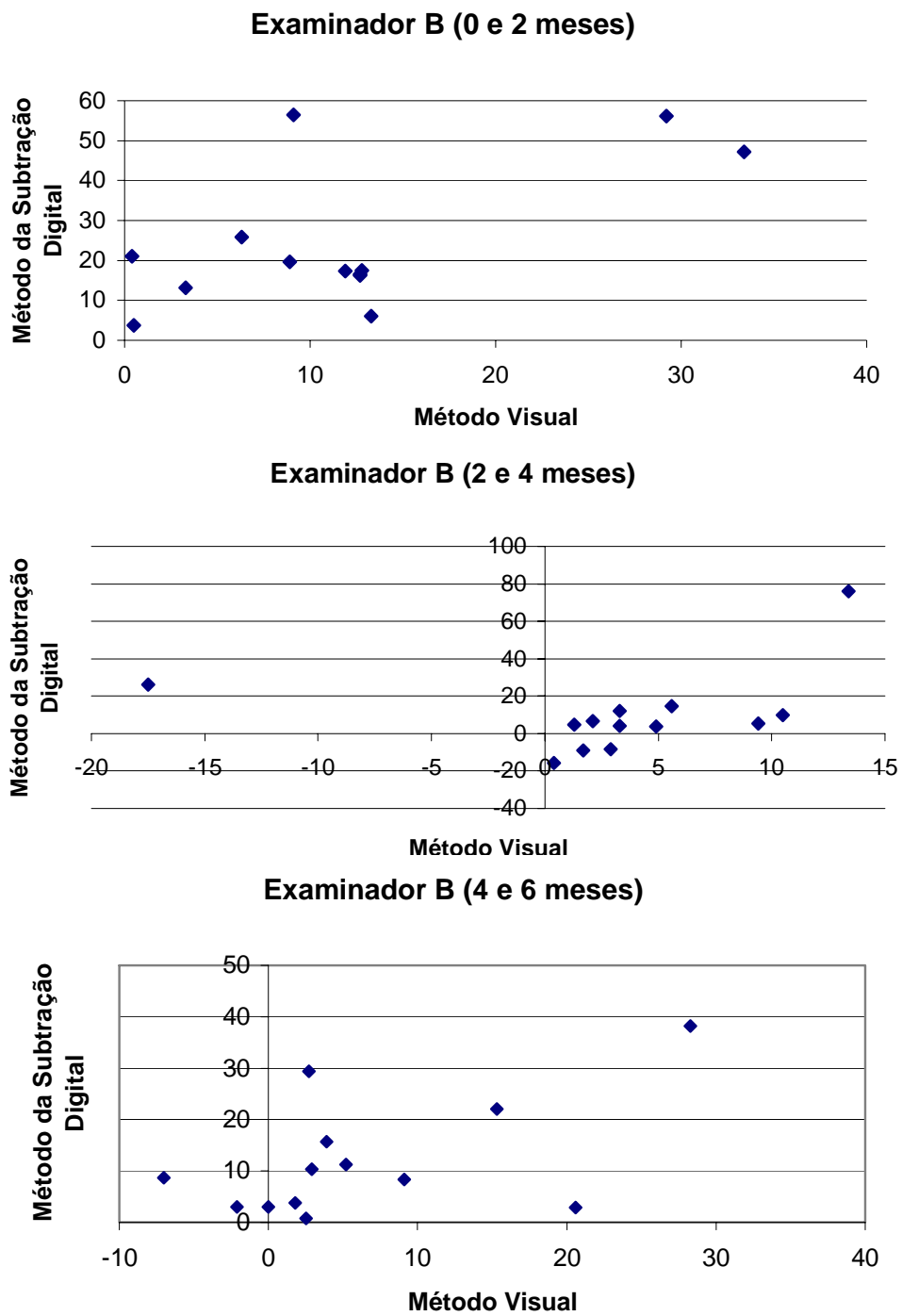


FIGURA 16 - Representação gráfica das medidas (mm²) das áreas de reparação ou reabsorção óssea obtidas pelo método da subtração digital e pelo método visual, para o examinador B.



FIGURA 17 - Imagem radiográfica da área da lesão periapical (d10) ao final do tratamento endodôntico (A) e 2 meses após o tratamento endodôntico (B). Demarcação realizada no VixWin 2000.

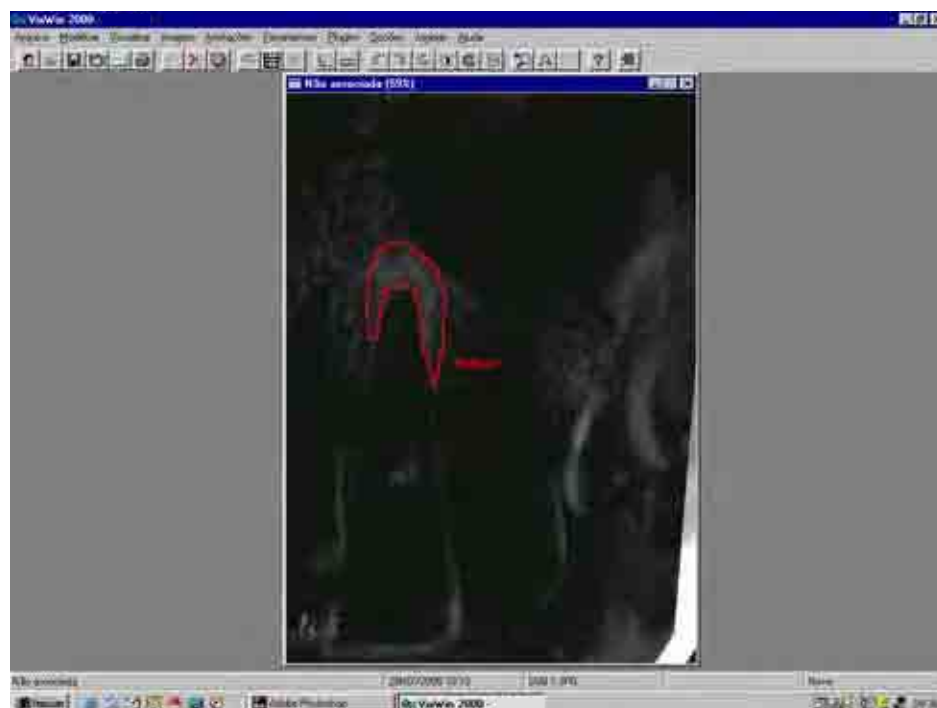


FIGURA 18 - Imagem radiográfica da área de neoformação óssea da lesão periapical (d10) visualizada após a subtração digital das imagens de 0 e 2 meses. Demarcação realizada no VixWin 2000.



FIGURA 19 - Imagem radiográfica da área da lesão periapical (d3) aos 2 meses (A) e 4 meses após o tratamento endodôntico (B). Demarcação realizada no VixWin 2000.

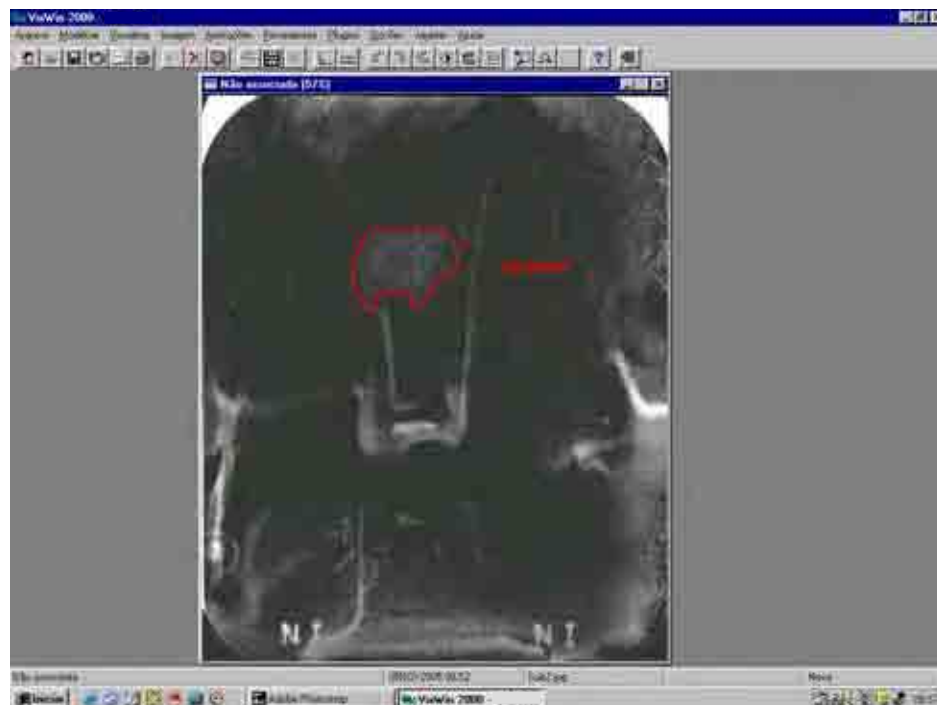


FIGURA 20 - Imagem radiográfica da área de neoformação óssea da lesão periapical (d3) visualizada após a subtração digital das imagens de 2 e 4 meses. Demarcação realizada no VixWin 2000.



FIGURA 21 - Imagem radiográfica da área da lesão periapical (d11) aos 2 meses (A) e 4 meses após o tratamento endodôntico (B). Demarcação realizada no VixWin 2000.

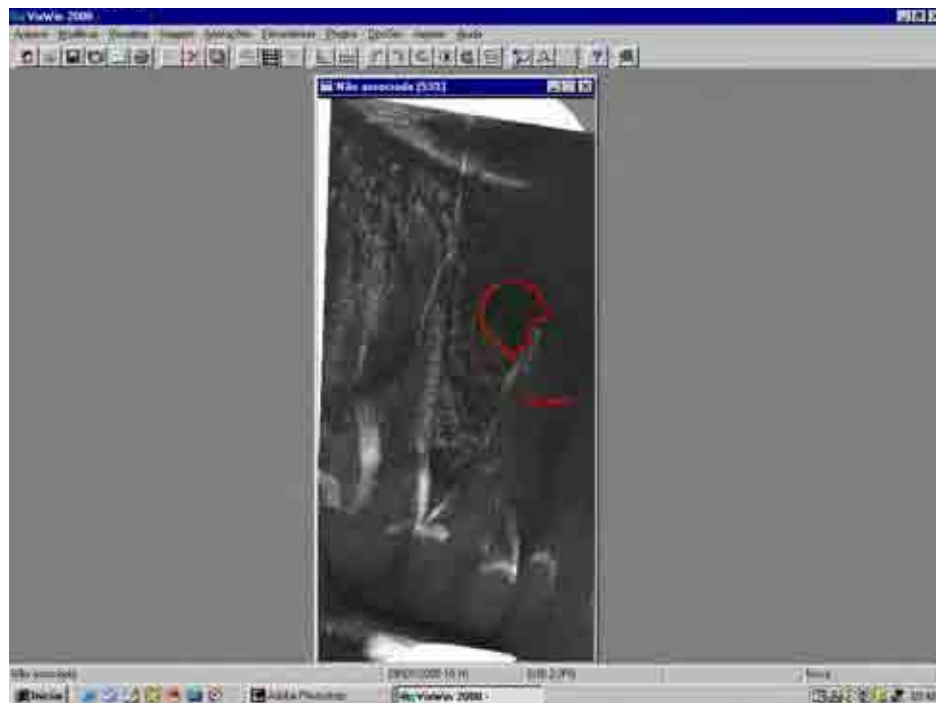


FIGURA 22 - Imagem radiográfica da área de reabsorção óssea da lesão periapical (d3) visualizada após a subtração digital das imagens de 2 e 4 meses. Demarcação realizada no VixWin 2000.

Nas Tabelas 3, 4 e 5 estão apresentadas as correlações entre os examinadores para as medidas da área total das lesões periapicais delimitadas ao final do tratamento endodôntico (0) e aos 2, 4 e 6 meses de preservação, para as medidas de neoformação ou reabsorção óssea delimitadas nas imagens de subtração digital e para as medidas das áreas de reparação ou reabsorção óssea determinadas pelo método visual após a subtração dos valores referentes a área total da lesão periapical nos períodos de 0 e 2 meses, 2 e 4 meses, 4 e 6 meses. A reprodutibilidade das medidas entre os examinadores (A e B) de acordo com o coeficiente de correlação (r) foi diagnosticada como “ótima” independente da técnica utilizada para determinação das áreas de neoformação ou reabsorção óssea das lesões periapicais nos períodos avaliados. A correlação entre examinadores foi estatisticamente significativa.

Tabela 3 - Correlação entre examinadores para as medidas da área total das lesões periapicais delimitadas em 0, 2, 4 e 6 meses (n=13).

Dente	Final Trat. End. (0)		2 meses		4 meses		6 meses	
	ExA *	ExB **	ExA	ExB	ExA	ExB	ExA	ExB
1	17,8	17,3	3,1	4,6	2,5	2,5	2,0	2,5
2	25,8	24,6	11,9	11,3	7,8	8,0	5,3	5,1
3	57,7	58,8	24,9	25,4	43,8	42,9	14,3	14,6
4	75,5	78,8	57,4	49,6	51,9	44,7	32,3	24,1
5	14,6	20,7	7,7	8,0	5,2	5,1	7,3	7,2
6	24,6	21,6	18,0	12,7	13,8	7,1	13,7	14,1
7	31,7	38,0	27,0	26,1	19,8	15,6	10,1	6,5
8	14,0	11,0	9,3	7,7	6,0	6,4	5,2	4,6
9	21,2	23,8	19,8	23,3	21,8	20,0	17,4	14,8
10	23,2	24,7	11,7	11,9	2,0	2,5	0	0
11	17,8	16,1	14,5	15,7	16,1	15,3	14,0	11,4
12	97,5	93,4	77,3	84,3	71,4	70,9	65,5	55,6
13	19,3	21,2	17,2	14,9	14,9	13,2	15,7	10,5
r #	0,99		0,99		0,99		0,96	
Valor p	< 0,0001		< 0,0001		< 0,0001		< 0,0001	

* ExA = Examinador A

** ExB = Examinador B

correlação intraclasse

Tabela 4 - Correlação entre examinadores para as áreas de neoformação ou reabsorção óssea delimitadas nas imagens de subtração digital (n=13).

Dente	Sub1 (0 e 2 meses)		Sub2 (2 e 4 meses)		Sub3 (4 e 6 meses)	
	ExA *	ExB **	ExA	ExB	ExA	ExB
1	19,2	16,3	6,3	6,7	3,3	3,0
2	6,1	6,1	4,2	4,2	13,8	10,4
3	48,0	47,2	23,8	26,3	31,9	38,2
4	41,1	56,2	3,5	3,7	3,0	2,9
5	15,3	16,5	-7,8	-8,4	4,6	3,0
6	17,3	19,6	13,1	14,7	8,6	8,7
7	18,5	17,3	9,4	9,9	8,0	8,3
8	14,6	13,2	3,3	4,6	3,3	3,8
9	3,6	3,7	10,4	12,2	11,4	11,3
10	18,8	17,5	5,7	5,3	0,9	0,8
11	22,1	21,0	-15,7	-15,6	16,3	15,7
12	47,4	56,4	73,7	76,0	21,6	22,1
13	21,8	25,9	-11,2	-9,1	22,5	29,4
r #	0,95		0,99		0,96	
Valor p	< 0,0001		< 0,0001		< 0,0001	

* ExA = Examinador A

** ExB = Examinador B

correlação intraclasse

Tabela 5 - Correlação entre examinadores para as áreas de neoformação ou reabsorção óssea determinadas pelo método visual após a subtração dos valores referentes a área total da lesão periapical nos períodos de 0 e 2 meses, 2 e 4 meses, 4 e 6 meses (n=3).

Dente	D02 (0 e 2 meses)		D24 (2 e 4 meses)		D46 (4 e 6 meses)	
	ExA *	ExB **	ExA	ExB	ExA	ExB
1	14,7	12,7	0,6	2,1	0,5	0
2	13,9	13,3	4,1	3,3	2,5	2,9
3	32,8	33,4	-18,9	-17,5	29,5	28,3
4	18,1	29,2	5,5	4,9	19,6	20,6
5	6,9	12,7	2,5	2,9	-2,1	-2,1
6	6,6	8,9	4,2	5,6	0,1	-7,0
7	4,7	11,9	7,2	10,5	9,7	9,1
8	4,7	3,3	3,3	1,3	0,8	1,8
9	1,4	0,5	-2,0	3,3	4,4	5,2
10	11,5	12,8	9,7	9,4	2,0	2,5
11	3,3	0,4	-1,6	0,4	2,1	3,9
12	20,2	9,1	5,9	13,4	5,9	15,3
13	2,1	6,3	2,3	1,7	-0,8	2,7
r #	0,84		0,92		0,93	
Valor p	< 0,0006		< 0,0004		< 0,0001	

* ExA = Examinador A

** ExB = Examinador B

correlação intraclasse

As Figuras 23 a 25 expressam a representação gráfica das tabelas de correlação entre os dois examinadores.

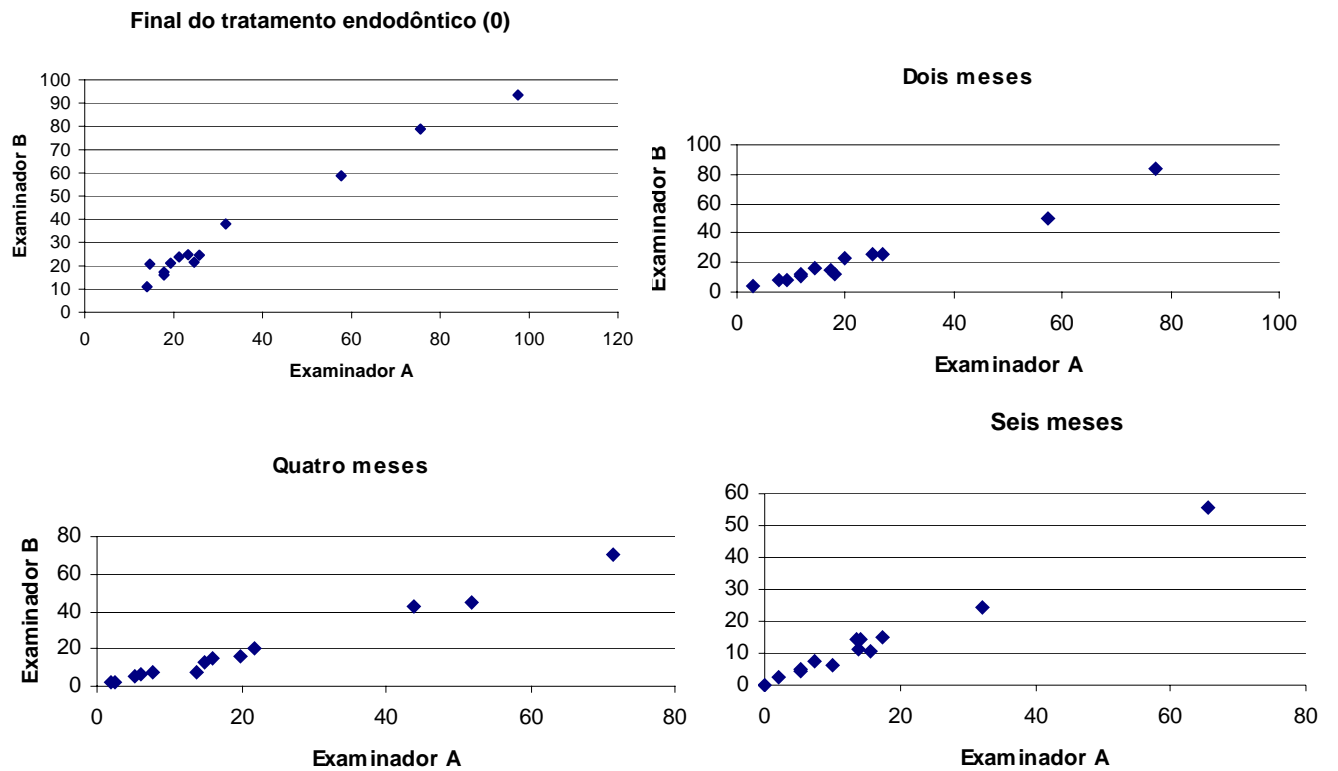


FIGURA 23 - Representação gráfica das medidas da área total das lesões periapicais delimitadas em 0, 2, 4 e 6 meses após o tratamento endodôntico.

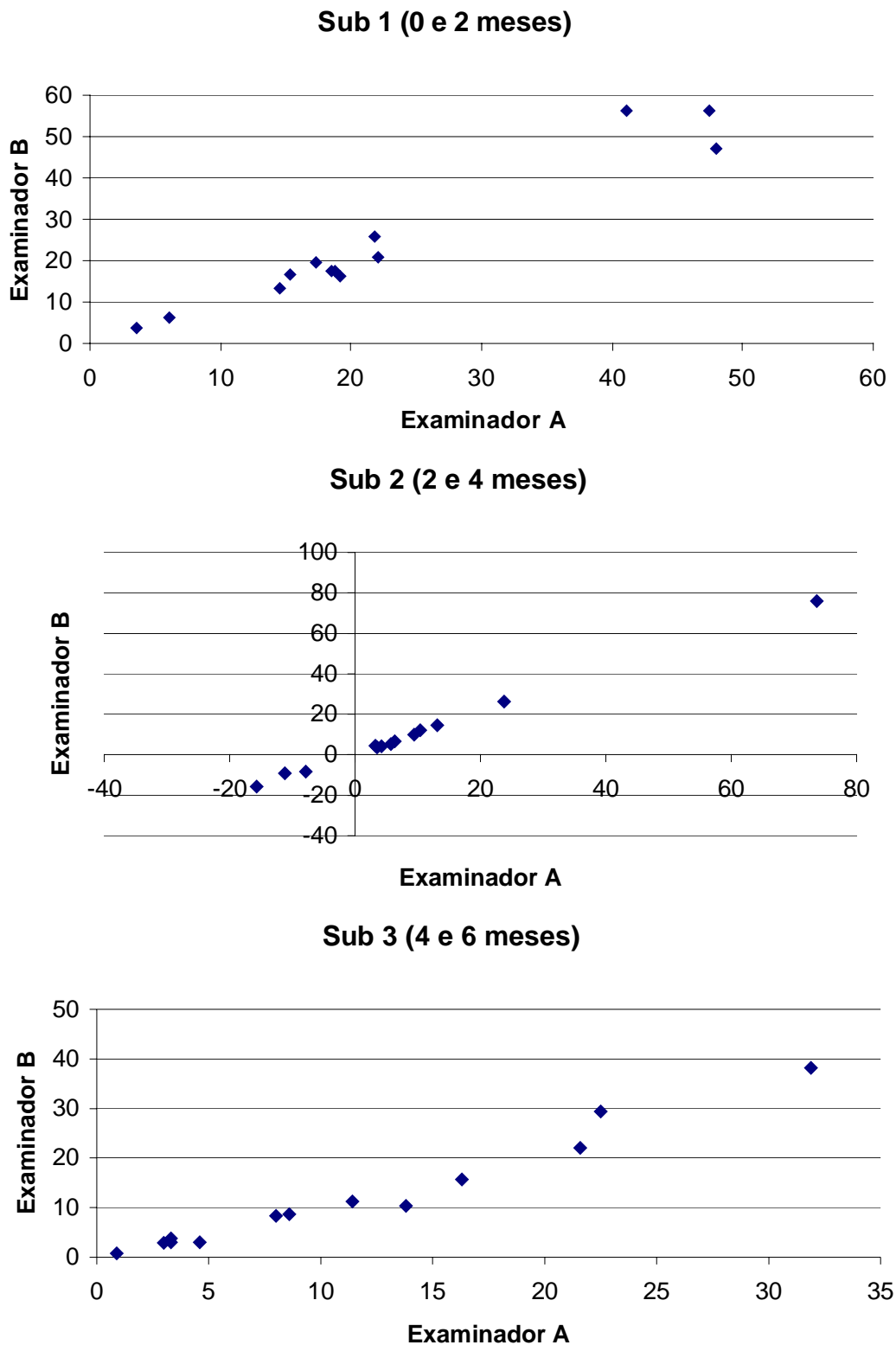


FIGURA 24 - Representação gráfica das medidas das áreas de neoformação ou reabsorção óssea delimitadas nas imagens de subtração digital.

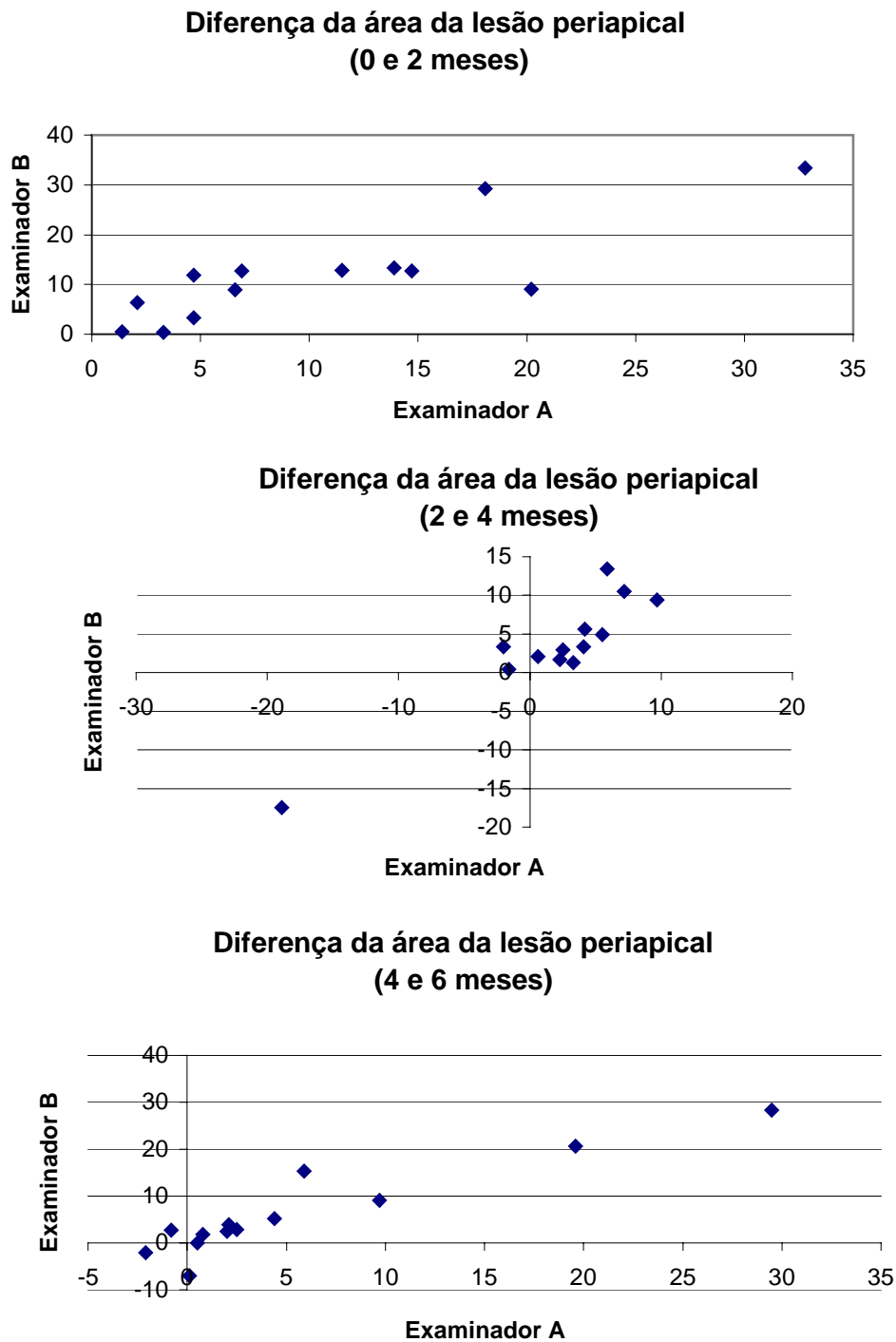


FIGURA 25 - Representação gráfica das medidas das áreas de reparação ou reabsorção óssea determinadas pelo método visual após a subtração dos valores referentes a área total da lesão periapical nos períodos de 0 e 2 meses, 2 e 4 meses, 4 e 6 meses.

As medianas (Md) dos valores das áreas de reparação ou reabsorção óssea delimitadas nas imagens de subtração, e das áreas de reparação ou reabsorção óssea determinadas pelo método visual estão expressas nas Tabelas 6 e 7. A neoformação óssea foi observada em todos os períodos avaliados, se mostrando mais evidente no período entre o final do tratamento endodôntico e dois meses de preservação independente do método utilizado.

Tabela 6 - Mediana (Md), Mínimo (Mín.) e Máximo (Máx.) dos valores das áreas de reparação ou reabsorção óssea determinadas pelos dois métodos para o examinador A.

Método	0 e 2 meses		2 e 4 meses		4 e 6 meses	
	Md (Q1/ Q3)*	Mín./ Máx.	Md (Q1/ Q3)	Mín./ Máx.	Md (Q1/ Q3)	Mín./ Máx.
Visual	6,9 (4,7/ 14,7)	1,4/ 32,8	3,3 (0,6/ 5,5)	-18,9/ 9,7	2,1 (0,5/ 5,9)	-2,1/ 29,5
Subtração Digital	18,8 (15,3/ 2,1)	3,6/ 48,0	5,7 (3,3/ 10,4)	-15,7/ 73,7	8,6 (3,3/ 16,3)	0,9/ 31,9

* Quartil

Tabela 7 - Mediana (Md), Mínimo (Mín.) e Máximo (Máx.) dos valores das áreas de reparação ou reabsorção óssea determinadas pelos dois métodos para o examinador B.

Método	0 e 2 meses		2 e 4 meses		4 e 6 meses	
	Md (Q1/ Q3)*	Mín./ Máx.	Md (Q1/ Q3)	Mín./ Máx.	Md (Q1/ Q3)	Mín./ Máx.
Visual	11,9 (6,3/ 12,8)	0,4/ 33,4	3,3 (1,7/ 5,6)	-17,5/ 13,4	2,9 (1,8/ 9,1)	-7,0/ 28,3
Subtração Digital	17,6 (16,3/ 25,9)	3,7/ 56,4	5,3 (3,7/ 12,2)	-15,6/ 76	8,7 (3,0/ 15,7)	0,8/ 38,2

* Quartil

Discussão



6 Discussão

6.1 Da metodologia

Um dos exames complementares mais importantes para o diagnóstico de problemas periapicais é o exame radiográfico convencional, o qual complementa as informações obtidas clinicamente. Uma vez desaparecidos os sintomas, as alterações patológicas dos tecidos periapicais são determinadas apenas por critérios radiográficos. Contudo, a interpretação radiográfica é um processo extremamente subjetivo, onde pequenas alterações ósseas decorrentes da evolução da doença podem não ser detectadas (NICOPOULOU-KARAYIANNI et al.⁴⁹, 2002).

A radiografia também é utilizada na preservação de lesões periapicais com o intuito de verificar os resultados do tratamento, apresentando as modificações decorrentes da terapia, ocorridas em um determinado intervalo de tempo. Entretanto, a dificuldade de visualização de pequenas alterações nessas radiografias pode prejudicar os resultados do tratamento.

As lesões periapicais desenvolvem-se em velocidades diferentes e, na maioria das vezes sem sinais e sintomas clínicos que correspondam à realidade presente na região apical e periapical, não permitindo assim uma avaliação correta do processo de reparo. Assim, lesões periapicais ainda existentes podem passar despercebidas, quando um criterioso exame clínico e radiográfico de rotina não for executado. Por outro lado, a lesão periapical não pode ser determinada radiograficamente enquanto a cortical óssea não for envolvida no processo (BENDER e SELTZER⁶, 1961; PAULS e TROTT⁵⁴, 1966).

Apesar disso, os critérios sugeridos para avaliação do resultado do tratamento endodôntico são a persistência, desenvolvimento ou aumento do tamanho da lesão periapical, observados em radiografias de preservação (HELING et al. ²⁹, 2001). Vários métodos têm sido descritos na literatura para medir o tamanho de uma radioluscência periapical, incluindo a mensuração do diâmetro, a distância entre a superfície da raiz e o contorno da radioluscência, o uso de classificação e a determinação da área de um traçado. De acordo com o estudo de Duinkerke et al. ¹⁸ em 1975, para mensurações objetivas, os tamanhos das lesões periapicais devem ser calculados pela mensuração da área e não pela determinação do diâmetro ou distância entre a superfície da raiz e o contorno da lesão, principalmente em imagens radiolúcidas difusas.

A técnica radiográfica digital e os métodos de análise computadorizada se mostram importantes para realização da mensuração da área da lesão periapical, proporcionando um maior grau de objetividade. Em estudos radiográficos como os de Heling et al. ²⁹ (2001) e Polisel Neto ⁵⁶ (2002), o contorno da lesão periapical foi delimitado na tela do computador e a área da lesão calculada por programas de análise de imagens C-2 Image Analyzer System e VixWin 2000 versão 1.2, respectivamente. Para este estudo, o programa de interpretação de imagens VixWin 2000 foi utilizado para medir a área determinada pelo contorno dos limites externos das lesões periapicais. Embora tenha utilizado uma análise computadorizada, Polisel Neto ⁵⁶ (2002) relatou a presença de subjetividade no uso do VixWin 2000, para avaliação das imagens radiográficas de lesões periapicais e delimitação das áreas radiolúcidas presentes,

fato também observado no presente trabalho, visto que os limites externos das lesões periapicais foram determinados visualmente pelos examinadores.

As técnicas de subtração radiográfica digital, como um método recente, têm apresentado um papel fundamental na avaliação de lesões periapicais, pois possibilitam a detecção de modificações ósseas extremamente pequenas, favorecendo a precisão do diagnóstico do ganho ou da perda óssea durante ou após o tratamento endodôntico (CIRANO et al. ¹¹, 2001). Além disso, essas técnicas quase dobram a sensibilidade de clínicos em detectar lesões, quando comparada com a interpretação radiográfica convencional (NICOPOULOU-KARAYANNI et al. ⁴⁸, 1991). A sua eficácia e precisão de diagnóstico são evidentemente maiores (TYNDALL et al. ⁷¹, 1990; KULLENDORFF et al. ³⁷, 1992). No presente estudo, pode-se verificar que foram encontrados valores de área de neoformação óssea maiores quando a técnica de subtração digital foi empregada para a avaliação das alterações radiográficas das lesões periapicais após o tratamento endodôntico, nos períodos estudados (Tabelas 6 e 7).

A subtração digital pode aumentar a capacidade de detecção de lesões ósseas periapicais, particularmente aquelas confinadas em osso esponjoso (TYNDAL et al. ⁷¹, 1990; KULLENDORFF et al. ³⁷, 1992; DOVE et al. ¹⁶, 2000). A importância dessa técnica como um instrumento para avaliação da cicatrização de lesões periapicais, tem sido demonstrada em estudos de preservação de dentes tratados endodonticamente (ORSTAVIK et al. ⁵¹, 1990; DELANO et al. ¹⁵, 1998; YOSHIOKA et al. ⁸⁰, 2002; MIKROGEORGIS et al. ⁴³, 2004). Os resultados desses estudos mostram que a subtração de imagens é um bom instrumento a ser

utilizado em diagnósticos confiáveis e sensíveis de mudanças sutis da estrutura dos tecidos periapicais, durante pequenos intervalos de tempo.

Razmus⁵⁸ (1994), investigando a acurácia dos métodos digitais e a subtração radiográfica, citou que os resultados de suas investigações usando estas técnicas demonstrou um aumento nas informações para o diagnóstico precoce de processos cariosos, e na detecção de mudanças ósseas sutis de doenças periodontais e lesões periapicais.

Em uma avaliação radiográfica, os estudos *in vivo* são preferíveis aos *in vitro*, uma vez que defeitos ósseos criados artificialmente não são idênticos às lesões inflamatórias, onde a formação de osso reacional frequentemente ocorre clinicamente. Para lesões periapicais que possuem uma natureza inflamatória, uma parte do seu sinal radiográfico é a aposição de osso reacional, fato este que é perdido em defeitos artificiais (KULLENDORFF et al.³⁷, 1992). Diante desta constatação, o atual trabalho procurou avaliar a reparação óssea de lesões periapicais em dentes de humanos tratados endodonticamente.

O sucesso da subtração radiográfica digital depende diretamente da reprodutibilidade da imagem radiográfica, reprodutibilidade esta que está associada com o contraste, brilho e distorção geométrica da radiografia.

A padronização da densidade (grau de escurecimento do filme) pode ser obtida pela estrita repetição dos fatores elétricos de exposição, pelo uso da mesma marca do filme radiográfico ao longo do estudo, e pelo rígido controle das condições de processamento (ORSTAVIK et al.⁵¹, 1990; CRESTANI et al.¹³, 2001). Para atingir esses objetivos, neste estudo, todas as incidências radiográficas

foram realizadas no mesmo aparelho de raios-X, utilizando filmes do grupo de sensibilidade F, que reduzem o tempo de exposição em 20% sem detrimento a eficácia de diagnóstico (SYRIOPOULOS et al. ⁶⁷, 2001; ELEAZER et al. ¹⁹, 2002), sendo representado pelo modelo Insight (Eastman Kodak Company - Rochester, New York, EUA), que foram processados automaticamente na processadora Dent-X 9000 (Dent-X – Film Processor).

A reprodutibilidade da geometria de projeção constitui um fator fundamental para a obtenção de resultados corretos com a radiografia de subtração (GRONDAHL et al. ²⁶, 1983; RUDOLPH e WHITE ⁵⁹, 1988; ORSTAVIK et al. ⁵¹, 1990; KULLENDORFF et al. ³⁷, 1992; WOO et al. ⁷⁸, 2003). Existem dois tipos de erros na reprodutibilidade das radiografias, erros geométricos irreversíveis causados pela ausência de alinhamento entre o feixe de raio-X e o dente, e erros reversíveis causados pela ausência de alinhamento entre o filme e o dente (MIKROGEORGIS et al. ⁴³, 2004). O correto alinhamento do filme em relação ao dente pode ser conseguido utilizando-se um posicionador intra-oral, o qual permite a realização da técnica do paralelismo. De acordo com Van der Stelt ⁷³, 1993 e Mikrogeorgis et al. ⁴³, em 2004, a aplicação da técnica do paralelismo para aquisição de radiografias é extremamente recomendado, para que imagens com alta qualidade e com alto grau de reprodutibilidade sejam conseguidas.

A padronização do posicionador em relação ao dente pode ser obtida com a utilização de registros de mordida confeccionados em acrílico ou material de moldagem. Dispositivos de alinhamento guiados eletronicamente, onde o acoplamento do cilindro de raios-X é feito através de sensores, ou ainda

métodos de alinhamento extra-bucais, que utilizam um cefalostato também podem ser utilizados para evitar erros geométricos (GRÖNDAHL e GRÖNDAHL ²⁵, 1983; LUDLOW et al. ⁴⁰, 1994; HAUSMANN ²⁸, 1996). De acordo com Crestani et al. ¹³ (2001), esses diferentes mecanismos de posicionamento apresentam inconvenientes importantes tais como, uma grande distância foco-filme, no caso do cefalostato; custos elevados, no caso de alinhamentos eletrônicos; e alterações na estabilidade dimensional, nos casos em que se utiliza o registro oclusal.

Rudolph e White ⁵⁹ (1988) compararam a eficácia de vários materiais de impressão para alinhamento intra-oral. Seus resultados mostraram que o Regil, uma material de impressão elástico, em combinação com o posicionador Rinn XCP foi o instrumento reprodutível mais estável no período de seis meses. Ludlow et al. ⁴⁰ (1994) ao compararem o cefalostato com o posicionador Rinn XCP associado a um material de impressão elástico, observaram não haver diferença na acurácia de reposicionamento para realização de radiografias periapicais, entre as duas técnicas.

Outros estudos como os de Duckworth et al. ¹⁷ (1983) e Yoshioka et al. ⁸⁰ (2002) fizeram uso do posicionador associado a um registro de mordida para terem uma padronização geométrica das radiografias utilizadas na subtração digital. No presente estudo, foi utilizado o posicionador Rinn XCP (Rinn Corp, Elgin, Illinois), o qual foi estabilizado com material de impressão (silicona) Optosil Comfort (Heraeus Kulzer – Alemanha) que foi colocado nos bordos incisais dos dentes radiografados para que houvesse uma padronização da posição

das tomadas radiográficas. Para evitar distorções e deterioração, os moldes de silicóna foram armazenados em geladeira.

Alguns dos sistemas de subtração radiográfica digital utilizam câmeras de vídeo para digitalizar as imagens. Segundo Woo et al.⁷⁸ (2003), com a redução no preço e com um desempenho satisfatório, o *scanner* tem se tornado o método mais prático para digitalização em subtração radiográfica. Estudos como os de Hildebolt et al.³⁰ (1990) e Shrout et al.⁶⁵ (1993) mostraram que o *scanner* apresentou um desempenho melhor que o sistema de vídeo em termos gerais de qualidade de imagem. Rawlinson et al.⁵⁷ (2005) cita que o *scanner* é um método alternativo de digitalização de imagem que apresenta bons resultados. Para digitalização das radiografias obtidas no presente estudo, foi utilizado o *scanner* de mesa modelo SnapScan 1236s (Agfa – gevaert N.V. – Woburn – EUA).

A digitalização de imagens presentes nos filmes convencionais permite a melhora da sua qualidade em termos de contraste e densidade, ao mesmo tempo em que aumenta a percepção de detalhes, já que as imagens são mostradas no monitor com certo grau de ampliação (VERSTEEG et al.⁷⁵, 1997). Por outro lado, outros trabalhos mostram que a digitalização de imagens pode resultar em perda de informações importantes para o diagnóstico (MOUYEN et al.⁴⁶, 1989; HORNER e HIRSCHMANN³¹, 1990; McDONNELL e PRICE⁴¹, 1993).

Quando o sistema digital tem sido comparado ao filme convencional na detecção de rarefações ósseas periapicais, a literatura tem relatado que o sistema digital apresenta alto grau de objetividade nessa tarefa

(MOL e Van der STELT ⁴⁵, 1991; YOKOTA et al. ⁷⁹, 1994). Por outro lado, apesar das inúmeras vantagens da imagem digital, sua capacidade em detectar lesões ósseas periapicais tem sido relatada como sendo limitada em relação à radiografia convencional (KULLENDORFF e NILSSON ³⁶, 1996; TIRRELL et al. ⁷⁰, 1996; BARBAT e MESSER ⁴, 1998).

De acordo com Cirano et al. ¹¹ (2001) a subtração radiográfica constitui um método de diagnóstico de fundamental importância, porém a tecnologia empregada na sua execução e a necessidade de equipamento adicional e de suporte em computação dificultam sua disponibilidade. Desta forma, este estudo procurou utilizar um programa de interpretação de imagens facilmente disponível, o Adobe Photoshop, para realização da subtração radiográfica digital. De acordo com Chalazonitis et al. ¹⁰ (2003), o Adobe Photoshop é um excelente programa de edição de imagens que possui ferramentas poderosas, capazes de gerar resultados satisfatórios na manipulação de imagens digitalizadas. No estudo de Sargent et al. ⁶¹ (1998), após a conversão em escala de cinza e do alinhamento, imagens digitalizadas foram subtraídas utilizando o comando “subtrair” na ferramenta cálculos. De acordo com esses autores, o Adobe Photoshop é um *software* capaz de realizar a subtração digital.

O presente estudo também utilizou o comando “subtrair” na ferramenta cálculos para realização da subtração de imagens, entretanto, foi observado que por não se tratar de um programa específico de subtração digital que possui ferramentas próprias para o perfeito alinhamento das imagens, o Adobe Photoshop mostrou limitações, tornando o procedimento mais trabalhoso

para o operador e demandando um maior rigor na padronização das incidências.

6.2 Dos resultados

A análise dos resultados do presente estudo, mostrou uma correlação muito fraca e não significativa, em todos os períodos avaliados e para os dois examinadores, entre a área de neoformação ou reabsorção óssea visualizada na imagem de subtração radiográfica digital realizada pelo programa Adobe Photoshop e a área de neoformação ou reabsorção óssea determinada pelo método visual após a subtração dos valores referentes a área total da lesão periapical nos períodos de 0 e 2 meses, 2 e 4 meses, 4 e 6 meses (Tabelas 1 e 2).

A correlação não significativa entre os dois programas, pode ter ocorrido em virtude de a subtração digital ser um método mais sensível, capaz de detectar mudanças sutis na estrutura do tecido ósseo, já que o mesmo se baseia na intensidade dos valores dos pixels presentes na imagem radiográfica (TYNDALL et al. ⁷¹, 1990; FERREIRA et al. ²⁰, 1999; NICOPOULOU-KARAYIANNI et al. ⁴⁹, 2002). No presente estudo, o valor da mediana das áreas de alterações radiográficas observadas nas imagens de subtração foi maior que o obtido pela delimitação das lesões periapicais nos diferentes períodos de preservação, sugerindo uma maior sensibilidade da subtração digital (Tabelas 6 e 7).

Outros estudos (RUDOLPH et al. ⁶⁰, 1987; ÁVILA et al. ¹, 1996; CIRANO et al. ¹¹, 2001) mostraram que em condições técnicas favoráveis, ou seja, sem distorção na geometria de projeção, a subtração digital é capaz de detectar mudanças menores que 0,12 mm na espessura do tecido ósseo. Em condições clínicas (distorção geométrica de 2 a 3 graus) a subtração detecta mudanças ósseas em torno de 0,42 mm, contrastando com o exame visual de

radiografias convencionais que não consegue visualizar mudanças menores que 0,85 mm. Os resultados deste trabalho mostram uma concordância com os resultados da literatura citados acima, já que houve uma maior detecção de áreas de neoformação óssea pela subtração radiográfica digital. A possível explicação para esse fato é que, como o computador diferencia 256 tons de cinza e o olho humano apenas 25 tons, a subtração radiográfica digital é capaz de detectar alterações ósseas que o olho humano não consegue (Van der STELT⁷², 1985; NICOPOULOU-KARAYIANNI et al.⁴⁹, 2002). Isso permitiu que a área com alteração radiográfica fosse mostrada mais facilmente na fase de subtração digital.

Em contrapartida, Orstavik et al.⁵¹ (1990) relataram que a especificidade (habilidade de afastar a hipótese de uma lesão, quando esta realmente não existe) da técnica da subtração digital se mostrou limitada na avaliação da cicatrização da periodontite apical, por problemas inerentes à própria técnica, como a dificuldade na reprodução de imagens radiográficas idênticas.

É possível que ao ser utilizado o método do clique do *mouse* no programa VixWin 2000 para contornar a lesão periapical nos períodos de 0, 2, 4 e 6 meses após o tratamento endodôntico, a avaliação subjetiva dos examinadores para determinar o limite da radioluscência periapical tenha influenciado de maneira negativa, gerando áreas de neoformação ou reabsorção óssea com valores, em mm², menores do que aqueles obtidos nas imagens de subtração.

Por outro lado, apesar das alterações radiográficas observadas com a subtração digital também terem sido delimitadas com o clique do *mouse* no programa VixWin 2000, esse método teve a vantagem de permitir ao examinador

visualizar o local específico em que essas alterações ocorreram, por meio da formação de uma área radiopaca ou radiolúcida, dependendo se houve ganho ou perda de tecido ósseo. Segundo Orstavik ⁵⁰ (1991), a observação visual de radiografias é dependente de mudanças ósseas suficientemente grandes, para causar a diminuição do tamanho da lesão periapical ou o restabelecimento da estrutura normal do osso.

Existe uma grande dificuldade em se realizar a confirmação dos resultados das radiografias de subtração, devido à inexistência de um padrão ouro (*gold standard*) para uso em humanos. De acordo com Cirano ¹¹ (2001) somente análises histológicas de tecidos biopsiados podem constituir prova absolutamente definitiva das interpretações das imagens de subtração. No estudo de Delano et al. ¹⁵ em 1998, realizado em cães, a subtração digital teve correlação significativa com os achados histológicos, na avaliação do tratamento da periodontite apical. Porém, como o presente trabalho teve sua amostra constituída por humanos, tornou-se inviável a comparação histológica para se buscar um resultado próximo ao padrão ouro.

Os resultados do presente trabalho mostraram uma correlação significativa entre as medidas determinadas pelos dois examinadores tanto nas imagens de subtração digital, quanto na delimitação das lesões periapicais (Tabelas 3 a 5). Quando a área em mm² da neoformação ou destruição óssea foi determinada por meio da delimitação do contorno da lesão periapical nos diferentes períodos de preservação, o coeficiente de correlação intraclassa (r) para a análise interexaminador se mostrou menor (variando de 0,84 a 0,93), embora a

correlação tenha sido significativa, discordando do trabalho de Duinkerke et al.¹⁸ (1975) em que a variação interexaminador foi significativa na mensuração da área de radioluscências periapicais, segundo esses autores, essa variação resultou de variabilidade na interpretação radiográfica de lesões difusas.

As alterações radiográficas das lesões periapicais nos períodos de 0, 2, 4 e 6 meses após o tratamento endodôntico foram avaliadas em imagens digitalizadas, e quando o sistema digital tem sido comparado ao filme convencional na detecção de rarefações ósseas periapicais, a literatura tem relatado que esse sistema apresenta alto grau de objetividade nessa tarefa (MOL e Van der STELT⁴⁵, 1991; YOKOTA et al.⁷⁹, 1994). Por outro lado, apesar das inúmeras vantagens da imagem digital, sua capacidade em detectar lesões ósseas periapicais tem sido relatada como sendo limitada em relação à radiografia convencional (KULLENDORFF e NILSSON³⁶, 1996; TIRRELL et al.⁷⁰, 1996; BARBAT e MESSER⁴, 1998).

As periapicopatias ocorrem como conseqüência da infecção pulpar, sendo decorrente principalmente da evolução do processo de cárie. O estímulo contínuo dos microrganismos e seus produtos presentes no sistema de canais radiculares infectados promovem resposta imunológica, acarretando no desenvolvimento da lesão periapical. A presença da resposta imunopatológica é detectada pela evidência radiográfica de destruição dos tecidos apicais e periapicais (KATEBZADEH et al.³⁵, 2000).

O reparo após tratamento o endodôntico de um dente com necrose pulpar depende da ausência de infecção. Ao combater a infecção do sistema de

canais radiculares e ao obturá-los corretamente, o processo cicatricial se inicia, uma vez que a região periapical é ricamente vascularizada. Essa reparação pode ser evidenciada radiograficamente após a neoformação óssea em nível periapical (LEONARDO e LEAL³⁹, 1998).

Neste estudo, pôde-se observar com base nos valores das medianas das áreas de neoformação ou reabsorção óssea visualizadas nas imagens de subtração digital e após a delimitação do contorno das lesões periapicais, que no período entre o final do tratamento endodôntico (zero) e dois meses de preservação houve uma maior deposição de tecido ósseo, que se manteve nos períodos seguintes (2 - 4 meses e 4 - 6 meses após o tratamento endodôntico), porém em uma proporção menor, confirmando que o reparo da região periapical de dentes com necrose pulpar e lesão periapical crônica se inicia após o combate a infecção do canal radicular seguido da obturação.

Por meio do método visual, ou seja, após a delimitação do contorno das lesões periapicais nos diferentes períodos, observou-se que a neoformação óssea ocorreu de maneira decrescente até seis meses de preservação. Entretanto, nas imagens de subtração a mediana das áreas de neoformação óssea se mostrou menor no período entre dois e quatro meses, voltando a progredir entre quatro e seis meses após o tratamento endodôntico. A queda no valor da mediana no período entre dois e quatro meses, pode estar relacionada com a identificação, por parte dos examinadores, de três lesões periapicais que apresentaram reabsorção óssea nesse período. O trauma oclusal tem sido associado com a manutenção e/ou progressão da inflamação na região periapical, de acordo com os

trabalhos de Harn et al.²⁷, 2001 e Iqbal et al.³², 2003. No estudo de relato de caso clínico, Segura et al.⁶³ (2003) demonstraram que o trauma oclusal causado por contato prematuro produziu periodontite apical aguda, que cicatrizou após o ajuste oclusal. Dessa forma, a reabsorção óssea visualizada nas lesões periapicais entre dois e quatro meses após o tratamento endodôntico, pode estar vinculada a uma oclusão traumática causada por contato prematuro.

Conclusão



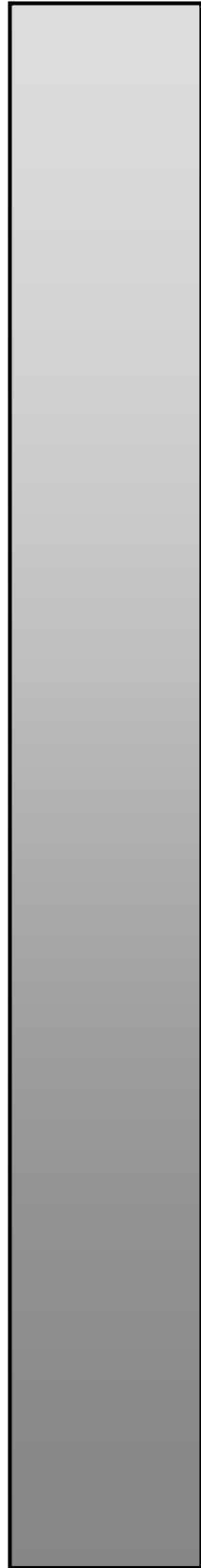
7 Conclusão

De acordo com a metodologia empregada neste estudo podemos concluir que:

1 - A subtração digital realizada no *software* Adobe Photoshop 6.0 e a demarcação dos limites externos das lesões periapicais realizada pelo *software* VixWin 2000 foram capazes de mostrar as alterações radiográficas indicativas de neoformação ou reabsorção óssea presente em lesões periapicais, nos períodos de 0, 2, 4 e 6 meses após o tratamento endodôntico;

2 - Não houve correlação significativa entre as áreas das alterações radiográficas detectadas pela subtração digital e as áreas das alterações radiográficas determinadas após a demarcação dos limites externos das lesões periapicais nos períodos avaliados;

3 - A reprodutibilidade das medidas entre os dois examinadores foi significativa, independente da técnica utilizada para visualização das alterações radiográficas das lesões periapicais nos diferentes períodos avaliados.



Referências

8 Referências*

1. ÁVILA, M.A.G.; LIMA de, A.C.L.G.; BRAZHOLLANDA, K.; PRADO, M.M. The radiology and the computer: the digital subtraction radiography. **Robrac: Rev. Odontol. Bras. Central**, Goiânia, v.6, n.17, p.10-13, mar. 1996.
2. BAKER, W.P.; LOUSHINE, R.J.; KLWEST, L.A.; KUDRYK, L.V.; ZADINSKY, J.R. Interpretation of artificial and in vivo periapical bone lesions comparing conventional viewing versus a video conferencing system. **J. Endod.**, Chicago, v.26, n.1, p.39-41, Jan. 2000.
3. BALTO, K.; MULLER, R.; CARRINGTON, D.C.; DOBECK, J.; STASHENKO, P. Quantification of the periapical bone destruction in mice by micro-computed tomography. **J. Dent. Res.**, Chicago, v.79, n.1, p.35-40, Jan. 2000.
4. BARBAT, J.; MESSER, H.H. Detectability of artificial periapical lesions using direct digital and conventional radiography. **J. Endod.**, Chicago, v.24, n.12, p.837-841, Dec. 1998.
5. BENDER, I.B. Factors influencing the radiographic appearance of lesions. **J. Endod.**, Chicago, v.8, n.4, p.161-170, Apr. 1982.
6. BENDER, J.B.; SELTZER, S. Roentgenographic and direct observation of experimental lesions in bone: I. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.62, n.2, p.26-34, Feb. 1961.
7. BENDER, J.B.; SELTZER, S. Roentgenographic and direct observation of experimental lesions in bone: II. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.62, n.6, p.82-90, June 1961.
8. BOHAY, R.N. The specific sensibility and reability of the diagnosis periapical of x-ray of behind teeth. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v.89, n.5, p.639-642, May 2000.
9. BYSTRÖM, A.; HAPPONEN, R. P.; SJÖGREN, U.; SUNDQVIST, G. Healing of periapical lesions of pulpless teeth after endodontic treatment with controlled asepsis. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v.3, n.2, p.58-63, Apr. 1987.
10. CHALAZONITIS, A.N.; KOUMARIANOS, D.; TZOVARA, J.; CHRONOPOULOS, P. How to optimize radiological images captured from digital cameras, using the Adobe Photoshop 6.0 program. **J. Digit. Imaging**, Philadelphia, v.16, n.2, p.216-229, June 2003.
11. CIRANO, F.R.; COSTA, C.; TODESCAN, J.H. Contribuição ao estudo do método de subtração radiográfica aplicado ao controle das alterações do

* ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação – referências – elaboração. Rio de Janeiro, 2002. 24p.

- tecido ósseo alveolar. **Rpg. Rev. Pos-Grad.**, São Paulo, v.8, n.1, p.7-14, jan./mar. 2001.
12. COTTI, E.; VARGIU, P.; DETTOR, C.; MALLARINI, G. Computerized tomography in the management and follow – up of extensive periapical lesion. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v.15, n.4, p.186-189, Aug. 1999.
 13. CRESTANI, M.B.; SILVA, A.E.; LARENTIS, N.L.; FONTANELLA, V. Avaliação da padronização radiográfica para a subtração digital de imagens. **Rev. Fac. Odontol. Porto Alegre**, Porto Alegre, v.42, n.1, p.25-30, jul. 2001.
 14. DELANO, E.O.; LUDILON, J.B.; ORSTAVIK, D.; TYNDALL, A.; TROPE, M. Comparison between PAI and quantitative digital radiographic assessment of apical healing after endodontic treatment. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v.92, n.1, p.108-115, July 2001.
 15. DELANO, E.O.; TYNDALL, D.; LUDLOW, J.B.; TROPE, M.; LOST, C. Quantitative radiographic follow – up of apical surgery: A radiometric and Histologic Correlation. **J. Endod.**, Chicago, v.24, n.6, p.420-426, June 1998.
 16. DOVE, S.B.; McDAVID, W.D.; HAMILTON, K.E. Analysis of sensitivity 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.
 17. DUCKWORTH, P.F.; JUDY, P.F.; GOODSON, J.M.; SOCRANSKY, S.S. A method for geometric and densitometric standardization of intraoral radiographs, **J. Periodontol.**, Chicago, v.54, n.7, p.435-440, July 1983.
 18. DUINKERKE, A.S.H.; Van de POEL, A.C.M.; DE BOO, T.; DOESBURG, W.H. Variations in the interpretation of periapical radiolucencies. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v.40, n.2, p.414-422, Sept. 1975.
 19. ELEAZER, P.D.; SCHEETZ, J.P.; CLARK, S.J.; FARMAN, A.G. A comparison of D- E- and F- speed conventional intraoral radiographic films in endodontic measurement. **Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v.93, n.3, p.337-340, Mar. 2002.
 20. FERREIRA, R.I.; ARRIAGA, M.L.; CAMPOS, P.S.F.; PANELLA, J. Radiografia de subtração digital. **Rpg. Rev. Pos-grad.**, São Paulo, v.6, n.3, p.249-252, jul./set. 1999.
 21. FOUAD, A.F.; WALTON, R.E.; RITTMAN, B.R. Healing of induced periapical lesions in ferret canines. **J. Endod.**, Chicago, v.19, n.3, p.123-129, Mar. 1993.
 22. FRIEDLANDER, L.T.; LOVE, R.M.; CHANDLER, N.P. A comparison of sharp-sharp digital images with conventional radiographs for the

- phosphor-plate digital images with conventional radiographs for the perceived clarity of fine endodontic files and periapical lesions. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v.93, n.3, p.321-327, Mar. 2002.
23. GOTFREDSEN, E.; WENZEL, A. Integration of multiple direct digital imaging sources in a picture archiving and communication system (PACS). **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v.32, n.5, p.337-342, Sept. 2003.
 24. GRECCA, F.S. **Avaliação radiográfica da reparação apical e periapical pós-tratamento endodôntico de canais radiculares de dentes de cão com lesão periapical crônica induzida, utilizando-se dois diferentes “curativos de demora” à base de hidróxido de cálcio e dois cimentos obturadores de canal radicular.** 1999. 249f. Dissertação (Mestrado em Endodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 1999.
 25. GRÖNDAHL, H.G.; GRÖNDAHL, K. Subtraction radiography for the diagnosis of periodontal bone lesions. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v.55, n.2, p.208-213, Feb. 1983.
 26. GRÖNDAHL, H.G.; GRÖNDAHL, K.; WEBBER, R. L. A digital subtraction technique for dental radiography. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St.Louis, v.55, n.1, p.96-102, Jan. 1983.
 27. HARN, W.M.; CHEN, Y.H.; LIU, J.W.; CHUNG, C.H. Effect of occlusal trauma on healing of periapical pathoses: report of 2 cases. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.34, n.7, p.554-561, Oct. 2001.
 28. HAUSMANN, E. Validation of quantitative digital subtraction radiography using the electronically guided alignment device/impression technique. **J. Periodontol.**, Chicago, v.67, n.9, p.895-899, Sept. 1996.
 29. HELING I.; BIALLA-SHENKMAN, S.; TURETZKY, A.; HORWITZ, J.; SELA, J. The outcome of teeth with periapical periodontitis treated with nonsurgical endodontic treatment: A computerized morphometric study. **Quintessence Int.**, Berlin,, v.32, n.5, p.397-400, May 2001.
 30. HILDEBOLT, C.E.; VANNIER, M.W.; PILGRAM, T.K.; SHROUT, M.K. Quantitative evaluation of digital dental radiograph imaging systems. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v.70, n.5, p.661-668, Nov. 1990.
 31. HORNER, K.; HIRSCHMANN, P.N. Dose reduction in dental radiography. **J. Dent.**, Bristol, v.18, n.4, p.171-184, Aug. 1990.
 32. IQBAL, M.K.; JOHANSSON,A.A.; AKEEL, R.F.; BERGENHOLTZ, A.; OMAR, R. A retrospective analysis of factors associated with the periapical status of restored endodontically treated teeth. **Int. J. Prosthodont.**, Lombard, v.16, n.1, p.31-38, Jan./Feb. 2003.
 33. JANSSEN, P.T.M.; Van PALENSTEIN HELDERMAN, W. H.; Van AKEN, J. The effect of in-vivo-occurring erros in the reproducibility of

- radiographs on the use of the subtraction technique. **J. Clin. Periodontol.**, Copenhagen, v.16, n.1, p.53-58, Jan. 1989.
34. KAFFE, I.; GRATT, B.M. Variations in the radiographic interpretation of the periapical dental region. **J. Endod.**, Chicago, v.14, n.7, p.330-335, July 1988.
 35. KATEBZADEH, N.; SIGURDSSON, A.; TROPE, M. Radiographic evaluation of periapical healing after obturation of infected root canals: an in vivo study. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.33, n.1, p.60-66, Jan. 2000.
 36. KULLENDORFF, B.; NILSSON, M. Diagnostic accuracy of direct digital dental radiography for the detection of periapical bone lesions. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v.82, n.5, p.585-589, Nov. 1996.
 37. KULLENDORFF, B.; GRÖNDAHL, K.; ROHLIN, M.; NILSSON, M., Subtraction radiography of interradicular bone lesions. **Acta Odontol. Scand.**, Stockholm, v.50, n.5, p.259-267, Oct. 1992.
 38. LEE, S.S.; KIM, K.Y.; HEO, M.S.; CHOI, S.C.; KOAK, J.Y.; HEO, S.J.; HAN, C.H.; YI, W.J. Development and evaluation of digital subtraction radiography computer program. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v.98, n.4, p.471-472, Oct. 2004.
 39. LEONARDO, M.R.; LEAL, J.M., **Endodontia: tratamento de canais radiculares**. 3. ed. São Paulo: Panamericana, 1998.
 40. LUDLOW, J.B.; PELEAUX, C.P.; HILL, C. Comparison of stent versus laser-and cephalostat-aligned periapical film-positioning techniques for use in digital subtraction radiography. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v.77, n.2, p.208-215, Feb. 1994.
 41. McDONNELL, D.; PRICE, C. An evaluation of the sens-A-Ray digital dental imaging system. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v.22, n.3, p.121-126, Aug. 1993.
 42. MENIG, J.J. The DenOptix digital radiographic system. **J. Clin. Orthod.**, Hempstead, v.33, n.7, p.407-410, July 1999.
 43. MIKROGEORGIS, G.; LYROUDIA, K.; MOLYVDAS, L.; NIKOLAIDIS, N.; PITAS, L. Digital radiograph registration and subtraction: A useful tool for the evaluation of the progress of chronic apical periododntitis. **J. Endod.**, Chicago, v.30, n.7, p.513-517, July 2004.
 44. MOL, A.; STEL, P.F.V. Digital image analysis for the diagnosis of periapical bone lesions: a preliminary study. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.22, n.6, p.299-302, Nov. 1989.
 45. MOL, A.; Van der STELT, P.F. Application of digital image analysis in dental radiography for the description of periapical bone lesions: a preliminary study. **IEEE Trans. Biomed. Eng.**, New York, v.38, n.4, p.357-359, Apr. 1991.

46. MOUYEN, F.; BENZ, C.; SONNABEND, E.; LODTER, J.P. Presentation and physical evaluation of radiovisiography. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v.68, n.2, p.238-242, Aug. 1989.
47. MURPHY, W.K.; KAUGARS, G. E.; COLLETT, W.K.; DODDS, R.N. Healing of periapical radiolucencies after nonsurgical endodontic therapy. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v.71, n.5, p.620-624, May 1991.
48. NICOPOULOU-KARAYIANNI, K.; BRÄGGER, U.; BÜRGIN, W.; NIELSEN, P.M.; LANG, N.P. Diagnosis of alveolar bone changes with digital subtraction images and convencional radiographs. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v.72, n.2, p.251-256, Aug. 1991.
49. NICOPOULOU-KARAYIANNI, K.; BRÄGGER, U.; PATRIKIOU, A.; STASSINAKIS, A.; LANG, N.P. Image processing for enhanced observer agreement in the evaluation of periapical bone changes. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.35, n.7, p.615-622, July 2002.
50. ORSTAVIK, D. Radiographic evaluation of apical periodontics and endodontic treatment results: a computer approach. **Int. Dent. J.**, London, v.41, n.2, p.89-98, Apr. 1991.
51. ORSTAVIK, D.; FARRANTS, G.; WAHL, T.; KEREKES, K. Image analysis of endodontic radiographs: digital subtraction and quantitative densitometry. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v.6, n.1, p.6-11, Feb. 1990.
52. PAIVA, J.G.; ANTONIAZZI, J.H. **Endodontia: base para a prática clínica**. 2. ed. São Paulo: Artes Médicas, 1991.
53. PARSELL, D.E.; GATEWOOD, R.S.; WATTS, J.D.; STRECKFUS, C.F. Sensitivity of varius radiographic methods for detection of oral cancellous bone lesions. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v.86, n.4, p.498-502, Oct. 1998.
54. PAULS, V.; TROTT, J.R. A radiological study of experimentally produced lesions in bone. **Dent. Pract.**, Epsom, v.16, n.7, p.254-258, Mar. 1966.
55. PITT FORD, T.R. The radiographic detection of periapical lesions in dogs. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v.57, n.6, p.662-667, June 1984.
56. POLISELI NETO, A. **Estudo comparativo entre métodos de indução de lesões periapicais em cães. Avaliação microbiológica e radiográfica**. 2002. 199f. Dissertação (Mestrado em Endodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara,2002.
57. RAWLINSON, A.; ELCOCK, C.; CHEUNG, A.; AL-BUHAIIRI, A.; KHANNA, S.; WALSH, T.F.; ELLWOOD, R.P. An in-vitro and in-vivo methodology study of alveolar bone measurement using extra-oral radiographic alignment apparatus, Image Pro-Plus software and a

- subtraction programme. **J. Dent.**, Bristol, v.33, n.9, p.781-788, Oct. 2005.
58. RAZMUS, T.F. Caries, periodontal disease and periapical changes. **Dent. Clin. North Am.**, Philadelphia, v.38, n.1, p.13-31, Jan. 1994.
59. RUDOLPH, D.J.; WHITE, S.C. Film-holding instruments for intraoral subtraction radiography. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v.65, n.6, p.767-772, June 1988.
60. RUDOLPH, D.J.; WHITE, S.C.; MANKOVICH, N.J. Influence of geometric distortion and exposure parameters on sensitivity of digital subtraction radiography. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v.64, n.5, p.631-637, Nov. 1987.
61. SARGENT, E.W.; FADHLI, O.A.; COHEN, R.S. Measurement of facial movement with computer software. **Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.**, Chicago, v.124, n.3, p.313-318, Mar. 1998.
62. SCARFE, W.C.; CZERNIEJEWSKI, V.J.; FARMAN, A.G.; AVANT, L.S.; MOLTENI, R. In vivo accuracy and reliability of color-coded image enhancements for the assessment of periradicular lesion dimensions. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Endod.**, St. Louis, v.88, n.5, p.603-611, Nov. 1999.
63. SEGURA, J.J.E.; JIMENEZ, A.R.; VELASCO, E.O.; RIOS, J.V.S. Talon cusp causing occlusal trauma and acute apical periodontitis: report of a case. **Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v.19, n.1, p.55-59, Feb. 2003.
64. SELTZER, S., BENDER, I.B., TURKENKOPF, S. Factors affecting successful repair after root canal therapy. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.67, n.5, p.651-661, Nov. 1963.
65. SHROUT, M.K.; POTTER, B.J.; YURGALAVAGE, H.M.; HILDEBOLT, C.F.; VANNIER, M.W. 35-mm film scanner as an intraoral dental radiograph digitizer 1: a quantitative evaluation. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.** St. Louis, v.76, n.4, p.502-509, Oct. 1993.
66. SULLIVAN, J.E.Jr.; DI FIORI, P.M.; KOERBER, A. Radiovisiography in the detection of periapical lesions. **J. Endod.**, Chicago, v.26, n.1, p.32-35, Jan. 2000.
67. SYRIOPOULOS, K.; VELDERS, X.L.; SANDERINK, G.C.H. ; Van der STELT, P.F. Sensitometric and clinical evaluation of a new F-speed dental X-ray film. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v.30, n.1, p.40-44, Jan. 2001.
68. THEILADE, J. An evaluation of the reability of radiographs in the measurement of bone loss in periodontal disease. **J. Periodontol.**, Chicago, v.31, n.2, p.143-153, Apr. 1960.
69. TIDMARSH, B.G. Radiographic interpretation of endodontic lesions – a shadow of reality. **Int. Dent. J.**, London, v.37, n.1, p.10-15, Mar. 1987.

70. TIRRELL, B.C.; MILES, D.A.; BROWN JR, C.E.; LEGAN, J.J. Interpretation of chemically created lesions using direct digital imaging. **J. Endod.**, Chicago, v.22, n.2, p.74-78, Feb. 1996.
71. TYNDALL, D.A.; KAPA, S.F.; BAGNELL, C.P. Digital subtraction radiography for detecting cortical and cancellous bone changes in the periapical region. **J. Endod.**, Chicago, v.16, n.4, p.173-176, Apr. 1990.
72. Van der STELT, P.F. Experimentally produced bone lesions. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v.59, n.3, p.306-312, Mar. 1985.
73. Van der STELT, P.F. Modern radiographic methods in the diagnosis of periodontal disease. **Adv. Dent. Res.**, Washington, v.7, n.2, p.158-162, Aug. 1993.
74. Van der STELT, P.F.; GERATS, W.G. Computer-aided interpretation and quantification of angular periodontal bone defects on dental radiographs. **IEEE Trans. Biomed. Eng.**, New York, v.38, n.4, p.334-338, Apr. 1991.
75. VERSTEEG, C.H.; SANDERINK, G.C.; GERAETS, W.G.; Van der STELT, P.F. Impact of scale standardization on images of digital radiography systems. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v.26, n.6, p.337-343, Nov. 1997.
76. WENZEL, A. Computer-aided image manipulation of intraoral radiographs to enhance diagnosis in dental practice: a review. **Int. Dent. J.**, London, v.43, n.2, p.99-108, Apr. 1993.
77. WHITE, S.C.; PHAROAH, M.J. **Oral radiology principles and interpretation**. 4th. ed. St. Louis: Mosby, 1999.
78. WOO, B.M.S.; ZEE, K.Y.; CHAN, F.H.Y.; CORBET, E.F. In vitro calibration and validation of a digital subtraction radiography system using scanned images. **J. Clin. Periodontol.**, Copenhagen, v.30, n.2, p.114-118, Feb. 2003.
79. YOKOTA, E.T.; MILES, D.A.; NEWTON, C.W.; BROW JR, C.E. Interpretation of periapical lesions using radiovisiography. **J. Endod.**, Chicago, v.20, n.10, p.490-494, Oct. 1994.
80. YOSHIOKA, T.; KOBAYASHI, C.; SUDA, H.; SASAKI, T. An observation of the healing process of periapical lesions by digital subtraction radiography. **J. Endod.**, Chicago, v.28, n.8, p.589-591, Aug. 2002.
81. ZAKARIASEN, K.; SCOTT, D.A.; JENSEN, J.R. 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.**, St. Louis, v.57, n.3, p.343-347, Mar. 1984.

Anexos



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA



Comitê de Ética em Pesquisa

Certificado

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado "AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA DA REPARAÇÃO DE LESÕES PERIAPICAIS EM DENTES TRATADOS ENDODONTICAMENTE POR MEIO DE DOIS PROGRAMAS DE INTERPRETAÇÃO DE IMAGENS", sob o protocolo nº 66/04, de responsabilidade do Pesquisador (a) *FABÍOLA BASTOS DE CARVALHO*, está de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS, de 10/10/96, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa-FOAr, com validade de 02 (dois) anos, quando será avaliado o relatório final da pesquisa.

Certify that the research project titled "A RADIOGRAPHIC EVALUATION OF PERIAPICAL LESION HEALING IN ENDODONTIC TREATED TEETH USING 2 DIFFERENT IMAGES SOFTWARES", protocol number 66/04, under Dr *FABÍOLA BASTOS DE CARVALHO* responsibility, is under the terms of Conselho Nacional de Saúde/MS resolution # 196/96, published on May 10, 1996. This research has been approved by Research Ethic Committee, FOAr-UNESP. Approval is granted for 02 (two) years when the final review of this study will occur.

Araraquara, 29 de outubro de 2004.

Profª Drª *Mirian Aparecida Onofre*
Coordenadora

Anexo A2



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE ARARAQUARA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA



Rua Humaitá, 1680 - 14801-903 Araraquara-SP - FONE: 0xx16 33016434 - FAX: 0xx16 33016433

Araraquara, 05 de novembro de 2005.

Ofício CEP-FO/CAr. nº 267/2005

Prezada Senhora:

O CEP reunido em 29 de novembro de 2005, procedeu a análise do Relatório Parcial do projeto de pesquisa intitulado "**AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA APÓS TRATAMENTO ENDODÔNTICO DE DENTES COM LESÃO PERIAPICAL EMPREGANDO DOIS PROGRAMAS DE INTERPRETAÇÃO DE IMAGENS**", de sua responsabilidade e considerou-o APROVADO, bem como a solicitação de alteração no número de sujeitos da pesquisa e no título.

Atenciosamente

Profª Drª Mirian Aparecida Onofre
Coordenador do CEP-FO/CAr.

Ilma. Sra.
C.D. FABIOLA BASTOS DE CARVALHO
DD. Pesquisadora Responsável

MAO/vers

CARVALHO, F. B. **Avaliação das alterações radiográficas após tratamento endodôntico de dentes com lesão periapical empregando dois programas de interpretação de imagens.** 2006. 115f. Dissertação (Mestrado em Endodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2006.

Resumo

O objetivo desse estudo foi avaliar as alterações radiográficas de lesões periapicais, nos períodos de preservação de 0, 2, 4 e 6 meses após o tratamento endodôntico, por meio da subtração radiográfica digital realizada pelo programa Adobe Photoshop 6.0, e da demarcação de seus limites externos na tela do computador utilizando o programa VixWin 2000. E em seguida, fazer uma comparação entre as áreas de reparação ou perda óssea visualizadas nos dois programas. Foram utilizados 13 dentes anteriores de humanos com necrose pulpar e lesão periapical crônica, que foram tratados endodonticamente. Após o tratamento endodôntico, para realização da radiografia final, foi utilizada uma técnica para padronização das imagens que consistiu no uso de um posicionador para filmes radiográficos, o qual foi estabilizado com material de impressão (silicona) colocado sobre os bordos incisais dos dentes radiografados. Para as radiografias de preservação realizadas 2, 4 e 6 meses após o tratamento endodôntico foi utilizado o mesmo método. Os filmes radiográficos foram processados automaticamente, digitalizados por meio de um *scanner*, e em seguida feita a subtração digital. As imagens digitalizadas de 0, 2, 4 e 6 meses, foram importadas para o programa VixWin 2000 para que os limites externos das lesões periapicais nos diferentes períodos de preservação fossem delimitados por dois examinadores. As imagens geradas pela subtração digital também foram levadas para o programa VixWin 2000 para que as áreas das alterações radiográficas fossem delimitadas pelos examinadores. Os resultados mostraram uma correlação não significativa entre as medidas das áreas de reparação ou perda óssea detectadas pelos dois programas (o coeficiente de correlação intraclassa variou de 0,02 a 0,45). Os resultados da análise interexaminador demonstraram uma correlação significativa das medidas das áreas de reparação ou perda óssea detectadas pelos examinadores nos dois programas (o coeficiente de correlação intraclassa variou de 0,82 a 0,99). A neoformação óssea foi visualizada em todos os períodos de preservação avaliados, mostrando-se mais evidente entre o final do tratamento endodôntico e 2 meses de preservação.

Palavras-chave: Endodontia – métodos; radiografia dentária digital; periodontite periapical.

CARVALHO, F. B. **Evaluation of radiographic changes after endodontic treatment of teeth with periapical lesion using 2 different images softwares.** 2006. 115f. Dissertação (Mestrado em Endodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2006.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the radiographic changes of periapical lesions in the follow-up periods of 0, 2, 4 and 6 months after endodontic treatment using digital subtracted radiography in the software Adobe Photoshop 6.0 and by delimiting yours edges with a pointing device in the software VixWin 2000. The comparison of the areas of repair or bone loss visualized in the two softwares was also evaluated. It were used 13 human teeth with no pulp vitality and chronic periapical lesion that were root canal treated. After the root canal treatment standardized periapical radiographs were obtained immediately postoperatively and at 2, 4, and 6 months using individualized silicone bit blocks and Rinn XCP film holder. Each periapical radiographs were automatic processing, digitized by a scanner and then subtracted. The digitized radiographic images of 0, 2, 4 and 6 months after root canal treatment were imported to the software VixWin 2000 in order to the edges of the periapical lesions were drawn with a pointing device for two examiners. The subtracted digital images were also imported to the software VixWin 2000 in order to the areas of repair or bone loss were drawn by the examiners. The results showed no significant correlation between the measure of the areas of repair or bone loss visualized in the two softwares (the intraclass correlation coefficient varied from 0,02 to 0,45). The results of interexaminer assessment demonstrated a significant correlation between the measure of the areas of repair or bone loss detected by the two examiners in the softwares (the intraclass correlation coefficient varied from 0,82 to 0,99). The bone repair was detected in all periodos of follow-up, been more evident in the period from the final of root canal tretament and two months of follow-up.

Keywords: Endodontic – methods; dental digital radiography; periapical periodontitis.