



Universidade Estadual Paulista
"Júlio de Mesquita Filho"
Faculdade de Odontologia de Araraquara

Érica Gouveia Jorge

*AVALIAÇÃO DO REPARO PERIAPICAL
APÓS CIRURGIA PARENDODÔNTICA
POR MEIO DE RADIOGRAFIA PERIAPICAL
CONVENENCIONAL, DIGITAL E TOMOGRAFIA
COMPUTADORIZADA EM FEIXE CÔNICO*

Araraquara

2013



Érica Gouveia Jorge

**AVALIAÇÃO DO REPARO PERIAPICAL APÓS
CIRURGIA PARENODÔNTICA POR MEIO DE RADIOGRAFIA
PERIAPICAL CONVENCIONAL, DIGITAL E TOMOGRAFIA
COMPUTADORIZADA EM FEIXE CÔNICO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia – Área de Endodontia, da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Gonçalves

Co-orientador: Prof. Dr. Mário Tanomaru Filho

Araraquara

2013

Jorge, Érica Gouveia

Avaliação do reparo periapical após cirurgia parodontológica por meio de radiografia periapical convencional, digital e tomografia computadorizada Cone Beam / Érica Gouveia Jorge.-- Araraquara: [s.n.], 2013.

90 f. ; 30 cm.

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Odontologia

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Gonçalves

1. Radiografia 2. Tomografia 3. Diagnóstico 4. Endodontia
I. Título

Érica Gouveia Jorge

Avaliação do reparo periapical após cirurgia parodontológica por meio de radiografia periapical convencional, digital e tomografia computadorizada em feixe cônico

Comissão Julgadora

Tese para obtenção do grau de doutor

Presidente e Orientador: Prof. Dr. Marcelo Gonçalves

2º examinador: Prof. Dr. Celso Luiz Caldeira (FOUSP)

3º examinador: Prof. Dr. Rubens Spin-Neto

4º examinador: Profa. Dra. Juliane Maria Guerreiro Tanomaru

5º examinador: Prof. Dr. Renato de Toledo Leonardo

Araraquara, 12 de março de 2013.

DADOS CURRICULARES

Érica Gouveia Jorge

Nascimento 21 de setembro de 1979, São Paulo, SP, Brasil.

Filiação Manuel Eurico Lucas Jorge
Sonia de Gouveia Jorge

1999-2002. Curso de Graduação em Odontologia, na Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FOAr/UNESP).

2002-2002. Curso de Aperfeiçoamento em Endodontia, na Fundação Araraquarense de Ensino e Pesquisa em Odontologia (FAEPO).

2003-2003. Estágio clínico vinculado à Disciplina de Endodontia da Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FOAr/UNESP), realizado no projeto social com a comunidade carente do Assentamento Bela Vista.

2003-2004. Estágio de Aperfeiçoamento profissional na Disciplina de Endodontia da Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FOAr/UNESP).

2003-2005. Curso de Especialização em Endodontia, na Fundação Araraquarense de Ensino e Pesquisa em Odontologia (FAEPO).

2006-2008. Curso de Pós-Graduação em Endodontia, nível de Mestrado, na Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FOAr/UNESP).

2009-2013. Curso de Pós-Graduação em Odontologia (área de Endodontia), nível de Doutorado, na Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FOAr/UNESP).

Dedicatória

A Deus,

Por estar sempre presente ao meu lado, guiando minhas decisões e me dando muita força para superar os obstáculos. Agradeço pelo dom da vida, me proporcionando paz, saúde e uma família maravilhosa!!

“Deus, obrigado por ter criado algo tão maravilhoso quanto o mundo e tão belo quanto o ser humano. Obrigado, pai, por eu ser uma pessoa capaz de viver e transformar o que vivo. Obrigado por ter me dado um caminho para a felicidade.”

(Marciano Spica)

Dedicatória

*Aos meus pais Manuel Eurico e
Sonia.*

*Agradeço a vocês os ensinamentos
mais importantes de minha vida, o apoio incondicional
e acima de tudo o amor e carinho. Obrigada por estarem sempre
presentes. Sem vocês, eu não conseguiria chegar até aqui.*

Amo muito vocês. Minha eterna gratidão!

Dedicatória

Ao meu marido José Maurício.

*pela amizade, amor, carinho, compreensão,
confiança e pelo apoio nos momentos difíceis.*

*Sua presença foi extremamente importante para a
realização deste trabalho. Amo muito você!!!*

Dedicatória

À minha amada filha Maria Júlia.

pela alegria e o amor incondicional que você me proporcionou.

Amor esse que cresce a cada dia ao seu lado, com seu sorriso, seu

carinho, seus gestos, sua beleza.

Você é o bem mais precioso da minha vida!!

Eu te amo muito, minha riqueza!!!

Agradecimento Especial

Ao Prof. Dr. Marcelo Gonçalves,

pela orientação, amizade e respeito,

pelos ensinamentos, compreensão,

tranquilidade transmitida

e oportunidades concedidas.

Meus Sinceros Agradecimentos!

Ao Prof. Dr. Mário Tanomaru Filho,

por minha formação acadêmica,

pela orientação e amizade,

pelos ensinamentos, respeito,

paciência, exemplos de profissionalismo

e oportunidades concedidas.

Meus Sinceros Agradecimentos!

Agradecimentos Especiais

*Aos meus irmãos Andrea e Danilo,
pelo apoio, amor, amizade, incentivo e carinho.*

Amo vocês!!!

*Aos meus avós
Gouveia (in memoriam), Virginia,
Jorge (in memoriam) e Otília
pelo valioso exemplo de vida e pelos momentos maravilhosos
que sempre compartilhamos.*

*Ao meu sogro Luiz, à minha sogra Ana Laura e ao meu
cunhado Fernando pelo amor e carinho concedidos.*

Agradecimentos Especiais

A todos os meus familiares.

Obrigada pelo carinho e momentos de felicidade compartilhados!!!

A minha grande amiga Adriana.

Obrigada pela sincera e profunda amizade,

pelos conselhos, incentivo e paciência,

pela companhia e carinho.

A Profa. Dra. Juliane M. G. Tanomaru.

Muito obrigada pela sincera amizade,

pelos ensinamentos, oportunidades, respeito

e momentos maravilhosos que a vida nos tem proporcionado.

Ao Prof. Dr. Rubens Spin-Neto.

pela grande contribuição para a realização deste trabalho,

orientação, amizade e disponibilidade. Sinceros agradecimentos!

Agradecimentos

Aos professores Idomeo Bonetti Filho, Renato de Toledo Leonardo, Fábio Luiz Camargo V. Berbert, Milton Carlos Kuga e Gisele Faria pela imensa contribuição em minha formação profissional, amizade, compreensão, incentivo e carinho.

Aos meus amigos de Pós-graduação, em especial Adriana, Norberto, Guilherme, Rodrigo, Roberta, Gisselle, Raqueli, Camila e Paula. Agradeço por cada minuto de incentivo, companheirismo, alegria, compreensão, carinho e paz que vocês me proporcionaram.

Aos funcionários do Departamento de Odontologia Restauradora, pela solidariedade, amizade, solicitude e convivência maravilhosa.

Aos funcionários da Radiologia, Edneide e Marcos , pela orientação, amizade e disponibilidade.

Aos funcionários da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Araraquara, pela orientação e disponibilidade.

Aos funcionários da seção de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Araraquara, pela amizade, receptividade e pelos serviços prestados.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro concedido.

À Faculdade de Odontologia de Araraquara da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", em nome da digníssima Diretora Profa. Dra. Andreia Affonso Barretto Montandon, por minha formação profissional e pela oportunidade de poder realizar o curso de Pós-Graduação em nível de Mestrado e Doutorado.

A todos aqueles que de alguma forma colaboraram com minha formação e com a realização deste trabalho.



Resumo

Jorge EG. Avaliação do reparo ósseo periapical após cirurgia parendodôntica por meio de radiografia periapical convencional, digital e tomografia computadorizada em feixe cônico [Tese de Doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2013.

Resumo

Este estudo teve como objetivos: (1) - avaliar a evolução do reparo ósseo periapical de dentes com lesão periapical após cirurgia parendodôntica, por meio da comparação entre áreas mensuradas em radiografias periapicais convencionais digitalizadas, radiografias periapicais digitais e tomografia computadorizada Cone Beam (CBCT) e (2) - avaliar, em diferentes períodos, o reparo periapical após cirurgia parendodôntica, por meio de mensurações volumétricas em CBCT, e porcentuais, em radiografias periapicais convencionais, digitais e CBCTs. *Material e Métodos:* Foram selecionados dentes anteriores superiores de 11 pacientes, com rarefação óssea periapical visível radiograficamente e indicação de tratamento cirúrgico. Radiografias periapicais, convencionais e digitais, e CBCTs foram realizadas previamente às cirurgias parendodônticas e após os períodos inicial (48 h), 4 e 8 meses. Para cada período, a área (mm^2) de rarefação óssea foi mensurada nas radiografias e comparada com à medida tomográfica na região de maior diâmetro da lesão. As imagens radiográficas foram importadas para o programa ImageJ para delimitação do contorno e cálculo da área radiolúcida periapical. A mensuração das áreas na tomografia, por meio do programa ImageJ, foi realizada nos cortes paralelos ao plano méso-distal de maior diâmetro da lesão. Para o cálculo de volume, as áreas das rarefações ósseas foram mensuradas nos cortes tomográficos paralelos ao plano sagital de toda extensão da lesão periapical. Em seguida, o volume de cada fatia foi calculado multiplicando a área dos cortes pela distância entre eles. Os valores de área (mm^2), obtidos nas radiografias e CBCTs, e volume (mm^3), obtidos nas CBCTs, foram utilizados para a comparação e análise do percentual de reparo ósseo periapical. Os dados foram tabulados e submetidos às Análises de Variância ($\alpha=0,05$), seguidas por testes T. *Resultados:* Houve efeito significativo somente entre os *Períodos de Avaliação* ($P=0,002$). Não houve diferença estatisticamente significativa entre os métodos na detecção das áreas de rarefação óssea periapical ($P=0,023$). A área nas CBCTs ($25,25 \text{ mm}^2$) foi 10% superior à observada na radiografia convencional ($22,84 \text{ mm}^2$) e 15% superior àquela observada na radiografia digital ($21,48 \text{ mm}^2$). Do início ($40,12 \text{ mm}^2$) aos 4 ($20,06 \text{ mm}^2$) e 8 meses ($9,40 \text{ mm}^2$), decréscimos de 50 e 77% foram observados, respectivamente ($P<0,0001$). Entre 4 e 8 meses, houve diminuição da

área em aproximadamente 53%. O período inicial apresentou volume ($192,54 \text{ mm}^3$) superior aos períodos de 4 ($79,79 \text{ mm}^3$) e 8 ($47,51 \text{ mm}^3$) meses, que diferiram entre si ($P=0,005$). Não houve diferença entre os métodos de análise tomográficos, por volume ou área, e radiográficos nos 4 meses iniciais ($P>0,161$) e após 8 meses ($P>0,284$). O percentual de reparo nas radiografias foi semelhante ($P>0,136$) ao calculado por área nas CBCTs e superior ($P<0,024$) ao calculado por volume nas CBCTs. A análise volumétrica demonstrou maior reparo no período até 4 meses ($P=0,020$). Não houve diferença ($P=0,666$) nos valores obtidos por área nas CBCTs, do início aos 4 meses e nos 4 meses finais. Valores máximos de aproximadamente 73 % foram obtidos aos 8 meses. *Conclusões:* Reparo ósseo foi observado entre os períodos de avaliação para todas as técnicas. Independentemente do método, áreas radiolúcidas aproximadamente 77% menores quando foram observadas após 8 meses de avaliação. A CBCT proporcionou resultados similares aos métodos radiográficos na detecção das áreas de reparo ósseo. Os valores de reparo ósseo por volume diferiram entre si, regressivamente com os períodos de análise. Foi observada diferença no percentual de reparo no período final de avaliação, quando menores valores foram obtidos pela análise volumétrica.

Palavras-chave: radiografia, tomografia, diagnóstico, endodontia.



Abstract

Jorge EG. Evaluation of the periapical bone repair by digitized conventional radiography, digital radiography and *Cone Beam* computed tomography after endodontic surgery [Tese de Doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2013.

Abstract

This study was divided into two sections, having as individual objectives: (1) - to evaluate the healing of periapical lesion after endodontic surgery, through the comparison among area values measured in digitized conventional and digital radiographs, and *Cone Beam* computed tomography (CBCT) and (2) - to evaluate the periapical bone repair over different periods of time after endodontic surgery by volume measured in CBCTs, and by percentage values calculated from the conventional and digital radiographs, and CBCTs. *Material and Methods:* Eleven maxillary anterior teeth, with the presence of periapical lesion were submitted to root-end filling. Conventional and digital radiographs, and CBCTs were taken prior to the surgeries and after 48 h (baseline), 4 and 8 months. For each period, the area (mm^2) of the periapical lesion observed in the radiographs was compared to those of CBCTs. The volume of the lesions, at all stages of evaluation, was calculated using the software ImageJ. The radiographic images were also imported into the ImageJ software, and the area of periapical radiolucency was measured. The area in the CBCTs was obtained based on the slice with the greater mesio-distal diameter of the lesion. To calculate the volume, the area of the periapical lesion of each CBCT slice, in a parallel orientation to the sagittal axis of the entire lesion, was calculated. Then, the volume of each slice was calculated by multiplying the area by the distance between the tomographic slices. The values of area (mm^2), measured in the radiographs and CBCTs, and volume (mm^3), measured in the CBCTs, were used to calculate the percentage of periapical bone repair. The data were submitted to Analyses of Variance ($\alpha=0.05$), followed by T-tests. *Results:* A significant effect was observed among the *Periods of Evaluation* ($P=0.002$). No significant differences ($P=0.023$) were found among the methods. The CBCTs produced values (25.25 mm^2) 10% higher than conventional radiograph (22.84 mm^2), and 15% higher than digital radiograph (21.48 mm^2). From the baseline (40.12 mm^2) to the 4 (20.06 mm^2) and 8 months (9.40 mm^2), decreases of 50 and 77% were respectively observed ($P<0.0001$). A decrease of approximately 53% was observed when the periods of 4 and 8 months were compared. The baseline produced higher volume (192.54 mm^3) than the 4 (79.79 mm^3) and 8 (47.51 mm^3) month's periods, which differ between them ($P=0.005$). No significant differences were found on the % of repair (calculated by volume or area) in the first

4 ($P>0.161$), and after 8 months ($P>0.284$). The % of repair observed in the radiographs was similar ($P>0.136$) to that of the CBCTs calculated by area, and higher ($P<0.024$) than that of the CBCTs calculated by volume. The volumetric analysis showed higher % of repair when the first and last 4 months were compared ($P=0.020$). No differences ($P=0.666$) were found on the % of repair calculated by area in the CBCTs between the first and last 4 months. Maximum repair of approximately 73 % was obtained after 8 months. *Conclusions:* Periapical repair was observed for all methods and periods. Regardless of the method, radiolucency areas approximately 77% lower were observed after 8 months. CBCT promoted similar results to the radiographic methods to evaluate the periapical repair after endodontic surgery. The volumes of periapical repair differ over the time. The % of repair varied in the last 4 months of evaluation, when lower values were obtained by volume calculation.

Keywords: radiography, computed tomography, diagnosis, endodontics.

Sumário

1	<i>Introdução</i>	24
2	<i>Proposição</i>	26
3	<i>Capítulo 1</i>	28
4	<i>Capítulo 2</i>	47
5	<i>Conclusões Gerais</i>	68
	<i>Referências</i>	70
	<i>Apêndice</i>	76
	<i>Anexo</i>	89



Introdução

1 Introdução

A cirurgia parodontônica visa resolver problemas não solucionados pelos tratamentos endodônticos convencionais. Seus índices de sucesso têm sido avaliados por meio de acompanhamento clínico e radiográfico^{23,35,39}, sendo o método radiográfico o meio mais utilizado para avaliação do reparo periapical. No entanto, as radiografias periapicais apresentam imagens bidimensionais que limitam informações quanto ao tamanho, extensão e localização da lesão periapical⁴¹. Embora proporcionem detalhes aceitáveis no plano mesio-distal, a observação de detalhes no plano vestibulo-lingual é limitada³⁴. Além disso, a sobreposição óssea dificulta a observação de áreas radiolúcidas periapicais³. Bender, Seltzer^{4,5}, em 1961, verificaram que as lesões periapicais somente são detectadas radiograficamente quando a reabsorção óssea atinge a cortical em função do desenvolvimento do processo patológico periapical. Esses autores avaliaram imagens radiográficas de lesões ósseas, simuladas em mandíbulas de cadáveres humanos, observando que as lesões não são detectadas radiograficamente quando presentes apenas em osso medular. Da mesma forma, Pauls, Trott³¹, em 1966, observaram que defeitos ósseos somente são detectados em radiografias intra-orais quando ocorre reabsorção da cortical óssea. Pitt Ford³², em 1984, investigou a correlação entre a avaliação radiográfica e histológica de lesões periapicais em cães. Foram observadas divergências entre os resultados desses métodos de avaliação, pois quando as lesões não foram observadas radiograficamente, o tecido encontrava-se normal em apenas 58 % das raízes dentais. Desta forma, a radiografia periapical demonstra limitações, tanto para o diagnóstico, quanto para a avaliação do reparo após tratamento endodôntico convencional ou cirúrgico^{2,15,12,22,24,38,41}.

A avaliação do reparo radiográfico após tratamento cirúrgico tem sido realizada por diferentes autores^{23,35,39}. Tawil et al.³⁹, em 2009, avaliaram o reparo radiográfico e histológico de cirurgias parodontônicas realizadas em cães utilizando diferentes materiais retrobturadores (Geristore, MTA e IRM). As lesões foram induzidas e, confirmada a presença da lesão periapical radiograficamente, os procedimentos cirúrgicos foram realizados. Os resultados mostraram que radiograficamente o reparo foi mais satisfatório comparado à avaliação

histológica. Lindeboom et al.²³, em 2005, compararam o reparo ósseo radiográfico após cirurgias parodontodônticas, nos períodos subsequentes de uma semana, 3 meses e 1 ano aos procedimentos cirúrgicos. Esses autores observaram 92 % de reparo periapical completo após os 12 meses de acompanhamento. Schwartz-Arad et al.³⁵, em 2003, também avaliaram o reparo após cirurgias parodontodônticas por meio de radiografias periapicais. As radiografias foram realizadas imediatamente após os procedimentos cirúrgicos e após um período que variava de 6 a 45 meses. As radiografias foram digitalizadas e o diâmetro das lesões mensurado. Os achados radiográficos foram classificados em reparo completo, incompleto e não satisfatório, sendo observado reparo completo em 44,3 % do casos, reparo incompleto em 21,3 % e insatisfatório em 34,4 % dos casos clínicos.

A radiografia digital pode ser dividida em direta e indireta, dependendo do modo de aquisição da imagem. De acordo com Wenzel⁴⁴, na radiografia digital direta o sensor digital registra a imagem, o monitor exibe e o computador armazena. Segundo Menig²⁵, em 1999, os sistemas digitais diretos são acompanhados por programas específicos que apresentam uma série de ferramentas para a manipulação das imagens como ampliação, inversão dos tons de cinza, mensurações tanto lineares quanto angulares, opções de escala linear de cinza, equalização e aplicação de cor a valores específicos de pixel. Na radiografia digital indireta, a imagem radiográfica contida no filme periapical é digitalizada por meio de scanner, câmera fotográfica digital ou câmera de vídeo e enviada ao computador^{19,29}. Tal procedimento possibilita a manipulação e o arquivamento digital por meio de programas de computador.

Considerando-se as limitações apresentadas pelas radiografias periapicais, tem sido proposto uso da tomografia computadorizada, a qual fornece imagem tridimensional, sendo amplamente utilizada no diagnóstico, planejamento cirúrgico^{10,17,18,34}. Na endodontia, esse recurso tem sido utilizado para a avaliação de lesões periapicais visando o planejamento cirúrgico, avaliação do reparo após tratamento endodôntico ou cirúrgico, ou para diagnóstico diferencial de perfurações e fraturas radiculares^{1,6,8,9,11,12,16,36,37,40}. O estudo de imagens obtidas por meio de tomografia computadorizada favorece a observação tridimensional das estruturas ósseas²¹, bem como sua relação com estruturas anatômicas adjacentes como o seio maxilar e o canal mandibular^{14,20,43,45}. Velvart et al.⁴¹, em 2001, compararam as informações obtidas a partir de radiografias periapicais e de tomografias convencionais médicas na detecção de lesões periapicais. Esses autores diagnosticaram 80 lesões por meio da análise tomográfica,

tendo sido apenas 61 dessas lesões observadas por meio de radiografias. O osso medular e a cortical óssea somente foram diferenciados pela tomografia. Lofthag-Hansen et al.²⁴, em 2007, também compararam a radiografia periapical convencional com a tomografia convencional no diagnóstico de lesões periapicais. Enquanto a análise tomográfica permitiu o diagnóstico de 42 dentes com lesão periapical, a análise radiográfica permitiu a observação de somente 32 dentes, comprovando a menor eficiência da radiografia convencional na detecção de lesões periapicais.

A tomografia computadorizada convencional médica foi utilizada, inicialmente, como ferramenta para avaliação pré-operatória de alguns casos de cirurgias maxilo-faciais e implantes. Além do custo e do tamanho do aparelho, a dose de radiação e o tempo de duração do exame representavam significantes desvantagens³⁰. Com o desenvolvimento do tomógrafo computadorizado com feixe de raios-x em forma de cone, trazendo vantagens em relação ao convencional como redução da dose de radiação e do tempo de duração do exame, essa tecnologia pode ser empregada em outras áreas da saúde^{7,26,27,28,33}. Além disso, a tomografia computadorizada *Cone Beam* (CBCT) produz imagens em tamanho real (1:1), nítidas e com mínima interferência (ruído) na presença de artefatos metálicos^{7,21,33}. Uma vantagem bastante importante da CBCT é a precisão da imagem. O conjunto de dados volumétricos compreende um bloco 3-D de estruturas cubóides de tamanho diminuto, conhecidas como voxels. Cada voxel representa um grau específico de absorção dos raios X. O tamanho desses voxels determina a resolução da imagem. No tomógrafo computadorizado convencional, os voxels são cubos retangulares anisotrópicos onde sua dimensão mais extensa corresponde à espessura da fatia axial e é determinada pelo passo da fatia, uma função da movimentação do “gantry” do tomógrafo. Apesar das superfícies do voxel do tomógrafo poderem ser tão pequenas quanto um quadrado de 0,625 mm, sua profundidade é geralmente na ordem de 1,0 a 2,0 mm. Todas as unidades da CBCT promovem resolução em voxels isotrópicos, igual nas três dimensões. Isso produz uma resolução submilimetrada (frequentemente excedendo o grau mais alto do tomógrafo computadorizado multi-fatias), variando de 0,4 a 0,125 mm, como no tomógrafo Accuitomo (Morita, Kyoto, Japão)³³. Eggers et al.¹³, em 2008, compararam a precisão da tomografia computadorizada convencional com a CBCT, verificando que a resolução das imagens foi semelhante entre os métodos. Em 2008, Veyre-Goulet et al.⁴² também não verificaram diferença entre mensurações reais e mensurações obtidas em imagens de CBCT.

Estrela et al.¹⁵, em 2008, avaliaram a capacidade da CBCT na identificação de lesões periapicais, quando comparada com a radiografia periapical. Esses autores detectaram apenas 39,5 % de lesões por meio da radiografia periapical, enquanto que a CBCT permitiu a detecção de 60,9 %, comprovando a eficiência e precisão do método. Dessa forma, esses autores concluíram que a CBCT aumenta a confiabilidade dos estudos epidemiológicos relacionados à prevalência e severidade das lesões periapicais, diminuindo a incidência de diagnósticos falso-negativos. Devido à maior precisão de detecção de lesões periapicais por meio da tomografia, muitos autores^{11,12,15,19,24,46} têm utilizado a tomografia para avaliação do reparo de lesões periapicais. De Paula-Silva et al.¹², em 2009, avaliaram o reparo de lesões periapicais de dentes tratados em uma ou duas sessões clínicas, por meio da radiografia periapical e CBCT. Esses autores verificaram que 79 % das lesões periapicais repararam por meio da avaliação radiográfica e que apenas 35 % repararam por meio da avaliação tomográfica. A avaliação radiográfica subestimou o tamanho real das lesões periapicais.

A relação entre aspectos radiográficos e histológicos das lesões periapicais também tem sido estudada. Barthel et al.², em 2004, compararam sinais radiográficos e histológicos da lesão periapical em dentes humanos tratados endodonticamente. Esses autores verificaram que mais de 30 % dos casos que apresentavam sinais histológicos de inflamação periapical não apresentavam áreas radiolúcidas, demonstrando que lesões detectadas histologicamente podem não ser evidenciadas radiograficamente. Laux et al.²², em 2000, avaliaram o método radiográfico convencional no diagnóstico de lesões periapicais, correlacionando seus resultados com achados histológicos. Foram avaliados 114 ápices por microscopia e radiografia convencional, divididos em três grupos: sem reabsorção, com reabsorção moderada e com reabsorção severa. Radiograficamente observaram-se 19 % de casos com reabsorção inflamatória e, histologicamente, 81 % apresentaram reabsorção apical. De acordo com esses autores, os resultados obtidos comprovam que a avaliação radiográfica, isoladamente, não é suficiente para a observação da rarefação óssea e, conseqüentemente, detecção da lesão periapical.

As limitações das radiografias periapicais e escassez de comparações entre os métodos radiográficos e tomográficos na avaliação do reparo ósseo torna importante a análise do reparo da região periapical após cirurgia parodontal, por meio da comparação de diferentes métodos radiográficos e tomografia *Cone Beam*.



Proposição

2 Proposição

Objetivo Geral

O objetivo geral desse estudo foi avaliar o reparo de lesões periapicais após cirurgia parendodôntica, por meio de radiografias periapicais convencionais digitalizadas, radiografias periapicais digitais e tomografias computadorizadas de feixe cônico (*Cone Beam*).

Objetivos Específicos

Capítulo 1

Avaliar, em diferentes períodos de acompanhamento, o reparo periapical de dentes com lesão periapical após cirurgia parendodôntica, por meio da comparação entre áreas de lesões periapicais mensuradas em radiografias periapicais convencionais digitalizadas, digitais e tomografias computadorizadas *Cone Beam*.

Capítulo 2

1- Avaliar, em diferentes períodos de acompanhamento, o reparo periapical de dentes com lesão periapical após cirurgia parendodôntica, por meio da comparação volumétrica mensurada em imagens tomográficas computadorizadas *Cone Beam*.

2- Verificar o índice percentual de reparo ósseo, a partir de comparações realizadas entre áreas de lesões periapicais, calculadas em radiografias periapicais convencionais, digitais e em tomografias computadorizadas *Cone Beam*, e volumes mensurados nas imagens tomográficas.



Capítulo 1

Avaliação do reparo ósseo periapical após cirurgia pararendodôntica por meio de radiografia convencional, digital e tomografia computadorizada em feixe cônico

Evaluation of the periapical repair by digitized conventional radiography, digital radiography and Cone Beam computed tomography after endodontic surgery

Este artigo está de acordo com as normas do periódico *Journal of Endodontics* (ISSN 0099-2399).

Avaliação do reparo ósseo periapical após cirurgia parendodôntica por meio de radiografia convencional, digital e tomografia computadorizada em feixe cônico

Resumo

Objetivo: Avaliar o reparo dos tecidos periapicais após cirurgia parendodôntica, por meio de radiografias periapicais, convencionais e digitais, e tomografia computadorizada *Cone Beam* (CBCT). *Material e Métodos:* Foram selecionados dentes anteriores superiores de 11 pacientes, com rarefação óssea periapical e indicação de tratamento cirúrgico. As radiografias periapicais e as CBCTs foram realizadas previamente às cirurgias parendodônticas e após 48h, 4 e 8 meses. Para cada período, a área (mm^2) de rarefação óssea foi mensurada nas radiografias e comparada à área obtida nos cortes tomográficos do plano méso-distal no maior diâmetro da lesão, utilizando o programa ImageJ. Os dados foram submetidos à análise de variância de medidas repetidas a dois critérios e ao teste T com correção de Bonferroni ($\alpha=0,0167$). *Resultados:* Houve efeito significativo somente entre os *Períodos de Avaliação* ($P=0,002$). Não houve diferença estatisticamente significante entre os métodos na detecção das áreas de rarefação óssea periapical ($P=0,023$). A área nas CBCTs ($25,25 \text{ mm}^2$) foi 10% superior à observada na radiografia convencional ($22,84 \text{ mm}^2$) e 15% superior àquela observada na radiografia digital ($21,48 \text{ mm}^2$). Do período inicial ($40,12 \text{ mm}^2$) aos 4 ($20,06 \text{ mm}^2$) e 8 meses ($9,40 \text{ mm}^2$), decréscimos de 50 e 77% foram observados, respectivamente ($P<0,0001$). Entre 4 e 8 meses, houve diminuição da área em aproximadamente 53%. *Conclusões:* Reparo ósseo foi observado entre os períodos de avaliação para todas as técnicas. Independentemente do método, áreas radiolúcidas aproximadamente 77% menores quando foram observadas após 8 meses de avaliação. A CBCT proporcionou resultados similares aos métodos radiográficos na detecção das áreas de reparo ósseo.

Palavras-chave: radiografia, tomografia, diagnóstico, endodontia.

Evaluation of the periapical repair by digitized conventional radiography, digital radiography and Cone Beam computed tomography after endodontic surgery

Abstract

Objective: To evaluate the healing of periapical lesion after endodontic surgery, through the comparison among conventional and digital radiographs, and Cone Beam computed tomography (CBCT). *Material and Methods:* Eleven maxillary anterior teeth, with the presence of periapical lesion were submitted to root-end filling. Conventional and digital radiographs, and CBCTs were taken prior to the surgeries, and after 48 h (baseline), 4 and 8 months. For each period, the area (mm^2) of the periapical lesion observed in the conventional and digital radiographs was measured and compared to those of CBCTs, using the software ImageJ. The area in the CBCTs was measured on mesio-distal slices with the greater diameter of the lesion. The data were submitted to repeated measures 2-way ANOVA and T-tests with Bonferroni correction ($\alpha=0.0167$). *Results:* A significant effect was observed among the *Periods of Evaluation* ($P=0.002$). No significant differences ($P=0.023$) were found among the methods. The CBCTs produced values (25.25 mm^2) 10% higher than conventional radiograph (22.84 mm^2), and 15% higher than digital radiograph (21.48 mm^2). From the baseline (40.12 mm^2) to the 4 (20.06 mm^2) and 8 months (9.40 mm^2), decreases of 50 and 77% were respectively observed ($P<0.0001$). A decrease of approximately 53% was observed when the periods of 4 and 8 months were compared. *Conclusions:* Periapical repair was observed for all methods and periods. Regardless of the method, radiolucency areas approximately 77% lower were observed after 8 months. CBCT promoted similar results to the radiographic methods to evaluate the periapical repair after endodontic surgery.

Keywords: radiography, computed tomography, diagnosis, endodontics.

Introdução

A cirurgia pararendodôntica visa resolver situações não solucionadas pelos tratamentos endodônticos convencionais. Seu sucesso tem sido avaliado por meio de acompanhamento clínico e radiográfico (1-3). A radiografia é o meio mais utilizado para avaliação do reparo periapical. No entanto, radiografias periapicais apresentam imagens bidimensionais que limitam informações quanto ao tamanho, extensão e localização da lesão periapical (4). Embora proporcionem detalhes aceitáveis no plano méso-distal, a observação de detalhes no plano vestibulo-lingual é limitada, em função da sobreposição óssea (5). Lesões ósseas em mandíbulas de humanos não são detectadas quando presentes apenas em osso medular (6,7). Assim, os defeitos ósseos detectados radiograficamente quando ocorre reabsorção da cortical óssea (8). Desta forma, a radiografia periapical demonstra limitações para o diagnóstico e avaliação do reparo após tratamento endodôntico convencional ou cirúrgico (4, 9-12).

A avaliação do reparo após tratamento cirúrgico tem sido realizada por meio de radiografias (1-3). Tawil et al. (3), em 2009, avaliaram o reparo radiográfico e histológico após cirurgias pararendodônticas realizadas em dentes de cães e demonstraram que o reparo radiográfico foi mais satisfatório que o histológico. Lindeboom et al. (1), em 2005, avaliaram o reparo ósseo radiográfico uma semana, 3 meses e 1 ano após a realização de cirurgias pararendodônticas, e observaram 92 % de reparo periapical completo após os 12 meses. Schwartz-Arad et al. (2), em 2003, avaliaram o reparo após cirurgias pararendodônticas por meio de radiografias realizadas após um período que variava de 6 a 45 meses, observando reparo completo em 44,3% dos casos, reparo incompleto em 21,3% e insatisfatório em 34,4% dos casos clínicos.

Métodos alternativos têm sido propostos como a tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT), a qual fornece imagem tridimensional, sendo amplamente utilizada para o diagnóstico, planejamento cirúrgico e acompanhamento dos implantes odontológicos osseointegráveis (13,14). Na endodontia, esse recurso tem sido utilizado para a avaliação de lesões periapicais visando planejamento cirúrgico, avaliação do reparo após tratamento endodôntico ou cirúrgico, ou para diagnóstico diferencial de perfurações e fraturas radiculares

(9,15-21). Velvart et al. (4), em 2001, compararam as informações obtidas a partir de radiografias periapicais e de tomografias na detecção de lesões periapicais. Esses autores diagnosticaram 80 lesões por meio da análise tomográfica, tendo sido apenas 61 dessas lesões observadas por meio de radiografias. Lofthag-Hansen et al. (11), em 2007, também compararam a radiografia periapical convencional com a tomografia no diagnóstico de lesões periapicais. Enquanto a análise tomográfica permitiu o diagnóstico de 42 dentes com lesão periapical, a análise radiográfica permitiu a observação de somente 32 dentes. De Paula-Silva et al. (9), em 2009, avaliaram o reparo de lesões periapicais de dentes tratados em uma ou duas sessões, e verificaram que 79 % das lesões periapicais repararam por meio da avaliação radiográfica e que apenas 35 % mostraram reparo na avaliação tomográfica.

Considerando a escassez de estudos que comparem a precisão entre os métodos radiográficos e tomográficos na evolução do reparo ósseo periapical, o objetivo desse estudo foi comparar a dimensão das áreas de rarefação óssea periapical em radiografias convencionais digitalizadas, radiografias digitais e tomografias por feixe cônico, após a realização de cirurgia parendodôntica.

Material e métodos

Onze pacientes das Clínicas da Faculdade de Odontologia de Araraquara (FOAr – UNESP), de ambos os sexos, com idade acima de dezoito anos foram selecionados para o estudo. Os dentes selecionados foram os anteriores superiores unirradiculados, com presença de rarefação óssea periapical visível radiograficamente, e indicação de tratamento cirúrgico parendodôntico. O projeto foi realizado após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição (Anexo).

Previamente à realização da cirurgia parendodôntica foram realizadas radiografias periapicais convencional e digital, além de CBCT da região de interesse. Para as radiografias periapicais convencional e digital foi utilizada a técnica para padronização descrita por Carvalho et al. (22). Essa técnica consiste na utilização de um posicionador (Figura A1 do Apêndice) para filmes radiográficos, modelo Rinn XCP (Rinn Corp, Elgin, Illinois), estabilizado com silicone (Figura A2 do Apêndice) polimerizado por reação de adição (Elite

HD, Zhermack, Badia Polesine, Rovigo, Itália), colocado sobre as superfícies incisais dos dentes a serem radiografados. Este procedimento padroniza a posição dentária e incidência do feixe radiográfico durante a realização das radiografias. Após tomada radiográfica, o molde foi lavado em água corrente e, em seguida, imerso em solução de hipoclorito de sódio 1,0 % durante 10 minutos para desinfecção. Após desinfecção, o molde foi armazenado em recipiente identificado com nome do paciente sob refrigeração para uso nos períodos subsequentes de avaliação da pesquisa.

As radiografias periapicais convencionais foram realizadas com filmes radiográficos Insight (Eastman Kodak Company – Rochester, Nova Iorque, EUA), sensibilidade F. Foi utilizado o aparelho GE 1000 (General Electric, Milwaukee, Wisconsin, EUA) ajustado em 90 kV, 10 mA, distância foco-filme fixa de 40 cm fornecida pelo posicionador e 12 impulsos (equivalente ao tempo de exposição de 0,2 segundos). Após a tomada radiográfica, o filme periapical foi processado automaticamente na processadora Dent-X 9000 (Dent-X – Film Processor, Dent-X Co., Elmsford, Nova Iorque, EUA – Figura A3 do Apêndice), em câmara escura, com tempo total de 5 minutos.

No momento da tomada de cada radiografia foi utilizada uma esfera metálica (Figuras A4 a A6 do Apêndice) de diâmetro conhecido (3,97 mm), fixada na superfície dentária da coroa dental e na mucosa, próximo à região periapical a ser avaliada. Dessa maneira, foi possível calcular o valor real radiográfico da área da lesão periapical, uma vez que a radiografia periapical pode proporcionar aumento dimensional nas imagens de até 25% (23).

As radiografias periapicais digitais foram obtidas com utilização de posicionadores radiográficos específicos, conforme padronização descrita, ajustados ao sensor, 3,0 x 4,0 cm, do sistema digital CCD Kodak RVG6000 (Eastman Kodak Company, Rochester, EUA), conectado por fio de fibra ótica a um notebook (Figuras A7 a A10 do Apêndice). Os fatores de exposição radiográfica utilizados foram os mesmos descritos anteriormente, exceto para o tempo de incidência dos raios X, que foi padronizado com 5 impulsos.

Para a obtenção das imagens tomográficas foi utilizado o aparelho i-Cat (Imaging Sciences-Kavo, Hatfield, Pensilvânia, EUA – Figura A11 do Apêndice). Cada paciente foi submetido a CBCT da arcada e, em seguida, o dente associado à rarefação óssea periapical foi disposto nos três planos de observação (axial, sagital e coronal). Imagens sequenciais com 0,25 mm de espessura foram obtidas no plano axial, sem intervalo de reconstrução, com

resolução espacial calibrada em 512 x 512 pixels e 12 bits por pixel, proporcionando adequada qualidade para interpretação. As imagens obtidas no eixo axial foram transportadas para os outros dois eixos por meio de reconstrução multi-planar disponível como ferramenta de trabalho no software de gerenciamento do aparelho (Software i-Cat Vision, Imaging Sciences International, Hatfield, PA, EUA), o que permitiu visão tridimensional dos dentes e suas respectivas lesões periapicais. As imagens foram adquiridas em volume e, em seguida, cortes transversais das regiões dos dentes analisados foram montados. Essas imagens foram salvas em extensão DICOM, para posterior avaliação por 1 observador treinado em programa específico do tomógrafo (OnDemand 3D 1.0.7.0295, Cybermed, Seoul, Coréia do Sul).

Após os procedimentos radiográficos e tomográficos iniciais a cirurgia parentodôntica foi realizada de acordo com o plano de tratamento para cada caso. Os pacientes foram submetidos à anestesia local com mepivacaína 2,0% com epinefrina 1:100.000 (Mepiadre - DFL Indústria e Comércio S.A., Rio de Janeiro, Brasil). O acesso cirúrgico foi realizado segundo o planejamento do traçado incisional, seguido de divulsão para exposição da tábua óssea vestibular. A ostectomia foi efetuada com cinzéis e broca esférica cirúrgica em peça reta em baixa rotação, sob constante irrigação manual de soro fisiológico. A loja cirúrgica foi considerada adequada a partir do momento em que fosse possível o acesso para curetagem do tecido patológico. Em seguida, foi realizada apicectomia, a 3,0 mm da porção apical radicular, em direção perpendicular ao longo eixo dentário, por meio da fresa Zekrya (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Suíça) em alta rotação. Os retropreparos foram confeccionados com 3,0 mm de profundidade, utilizando pontas ultrassônicas diamantadas 6.1107-6 (CVD-Vale, São José dos Campos, São Paulo, Brasil) com o adaptador UA-4 (CVD-Vale, São José dos Campos, São Paulo, Brasil) acopladas ao aparelho de ultra-som Piezon miniMaster (EMS, LeSentier, Suíça) na potência de 50%. Durante as apicectomias e retropreparos foi realizada irrigação abundante com solução isotônica de cloreto de sódio. As obturações retrógradas foram realizadas com MTA (Angelus Indústria de Produtos Odontológicos S/A, Londrina, Paraná, Brasil). Após o período de 7 dias, os pacientes foram agendados para avaliação pós-operatória e remoção da sutura.

Finalizado o tratamento cirúrgico da lesão periapical, cada paciente foi agendado para a realização de tomografia computadorizada e tomadas radiográficas periapical convencional e digital, após os períodos de 48 h, 4 e 8 meses. Em cada retorno para avaliação do paciente, o

molde de silicone previamente confeccionado foi reposicionado, juntamente ao posicionador. Após a tomada radiográfica, o molde foi lavado, desinfetado e armazenado sob refrigeração, conforme descrito previamente.

Método de Análise Radiográfica

As radiografias convencionais foram digitalizadas, com resolução de 300 dpi, por meio da utilização de uma câmera digital reflex Nikon D7000 (Nikon Inc., Tóquio, Japão), acoplada a uma lente micro 105 mm Nikon com sistema de estabilização de imagem VR II, com distância focal padronizada. Para isso, uma estativa foi utilizada, possibilitando que todas as imagens fossem digitalizadas em um mesmo dia. As imagens foram arquivadas em formato RAW, sem a utilização de compressão, e importadas para o programa Adobe Photoshop CS6 (Adobe Systems Inc., San Jose, Califórnia, EUA) para conversão em escala de cinza e padronização do histograma. O software ImageJ (NIH, Bethesda, MD, EUA) foi utilizado para delimitar o contorno das lesões periapicais no monitor de um computador. Para isso, após as imagens serem importadas para o programa ImageJ, foi realizada a calibração do programa utilizando uma escala de valor conhecido em milímetros (diâmetro da esfera metálica = 3,97mm). Após a calibração do programa, as áreas das lesões foram delimitadas com o cursor do mouse e os valores, obtidos em pixels, convertidos automaticamente em milímetros quadrados (mm²). Essas mensurações foram realizadas por 3 avaliadores calibrados. Os valores de áreas obtidos em todas as fases de avaliação foram comparados com os valores obtidos nas tomografias computadorizadas.

Método de Análise Tomográfica

A análise das imagens fornecidas pela CBCT foi realizada de maneira direta na tela do monitor do computador por meio de software específico (ImageJ, NIH, Bethesda, MD, EUA). A mensuração das rarefações ósseas presentes nas regiões periapicais dos dentes selecionados foi realizada, fornecendo valores de áreas (mm²) dos cortes tomográficos paralelos ao plano méso-distal de maior diâmetro. Para isso, foram selecionadas as duas fatias centrais no maior diâmetro da lesão, com espessura de 0,25 mm cada uma, e a área mensurada a partir da sobreposição dessas duas fatias, totalizando 0,5 mm de espessura. Esses valores foram registrados e arquivados para as comparações entre os exames nos períodos propostos.

A evolução do reparo periapical foi observado por meio das radiografias periapicais (convencional e digital) e da CBCT do paciente, obtidas nos períodos inicial após o tratamento (48h) e após 4 e 8 meses de preservação.

Forma de análise dos resultados

Os dados de área (mm²) obtidos nas radiografias e nas CBCTs foram tabulados (Tabelas A1, A2 e A3 do Apêndice, respectivamente) e submetidos à Análise de Variância de medidas repetidas a dois critérios (2-way ANOVA), com nível de significância de 5,0 %, no programa IBM SPSS Statistics versão 20 (IBM Corporation, Armonk, NY, EUA). Essa análise foi realizada para detectar a influência dos fatores de variação *Método e Período de avaliação*, bem como de suas interações sobre o reparo ósseo periapical.

Resultados

Observou-se efeito significativo para o fator isolado *Período de Avaliação* ($P=0,002$), sendo o fator *Método* ($P=0,023$) e a interação entre eles não significante ($P=0,763$). Empregou-se testes T, com nível de significância ajustado por Bonferroni ($\alpha=0,0167$), para comparar as médias aos pares. Os resultados do teste T para os fatores *Método e Período de Avaliação*, com intervalo de confiança de 98,3 % e nível de significância corrigido por Bonferroni, bem como os coeficientes de correlação entre os grupos são expressos, respectivamente, nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1- Resultados do teste T para o fator isolado *Método de Avaliação*, com intervalos de confiança ajustados por Bonferroni (IC98,3), e valores de correlação entre os métodos.

	Diferença entre grupos (IC98,3)	P	Correlação	P
Radiografia Convencional X Digital	1,36 (-0,522 a 3,241) ^A	0,078	0,978	<0,0001
Radiografia Convencional X CBCT	-2,41 (-7,653 a 2,841) ^A	0,257	0,833	<0,0001
Radiografia Digital X CBCT	-3,77 (-7,706 a 0,174) ^A	0,022	0,904	<0,0001

Letras iguais indicam valores de média estatisticamente iguais entre si ($P \geq 0,0167$).

Na Tabela 1, verifica-se que não houve diferença nos valores de área mensurados pelos métodos radiográficos, convencional ($22,84 \text{ mm}^2 \pm 20,78$) e digital ($21,48 \text{ mm}^2 \pm 20,32$), e o método tomográfico ($25,25 \text{ mm}^2 \pm 20,68$). Elevados coeficientes de correlação foram observados entre os métodos ($P < 0,0001$), comprovando a possibilidade de estimativa dos resultados entre eles, bem como a confiabilidade entre as técnicas.

A avaliação percentual descritiva demonstra que o método tomográfico produziu resultados aproximadamente 10 % superiores em relação ao método radiográfico convencional e 15 % superiores ao método digital. Entre os métodos radiográficos, uma diferença aproximada de apenas 6,0 % foi detectada, sendo esses dados considerados relevantes tendo em vista o caráter clínico do estudo, ao menos como critério de comparação.

Tabela 2- Resultados do teste T para o fator isolado *Período de Avaliação*, com intervalos de confiança (IC98,3) ajustados por Bonferroni, e valores de correlação entre os períodos.

	Diferença entre grupos (IC98,3)	P	Correlação	P
Inicial (48 h) X 4 meses	20,06 (12,086 a 28,033) ^A	<0,0001	0,678	<0,0001
Inicial (48 h) X 8 meses	30,72 (21,041 a 40,394) ^B	<0,0001	0,421	0,015
4 meses X 8 meses	10,66 (7,672 a 13,644) ^C	<0,0001	0,882	<0,0001

Letras diferentes indicam valores de média estatisticamente diferentes entre si ($P < 0,0167$).

Na Tabela 2, verifica-se que os valores médios de área diferiram entre si ($P < 0,0001$), regressivamente com o período de análise. O período inicial produziu os maiores valores de área ($40,12 \text{ mm}^2 \pm 24,10$), seguido pelos períodos de 4 ($20,06 \text{ mm}^2 \pm 12,17$) e 8 ($9,40 \text{ mm}^2 \pm 7,04$) meses, respectivamente. Valores moderados a elevados de correlação quando os períodos inicial e 4 meses, e os períodos 4 e 8 meses são comparados ($P < 0,0001$). Uma significativa ($P = 0,0150$), mas baixa a moderada correlação, foi verificada do início aos 8 meses.

Com base na avaliação percentual descritiva verificou-se um decréscimo de aproximadamente 50 % nos valores de área mensurados do início aos 4 meses de avaliação. Após 8 meses, um decréscimo de aproximadamente 77 % foi observado em comparação ao

período inicial. Entre os períodos finais de avaliação (4 e 8 meses), uma diminuição de aproximadamente 53 % foi observada nos valores de área mensurados. Apesar do reparo progressivo observado com a evolução do período pós-cirúrgico, áreas radiolúcidas ainda foram detectadas após 8 meses de preservação.

Discussão

Vários fatores influenciam a avaliação radiográfica de lesões ósseas, como variação da espessura da cortical óssea, plano de incidência dos feixes de Raios X, composição dos tecidos mineralizados, localização da lesão e processamento radiográfico (22). O exame radiográfico apresenta limitações na detecção de lesões periapicais (9,10,24). A comparação entre as avaliações radiográfica e tomográfica na detecção de lesões periapicais tem sido realizada (24-28). A avaliação do reparo ósseo após cirurgia parodontodôntica, utilizando os métodos radiográficos e tomográfico, pode determinar o uso adequado da CBCT com esta finalidade, contribuindo para a interpretação da radiografia periapical. O uso da CBCT apresenta dose baixa de exposição aos raios X quando comparada aos tomógrafos médicos (27).

As radiografias periapicais convencionais foram digitalizadas para mensuração das áreas de rarefação óssea (29,30), conforme utilizado por Peretz et al. (31). Essas radiografias, juntamente com as imagens radiográficas digitais, foram comparadas às imagens tomográficas, obtidas a partir de cortes com 0,25 mm de espessura, segundo Zapata et al. (32).

Os resultados do presente estudo demonstraram que a técnica radiográfica convencional proporcionou valores de área semelhantes à técnica radiográfica digital na avaliação do reparo periapical após cirurgia parodontodôntica. Esses concordam com Ozen et al. (24) e Stavropoulos e Wenzel (33), que observaram valores semelhantes entre essas técnicas para a capacidade de detecção de lesões periapicais.

Foram observados também valores de área semelhantes entre as técnicas radiográficas convencional, digital e a CBCT, na avaliação do reparo após cirurgia parodontodôntica. A CBCT tem demonstrado maior capacidade de detecção de alterações periapicais, comparada à técnica radiográfica (4,9,11,24). Entretanto, os resultados semelhantes da técnica tomográfica

e radiográfica podem estar relacionados com a remoção da cortical óssea durante a cirurgia proporcionando maior capacidade de avaliação do reparo por meio de radiografia. Dessa forma, a remoção da cortical óssea pode ter favorecido a radiografia convencional e digital na avaliação do reparo ósseo periapical no período de até 8 meses de avaliação. Paula-Silva et al. (9) observaram diferenças significantes entre a CBCTs e radiografias convencionais durante a avaliação do reparo periapical em dentes de cães após tratamento endodôntico não cirúrgico. Assim, o acompanhamento do reparo periapical após cirurgias parendodônticas mostra-se favorável para avaliação por meio de radiografias periapicais. Esses resultados estão de acordo com Balasundaram et al. (25), que compararam a radiografia convencional e a CBCT na determinação do tamanho das lesões periapicais e não verificaram diferenças entre as duas técnicas, quando as mensurações são realizadas a partir de métodos adequadamente calibrados e padronizados.

Outro importante fator que pode ter contribuído para os resultados encontrados é que foram selecionadas as fatias centrais de maior diâmetro nas CBCTs para a mensuração das áreas. Estudos que avaliem o reparo periapical volumétrico (tridimensional) após cirurgia parendodôntica são necessários para se verificar se a comparação por mensurações de área, radiográfica e tomográfica, apresentam resultados confiáveis em relação às CBCTs.

Reparo ósseo periapical progressivo e constante foi observado entre os períodos de avaliação, independente do método utilizado. Embora a progressão do reparo fosse esperada, rarefação óssea periapical remanescente foi verificada após 8 meses de preservação, tornando necessário períodos maiores de acompanhamento. Molven et al. (34) relatam que lesões periapicais podem também ser reparadas com tecido fibroso além do tecido ósseo mineralizado após procedimentos cirúrgicos. Uma média aproximada de 77 % de reparo periapical foi observada após 8 meses de avaliação, independentemente do método utilizado, comprovando que o método radiográfico pode proporcionar adequada avaliação de reparo em áreas cirúrgicas.

Considerando-se que a Associação Americana de Endodontia e a Academia Americana de Radiologia Oral e Maxilofacial (35) recomendam o uso da CBCT quando os métodos radiográficos convencionais de baixa dose de radiação são limitados, o exame radiográfico mostra-se suficiente para avaliação de reparo após cirurgia parendodôntica nos casos com evolução satisfatória.

Conclusões

Com base na metodologia utilizada observa-se a detecção de reparo ósseo progressivo nos períodos de análise, com diminuição das áreas radiolúcidas após 8 meses de aproximadamente 77 % em relação ao período inicial. A CBCT proporcionou resultados semelhantes aos métodos radiográficos na detecção da área de reparo ósseo após cirurgia parodontológica.

Referências

- 1- Lindeboom JA, Frenken JW, Kroon FH, van den Akker HP. A comparative prospective randomized clinical study of MTA and IRM as root-end filling materials in single-rooted teeth in endodontic surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005;100:495-500.
- 2- Schwartz-Arad D, Yarom N, Lustig JP, Kaffe I. A retrospective radiographic study of root-end surgery with amalgam and intermediate restorative material. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;96:472-7.
- 3- Tawil PZ, Trope M, Curran AE, Caplan DJ, Kirakozova A, Duggan DJ, Teixeira FB. Periapical microsurgery: an in vivo evaluation of endodontic root-end filling materials. *J Endod*. 2009;35(3):357-62.
- 4- Velvart P, Hecker H, Tillinger G. Detection of the apical lesion and mandibular canal in conventional radiography and computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2001; 92:682- 8.
- 5- Bender IB. Factors influencing the radiographic appearance of bony lesions. *J Endod* 1997; 23:5-14.
- 6- Bender IB, Seltzer S. Roentgenographic and direct observation of experimental lesions in bone I. *J Am Dent Assoc* 1961; 62:152-60.
- 7- Bender IB, Seltzer S. Roentgenographic and direct observation of experimental lesions in bone II. *J Am Dent Assoc* 1961; 62:708-16.
- 8- Pauls V, Trott JR. A radiological study of experimentally produced lesions in bone. *Dent Pract* 1966;16: 254-8.
- 9- de Paula-Silva FW, Santamaria M Jr, Leonardo MR, Consolaro A, da Silva LA. Cone-beam computerized tomographic, radiographic, and histologic evaluation of periapical repair in dogs' post-endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;108:796-805.
- 10- Estrela C, Bueno MR, Azevedo BC, Azevedo JR, Pécora JD. A new periapical index based on cone beam computed tomography. *J Endod* 2008;34:1325-31.

- 11- Lofthag-Hansen S, Huumonen S, Grondahl K, Grondahl HG. Limited cone-beam CT and intraoral radiography for the diagnosis of periapical pathology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103:114-9.
- 12- Tanomaru-Filho M, Jorge EG, Duarte MA, Goncalves M, Guerreiro- Tanomaru JM. Comparative radiographic and histological analyses of periapical lesion development. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;107:442-7.
- 13- Corpas L dos S, Jacobs R, Quirynen M, Huang Y, Naert I, Duyck J. Peri-implant bone tissue assessment by comparing the outcome of intra-oral radiograph and cone beam computed tomography analyses to the histological standard. *Clin Oral Implants Res* 2011;22:492-9.
- 14- Fienitz T, Schwarz F, Ritter L, Dreiseidler T, Becker J, Rothamel D. Accuracy of cone beam computed tomography in assessing peri-implant bone defect regeneration: a histologically controlled study in dogs. *Clin Oral Implants Res* 2012;23:882-7.
- 15- Abella F, Patel S, Duran-Sindreu F, Mercadé M, Bueno R, Roig M. Evaluating the periapical status of teeth with irreversible pulpitis by using cone-beam computed tomography scanning and periapical radiographs. *J Endod* 2012;38:1588-91.
- 16- Bornstein MM, Wasmer J, Sendi P, Janner SF, Buser D, von Arx T. Characteristics and dimensions of the Schneiderian membrane and apical bone in maxillary molars referred for apical surgery: a comparative radiographic analysis using limited cone beam computed tomography. *J Endod* 2012;38:51-7.
- 17- Carvalho FB, Gonçalves PS, Lima RK, Guerreiro-Tanomaru JM, Rasquin LC, Tanomaru-Filho M. Use of cone-beam tomography and digital subtraction radiography for diagnosis and evaluation of traumatized teeth treated with endodontic surgery and MTA. A case report. *Dent Traumatol* 2011; 23.
- 18- Christiansen R, Kirkevang LL, Gotfredsen E, Wenzel A. Periapical radiography and cone beam computed tomography for assessment of the periapical bone defect 1 week and 12 months after root-end resection. *Dentomaxillofac Radiol* 2009;38:531-6.
- 19- Fayad MI, Ashkenaz PJ, Johnson BR. Different representations of vertical root fractures detected by cone-beam volumetric tomography: a case series report. *J Endod* 2012;38:1435-42.

- 20- Shemesh H, Cristescu RC, Wesselink PR, Wu MK. The use of cone-beam computed tomography and digital periapical radiographs to diagnose root perforations. *J Endod* 2011;37:513-6.
- 21- Suebnukarn S, Rhienmora P, Haddawy P. The use of cone-beam computed tomography and virtual reality simulation for pre-surgical practice in endodontic microsurgery. *Int Endod J* 2012;45:627-32.
- 22- Carvalho FB, Gonçalves M, Tanomaru-Filho M. Evaluation of chronic periapical lesions by digital subtraction radiography by using Adobe Photoshop CS: a technical report. *J Endod* 2007;33:493-7.
- 23- Souza EM, Bretas RT, Cenci MS, Maia-Filho EM, Bonetti-Filho I. Periapical radiographs overestimate root canal wall thickness during post space preparation. *Int Endod J* 2008;41:658-63.
- 24- Ozen T, Kamburoğlu K, Cebeci AR, Yüksel SP, Paksoy CS. Interpretation of chemically created periapical lesions using 2 different dental cone-beam computerized tomography units, an intraoral digital sensor, and conventional film. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;107:426-32.
- 25- Balasundaram A, Shah P, Hoen MM, Wheeler MA, Bringas JS, Gartner A, Geist JR. Comparison of cone-beam computed tomography and periapical radiography in predicting treatment decision for periapical lesions: a clinical study. *Int J Dent* 2012;2012:920815.
- 26- Jorge EG, Tanomaru-Filho M, Gonçalves M, Tanomaru JMG. Detection of periapical lesion development by conventional radiography or computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;106:e56-61.
- 27- Ngan DC, Kharbanda OP, Geenty JP, Darendeliler MA. Comparison of radiation levels from computed tomography and conventional dental radiographs. *Aust Orthod J* 2003;19:67-75.
- 28- Petersson A, Axelsson S, Davidson T, Frisk F, Hakeberg M, Kvist T, Norlund A, Mejäre I, Portenier I, Sandberg H, Tranaeus S, Bergenholtz G. Radiological diagnosis of periapical bone tissue lesions in endodontics: a systematic review. *Int Endod J* 2012;45:783-801.
- 29- Pitt Ford TR. Radiographic detection of periapical lesions in dogs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1984;57:662-7.

- 30- Scarfe WC, Farmman AG, Sukovic P. Advantages of Cone Beam CT. *J Can Dent Assoc* 2006;72:75-80.
- 31- Peretz B, Kaffe I, Amir E. Digital images obtained with a digital camera are not associated with a loss of critical information--a preliminary study. *Br Dent J* 2009;14:268-9.
- 32- Zapata RO, Bramante CM, Duarte MH, Ramos Fernandes LM, Camargo EJ, de Moraes IG et al. The influence of cone-beam computed tomography and periapical radiographic evaluation on the assessment of periapical bone destruction in dog's teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011;112:272-9.
- 33- Stavropoulos A, Wenzel A. Accuracy of cone beam dental CT, intraoral digital and conventional film radiography for the detection of periapical lesions. An ex vivo study in pig jaws. *Clin Oral Investig* 2007;11:101-6.
- 34- Molven O, Halse A, Grung B. Incomplete healing (scar tissue) after periapical surgery--radiographic findings 8 to 12 years after treatment. *J Endod* 1996;22:264-8.
- 35- AAE & AAOMR (2011) Use of cone-beam computed tomography in endodontics Joint Position Statement of the American Association of Endodontists and the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011;111:234-7.

Figuras e legendas

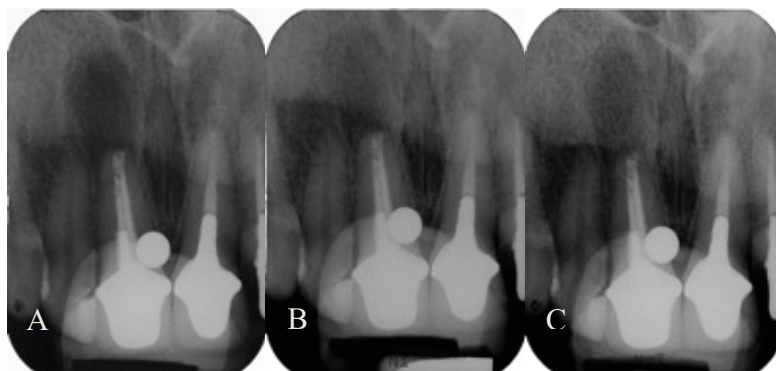


Figura 1. Imagens radiográficas convencionais após (A) 48 h, (B) 4 meses e (C) 8 meses da cirurgia parentodôntica.

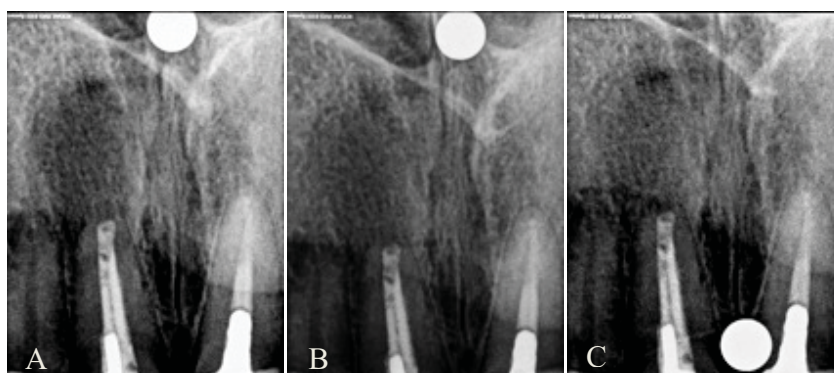


Figura 2. Imagens radiográficas digitais após (A) 48 h, (B) 4 meses e (C) 8 meses da cirurgia parentodôntica.



Figura 3. Imagens tomográficas *Cone Beam* após (A) 48 h, (B) 4 meses e (C) 8 meses da cirurgia parentodôntica.



Capítulo 2

Análise volumétrica e planimétrica em radiografias periapicais e tomografias computadorizadas em feixe cônico do reparo ósseo periapical após cirurgia parestodôntica

Volumetric and percentage evaluation of the periapical repair in periapical radiographs and *Cone Beam* computed tomography after endodontic surgery

Este artigo está de acordo com as normas do periódico *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology* (ISSN 1079-2104).

Análise volumétrica e planimétrica em radiografias periapicais e tomografias computadorizadas em feixe cônico do reparo ósseo periapical após cirurgia parendodôntica

Resumo

Objetivo: Avaliar o reparo periapical após cirurgia parendodôntica, por meio de radiografias periapicais convencionais e digitais e tomografia computadorizada *Cone Beam* (CBCT). *Material e Métodos:* Foram selecionados dentes 11 pacientes com indicação de tratamento cirúrgico. Radiografias periapicais e CBCTs foram realizadas antes da cirurgia e após os períodos de 48 h, 4 e 8 meses. Os valores de área (mm^2) das lesões calculados nos cortes tomográficos no plano méso-distal de maior diâmetro e nas imagens radiográficas foram utilizados para comparação do percentual de reparo com valores volumétricos calculados nas CBCTs. Os dados foram submetidos às análises de variância de medidas repetidas e testes T ($\alpha=0,05$). *Resultados:* O período inicial apresentou volume ($192,54 \text{ mm}^3$) superior aos períodos de 4 ($79,79 \text{ mm}^3$) e 8 ($47,51 \text{ mm}^3$) meses, que diferiram entre si ($P=0,005$). Não houve diferença entre os métodos de análise tomográficos, por volume ou área, e radiográficos nos 4 meses iniciais ($P>0,161$) e após 8 meses ($P>0,284$). O percentual de reparo nas radiografias foi semelhante ($P>0,136$) ao calculado por área nas CBCTs e superior ($P<0,024$) ao calculado por volume nas CBCTs. A análise volumétrica demonstrou maior reparo no período até 4 meses ($P=0,020$). Não houve diferença ($P=0,666$) nos valores obtidos por área nas CBCTs, do início aos 4 meses e nos 4 meses finais. Valores máximos de aproximadamente 73 % foram obtidos aos 8 meses. *Conclusões:* Os valores de reparo ósseo por volume diferiram entre si, regressivamente com os períodos de análise. Foi observada diferença no percentual de reparo no período final de avaliação, quando menores valores foram obtidos pela análise volumétrica.

Palavras-chave: reparo ósseo, radiografia, tomografia, diagnóstico, endodontia.

Volumetric and percentage evaluation of the periapical repair in periapical radiographs and *Cone Beam* computed tomography after endodontic surgery

Abstract

Objective: To evaluate the periapical repair over different periods of time by conventional and digital radiography, and *Cone Beam* computed tomography (CBCT) after endodontic surgery. *Material and Methods:* Eleven teeth with indication of root-end filling surgery were selected. Periapical radiographs and CBCTs were performed prior to the surgeries and after 48 h (baseline), 4 and 8 months. The area (mm²) of the lesions, measured from each CBCT slice in a parallel orientation to the sagittal axis of the lesion, and from the radiographs, was compared to the % of bone repair analyzed by volume in the CBCTs. The data were submitted to repeat-measures analyses of variance, followed by T-tests ($\alpha=0.05$). *Results:* The baseline produced higher volume (192.54 mm³) than the 4 (79.79 mm³) and 8 (47.51 mm³) month's periods, which differ between them ($P=0.005$). No significant differences were found on the % of repair (calculated by volume or area) in the first 4 ($P>0.161$), and after 8 months ($P>0.284$). The % of repair observed in the radiographs was similar ($P>0.136$) to that of the CBCTs calculated by area, and higher ($P<0.024$) than that of the CBCTs calculated by volume. The volumetric analysis showed higher % of repair when the first and last 4 months were compared ($P=0.020$). No differences ($P=0.666$) were found on the % of repair calculated by area in the CBCTs between the first and last 4 months. Maximum repair of approximately 73 % was obtained after 8 months. *Conclusions:* The volumes of periapical repair differ over the time. The % of repair varied in the last 4 months of evaluation, when lower values were obtained by volume calculation.

Keywords: bone repair, radiography, computed tomography, diagnosis, endodontics.

Introdução

O reparo após cirurgia parodontológica tem sido avaliado pelo meio radiográfico¹⁻³. Tawil et al.³, em 2009 avaliaram o reparo após cirurgias parodontológicas realizadas em cães demonstrando maior reparação radiográfica em relação ao reparo histológico. Lindeboom et al.¹, em 2005, compararam o reparo radiográfico uma semana, 3 meses e 1 ano após a realização de cirurgias parodontológicas, observando 92 % de reparo periapical completo após os 12 meses. Schwartz-Arad et al.², em 2003, avaliando o reparo após cirurgias parodontológicas por meio de radiografias realizadas nos períodos de 6 a 45 meses observaram reparo completo em 44,3 % do casos, reparo incompleto em 21,3 % e insatisfatório em 34,4% dos casos clínicos.

Apesar da avaliação radiográfica ser a mais utilizada para avaliação do reparo periapical^{4,5}, a imagem bidimensional limita informações quanto ao tamanho, extensão e localização da lesão periapical⁶. Radiografias periapicais proporcionam informações limitadas no plano vestibulo-lingual⁷, uma vez que a sobreposição óssea dificulta a observação de áreas radiolúcidas periapicais⁸.

Considerando as limitações apresentadas pela radiografia periapical, a tomografia computadorizada por feixe cônico (*Cone Beam* - CBCT) tem sido amplamente indicada no diagnóstico, planejamento cirúrgico e preservação dos implantes odontológicos osseointegráveis^{9,10}. Na endodontia, esse recurso tem sido utilizado para avaliação de lesões periapicais visando o planejamento cirúrgico, reparo após tratamento endodôntico ou cirúrgico, diagnóstico de reabsorções internas e externas, perfurações e fraturas radiculares¹¹⁻¹⁹. Lofthag-Hansen et al.²⁰, em 2007, observaram lesões periapicais em 42 dentes pela análise tomográfica, sendo somente 32 casos observados pela análise radiográfica. De Paula-Silva et al.¹⁵, em 2009, avaliaram o reparo de lesões periapicais de dentes tratados endodonticamente em uma ou duas sessões, e verificaram 79 % de reparo por meio da avaliação radiográfica e apenas 35 % na avaliação tomográfica. Além disso, tem sido demonstrado^{21,22} que a CBCT apresenta precisão na mensuração volumétrica de defeitos

ósseos periapicais, em função da análise tridimensional da lesão. Ainda, Ahlowalia et al.²¹ e Ivekovic et al.²², em 2012, comprovaram que a CBCT é similar ao micro-CT na mensuração do volume de defeitos ósseas simulados.

Devido à ausência de estudos que avaliem o reparo tridimensional de lesões periapicais após cirurgia parentodôntica por meio de tomografia por feixe cônico, o objetivo desse estudo foi avaliar, em diferentes períodos de acompanhamento, o reparo periapical de dentes após cirurgia parentodôntica, por meio da comparação volumétrica em imagens obtidas por CBCT. Além disso, foi analisado o índice porcentual de reparo ósseo, a partir de comparações entre área e volume realizadas em radiografias, convencionais e digitais, e CBCTs, respectivamente.

Material e métodos

Após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição (Anexo), onze pacientes das Clínicas da Faculdade de Odontologia de Araraquara (FOAr – UNESP), de ambos os sexos, com idade acima de dezoito anos foram selecionados para o estudo. Os dentes selecionados foram os anteriores superiores unirradiculados, com rarefação óssea periapical radiográfica e indicação de tratamento cirúrgico parentodôntico.

Previamente à realização da cirurgia parentodôntica foram realizadas radiografias periapicais convencional e digital, além de CBCTs da região de interesse. Para as radiografias periapicais foi utilizada a técnica para padronização descrita por Carvalho et al.⁴. Essa técnica consiste na utilização de um posicionador (Figura A1 do Apêndice) para filmes radiográficos, modelo Rinn XCP (Rinn Corp, Elgin, Illinois), estabilizado com silicone (Figura A2 do Apêndice) polimerizado por reação de adição (Elite HD, Zhermack, Badia Polesine, Rovigo, Itália), colocado sobre as superfícies incisais dos dentes a serem radiografados. Este procedimento padroniza a posição dentária e incidência do feixe radiográfico durante a radiografia. Após cada tomada radiográfica, o molde foi lavado e imerso em solução de hipoclorito de sódio 1,0 % durante 10 minutos para desinfecção. Em seguida, o molde foi armazenado, sob refrigeração, para posterior utilização nos períodos subsequentes de avaliação.

As radiografias periapicais convencionais foram realizadas com filmes radiográficos Insight (Eastman Kodak Company – Rochester, Nova Iorque, EUA), sensibilidade F. Foi

utilizado o aparelho GE 1000 (General Electric, Milwaukee, Wisconsin, EUA) ajustado em 90 kV, 10 mA, distância foco-filme fixa de 40 cm fornecida pelo posicionador e 12 impulsos (equivalente ao tempo de exposição de 0,2 segundos). Após a tomada radiográfica, o filme periapical foi processado automaticamente na processadora Dent-X 9000 (Dent-X – Film Processor, Dent-X Co., Elmsford, Nova Iorque, EUA – Figura A3 do Apêndice), em câmara escura, com o tempo total de 5 minutos.

No momento da tomada de cada radiografia foi utilizada esfera metálica (Figuras A4 a A6 do Apêndice) de diâmetro conhecido (3,97 mm), posicionada no material de moldagem, próximo à região periapical avaliada. Assim foi possível o ajuste da dimensão real radiográfica da área da lesão periapical, uma vez que a radiografia periapical pode proporcionar aumento dimensional nas imagens de até 25 %²³.

As radiografias periapicais digitais foram obtidas com posicionador radiográfico específico, ajustado ao sensor do sistema digital pelo mesmo método de padronização descrito anteriormente. Para a captura das imagens foi utilizado o sistema CCD Kodak RVG6000 (Eastman Kodak Company, Rochester, EUA), com sensor de tamanho 3,0 x 4,0 cm, conectado por fio de fibra ótica a um notebook (Figuras A7 a A10 do Apêndice). Os fatores de exposição radiográfica utilizados foram os mesmos descritos para o método convencional, exceto para o tempo de incidência dos raios X, padronizado com 5 impulsos.

Para a obtenção das imagens tomográficas foi utilizado o aparelho i-Cat (Imaging Sciences-Kavo, Hatfield, Pensilvânia, EUA – Figura A11 do Apêndice). Para cada caso, o dente associado à rarefação óssea periapical foi disposto nos três planos de observação (axial, sagital e coronal) durante a realização da CBCTs. Imagens sequenciais com 0,25 mm de espessura foram obtidas no plano axial, com resolução espacial calibrada em 512 x 512 pixels e 12 bits por pixel. As imagens obtidas no eixo axial foram transportadas para os outros dois eixos por meio de reconstrução multi-planar disponível como ferramenta de trabalho do software (i-Cat Vision, Imaging Sciences International, Hatfield, PA, EUA), possibilitando visão tridimensional dos dentes e lesões periapicais. As imagens foram adquiridas em volume e, em seguida, cortes transversais das regiões dos dentes analisados foram montados. Essas imagens foram salvas em extensão DICOM, para posterior avaliação (Figura 1) em programa específico do tomógrafo (OnDemand 3D 1.0.7.0295, Cybermed, Seoul, Coreia do Sul), por 3 avaliadores independentes calibrados.

Após os procedimentos radiográficos e tomográficos iniciais, as cirurgias parodontodônticas foram realizadas de acordo com o plano de tratamento para cada paciente. Para isso, foi realizada anestesia local com mepivacaína 2,0 % com epinefrina 1:100.000 (Mepiadre - DFL Indústria e Comércio S.A., Rio de Janeiro, Brasil) e o acesso cirúrgico realizado segundo o planejamento do traçado incisivo, seguido de divulsão para exposição da tábua óssea vestibular. A ostectomia foi efetuada com cinzéis e broca esférica cirúrgica em peça reta em baixa rotação, sob irrigação manual de soro fisiológico. A loja cirúrgica foi considerada adequada quando possibilitava o acesso para curetagem do tecido patológico. Em seguida, foi realizada apicectomia, a 3,0 mm da porção apical radicular, em direção perpendicular ao longo eixo dentário, por meio da fresa Zekrya (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Suíça) em alta rotação. Os retropreparos foram confeccionados com 3,0 mm de profundidade, utilizando pontas ultrassônicas diamantadas 6.1107-6 (CVD-Vale, São José dos Campos, São Paulo, Brasil) com o adaptador UA-4 (CVD-Vale, São José dos Campos, São Paulo, Brasil) acopladas ao aparelho de ultra-som Piezon miniMaster (EMS, LeSentier, Suíça) na potência de 50 %. Durante as apicectomias e retropreparos foi realizada irrigação abundante com solução salina. As obturações retrógradas foram realizadas com MTA (Angelus Indústria de Produtos Odontológicos S/A, Londrina, Paraná, Brasil). Após o período de 7 dias, os pacientes foram agendados para avaliação pós-operatória e remoção da sutura.

Finalizado o tratamento cirúrgico da lesão periapical, cada paciente foi agendado para a realização de tomografia computadorizada e tomadas radiográficas periapicais, convencional e digital, após os períodos de 48 h, 4 e 8 meses. Em cada retorno para avaliação do paciente, o molde de silicone previamente confeccionado sobre o posicionador foi utilizado durante as tomadas radiográficas.

Método de Análise Radiográfica

As radiografias convencionais foram digitalizadas, com distância focal padronizada e resolução de 300 dpi, por meio de câmera digital reflex Nikon D7000 (Nikon Inc., Tóquio, Japão), acoplada à lente micro 105 mm Nikon com estabilização de imagem VR II. As imagens foram arquivadas em formato RAW, sem a utilização de compressão, e importadas para o programa Adobe Photoshop CS6 (Adobe Systems Inc., San Jose, Califórnia, EUA) para conversão em escala de cinza e padronização do histograma de exposição. O software ImageJ

(NIH, Bethesda, MD, EUA) foi utilizado para delimitar o contorno das lesões periapicais no monitor de um computador. Para isso, após as imagens serem importadas para o programa ImageJ, foi realizada a calibração utilizando uma escala de valor conhecido em milímetros (diâmetro da esfera metálica = 3,97 mm). As áreas das lesões foram delimitadas com o cursor do mouse e os valores, obtidos em pixels, convertidos automaticamente em milímetros quadrados (mm^2). Essas mensurações foram realizadas por 3 avaliadores calibrados. Os valores de áreas obtidos em todas as fases de avaliação foram comparados com os valores obtidos nas tomografias computadorizadas.

Método de Análise Tomográfica

A análise das imagens fornecidas pela CBCT foi realizada de maneira direta e simples na tela do monitor de um computador por meio do programa ImageJ (NIH, Bethesda, MD, EUA). Foram realizadas as mensurações das áreas de rarefações ósseas presentes nas regiões periapicais dos dentes selecionados, fornecendo valores (mm^2) dos cortes tomográficos paralelos ao plano sagital de toda extensão da lesão periapical (Figura 2). Em seguida, o volume (mm^3) da lesão foi calculado seguindo o princípio de Cavalieri. Para isso, o volume de cada fatia foi calculado multiplicando a área de cada corte pela distância de 0,5 mm entre os cortes tomográficos utilizados para a avaliação. Com a soma do volume de todas as fatias, foi obtido o volume total da lesão periapical. Esses valores foram registrados para comparações entre os exames nos períodos de preservação propostos.

A mensuração das rarefações ósseas presentes nas regiões periapicais dos dentes selecionados foi realizada, fornecendo valores de áreas (mm^2) dos cortes tomográficos paralelos ao plano méso-distal de maior diâmetro. Foram selecionadas as duas fatias centrais no maior diâmetro da lesão, com espessura de 0,25 mm cada uma, e a área mensurada a partir da sobreposição dessas duas fatias, totalizando 0,5 mm de espessura. Esses valores de área foram utilizados para comparação percentual de reparo ósseo com os valores percentuais obtidos a partir das mensurações de volume. Para isso, os valores de volume (mm^3) e área (mm^2), mensurados nos diferentes períodos de avaliação, foram convertidos em valores de porcentagem (%), o que permitiu a comparação da progressão do reparo ósseo, por meio da mesma unidade de cálculo, entre os métodos volumétrico e por área.

Forma de análise dos resultados

As análises estatísticas foram realizadas no programa IBM SPSS Statistics versão 20 (IBM Corporation, Armonk, NY, EUA). Os dados de volume (mm^3) e porcentagem (%) de reparo ósseo, obtida por volume e por área, nos períodos inicial, 4 e 8 meses foram tabulados (Tabelas A4, A5, A6, A7 e A8 do Apêndice, respectivamente) e submetidos às Análises de Variância de medidas repetidas a um (1-way ANOVA) e dois (2-way ANOVA) critérios, respectivamente, com nível de significância de 5,0 %. Assim, foi possível detectar a influência dos fatores *Período* e *Método de Avaliação* (percentual obtido por volume e área) sobre o reparo ósseo após a cirurgia parendodôntica. Dessa forma, foi possível analisar a capacidade da CBCT em detectar o volume da área de rarefação óssea e a comparação percentual entre o método volumétrico da CBCT e o método simples de mensuração por área, realizado nas imagens radiográficas e nas CBCTs.

Resultados

A Análise de Variância de medidas repetidas (1-way ANOVA) demonstrou efeito significativo ($P=0,016$) para o fator *Período de Avaliação* sobre os valores de volume. Os dados de porcentagem de reparo ósseo, submetidos à Análise de Variância de medidas repetidas (2-way ANOVA), apresentaram efeito significativo para a interação *Período X Método de Avaliação* ($P=0,00013$) sobre os valores calculados a partir das mensurações volumétricas, realizadas nas CBCTs, e área, realizadas nas radiografias e CBCTs.

Com base nos resultados da Análise de Variância a um critério, empregou-se o teste T, em nível de 5,0% de significância, para avaliar o efeito do *Período de Avaliação* sobre as médias de volume (Tabela 1) calculado nas CBCTs. Os coeficientes de correlação produzidos por essa análise são expressos na Tabela 2.

A análise de variância a dois critérios, seguida do teste T, em nível de 5,0 % de significância, permitiu comparar aos pares a porcentagem de reparo ósseo nos diferentes períodos de avaliação e pelas diferentes formas de cálculo, volumétrica ou por área (Tabela 3).

A partir da interpretação da Tabela 1 pode-se verificar que os valores médios de volume diferiram entre si, regressivamente com a evolução no período de análise. O período

inicial (48 h) produziu valores superiores aos períodos de 4 ($P=0,005$) e oito ($P=0,004$) meses. Entre 4 e 8 meses também foi verificada diferença estatisticamente significativa ($P=0,005$).

A Tabela 2 apresenta valores moderados de coeficiente de correlação intergrupos quando os períodos inicial e 8 meses são comparados ($P=0,046$). Uma significativa e elevada correlação foi verificada entre os períodos Inicial e 4 meses ($P=0,002$) e entre 4 e 8 meses ($P=0,001$). Com base nesses resultados, uma estimativa de resultados pode ser estabelecida entre os períodos de avaliação, que possibilitaram reparo ósseo uniforme e constante.

Na Tabela 3 verifica-se que não houve diferença entre os métodos de análise tomográficos, por volume ou área, e radiográficos, por área, nos 4 meses iniciais (Inicial - 4 meses; $P>0,161$) e após 8 meses (Inicial - 8 meses; $P>0,284$). Nos últimos 4 meses de (4 - 8 meses), diferenças significantes foram observadas entre os métodos de cálculo. Os percentuais de reparo observados nas radiografias e aquele calculado a partir das áreas mensuradas nas CBCTs foram semelhantes entre si ($P>0,136$). O percentual de reparo calculado a partir do volume nas CBCTs foi inferior aos resultados obtidos nas radiografias convencionais ($P=0,024$) e digitais ($P=0,010$). Não houve diferença ($P=0,361$) entre os resultados observados nas CBCTs, seja por área ou volume.

Houve maior reparo nos primeiros 4 meses pós-tratamento (Inicial - 4 meses) em comparação aos 4 meses finais de avaliação (4 - 8 meses), quando os valores de porcentagem de reparo nas CBCTs foram obtidos pela análise volumétrica ($P=0,020$). Não houve diferença ($P=0,666$) nos valores observados nas CBCTs do início aos 4 meses e nos 4 meses finais de avaliação nos valores calculados a partir da área da rarefação óssea periapical. Para as avaliações radiográficas, convencionais e digitais, os resultados de reparo observados nos 4 meses finais foram estatisticamente superiores ($P=0,009$ e $0,003$, respectivamente) aqueles observados nos 4 meses iniciais de avaliação. Apesar do progressivo reparo observado, valores máximos de aproximadamente 73 % foram obtidos após os 8 meses de avaliação.

Discussão

A avaliação radiográfica de áreas de lesão periapical após tratamento cirúrgico demonstra limitações na determinação real do reparo ósseo^{1-3,13}. Vários fatores podem influenciar a avaliação da imagem radiográfica de lesões ósseas, como variação da espessura da cortical óssea, plano de incidência dos feixes de raios X, composição dos tecidos mineralizados, localização da lesão e processamento radiográfico^{25,26}. De acordo com Tawil et al.³, em 2009, casos com reparo radiográfico completo podem estar em processo de reparação ou mesmo apresentar insucesso na avaliação histológica. Dessa forma, a avaliação por meio de tomografia pode ser indicada¹²⁻¹⁴ para avaliação do reparo após tratamento cirúrgico, visando superar limitações dos métodos radiográficos.

Diversos estudos^{6,11,15,19,26,27} têm comparado a eficiência da avaliação radiográfica e tomográfica na detecção de lesões periapicais. A aplicação da CBCT na odontologia tem sido indicada, com menor dose de exposição aos raios X quando comparado aos tomógrafos médicos²⁸. Embora a maioria dos benefícios da CBCT na endodontia tenham sido demonstrados^{6,11-14,16-19}, seu real benefício no acompanhamento do reparo periapical após cirurgias pararendodônticas não foi estudado. A comparação do reparo ósseo após cirurgia pararendodôntica, utilizando os métodos radiográfico e tomográfico, pode determinar o uso adequado da CBCT para este fim e contribuir para a interpretação correta da avaliação radiográfica periapical.

As radiografias periapicais convencionais foram digitalizadas para mensuração das áreas de rarefação óssea^{5,30}, conforme utilizado por Peretz et al.³⁰. Essas radiografias, juntamente com as imagens radiográficas digitais, foram comparadas às imagens tomográficas, obtidas a partir de cortes com 0,25 mm de espessura, segundo Zapata et al.³¹.

Os resultados do presente estudo permitiram verificar reparo ósseo periapical entre os períodos de avaliação, independente do método utilizado. Uma média aproximada de 73 % de reparo periapical foi observada 8 meses de acompanhamento, sugerindo a necessidade de períodos maiores de acompanhamento em casos pós cirúrgicos. De acordo com Molven et al.³², as lesões periapicais podem também ser reparadas com tecido fibroso, além do tecido ósseo mineralizado.

A avaliação da porcentagem de reparo do método tomográfico, por volume e por área, e do método radiográfico, convencional e digital, não demonstra diferença entre os métodos nos períodos iniciais e após 8 meses. No entanto, quando a porcentagem de reparo no período final de avaliação foi avaliada, o percentual de reparo calculado pelo volume foi inferior ao obtido nas radiografias. O percentual de reparo calculado a partir da área nos três métodos de avaliação foi semelhante. De acordo com Petersson et al.³³, técnicas radiográficas periapicais, convencionais e digitais, têm limitada capacidade de detectar pequenas lesões ósseas, mas elevada capacidade para identificar e avaliar condições periapicais normais ou em estágio avançado de alteração, sendo a CBCT mais sensível para a detecção dessas pequenas alterações. Dessa forma, nos estágios iniciais de reparo, a técnica radiográfica apresentou capacidade semelhante à tomográfica. Nos estágios mais avançados de reparo, a técnica tomográfica volumétrica, por meio da observação tridimensional, proporcionou análise de toda a área periapical em processo de reparo, mostrando menor reparo ósseo em relação às radiografias.

A precisão de mensurações volumétricas de lesões periapicais utilizando CBCT tem sido demonstrada. Ahlowalia et al.²¹ demonstraram que as mensurações volumétricas por meio da CBCT proporcionam resultados semelhantes a μ CT, comumente utilizada em protocolos experimentais *ex vivo*. Os autores concluem que a CBCT é o meio mais indicado para análises clínicas *in vivo* visando a mensuração de volume de lesões intra-ósseas. Ainda, seus resultados sugerem uma extrapolação dos resultados na detecção da redução de lesões durante o período de acompanhamento, possibilitando estimativas mais confiáveis do tempo necessário para o reparo apical. Grimard et al.³⁴, em 2009, observando mensurações realizadas em áreas de enxerto ósseo concluíram que a tomografia volumétrica por feixe cônico permite visualização das porções mais críticas dos defeitos ósseos, eliminando a sobreposição das corticais ósseas vestibular e lingual. Assim, os resultados encontrados no presente estudo provavelmente estão associados à presença de cortical óssea reparada no período mais avançado de acompanhamento, o que contribuiu para resultados superestimados de reparo ósseo na análise radiográfica.

Bender, Seltzer^{35,36} verificaram que as lesões periapicais somente são detectadas radiograficamente quando a reabsorção do osso alveolar envolve a cortical óssea,

demonstrando em mandíbulas de humanos que as lesões não são detectadas quando presentes apenas em osso medular. Da mesma forma, Pauls, Trott³⁷ observaram que defeitos ósseos somente são detectados em radiografias intra-orais rotineiras se houver a reabsorção da cortical óssea. Na análise bidimensional por área nas CBCTs, ao se selecionar as fatias centrais de maior diâmetro para as mensurações por área, as informações tridimensionais proporcionadas pela avaliação dos demais cortes são descartadas; o que pode estar diretamente relacionado com as diferenças observadas entre os métodos.

Os resultados do presente estudo demonstram que o método volumétrico é eficaz para o acompanhamento de reparo ósseo após cirurgia parendodôntica. O percentual de reparo foi diferente para os métodos no período final de avaliação, quando menores valores foram obtidos pela análise volumétrica por CBCT. Considerando-se que a Associação Americana de Endodontia e a Academia Americana de Radiologia Oral e Maxilofacial³⁸ recomendam o uso da CBCT quando os métodos radiográficos convencionais de baixa dose de radiação são limitados, o exame radiográfico mostra ser suficiente para avaliação de reparo após cirurgia parendodôntica nos casos com evolução satisfatória nos períodos iniciais. Nos estágios mais avançados de reparo, a avaliação tridimensional pela CBCT apresenta maior capacidade de determinação do reparo periapical, contribuindo para uma avaliação mais precisa em relação ao sucesso dos tratamentos. Desta forma o uso da CBCT seria sugerido apenas para casos mais complexos com evolução mais lenta da reparação ou associação a fatores que dificultem o prognóstico após cirurgia.

Referências

- 1- Lindeboom JA, Frenken JW, Kroon FH, van den Akker HP. A comparative prospective randomized clinical study of MTA and IRM as root-end filling materials in single-rooted teeth in endodontic surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005;100:495-500.
- 2- Schwartz-Arad D, Yarom N, Lustig JP, Kaffe I. A retrospective radiographic study of root-end surgery with amalgam and intermediate restorative material. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;96:472-7.
- 3- Tawil PZ, Trope M, Curran AE, Caplan DJ, Kirakozova A, Duggan DJ et al. Periapical microsurgery: an in vivo evaluation of endodontic root-end filling materials. *J Endod* 2009;35:357-62.
- 4- Carvalho FB, Gonçalves M, Tanomaru-Filho M. Evaluation of chronic periapical lesions by digital subtraction radiography by using Adobe Photoshop CS: a technical report. *J Endod* 2007;33:493-7.
- 5- Pitt Ford TR. Radiographic detection of periapical lesions in dogs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1984; 57:662-7.
- 6- Velvart P, Hecker H, Tillinger G. Detection of the apical lesion and mandibular canal in conventional radiography and computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001;92:682- 8.
- 7- Schwarz MS, Rothman SL, Rhodes ML, Chafetz N. Computed tomography: Part I. Preoperative assessment of the mandible for endosseous implant surgery. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1987;2:137-41.
- 8- Bender IB. Factors influencing the radiographic appearance of bony lesions. *J Endod* 1997;23:5-14.
- 9- Corpas L dos S, Jacobs R, Quirynen M, Huang Y, Naert I, Duyck J. Peri-implant bone tissue assessment by comparing the outcome of intra-oral radiograph and cone beam computed tomography analyses to the histological standard. *Clin Oral Implants Res* 2011;22:492-9.

- 10- Fienitz T, Schwarz F, Ritter L, Dreiseidler T, Becker J, Rothamel D. Accuracy of cone beam computed tomography in assessing peri-implant bone defect regeneration: a histologically controlled study in dogs. *Clin Oral Implants Res* 2012;23:882-7.
- 11- Abella F, Patel S, Duran-Sindreu F, Mercadé M, Bueno R, Roig M. Evaluating the periapical status of teeth with irreversible pulpitis by using cone-beam computed tomography scanning and periapical radiographs. *J Endod* 2012;38:1588-91.
- 12- Bornstein MM, Wasmer J, Sendi P, Janner SF, Buser D, von Arx T. Characteristics and dimensions of the Schneiderian membrane and apical bone in maxillary molars referred for apical surgery: a comparative radiographic analysis using limited cone beam computed tomography. *J Endod* 2012;38:51-7.
- 13- Carvalho FB, Gonçalves PS, Lima RK, Guerreiro-Tanomaru JM, Rasquin LC, Tanomaru-Filho M. Use of cone-beam tomography and digital subtraction radiography for diagnosis and evaluation of traumatized teeth treated with endodontic surgery and MTA. A case report. *Dent Traumatol* 2011; 23.
- 14- Christiansen R, Kirkevang LL, Gotfredsen E, Wenzel A. Periapical radiography and cone beam computed tomography for assessment of the periapical bone defect 1 week and 12 months after root-end resection. *Dentomaxillofac Radiol* 2009;38:531-6.
- 15- De Paula-Silva FW, Santamaria M Jr, Leonardo MR, Consolaro A, da Silva LA. Cone-beam computerized tomographic, radiographic, and histologic evaluation of periapical repair in dogs' post-endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;108:796-805.
- 16- Fayad MI, Ashkenaz PJ, Johnson BR. Different representations of vertical root fractures detected by cone-beam volumetric tomography: a case series report. *J Endod* 2012;38:1435-42.
- 17- Shemesh H, Cristescu RC, Wesselink PR, Wu MK. The use of cone-beam computed tomography and digital periapical radiographs to diagnose root perforations. *J Endod* 2011;37:513-6.
- 18- Suebnukarn S, Rhiemora P, Haddawy P. The use of cone-beam computed tomography and virtual reality simulation for pre-surgical practice in endodontic microsurgery. *Int Endod J* 2012;45:627-32.

- 19- Cotton TP, Geisler TM, Holden DT, Schwartz SA, Schindler WG. Endodontic Applications of Cone-Beam Volumetric Tomography. *J Endod* 2007;33:1121-32.
- 20- Lofthag-Hansen S, Huuonen S, Grondahl K, Grondahl HG. Limited cone-beam CT and intraoral radiography for the diagnosis of periapical pathology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103:114-9.
- 21- Ahlowalia MS, Patel S, Anwar HM, Cama G, Austin RS, Wilson R et al. Accuracy of CBCT for volumetric measurement of simulated periapical lesions. *Int Endod J* 2012, 11.
- 22- Ivekovic S, McIntyre GT, Gillgrass T, Thomson DA, Menhinick A, Mossey PA. Validation of the Volumetric Measurement of a Simulated Maxillary Alveolar Bone Defect Using Cone-Beam Computed Tomography. *Cleft Palate Craniofac J* 2012, 16.
- 23- Souza EM, Bretas RT, Cenci MS, Maia-Filho EM, Bonetti-Filho I. Periapical radiographs overestimate root canal wall thickness during post space preparation. *Int Endod J* 2008;41:658-63.
- 24- Eratalay K, Demiralp B, Akincibay H, Tözüm TF. Localized edentulous ridge augmentation with upside down osteotomy prior to implant placement. *Dent Traumatol* 2004;20:300-4.
- 25- Tanomaru-Filho M, Jorge EG, Duarte MA, Goncalves M, Guerreiro- Tanomaru JM. Comparative radiographic and histological analyses of periapical lesion development. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;107:442-7.
- 26- Jorge EG, Tanomaru-Filho M, Gonçalves M, Tanomaru JMG. Detection of periapical lesion development by conventional radiography or computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;106:e56-61.
- 27- Ozen T, Kamburoğlu K, Cebeci AR, Yüksel SP, Paksoy CS. Interpretation of chemically created periapical lesions using 2 different dental cone-beam computerized tomography units, an intraoral digital sensor, and conventional film. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;107:426-32.
- 28- Ngan DC, Kharbanda OP, Geenty JP, Darendeliler MA. Comparison of radiation levels from computed tomography and conventional dental radiographs. *Aust Orthod J* 2003;19:67-75.
- 29- Scarfe WC, Farmman AG, Sukovic P. Advantages of Cone Beam CT. *J Can Dent Assoc* 2006;72:75-80.

- 30- Peretz B, Kaffe I, Amir E. Digital images obtained with a digital camera are not associated with a loss of critical information--a preliminary study. *Br Dent J* 2009;206:268-9.
- 31- Zapata RO, Bramante CM, Duarte MH, Ramos Fernandes LM, Camargo EJ, de Moraes IG et al. The influence of cone-beam computed tomography and periapical radiographic evaluation on the assessment of periapical bone destruction in dog's teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011;112:272-9.
- 32- Molven O, Halse A, Grung B. Incomplete healing (scar tissue) after periapical surgery--radiographic findings 8 to 12 years after treatment. *J Endod* 1996;22:264-8.
- 33- Petersson A, Axelsson S, Davidson T, Frisk F, Hakeberg M, Kvist T et al. Radiological diagnosis of periapical bone tissue lesions in endodontics: a systematic review. *Int Endod J* 2012;45:783-801.
- 34- Grimard BA, Hoidal MJ, Mills MP, Mellonig JT, Nummikoski PV, Mealey BL. Comparison of clinical, periapical radiograph, and cone-beam volume tomography measurement techniques for assessing bone level changes following regenerative periodontal therapy. *J Periodontol* 2009;80:48-55.
- 35- Bender IB, Seltzer S. Roentgenographic and direct observation of experimental lesions in bone I. *J Am Dent Assoc* 1961;62:152-60.
- 36- Bender IB, Seltzer S. Roentgenographic and direct observation of experimental lesions in bone II. *J Am Dent Assoc* 1961;62:708-16.
- 37- Pauls V, Trott JR. A radiological study of experimentally produced lesions in bone. *Dent Pract* 1966; 16:254-8.
- 38- AAE & AAOMR (2011) Use of cone-beam computed tomography in endodontics Joint Position Statement of the American Association of Endodontists and the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011;111:234-7.

Tabelas

Tabela 1- Valores de média de volume (mm³), desvio-padrão (\pm) e resultados do teste T para o fator de variação isolado *Período de Avaliação*.

<i>Período de avaliação</i>		
Inicial (48 h)	4 meses	8 meses
192,54 (142,09) A	79,79 (50,25) B	47,51 (27,18) C

Letras diferentes indicam valores de média estatisticamente diferentes entre si ($P < 0,05$).

Tabela 2- Valores de correlação para as comparações pareadas entre os períodos de avaliação.

	n	Correlação	P
Inicial (48 h) X 4 meses	11	0,826	0,002
Inicial (48 h) X 8 meses	11	0,610	0,046
4 meses X 8 meses	11	0,866	0,001

Tabela 3- Médias e desvios-padrão do % de reparo ósseo mensurado por meio da análise volumétrica nas CBCTs, e por área nas radiografias e CBCTs, nos diferentes períodos de avaliação e resultados do teste T.

	Inicial (48h) - 4 meses	Inicial (48h) - 8 meses	4- 8 meses
% de reparo por volume na CBCT	53,38 ± 18,85 Ab	69,43 ± 17,65 Aa	36,83 ± 16,87 Bc
% de reparo por área na CBCT	49,56 ± 23,50 Ab	71,26 ± 19,57 Aa	44,92 ± 29,22 ABb
% de reparo por área na radiografia convencional	41,62 ± 16,37 Ac	74,81 ± 15,05 Aa	59,12 ± 18,49 Ab
% de reparo por área na radiografia digital	47,15 ± 14,23 Ac	77,02 ± 11,94 Aa	58,95 ± 13,53 Ab

Letras maiúsculas iguais, no sentido vertical, e minúsculas iguais, no sentido horizontal, indicam valores de média estatisticamente iguais entre si ($P \geq 0,05$).

Figuras e legendas

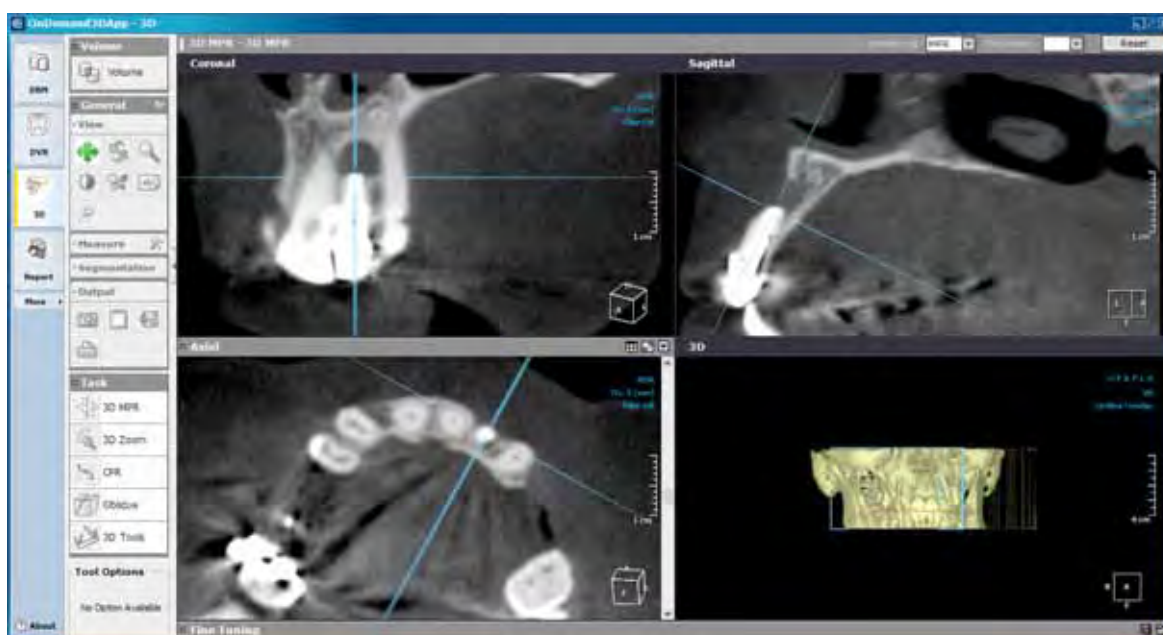


Figura 1. Padronização, no sentido longitudinal do dente, para obtenção dos cortes tomográficos paralelos ao plano sagital de toda extensão da lesão periapical, no programa OnDemand 3D.



Figura 2. Mensuração da área (mm^2) da rarefação óssea presente na região periapical dos cortes tomográficos paralelos ao plano sagital, usadas para o cálculo do volume.



Conclusões Gerais

5 Conclusões Gerais

Com base na metodologia utilizada foi possível concluir:

1- Foi observado reparo progressivo nos períodos de análise, com diminuição de aproximadamente 77 % nas áreas de rarefação óssea 8 meses após a realização das cirurgia parendodônticas;

2- A CBCT produziu resultados semelhantes aos métodos radiográficos na detecção da reparo ósseo após cirurgia parendodôntica pela mensuração da área;

3- Os valores médios de área ou volume na região da lesão periapical diferiram entre si, regressivamente com a evolução no período de análise;

4- Diferenças entre os métodos pelo cálculo do percentual de reparo somente foram detectadas no período mais avançado de avaliação do reparo ósseo periapical;

5- Nos meses finais de avaliação, a análise volumétrica em CBCT possibilitou a obtenção dos menores índices percentuais de reparo ósseo.



Referências

Referências*

- 1- Abella F, Patel S, Duran-Sindreu F, Mercadé M, Bueno R, Roig M. Evaluating the periapical status of teeth with irreversible pulpitis by using cone-beam computed tomography scanning and periapical radiographs. *J Endod.* 2012; 38(12): 1588-91.
- 2- Barthel CR, Zimmer S, Trope M. Relationship of radiologic and histologic signs of inflammation in human root-filled teeth. *J Endod.* 2004; 30(2): 75-9.
- 3- Bender IB. Factors influencing the radiographic appearance of bony lesions. *J Endod.* 1997; 23(1): 5-14.
- 4- Bender IB, Seltzer S. Roentgenographic and direct observation of experimental lesions in bone I. *J Endod.* 2003; 29(11): 702-6.
- 5- Bender IB, Seltzer S. Roentgenographic and direct observation of experimental lesions in bone II. *J Endod.* 2003; 29(11): 707-12.
- 6- Bornstein MM, Wasmer J, Sendi P, Janner SF, Buser D, von Arx T. Characteristics and dimensions of the Schneiderian membrane and apical bone in maxillary molars referred for apical surgery: a comparative radiographic analysis using limited cone beam computed tomography. *J Endod.* 2012; 38(1): 51-7.
- 7- Brown AA, Scarfe WC, Scheetz JP, Silveira AM, Farman AG. Linear accuracy of cone beam CT derived 3D images. *Angle Orthod.* 2009; 79(1): 150-7.
- 8- Carvalho FB, Gonçalves PS, Lima RK, Guerreiro-Tanomaru JM, Rasquin LC, Tanomaru-Filho M. Use of cone-beam tomography and digital subtraction radiography for diagnosis and evaluation of traumatized teeth treated with endodontic surgery and MTA. A case report. *Dent Traumatol.* 2011; doi: 10.1111/j.1600-9657.2011.01092.x. [Epub ahead of print].
- 9- Christiansen R, Kirkevang LL, Gotfredsen E, Wenzel A. Periapical radiography and cone beam computed tomography for assessment of the periapical bone defect 1 week and 12 months after root-end resection. *Dentomaxillofac Radiol.* 2009; 38(8): 531-6.

*De acordo com o manual da FOAr/UNESP, adaptadas das normas Vancouver. Disponível no site: <http://www.foar.unesp.br/#!/biblioteca/manual>

- 10- Corpas L dos S, Jacobs R, Quiryneen M, Huang Y, Naert I, Duyck J. Peri-implant bone tissue assessment by comparing the outcome of intra-oral radiograph and cone beam computed tomography analyses to the histological standard. *Clin Oral Implants Res.* 2011; 22(5): 492-9.
- 11- Cotti E, Vargiu P, Dettori C, Mallarini G. Computerized tomography in the management and follow-up of extensive periapical lesion. *Endod Dent Traumatol.* 1999; 15(4): 186-9.
- 12- De Paula-Silva FW, Hassan B, Bezerra da Silva LA, Leonardo MR, Wu MK. Outcome of root canal treatment in dogs determined by periapical radiography and cone-beam computed tomography scans. *J Endod.* 2009; 35(5): 723-6.
- 13- Eggers G, Klein J, Welzel T, Mühling J. Geometric accuracy of digital volume tomography and conventional computed tomography. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2008; 46(8): 639-44.
- 14- Eratalay K, Demiralp B, Akincibay H, Tözüm TF. Localized edentulous ridge augmentation with upside down osteotomy prior to implant placement. *Dent Traumatol.* 2004; 20(5): 300-4.
- 15- Estrela C, Bueno MR, Azevedo BC, Azevedo JR, Pécora JD. A new periapical index based on cone beam computed tomography. *J Endod.* 2008; 34(11): 1325-31.
- 16- Fayad MI, Ashkenaz PJ, Johnson BR. Different representations of vertical root fractures detected by cone-beam volumetric tomography: a case series report. *J Endod.* 2012; 38(10): 1435-42.
- 17- Fienitz T, Schwarz F, Ritter L, Dreiseidler T, Becker J, Rothamel D. Accuracy of cone beam computed tomography in assessing peri-implant bone defect regeneration: a histologically controlled study in dogs. *Clin Oral Implants Res.* 2012; 23(7): 882-7.
- 18- Horton RA, Ludlow JB, Webber RL, Gates W, Nason RH, Reboussin D. Detection of peri-implant bone changes with axial tomosynthesis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1996; 81(1): 124-9.
- 19- Jorge EG, Tanomaru-Filho M, Gonçalves M, Tanomaru JMG. Detection of periapical lesion development by conventional radiography or computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008; 106(1): e56-61.

- 20- Kawahara T, Murakami S, Noiri Y, Ehara A, Takemura N, Furukawa S, Ebisu S. Effects of cyclosporin-A-induced immunosuppression on periapical lesions in rats. *J Dent Res.* 2004; 83(9): 683-7.
- 21- Lagravère MO, Carey J, Toogood RW, Major PW. Three-dimensional accuracy of measurements made with software on cone-beam computed tomography images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008; 134(1): 112-6.
- 22- Laux M, Abbott PV, Pajarola G, Nair PN. Apical inflammatory root resorption: a correlative radiographic and histological assessment. *Int Endod J.* 2000; 33(6): 483-93.
- 23- Lindeboom JA, Frenken JW, Kroon FH, van den Akker HP. A comparative prospective randomized clinical study of MTA and IRM as root-end filling materials in single-rooted teeth in endodontic surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005; 100(4): 495-500.
- 24- Lofthag-Hansen S, Huumonen S, Grondahl K, Grondahl HG. Limited cone-beam CT and intraoral radiography for the diagnosis of periapical pathology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007; 103(1): 114-9.
- 25- Menig JJ. The DenOptix digital radiographic system. *J Clin Orthod* 1999; 33(7):407-10.
- 26- Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Tinazzi Martini P, Bergamo Andreis LA. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *Eur Radiol.* 1998; 8(9): 1558-64.
- 27- Nakagawa Y, Kobayashi K, Ishii H, Mishima A, Ishii H, Asada K, Ishibashi K. Preoperative application of limited cone beam computerized tomography as an assessment tool before minor oral surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2002; 31(3): 322-6.
- 28- Ngan DC, Kharbanda OP, Geenty JP, Darendeliler MA. Comparison of radiation levels from computed tomography and conventional dental radiographs. *Aust Orthod J.* 2003; 19(2): 67-75.
- 29- Parks ET, Williamson GF. Digital radiography: an overview. *J Contemp Dent Pract.* 2002; 3(4): 23-39.
- 30- Patel S, Dawood A, Ford TP, Whaites E. The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. *Int Endod J.* 2007; 40(10): 818-30.

- 31- Pauls V, Trott JR. A radiological study of experimentally produced lesions in bone. *Dent Pract.* 1966; 16(7): 254-8.
- 32- Pitt Ford TR. Radiographic detection of periapical lesions in dogs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1984; 57(6): 662-7.
- 33- Scarfe WC, Farmman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc.* 2006; 72(1): 75-80.
- 34- Schwarz MS, Rothman SL, Rhodes ML, Chafetz N. Computed tomography: Part I. Preoperative assessment of the mandible for endosseous implant surgery. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1987; 2(3): 137-41.
- 35- Schwartz-Arad D, Yarom N, Lustig JP, Kaffe I. A retrospective radiographic study of root-end surgery with amalgam and intermediate restorative material. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003; 96(4): 472-7.
- 36- Shemesh H, Cristescu RC, Wesselink PR, Wu MK. The use of cone-beam computed tomography and digital periapical radiographs to diagnose root perforations. *J Endod.* 2011; 37(4): 513-6.
- 37- Suebnukarn S, Rhienmora P, Haddawy P. The use of cone-beam computed tomography and virtual reality simulation for pre-surgical practice in endodontic microsurgery. *Int Endod J.* 2012; 45(7): 627-32.
- 38- Tanomaru-Filho M, Jorge EG, Duarte MA, Goncalves M, Guerreiro- Tanomaru JM. Comparative radiographic and histological analyses of periapical lesion development. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 107(3): 442-7.
- 39- Tawil PZ, Trope M, Curran AE, Caplan DJ, Kirakozova A, Duggan DJ, Teixeira FB. Periapical microsurgery: an in vivo evaluation of endodontic root-end filling materials. *J Endod.* 2009; 35(3): 357-62.
- 40- Trope M, Pettigrew J, Petras J, Barnett F, Tronstad L. Differentiation of radicular cyst and granulomas using computerized tomography. *Endod Dent Traumatol.* 1989; 5(2): 69-72.
- 41- Velvart P, Hecker H, Tillinger G. Detection of the apical lesion and mandibular canal in conventional radiography and computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001; 92(6): 682-8.

- 42- Veyre-Goulet S, Fortin T, Thierry A. Accuracy of linear measurement provided by cone beam computed tomography to assess bone quantity in the posterior maxilla: a human cadaver study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2008; 10(4): 226-30.
- 43- Von Stechow D, Balto K, Stashenko P, Muller R. Three-dimensional quantitation of periradicular bone destruction by micro-computed tomography. *J Endod*. 2003; 29(4): 252-6.
- 44- Wenzel A. Computer-aided image manipulation of intraoral radiographs to enhance diagnosis in dental practice: a review. *Int Endod J*. 1993; 43(2): 99-108.
- 45- Willians MY, Mealey BL, Hallman WW. The role of computerized tomography in dental implantology. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1992; 7(3): 373-80.
- 46- Zapata RO, Bramante CM, Duarte MH, Ramos Fernandes LM, Camargo EJ, de Moraes IG et al. The influence of cone-beam computed tomography and periapical radiographic evaluation on the assessment of periapical bone destruction in dog's teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2011; 112(2): 272-9.



Apêndice

Apêndice

Figura A1. Posicionador e filme radiográfico periapical.



Figura A2. Massas base e catalizadora do silicone polimerizado por reação de adição.



Figura A3. Processadora radiográfica automática Dent-X 9000.



Figura A4. Esfera metálica com 3,97 mm de diâmetro.

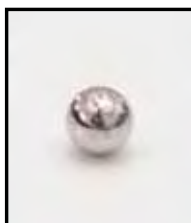


Figura A5 Tomada radiográfica periapical convencional com o registro para padronização.



Figura A6. A- Posicionador e filme radiográfico com registro em silicone e esfera metálica. B- Vista frontal da área de incidência dos Raios x sobre o conjunto.



Figura A7. Sensor do sistema digital CCD Kodak.



Figura A8. A- Posicionador do sistema digital CCD Kodak. B- Sensor acoplado ao posicionador.

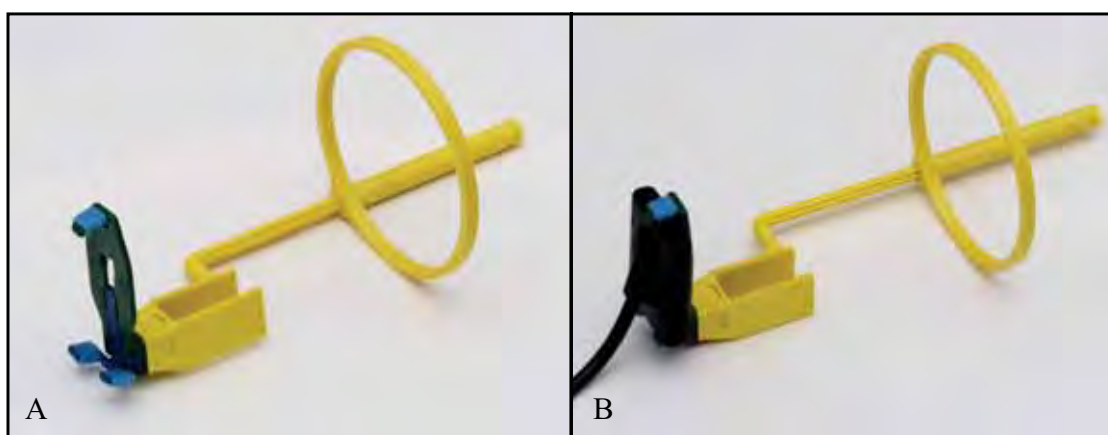


Figura A9. Tomada radiográfica periapical digital com o registro para padronização.



Figura A10. A- Posicionador e sensor digital com registro em silicone e esfera metálica. B- Vista frontal da área de incidência dos Raios x sobre o conjunto.

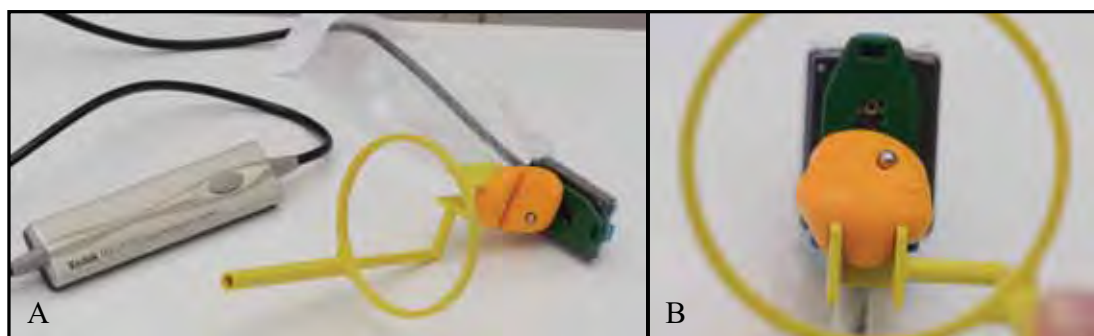


Figura A11. Tomógrafo i-CAT.



Tabela A1- Valores médios das áreas (mm²) das rarefações periapicais, mensuradas nos diferentes períodos de avaliação, nas radiografias periapicais convencionais digitalizadas.

Paciente	<i>Período de Avaliação</i>		
	Inicial (48 h)	4 meses	8 meses
1	95.31	59,19	29,65
2	24.96	18,34	12,45
3	17.10	9,89	0,82
4	31.87	22,80	12,09
5	38.54	26,27	9,95
6	12.82	9,57	2,69
7	30.88	11,15	2,05
8	78.59	19,97	5,53
9	33.69	15,87	8,09
10	37.79	20,48	9,45
11	21.36	15,29	9,36

Tabela A2- Valores médios das áreas (mm²) das rarefações periapicais, mensuradas nos diferentes períodos de avaliação, nas radiografias periapicais digitais.

Paciente	<i>Período de Avaliação</i>		
	Inicial (48 h)	4 meses	8 meses
1	92,39	50,90	20,38
2	27,08	10,40	4,85
3	16,30	7,37	1,76
4	29,16	18,75	9,82
5	29,54	18,36	8,43
6	13,93	8,87	3,45
7	27,72	10,42	2,47
8	78,08	19,87	4,67
9	34,21	19,03	9,48
10	46,21	29,15	11,66
11	20,30	14,36	9,59

Tabela A3- Valores médios das áreas (mm²) das rarefações periapicais, mensuradas nos diferentes períodos de avaliação, nas tomografias.

Paciente	<i>Período de Avaliação</i>		
	Inicial (48 h)	4 meses	8 meses
1	92,05	24,20	7,61
2	47,51	19,02	9,00
3	24,87	11,47	1,96
4	32,46	26,30	12,00
5	32,38	14,89	3,37
6	27,75	16,06	14,92
7	27,34	7,79	7,53
8	82,63	17,18	5,23
9	43,89	29,00	20,41
10	49,71	48,22	29,00
11	25,47	11,51	10,50

Tabela A4- Valores médios do volume (mm³) das rarefações ósseas periapicais, mensuradas nos diferentes períodos de avaliação, nas CBCTs.

Paciente	<i>Período de Avaliação</i>		
	Inicial (48 h)	4 meses	8 meses
1	408,59	125,18	70,99
2	219,84	100,06	79,96
3	82,38	66,39	58,62
4	122,81	72,46	29,76
5	121,62	29,96	13,53
6	98,57	37,86	30,69
7	39,70	18,04	13,49
8	439,04	172,85	69,01
9	177,11	136,94	86,92
10	343,74	88,08	49,19
11	64,49	29,85	20,49
Média	192,54	79,79	47,51

Tabela A5- Porcentagem (%) de reparo ósseo, obtida por meio da mensuração de volume a partir dos cortes tomográficos, para os diferentes períodos de avaliação.

<i>Períodos de Avaliação</i>			
Paciente			
	Inicial (48 h) - 4 meses	Inicial (48 h) - 8 meses	4 - 8 meses
1	69,36	82,63	43,29
2	54,49	63,63	20,09
3	19,41	28,84	11,70
4	41,00	75,77	58,93
5	75,37	88,88	54,84
6	61,59	68,87	18,94
7	54,56	66,03	25,22
8	60,63	84,28	60,08
9	22,68	50,92	36,53
10	74,38	85,69	44,15
11	53,71	68,23	31,36
Média	53,38	69,43	36,83

Tabela A6- Porcentagem (%) de reparo ósseo, obtida por meio da mensuração de área nos cortes tomográficos de maior diâmetro, para os diferentes períodos de avaliação.

<i>Períodos de Avaliação</i>			
Paciente	Inicial (48 h) - 4 meses	Inicial (48 h) - 8 meses	4 - 8 meses
1	73,71	91,73	68,55
2	59,97	81,06	52,68
3	53,88	92,12	82,91
4	18,98	63,03	54,37
5	54,01	89,59	77,37
6	42,13	46,23	7,10
7	71,51	72,46	3,34
8	79,21	93,67	69,56
9	33,93	53,50	29,62
10	3,00	41,66	39,86
11	54,81	58,78	8,77
Média	49,56	71,26	44,92

Tabela A7- Porcentagem (%) de reparo ósseo, obtida por meio da mensuração de área nas radiografias periapicais convencionais, para os diferentes períodos de avaliação.

<i>Períodos de Avaliação</i>			
Paciente			
	Inicial (48 h) - 4 meses	Inicial (48 h) - 8 meses	4 - 8 meses
1	37,89	68,89	49,91
2	26,49	50,12	32,15
3	42,19	95,21	91,72
4	28,44	62,05	46,97
5	31,85	74,19	62,13
6	25,35	79,02	71,89
7	63,89	93,37	81,65
8	74,59	92,96	72,29
9	52,89	75,99	49,03
10	45,81	75,00	53,86
11	28,43	56,16	38,75
Média	41,62	74,81	59,12

Tabela A8- Porcentagem (%) de reparo ósseo, obtida por meio da mensuração de área nas radiografias periapicais digitais, para os diferentes períodos de avaliação.

Paciente	<i>Períodos de Avaliação</i>		
	Inicial (48 h) - 4 meses	Inicial (48 h) - 8 meses	4 - 8 meses
1	44,91	77,95	59,97
2	61,61	82,11	53,39
3	54,77	89,18	76,07
4	35,72	66,35	47,64
5	37,85	71,45	54,06
6	36,35	75,24	61,10
7	62,43	91,10	76,31
8	74,55	94,02	76,51
9	44,36	72,28	50,18
10	36,91	74,76	60,00
11	29,24	52,75	33,23
Média	47,15	77,02	58,95



Anexo

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 POR MEIO DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA VOLUMÉTRICA, RADIOGRAFIA PERIAPICAL DIGITAL E CONVENCIONAL DIGITALIZADA DO REPARO PERIAPICAL APÓS CIRURGIA PARENDODÔNTICA", sob o protocolo nº 71/09, de responsabilidade do Pesquisador (a) **MARJO TANOMARU FILHO**, 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 2 (dois) anos, quando será avaliado o relatório final da pesquisa.

Certify that the research project titled "*EVALUATION OF PERIAPICAL HEALING AFTER SURGICAL PROCEDURES BY COMPUTED TOMOGRAPHY, DIGITAL AND CONVENCIONAL PERIAPICAL RADIOGRAPHY*", protocol number 71/09, under Dr. **MARJO TANOMARU FILHO**, responsibility, is under the terms of Conselho Nacional de Saúde/MS resoluti... # 196/96, published on May 10, 1996. This research has been approved by Research Ethic Committee, FOAr-UNESP. Approval is granted for 2 (two) years when the final review of this study will occur.

Araraquara, 23 de junho de 2010.

MMS Nagle
Prof. Dr. Mauricio Meirelles Nagle
Coordenador

Autorizo a reprodução deste trabalho.
(Direitos de publicação reservado ao autor)

Araraquara, 12 de março de 2013.

ÉRICA GOUVEIA JORGE