

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-graduação em Odontologia

Christian Hellen Rodrigues da Cunha

**COMPARAÇÃO ENTRE RADIOGRAFIAS CONVENCIONAIS, DIGITAIS
E TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA NO DIAGNÓSTICO DE
REABSORÇÃO DA CRISTA ÓSSEA ALVEOLAR**

Belo Horizonte

2013

Christian Hellen Rodrigues da Cunha

**COMPARAÇÃO ENTRE RADIOGRAFIAS CONVENCIONAIS, DIGITAIS
E TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA NO DIAGNÓSTICO DE
REABSORÇÃO DA CRISTA ÓSSEA ALVEOLAR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia – Mestrado da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia, Área de Concentração em Clínicas Odontológicas - Ênfase: Radiologia Odontológica e Imaginologia.

Orientador: Flávio Ricardo Manzi

Belo Horizonte

2013

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

C972c Cunha, Christian Hellen Rodrigues da
Comparação entre radiografias convencionais, digitais e tomografia computadorizada no diagnóstico de reabsorção da crista óssea alveolar / Christian Hellen Rodrigues da Cunha. Belo Horizonte, 2013.
45f.: il.

Orientador: Flávio Ricardo Manzi
Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

1. Radiografia dentária digital. 2. Perda óssea alveolar. 3. Materiais dentários. 4. Tomografia computadorizada de feixe cônico. 5. Diagnóstico radioscópico. I. Manzi, Flávio Ricardo. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. III. Título.

SIB PUC MINAS

CDU: 616.314-073

Christian Hellen Rodrigues da Cunha

**COMPARAÇÃO ENTRE RADIOGRAFIAS CONVENCIONAIS, DIGITAIS E
TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA NO DIAGNÓSTICO DE REABSORÇÃO
DA CRISTA ÓSSEA ALVEOLAR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia. Área de Concentração: Clínicas Odontológicas – Ênfase: Radiologia Odontológica e Imaginologia.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA:

- 1- Profa. Dra. Tânia Mara Pimenta Amaral – UFMG
- 2- Prof. Dr. Rodrigo Villamarim Soares – PUC Minas
- 3- Prof. Dr. Flávio Ricardo Manzi – PUC Minas

DATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA: 29 de maio de 2013

A dissertação, nesta identificada, foi aprovada pela Banca Examinadora

Belo Horizonte, 27 de agosto de 2013

Prof. Dr. Flávio Ricardo Manzi
Orientador

Prof. Dr. Martinho Campolina Rebello Horta
**Coordenador do Programa de Pós-graduação
em Odontologia - Mestrado**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me erguer em cada tropeço, mostrando que a caminhada é longa e dolorosa, mas no final certamente valerá a pena.

A minha mãe Francisca Rodrigues da Cunha, uma das mulheres mais extraordinária e guerreira que Deus me presenteou como mãe. Infelizmente não conseguiu me acompanhar até o final, mas foram seus ensinamentos de caráter e dedicação à família que me fizeram chegar até aqui. Sei que seu espírito de luz sempre esteve ao meu lado.

Ao meu pai Pedro Alves da Cunha Filho, exemplo de retidão. Foi pai, mãe e grande amigo que me colocou no colo nos momentos que mais precisei, sem ele jamais seria possível concluir meu Mestrado. Esse grande homem é tudo pra mim, meu incentivo maior na vida.

Aos meus dois filhos gêmeos Gabriel da Cunha Costa e Daniel da Cunha Costa, por suportarem minha ausência nos momentos que mais foi necessária minha presença. É por vocês a minha luta intensa.

Ao meu marido Israel Batista Costa, um grande homem que sempre me apoiou em tudo que faço, foi pai e mãe dos nossos filhos, na minha ausência constante.

Aos meus irmãos, irmãs, cunhados e sobrinhos. Obrigada por fazerem parte da minha família. Apesar da distância, penso todos os dias em cada um de vocês.

Ao meu orientador Flavio Ricardo Manzi por segurar minhas mãos e me ensinar que sou capaz de fazer o que tem que ser feito. Um grande mestre e amigo. Obrigada do fundo do meu coração por tudo.

Aos meus colegas de mestrado, Luciano Andrei Francio e Eduardo Murad Villoria, verdadeiros companheiros de jornada e hoje sei que tenho mais dois irmãos em que posso me apoiar. Obrigada!

Aos professores do Programa de Mestrado em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, pelo conhecimento transmitido.

Aos amigos da IX turma do Mestrado Acadêmico em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, pelos momentos de amizade e companheirismo.

Aos funcionários da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, pela atuante colaboração ao decorrer do curso.

RESUMO

Os primeiros sinais radiográficos de uma periodontopatia são o esfumaçamento e destruição da crista óssea alveolar. Assim, o objetivo deste trabalho foi comparar o diagnóstico de reabsorção da crista óssea alveolar por meio de três métodos por imagens: radiografias periapicais convencionais e digitais realizadas com placa de fósforo (PSP) e sistema CCD (*Charge Coupled Device*), além da tomografia computadorizada cone beam) (TCCB). No presente estudo, foram selecionadas mandíbulas humanas apresentando 10 cristas ósseas alveolares das regiões anteriores e posteriores. Foram realizadas as radiografias e as tomografias de todas as cristas íntegras, utilizando todos os sistemas de imagens em estudo, constituindo, assim, o grupo controle com ausência de perda óssea. Posteriormente foram produzidas lesões periodontais com brocas cilíndricas com auxílio de paquímetro digital, permitindo que as lesões apresentem diferentes alturas, o que corresponderam a 3 fases distintas: fase inicial (ausência de lesão), fase crista (lesão na crista com 1mm de altura) e fase rebordo (lesão produzida com 5 mm de altura). Os diferentes métodos de diagnóstico por imagem foram realizados após cada fase e analisados por 2 radiologistas treinados e calibrados. Os dados foram submetidos a análise da curva ROC e as medidas das notas foram comparadas pelo coeficiente Kappa. As radiografias intra-orais tanto convencionais como as digitais CCD e PSP apresentaram bons resultados, podendo o profissional optar por estes métodos. O melhor resultado foi encontrado na tomografia cone beam, apresentando alta sensibilidade e especificidade evidenciado na curva ROC.

Palavras chave: Reabsorção da crista óssea alveolar. Imagens radiográficas. Radiografias convencionais. Radiografias digitais. Tomografia Computadorizada.

ABSTRACT

Early radiographic signs of a periodontal disease are mist and destruction of alveolar bone crest, which is a very difficult task for dentists using conventional radiographs. The objective of this study was to compare the diagnosis of alveolar bone crest resorption through three methods for images: periapical radiographs made with conventional and digital phosphor plate (PSP) and CCD system, beyond the cone beam computed tomography (cone beam) CBCT. In the present study, we selected 10 human mandibles presenting alveolar bone crests of each dental group (molars and incisors). We performed CT scans and radiographs of all crests intact, using all imaging systems under study, thus constituting the control group with no bone loss. Later periodontal lesions were produced with cylindrical drills with the aid of digital calipers, allowing the lesions have different heights, which corresponded to three distinct phases: the initial phase (no injury), phase crest (ridge injury 1mm in height) and phase flange (lesion produced with a 5 mm high). The different methods of diagnostic imaging were performed after each phase and analyzed by two radiologists. Data were submitted to analysis of the ROC curve and measurements of the notes were compared using the Kappa coefficient. The best result was found in cone beam tomography, with high sensitivity and specificity shown in the ROC curve. The intra-oral radiographs both conventional and the digital CCD and PSP showed good results, the professional can opt for these methods.

Keywords: Resorption of alveolar bone crest. Radiographic images. Conventional radiographs. Digital radiographs. CT.

LISTA DE ABREVIATURAS

TC – Tomografia Computadorizada

CBCT – Tomografia Computadorizada Cone Beam

TCCB– Cone Beam Computed Tomography

mm – Milímetro

PSP – Placa de fósforo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS.....	18
3 MATERIAIS E MÉTODOS	19
3.1 Coleta das mandíbulas	19
3.2 Preparo das Mandíbulas	19
3.3 Aquisição das Imagens Radiográficas	19
3.4 Interpretação das imagens	22
3.5 Testes estatísticos	23
4 ARTIGO	24
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
REFERÊNCIAS.....	41
ANEXO - Comitê de Ética.....	43

1 INTRODUÇÃO

Os processos inflamatórios decorrentes da interação complexa entre microrganismos específicos do biofilme dental e a resposta do hospedeiro à infecção, causando destruição dos tecidos periodontais de suporte, ligamento periodontal e osso alveolar, são chamadas doenças periodontais. A gengivite na sua maioria é reversível, pois removendo o biofilme dental associado aos processos inflamatórios periodontais observa-se o restabelecimento da saúde periodontal. No caso das periodontites a recuperação se torna irreversível pelo fato da destruição do ligamento periodontal, dificultando assim a inserção perdida (CARRANZA et al., 2004).

O fator etiológico que gera a doença periodontal é o biofilme dental, pois através de seus microrganismos específicos ocorrem respostas inflamatórias e imunológicas, modulando os mecanismos de defesa na região dento gengival. Após estabelecida a doença outros fatores sistêmicos tornam-se agravantes para a doença periodontal, como, Diabetes mellitus e disfunções neutrofílicas, aspectos genéticos, até mesmo fatores comportamentais, como o fumo (CARRANZA et al., 2004; LINDHE, 2005).

Após o diagnóstico da doença periodontal que é baseado em alterações de cor, textura, volume, profundidade da sondagem, sangramento à sondagem, presença de secreção purulenta, nível de inserção clínica, envolvimento de furca, mobilidade dentária, migração dentária e análise radiográfica. Pode se identificar os sítios na dentição com alterações inflamatórias e também a destruição tecidual nos mesmos. Obtendo assim uma avaliação detalhada da condição periodontal, estabelecendo o diagnóstico, prognóstico e planejamento do tratamento (LINDHE, 2005).

Com a utilização das radiografias convencionais e digitais é possível obter informações da altura e configuração do osso alveolar interproximal. A radiopacidade diminuída deste osso revela sua reabsorção, como, perda óssea na extensão angular e horizontal dentre outras condições. Pode-se afirmar que existe correlação positiva entre os exames radiográficos e os achados clínicos em relação à perda óssea alveolar (PAPAPANOU et al., 1990). Infelizmente a sobreposição das estruturas de tecido ósseo e dente, que ocorre frequentemente, dificulta a identificação adequada da crista óssea alveolar vestibular e lingual, podendo ainda,

mascarar lesões de furca clinicamente detectáveis e sem alterações radiográficas. Sendo necessária a avaliação detalhada da profundidade da bolsa e do nível de inserção, para a correta avaliação das perdas ósseas (LINDHE, 2005).

A identificação precisa da presença e extensão da destruição dos tecidos periodontais e ósseos é de extrema importância para um diagnóstico apropriado e um tratamento correto. Por isso a radiografia é de fundamental importância ao exame periodontal, uma vez que é um método indireto na determinação da quantidade de perda óssea e os tecidos ósseos remanescentes. Uma imagem radiográfica tecnicamente perfeita deve apresentar mínima distorção, máximo detalhe, grau médio de contraste e densidade. Os erros de técnicas podem dificultar à interpretação de reabsorções da crista óssea alveolar, levando a um diagnóstico incorreto.

A radiologia aliada à informática tem-se desenvolvido e modernizado para melhorar a qualidade da imagem radiográfica obtida. A radiografia digital veio na tentativa de suprir essas falhas. A técnica empregada na radiografia digitalizada permite a manipulação das imagens através de um software, o qual utiliza recursos digitais para aumentar, escurecer, clarear a radiografia, ajustando-a a especificidade do diagnóstico. Assim diminui a necessidade de repetição de radiografias, evitando exposições desnecessárias ao paciente pelos raios X.

Radiografias intra-orais produzem imagens com sobreposição de estruturas, onde o diagnóstico de uma estrutura 3D é baseada em um filme 2D (STAM et al., 2003). A tecnologia TCCB permite a observação destas estruturas nos três diferentes planos e assim, a visualização tridimensional (COTTON et al., 2007). A dose de radiação da TC feixe cônico, quando comparadas às radiografias convencionais é equivalente ao exame de boca toda (ARNHEITER et al., 2006; SCARFE et al., 2006; GARIB et al., 2007; ABUABARA et al., 2008). Quando comparada à TC tradicional, mostra-se também reduzida, variando de acordo com a marca comercial do equipamento e fatores de exposição selecionados. (COTRIM-FERREIRA et al., 2008). Esta nova metodologia é mais simples e oferece menor dose de radiação, menor tempo de aquisição, maior possibilidade de trabalhar as imagens e obtenção de imagens na proporção 1:1, a partir de reconstruções que podem ser sequenciais com a resolução de cortes de 1 em 1 mm do objeto (COTRIM-FERREIRA et al., 2008). A grande vantagem desta técnica é permitir a visualização nunca conseguida com as radiografias intraorais: a espessura e o nível

das tábuas ósseas que recobrem os dentes por vestibular e lingual. Previamente à introdução da tomografia computadorizada, não se visualizavam as tábuas ósseas vestibular e lingual, ocultas nas radiografias convencionais devido às sobreposições de imagens e maquiadas clinicamente pelo recobrimento gengival.

Já a tomografia computadorizada (TC) é um método de diagnóstico por imagem que permite obter a reprodução de uma secção do corpo humano em qualquer um dos três planos do espaço, evidenciando as relações estruturais em profundidade com a utilização da radiação X. Já as radiografias convencionais e digitais projetam uma estrutura anatômica tridimensional em um plano bidimensional ocorrendo sobreposições de imagens.

O aspecto clínico gengival não denuncia as alterações do nível da crista óssea alveolar, pelo menos em curto prazo. Não se observam recessões gengivais imediatamente após o desenvolvimento das deiscências (aumento da distância entre a junção cimento esmalte e a crista óssea alveolar vestibular ou lingual). Com a tomografia computadorizada talvez possa mostrar precisamente os locais de deiscências e fenestrações ósseas periodontais (interrupção na continuidade do osso alveolar vestibular e lingual, que expõe uma pequena região radicular), devido à sua elevada especificidade e sensibilidade (FUHRMANN et al., 1996). A realização deste trabalho tem como objetivo avaliar a precisão das radiografias periapicais convencionais e digitais, e a tomografia computadorizada cone beam em relação ao diagnóstico de reabsorção da crista óssea alveolar, fazendo um estudo comparativo das mesmas.

2 OBJETIVOS

A realização deste trabalho teve como objetivo avaliar a precisão das radiografias periapicais convencionais e digitais, e a tomografia computadorizada cone beam em relação ao diagnóstico de reabsorção da crista óssea alveolar dos incisivos e molares inferiores, fazendo um estudo comparativo das mesmas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa teve início após a aprovação do protocolo de pesquisa pelo Comitê de Ética da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (CAAE: 08375812.0.0000.5137).

3.1 Coleta das mandíbulas

O estudo constou de mandíbulas secas de adultos brasileiros, do acervo do Departamento de Odontologia, área de Radiologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Após a identificação de cada peça, as mandíbulas foram imersas em solução de hipoclorito de sódio a 3% por um período de 24 horas. Após este tempo, os ossos foram escovados e lavados em água corrente para a retirada total de resíduos que pudessem dificultar a precisa visualização dos acidentes anatômicos.

3.2 Preparo das Mandíbulas

Foram realizadas imagens radiográficas periapicais na técnica do paralelismo tanto convencionais como digitais (Figuras 1 A, B e C). Também foram realizadas tomografias computadorizadas cone beam (Figura 1D). Posteriormente foram realizados defeitos ósseos de 1mm na crista óssea alveolar, através de uma caneta de alta rotação e broca cilíndrica 1094 diamantada. As imagens radiográficas foram repetidas em todas as técnicas com 1mm de desgaste da crista óssea alveolar, posteriormente foram feitos desgastes de 5mm com broca cilíndrica 1094 diamantada, repetindo as imagens radiográficas feitas anteriormente. Tais defeitos ósseos foram padronizados por paquímetro digital.

3.3 Aquisição das Imagens Radiográficas

Para as radiografias periapicais foi utilizado aparelho radiográfico Kodak 2200 Intraoral X-Ray System® (Carestream Health, Inc.) No método convencional foram utilizados filmes radiográficos Kodak Insight® (Carestream Health, Inc.), tamanho 2. No método digital sistema CCD sensor digital Kodak RVG 5100® (Carestream

Health, Inc.) e no método digital sistema PSP Scan-X Duo (Air Techniques, Inc.) Para auxiliar no posicionamento dos receptores de imagem (filme, sensor CCD e sensor PSP), um suporte em acrílico foi confeccionado de forma que permitisse orientar corretamente o cilindro do aparelho radiográfico e obtivesse uma base para apoio das mandíbulas e um dispositivo fixo para manutenção do receptor de imagem, além de uma placa de acrílico de 10mm de espessura para a simulação de tecido mole no momento das imagens radiográficas para que houvesse a simulação do tecido mole (Figura 1). Este dispositivo permitiu a aquisição de imagens radiográficas padronizadas, mantendo as distâncias fonte de radiação – receptor igual a 40 cm e objeto – receptor igual, bem como angulação vertical 0° e horizontal 90°. Os fatores de exposição (tempo de exposição, miliamperagem e kilovoltagem) foram determinados de acordo com as recomendações do fabricante.

Figura 1: Posicionamento do filme convencional (A), do sensor CCD (B), da placa de fósforo (C) e da mandíbula posicionada no aparelho Kodak 9000C 3D® (Carestream Health, Inc.) tomografia cone beam (D).



Fonte: Elaborado pela Autora

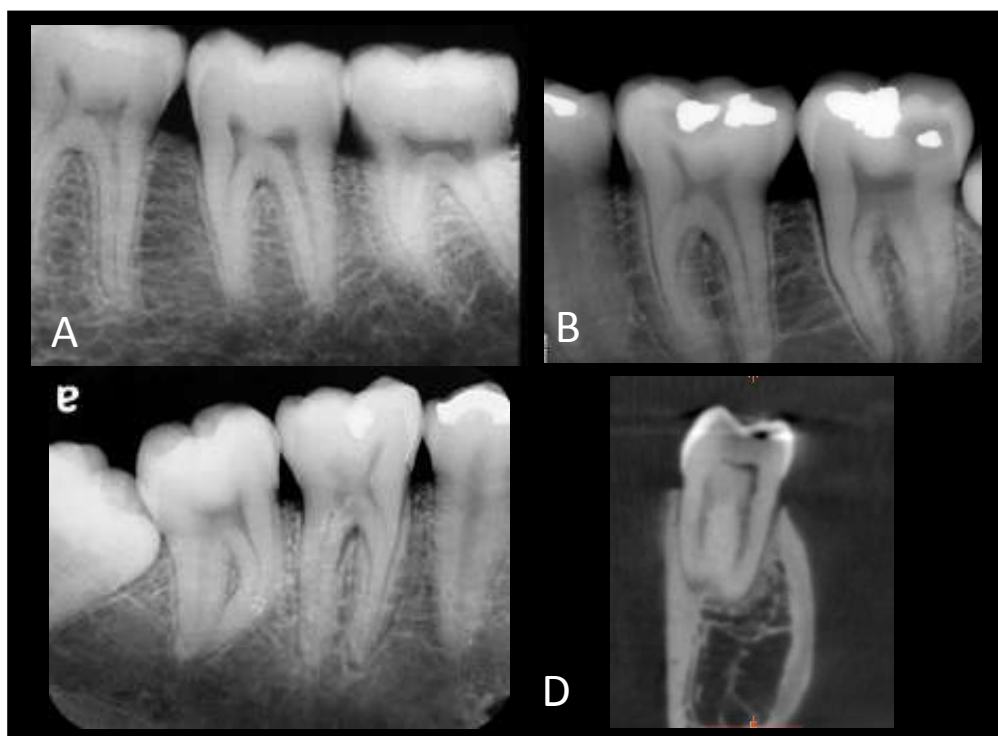
O processamento dos filmes convencionais foi realizado logo após a exposição aos raios X em processadora automática A/T2000 XR® (Air Techniques),

num tempo total de seco a seco de cinco minutos com as soluções reveladoras e fixadoras Kodak Automixer® (Carestream Health, Inc.) novas (Figura 2).

As imagens digitais foram armazenadas no sistema KDIS - Kodak Dental Imaging Software® (Carestream Health, Inc.) no formato original DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*). O sistema KDIS permitiu a utilização de filtros, alterações de brilho, contraste e gama, além dos recursos negativos e avaliação densitométrica, sempre permitindo restaurar a imagem à sua condição original (Figura 2).

Para as tomografias computadorizadas cone beam foi utilizado o aparelho Kodak 9000C 3D® (Carestream Health, Inc.), operando com 62 Kv e 10 mA. O escaneamento foi realizado com 5,0 x 3,7cm de colimação (FOV). O conjunto de dados foi exportado em formato DICOM, e o tamanho do voxel isotrópico será de 76 x 76 x 76 µm. A imagem volumétrica foi analisada em cortes com 0,0076mm de espessura (Figura 2).

Figura 2: Imagem radiográfica obtidos com o filme convencional (A), sensor CCD (B), placa de fósforo (C) e tomográfica pela tomografia cone beam (D).



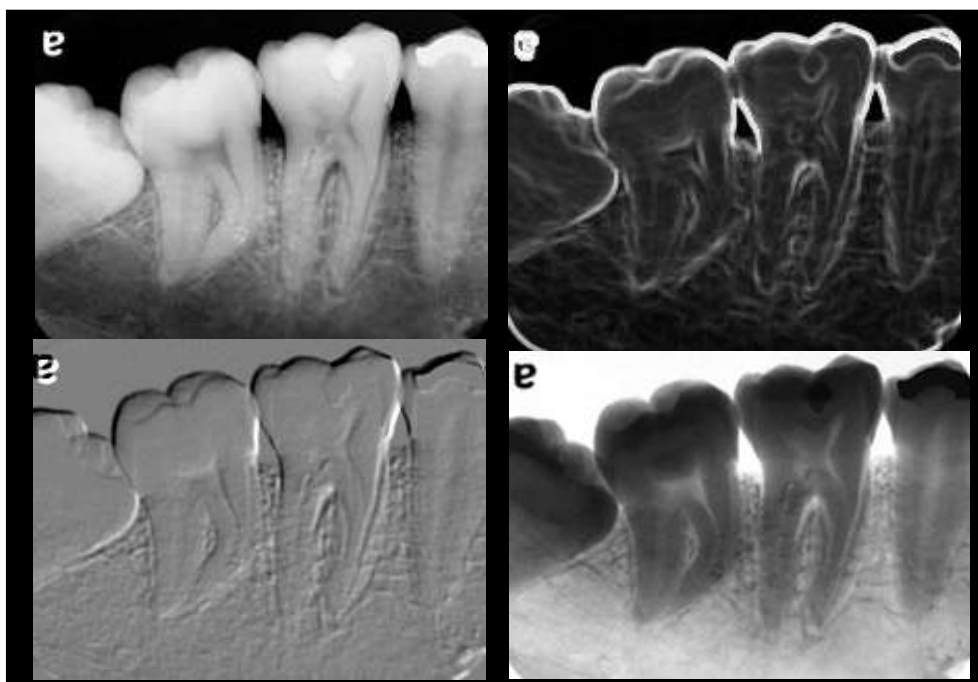
Fonte: Elaborado pela Autora

3.4 Interpretação das imagens

A interpretação das imagens foi realizada por dois cirurgiões dentistas especialistas em Radiologia Odontológica e Imaginologia, com vasta experiência na interpretação de imagens radiográficas digitais e tomográficas. Estes avaliadores foram treinados e calibrados previamente.

Para interpretação das radiografias convencionais foi utilizado negatoscópio de luz fria com máscaras de cartolina preta no tamanho das imagens e permitindo o uso de lupas. A interpretação das imagens digitais foi realizada diretamente no *software* KDIS - Kodak Dental Imaging Software® (Carestream Health, Inc.), sendo permitido o uso de todos os recursos disponíveis, os quais foram devidamente explicados aos observadores (Figura 3). Foi utilizado computador com placa gráfica GeForce 9500 GT® (Nvidia Corporation) e monitor LED LG Flatron E2241® (LG Electronics), com resolução de 1920x1080 *pixels* e os níveis de brilho e contraste do monitor fixados em sua configuração pré-estabelecida.

Figura 3: Interpretação das imagens digitais por *software* KDIS - Kodak Dental Imaging Software® com os diversos recursos digitais.



Fonte: Elaborado pela Autora

Com a finalidade de oferecer as mesmas condições aos observadores, todos utilizaram os mesmos recursos para avaliação das imagens, ou seja, o mesmo

negatoscópio, mesmo ambiente, mesmo computador e monitor. As radiografias foram interpretadas de maneira aleatória, sendo avaliadas pelos observadores todas as radiografias pelo menos três vezes em momentos distintos. Para evitar comprometimento em virtude de fadiga visual, foi limitada a análise de 50 imagens por dia.

Os examinadores avaliaram cada tipo de imagem em dias alternados para que não houvesse comparação entre as técnicas empregadas. A avaliação foi realizada atribuindo-se os seguintes escores: 1- perda óssea certamente ausente; 2 - perda óssea provavelmente ausente; 3 - perda óssea provavelmente presente; 4 - perda óssea certamente presente; 5 - impreciso afirmar perda óssea.

3.5 Testes estatísticos

Foi calculado o coeficiente Kappa com intuito de avaliar a concordância intra e inter observadores para cada conjunto de imagens. As informações obtidas com as imagens convencionais, digitais e tomografias computadorizadas foram comparadas com o real usando a curva ROC (receiver operating characteristic) através da análise avaliando a capacidade do observador em diferenciar os níveis de reabsorção óssea alveolar. As áreas da curva ROC (valores Az) foram calculadas utilizando o *software* BioEstat 5.0 (Belém, Brasil) para cada tipo de imagem. Estas áreas foram comparadas com o teste Q de Cochran com nível de significância de $p=0,05$.

4 ARTIGO

COMPARAÇÃO ENTRE RADIOGRAFIAS CONVENCIONAIS, DIGITAIS E TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA NO DIAGNÓSTICO DE REABSORÇÃO DA CRISTA ÓSSEA ALVEOLAR

Proposta de artigo a ser submetido ao periódico Brazilian Dental Journal (Qualis B1).

Normas para submissão de artigos podem ser visualizadas no endereço eletrônico: <http://www.forp.usp.br/bdj/bdj.htm>.

COMPARISON BETWEEN CONVENTIONAL AND DIGITAL RADIOGRAPHS AND
COMPUTED TOMOGRAPHY FOR DIAGNOSING ALVEOLAR CREST RESORPTION

Christian Hellen Rodrigues da CUNHA¹

Luciano Andrei FRANCIO¹

Eduardo Murad VILLORIA¹

Flávio Ricardo MANZI^{2*}

¹ Graduate Program in Dentistry - Masters, Pontifical Catholic University of Minas Gerais
(Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais), Belo Horizonte, MG, Brazil.

² Department of Dentistry, Pontifical Catholic University of Minas Gerais, Belo Horizonte,
MG, Brazil.

* Corresponding author: Prof. Flávio Ricardo Manzi, Departamento de Odontologia da PUC
Minas, Av. Dom José Gaspar, Prédio 46 / sala 101 – Coração Eucarístico, Belo Horizonte,
MG, Brazil. Tel: +55-31-3319.4414. Fax: +55-31-3319.4415, E-mail: manzi@pucminas.br

Summary

The objective of this study was to compare the diagnosis of alveolar crest resorption using three imaging methods: conventional periapical radiographs, digital periapical radiographs performed with phosphor plate (PSP) and charge-coupled device (CCD) systems, and cone-beam computed tomography (CBCT). In the present study, 10 human mandibles with alveolar crests of the anterior and posterior regions were selected. Three distinct phases were analyzed: initial phase (no injury), crest phase (crest lesion is 1 mm in height), and ridge phase (lesion with 5 mm height). The different diagnostic imaging methods were performed after each phase and were analyzed by two radiologists. Data were submitted for receiver operating characteristic (ROC) curve analysis, and measurements were compared using the Kappa coefficient. The best result was achieved by CBCT, with high sensitivity and specificity demonstrated by the ROC curve. Both the conventional intraoral radiograph and the CCD and PSP digital intraoral radiographs yielded good results, indicating that the dentistry professional can opt for these methods.

Key Words: resorption of the alveolar bone crest, radiographic images, conventional radiographs, digital radiographs, CT

INTRODUCTION

Periodontal diseases are inflammatory processes resulting from the complex interaction between specific dental biofilm microorganisms and the host's response to infection, causing destruction of the supporting periodontal tissue, periodontal ligament, and alveolar bone. Gingivitis is mostly reversible because removing the dental biofilm associated with inflammatory periodontal processes leads to the restoration of periodontal health. In the case of periodontitis, recovery becomes irreversible because of the periodontal ligament is destroyed, thus hindering the restoration of the lost tissue (1).

Using conventional and digital radiography, it is possible to obtain information on the height and configuration of the interproximal alveolar bone. The decreased radiopacity of this bone determines its resorption, such as bone loss in the angular and horizontal extension, among other conditions. There is a positive correlation between radiographic examinations and clinical findings in relation to alveolar bone loss (2).

The precise identification of the presence and extent of periodontal and bone-tissue destruction is crucial for proper diagnosis and correct treatment. Radiography is therefore extremely important for the periodontal examination because radiography is an indirect method of determining the extent of bone loss and the amount of remaining bone tissue. A technically perfect radiographic image must have minimal distortion, maximal detail, and an average degree of contrast and density. Technical errors can hinder the interpretation of alveolar crest resorption, leading to an incorrect diagnosis.

Intraoral radiographs produce images with overlapping structures, whereby the diagnosis of a three-dimensional structure is based on a two-dimensional film (3). The cone-beam computed tomography (CBCT) technology facilitates observing these structures in the three different planes and thus provides a three-dimensional view (4). The radiation dose from CBCT compared with conventional radiographs is equivalent to that of a full-mouth X-ray (5-8). Compared with traditional computed tomography (CT), the radiation dose is also reduced, varying according to the brand of equipment and according to the selected exposure factors (9).

CT is a diagnostic imaging method that allows for reproducing a section of the human body in any of the three spatial planes, using X radiation to display the structural relationships in depth. Conventional and digital radiographs project a three-dimensional anatomical structure on a two-dimensional plane using image overlays.

The present study aimed to evaluate and compare the accuracy of conventional and digital periapical radiographs and CBCT in diagnosing resorption of the alveolar crest in incisors and molars.

MATERIALS AND METHODS

This research began after approval of the study protocol by the Ethics Committee of the Pontifical Catholic University of Minas Gerais (CAAE: 08375812.0.0000.5137). The investigation was based on 10 dry mandibles from adult Brazilians, taken from the collection of the Department of Dentistry, Radiology Sector of the Pontifical Catholic University of Minas Gerais (Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais). After identification of each sample, the mandibles were immersed in a 3% sodium hypochlorite solution for 24 hours. Thereafter, the bones were brushed and washed in running water to remove any residue that could hinder the clear observation of anatomical accidents.

Periapical radiographs were performed using both conventional and digital paralleling techniques in the incisor and molar regions. CBCT scans were also performed. Subsequently, 1-mm bone defects were created in the alveolar crest using a high-rotation pen and a 1094 cylindrical diamond bur. The radiographs were repeated using all techniques with 1-mm wear of the alveolar crest. Then, 5 mm of wear was created using a 1094 cylindrical diamond bur, and the same radiographs were repeated.

All mandibles were subjected to the diagnostic imaging methods used in this study: conventional periapical radiographs, CCD and PSP digital periapical radiographs, and CBCT. A Kodak 2200 Intraoral X-Ray System® (Carestream Health, Inc.), operating at 60 kV, was used for the periapical radiographs. Size-2 Kodak Insight® (Carestream Health, Inc.) radiographic films were used in the conventional method, with exposure times of 0.3 and 0.36 seconds for the anterior and posterior tooth regions, respectively. A Kodak RVG 5100® (Carestream Health, Inc.) digital sensor was employed for the CCD digital method, and a Sca-X (Air Techniques, Inc.) system was employed for the PSP digital method. The exposure times were 0.15 and 0.18 seconds for the anterior and posterior tooth regions, respectively. The locating cylinder was always positioned perpendicular to the film, sensor, and phosphor plate (PSP), and these devices were placed parallel to the object (tooth). The mandibles were stabilized by an acrylic base supported by a photographic tripod, and a standard distance was

maintained between the X-ray source and the film, sensor, and PSP. A 10-mm-thick acrylic plate was used to simulate the patient's soft tissue (Figure 1).

A Kodak 9000C 3D® device (Carestream Health, Inc.), operating at 62 kV and 10 mA, was used for the CBCT. Scanning was performed with a 5.0 x 3.7 cm collimation (FOV). The data set was exported in the DICOM format with an isotropic voxel size of 76 x 76 x 76 μm . The volumetric image was examined in 0.0076-mm-thick sections. The above-described acrylic holder was used to position the mandibles on the apparatus (Figure 1).

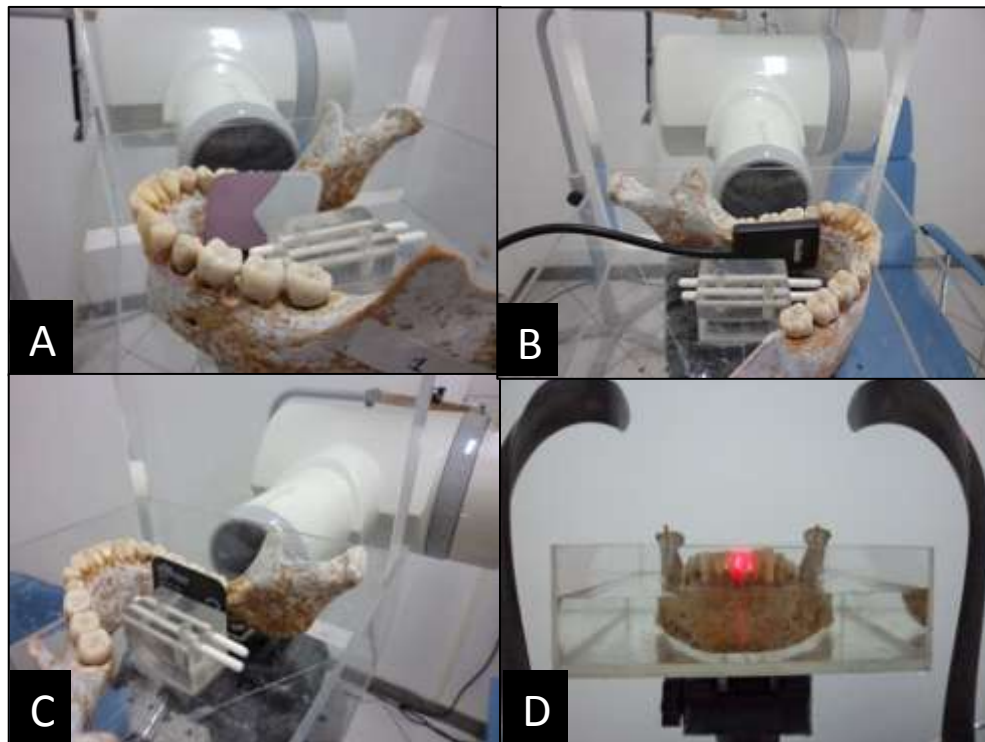


Figure 1: Positioning of the conventional film (A), the CCD sensor (B), the PSP (C), and the mandible in the Kodak® 9000C 3D apparatus (Carestream Health, Inc.) CBCT (D).

Image interpretation (Figure 2) was performed by two dentists specializing in dental radiology and imaging, with extensive experience in interpreting digital radiographic images and CT scans. The examiners were blinded to the presence or absence of bone defects and were trained and calibrated prior to the evaluations.



Figure 2: Radiographic image obtained with conventional film (A), a CCD sensor (B), PSP (C), and CBCT (D).

The Kappa coefficient was calculated to assess the intra- and inter-examiner agreement for each set of images. The information obtained with the conventional and digital images and CT scans was compared with the real value, using the ROC (receiver operating characteristic) curve and determining the examiner's ability to differentiate the levels of alveolar bone resorption. The areas under the ROC curve (Az values) were calculated using the BioEstat 5.0 software (Belém, Brazil) for each image type. These areas were compared using Cochran's Q test with a significance level of $p = 0.05$.

RESULTS

The Kappa indicator reveals the proportion of agreement beyond that expected by chance and ranges from -1 to +1. Minus 1 indicates complete disagreement, and +1 indicates exact agreement in the interpretations. Zero indicates that the result is the same as would occur if random readings had been taken. In summary, the Kappa index scales estimate that values below 0.41 indicate poor agreement, values between 0.41 and 0.60 indicate fair agreement, and values between 0.61 and 0.80 represent good agreement. Excellent agreement is represented by figures above 0.81. This test allows the agreement between the studied imaging methods (conventional and digital radiographs and CT scans) and the gold standard to be assessed. The level of significance adopted was $p = 0.05$.

Based on comparisons of the Kappa indices, the degree of agreement over two separate occasions of the same examiner interpreting the same sample of images was evaluated. For the PSP digital images, only fair agreement was obtained in the analysis of one examiner. Excellent and good agreement was observed for all other images (conventional and digital intraoral and CBCT) (Table 1). The purpose of inter-examiner comparisons (as presented in this table) was to evaluate the degree of agreement between the examiners across the two phases of interpretation for each type of radiographic imaging, and excellent agreement in all imaging modalities was observed.

Table 1: Measures of intra-examiner (1-1 and 2-2) and inter-examiner (1-2) agreement, according to the weighted Kappa index, in the two phases of the interpretation of the images in both resorptions (1 mm/5 mm)

Images	1-1*	2-2*	1-2*	1-1**	2-2**	1-2**
Conventional intraoral	0.91/0.92	0.73/0.78	0.81/0.88	0.66/0.67	0.73/0.77	0.70/0.73
PSP intraoral	0.76/0.78	1.0/1.0	0.79/0.84	0.63/0.67	0.5/0.55	0.73/0.76
CCD intraoral	0.83/0.85	0.71/0.78	0.87/0.88	0.65/0.68	0.65/0.66	0.85/0.89
Cone beam	0.73/0.78	0.85/0.90	0.84/0.91	0.73/0.78	0.68/0.69	0.70/0.78

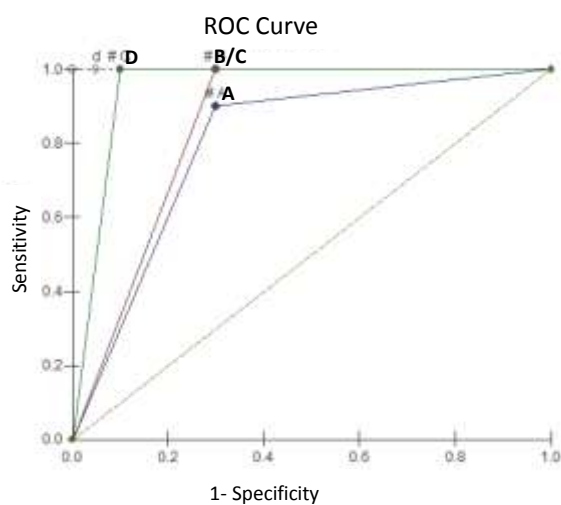
* incisors ** molars

The radiographic and tomographic images of each method (conventional, CCD and PSP intraoral radiographs, and CBCT) were compared. Figures 3 and 4 display the ROC curves for the image sets produced from this research. In the ROC graphs, the curves are differentiated by area.

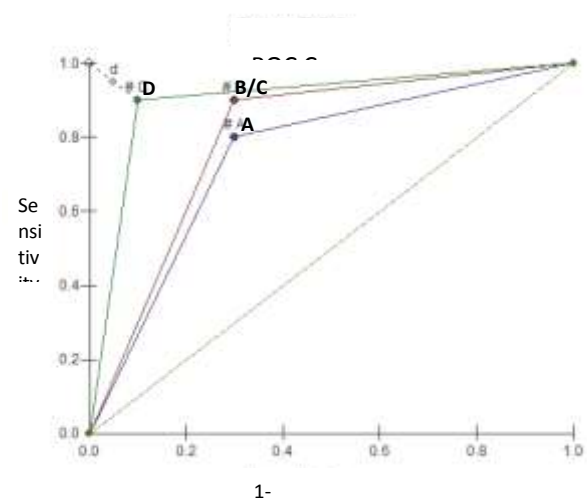
In the ROC graph, the y-axis represents the sensitivity, and the x-axis represents the inverse of the specificity, which represents the accuracy of the diagnostic test (10,11). The best performance is indicated by a curve that is higher and toward the left in the ROC space (12).

When comparing the conventional and digital (PSP and CCD) radiographic images with the CBCT images, all of the images yielded good results for evaluating the alveolar crest resorption in the incisor and molar regions; the CBCT scans displayed the highest left-facing

curve (high sensitivity and high specificity, i.e., high true positives), and digital radiography (CCD and PSP) displayed the lowest curve, also to the left. The conventional radiographs yielded a slightly smaller area under the curve in relation to digital radiography, for both 1-mm and 5-mm bone loss. Finally, comparing the CT images regarding evaluations of the alveolar crest resorption in the lower incisors, CT yielded excellent results for evaluating both 1-mm and 5-mm resorption, as the curve was extremely high and toward the left (Figures 3 and 4).



1mm resorption of alveolar crests



5mm resorption of alveolar crests

Figure 3: ROC curves for the images obtained by the analysis of conventional intraoral radiographs (A), PSP digital and CCD digital imaging (B and C), and CBCT imaging (D) in the evaluation of 1-mm and 5-mm resorption of alveolar crests in the lower incisor region.

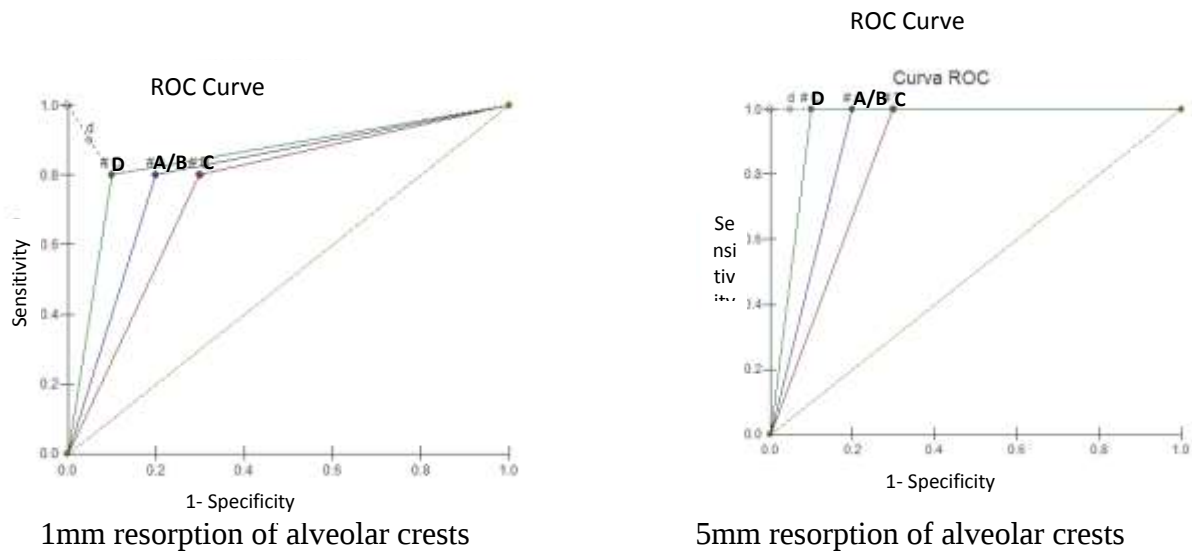


Figure 4: ROC curves for the images obtained by the analysis using conventional intraoral radiographs (A), PSP digital and CCD digital imaging (B and C), and CBCT imaging (D) in the evaluation of 1-mm and 5-mm resorption of alveolar crests in the lower molar region.

Table 2 illustrates the comparative analyses between the imaging types. The images obtained with CBCT imaging yielded no statistically significant differences from the real values ($p < 0.05$). This result demonstrates that this imaging system provides sufficient information for evaluating 1- to 5-mm bone loss in both anterior and posterior teeth (Table 1). Comparing the images obtained by conventional intraoral radiographs and both digital systems (CCD and PSP), it was found that the digital systems yielded areas of equal value in evaluating the alveolar crest resorption.

Table 2: Area of the ROC curve for bone loss in anterior and posterior teeth, using different imaging methods.

Type of imaging	Film	CCD	PSP	CBCT
1-mm loss anterior teeth	0.75	0.8	0.8	0.9*
5-mm loss anterior teeth	0.8	0.85	0.85	0.95*
1-mm loss posterior teeth	0.8	0.8	0.75	0.9*
5-mm loss posterior teeth	0.9*	0.9*	0.85*	0.9*

Values followed by (*) are not different from the real value (Cochran's Q, with a significance level of 5%).

CCD: CCD system, PSP: phosphor plate, and CBCT: Cone-Beam Computed Tomography

To better observe these results, various performance parameters were calculated (i.e., sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value, and accuracy) in the evaluations of the lower-incisor alveolar crest resorption for the various imaging methods tested (Tables 2 and 3.) Notably, the best results occurred in the CBCT images.

Table 3: Performance measures from the four imaging types used for 1-mm and 5-mm resorption in the lower incisors

	Film 1 mm/5 mm	PSP 1 mm/5 mm	CCD 1 mm/5 mm	Cone beam 1 mm/5 mm
SE	80/90	90/100	90/100	90/100
SP	70/70	70/70	70/70	90/90
PP	72/75	75/77	75/77	90/91
NP	78/87	87/100	87/100	90/100
AC	75/80	80/85	80/85	90/95

Data in percentages (%); SE - Sensitivity, SP - Specificity, PP - Positive predictive value, NP - Negative predictive value, and AC - Accuracy.

CCD: CCD system, PSP: phosphor plate, and CBCT: Cone-Beam Computed Tomography

Table 4 - Performance measures for the four imaging types of 1-mm and 5-mm resorption in lower molars

	Film	CCD	PSP	CBCT
	1 mm/5 mm	1 mm/5 mm	1 mm/5 mm	1 mm/5 mm
SE	80/100	80/100	80/100	80/100
SP	80/80	80/80	70/70	90/90
PP	80/83	80/83	73/77	90/91
NP	80/100	80/100	78/100	81/100
AC	80/90	80/90	75/85	85/95

Data in percentages (%); SE-sensitivity, SP - Specificity, PP - Positive predictive value, NP - Negative predictive value and AC - Accuracy.

CCD: CCD system, PSP: phosphor plate and CBCT: Cone Beam Computed Tomography

DISCUSSION

The present study compared the performance of intraoral radiographs (conventional and CCD and PSP digital) and CT in the simulation of 1- and 5-mm alveolar bone loss in human mandibles. A high level of agreement was obtained in the analysis of intra-examiner (1-1 and 2-2) and inter-examiner (1-2) agreement, which were compared using the Kappa test. This finding demonstrates that all imaging tests evaluated in this study had a high degree of reproducibility of results.

There is a limitation in the analysis of alveolar bone crests, especially in the region of the lower incisors, as bone resorption in this area is extremely fragile compared with the lower-molar region because of morphological differences in the periodontal bone in this area (13-16). When comparing the detection and localization of alveolar bone loss by the identification of bone defects using the conventional and digital (CCD and PSP) periapical tests and CBCT scans, it was found that only the CT provided excellent images for the diagnosis of 1-mm and 5-mm bone loss. The other intraoral tests yielded good results for the evaluation of bone loss and excellent results for a loss of 5 mm in the posterior teeth. This finding indicates that these tests are also indicated for the evaluation of bone loss because they have lower costs and involve a lower radiation dose (15,16).

The digital radiographic system has replaced conventional radiographs because the former presents several advantages, such as the reduced radiation dose; the rapid acquisition of digital images; the fact that chemical processing is unnecessary; and the ability to manipulate images, including the magnification, brightness/contrast, negatives, pseudo-coloring, and relief. Various authors have also reported advantages of digital radiographic systems in terms of the storing and sending of digital images to other professionals and the fact that these systems do not produce chemical residues (17,18).

Several studies have validated the use of CBCT in orthodontic treatment, implant planning, studies of temporomandibular disorders, and the diagnosis of impacted teeth and various pathologies (13,19-22), but there has been little analysis of CBCT in periodontal diagnosis. In a systematic review of the literature, only 3% of the studies reported the use of CBCT for obtaining images in periodontics (23), most being in vitro investigations (13,19-22).

According to several authors (13,24,25), CBCT is still not the first choice for periodontal diagnosis. As in the present investigation, comparative studies with artificial bone defects have shown that CBCT has 80-100% sensitivity in the detection and classification of bone defects, while intraoral radiographs have a sensitivity of 63-67% (13,24-26.) CBCT displays no distortion and overlay and has dimensions compatible with the real size. Therefore, images obtained using CBCT for evaluating bone defects of the alveolar crest and alveolar bone loss provide better results regarding contrast, bone quality, and details of the lamina dura (25). CBCT offers a new approach to evaluating patients with periodontal disease and is an excellent resource for selecting the most appropriate therapy.

According to previous studies (27), young adults have an average alveolar bone height of 1.4 mm (± 0.7) in relation to the cemento-enamel junction, and in individuals older than 45 years, this average is increased to 3 mm (± 1.5) (27). Other authors (28) have evaluated the efficacy of CBCT in the detection and quantification of periodontal bone defects, defining a distance equal to or greater than 3 mm for vertical bone defects. The same distance has been adopted by other authors (29) for comparing CBCT with intraoral radiographs in the evaluation of bone gain after regenerative therapy.

Compared with conventional radiography, the CBCT radiation dose is equivalent to a full series of upper and lower arches and is approximately 3-7 times the dose of a panoramic radiograph (22), depending on the configuration used. The effective radiation dose of CBCT varies according to the brand of the device and the technical specifications selected during use (i.e., the FOV, exposure time, kilovoltage, and milliamperes) (30). The information potential

of CBCT is much higher than that of intraoral radiographs, as demonstrated in the present study. Therefore, CBCT use is justified when three-dimensional analysis is necessary and to obtain greater representative precision for bone and tooth structures (13,26,28).

CBCT yielded the best results for evaluating the alveolar crest resorption in incisors and molars, with high levels of sensitivity and specificity. The intraoral CCD and PSP radiographs also displayed a high ROC curve, with conventional radiographs having a slightly lower curve than the other modalities. Therefore, based on these results, professionals who use intraoral systems (conventional and CCD and PSP digital) achieve good results for evaluating bone loss, even initial loss (from 1 mm), and the tests are reliable for clinical use in evaluating bone loss. However, in cases where three-dimensional evaluation is necessary, especially when evaluating the buccal and lingual crests, CBCT provides even better images with great accuracy in regions presenting early bone loss and can differentiate these regions from those areas presenting no such defects (with high sensitivity and specificity).

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi comparar o diagnóstico de reabsorção da crista óssea alveolar por meio de três métodos por imagens: radiografias periapicais convencionais e digitais realizadas com placa de fósforo (PSP) e sistema CCD, além da tomografia computadorizada cone beam (CBCT). No presente estudo, foram selecionadas mandíbulas humanas apresentando 10 cristas ósseas alveolares das regiões anteriores e posteriores. Foram analisadas 3 fases distintas: fase inicial (ausência de lesão), fase crista (lesão na crista com 1mm de altura) e fase rebordo (lesão produzida com 5 mm de altura). Os diferentes métodos de diagnóstico por imagem foram realizados após cada fase e analisados por 2 radiologistas. Os dados foram submetidos a análise da curva ROC e as medidas das notas foram comparadas pelo coeficiente Kappa. O melhor resultado foi encontrado na tomografia cone beam, apresentando alta sensibilidade e especificidade evidenciado na curva ROC. As radiografias intra-orais tanto convencionais como as digitais CCD e PSP apresentaram bons resultados, podendo o profissional optar por estes métodos.

REFERENCES

1. Carranza FA, Newman MG, Takei HH. Clinical Periodontics. 9th ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2004.
2. Papapanou PN, Wennstrom JL, Grondahl K. A 10-year retrospective study of periodontal disease progression. Clinical characteristics of subjects with pronounced and minimal disease development. J Clin Periodontol 1990;17(2):78-84.
3. Stam T, Kaup M, Hohoff A, Meier T, Meyer U. Validity of three-dimensional public-domain system for contemporary endodontic research. J Endod 2003;29(12):801-805.
4. Cotton TP, Geisler TM, Holden DT, Schwartz SA, Schindler WG. Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. J Endod 2007;33(9):1121-1132.
5. Arnheiter C, Scarfe WC, Farman AG. Trends in maxillofacial cone-beam computed tomography usage. Oral Radiol 2006;22(2):80-85.
6. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. J Can Dent Assoc 2006;72(1):75-80.
7. Garib DG, Raymundo Jr R, Raymundo MV, Raymundo DV, Ferreira SN. Cone-beam computerized tomography: understanding this new method of imaging diagnosis with promising applicability in orthodontics. Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial 2007;12(2):1-18.
8. Abuabara A, Schreiber J, Baratto Filho F, Cruz GV, Guerino L. Analysis of the external anatomy in the first upper molar using cone-beam computed tomography. Rev Sul Bras Odontol 2008;5(2):38-40.
9. Cotrim-Ferreira FA, Lascala CA, Costa C, Garib DG, Chilvarquer I, Cavalcanti MGP et al. Modern radiology and imaging methods for orthodontic use. Ortodontia SPO 2008;41(1):62-71.
10. Hanley JA, McNeil BJ. The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic (ROC) curve. Radiol 1982;143(1):29-36.
11. Wenzel A, Verdonschot EH. Some considerations in the evaluation of diagnostic tests in Dentistry. Dentomaxillofac Radiol 1994;23(4):179-182.
12. Metzger Z, Shperling I. Iatrogenic perforation of the roots of restoration covered teeth. J Endod 1981;7(5):232-233.
13. Misch KA, Yi ES, Sarment DP. Accuracy of cone beam computed tomography for periodontal defect measurements. J Periodontol 2006;77(7):1261-1266.
14. Ozmeric N, Kostiotchenko I, Hagler G, Frentzen M, Jervøe-Storm PM. Cone beam computed tomography in assessment of periodontal ligament space: *in vitro* study on artificial tooth model. Clin Investig Oral 2008;12(3):233-239.
15. Jeffcoat MK. Current concepts in periodontal disease testing. J Am Dent Assoc 1994;125(8):1071-1078.
16. Reddy MS. Radiographic methods in the evaluation of periodontal therapy. J Periodontol 1992;63(12):1078-1084.
17. Kositbowornchai S, Sikram S, Nuansakul R, Thinkhamrop B. Root fracture detection on digital images: effect of the zoom function. Dent Traumatol 2003;19(3):154-159.
18. Kamburoglu K, Cebeci ARI, Grondahl HG. Effectiveness of limited cone-beam computed tomography in the detection of horizontal root fracture. Endod Dent Traumatol 2009;25(3):256-261.
19. Vandenbergh, B, Jacobs R, Yang J. Detection of periodontal bone loss using digital intraoral and cone beam computed tomography images: an *in vitro* assessment of bony and/or infrabony defects. Dentomaxillofac Radiol 2008;37(5):252-260.

20. Parks ET. Computed tomography applications for dentistry. *Dent Clin North Am* 2000;44(2):371-394.
21. Gomes-Filho IS, Sarmento VA, Castro MS. Radiographic features of periodontal bone defects: evaluation of digitized images. *Dentomaxillofac Radiol* 2007;36(5):256-262.
22. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL, Howerton WB. Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. *Dentomaxillofac Radiol* 2006;35(4):219-226.
23. De Vos W, Casselman J, Swennen GR. Cone-beam computerized tomography (CBCT) Imaging of the oral and maxillofacial region: a systematic review of the literature. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;38(6):609-625.
24. Fuhrmann RAW, Wehrbein H, Langen HJ, Diedrich PR. Assessment of the dentate alveolar process with high resolution computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol* 1995;24(1):50-54.
25. Vandenberghe B, Jacobs R, Yang J. Diagnostic validity (or acuity) of 2D CCD versus 3D CBCT images for assessing periodontal breakdown. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;104(3):395-401.
26. Mengel R, Candir M, Shiratori K, Flores-de-Jacoby L. Digital volume tomography in the diagnosis of periodontal defects: an *in vitro* study of native pigs and human mandibles. *J Periodontol* 2005;76(5):665-673.
27. Persson RE, Hollender LG, Laurell L, Persson GR. Horizontal alveolar bone loss and vertical bone defects in an adult patient population. *J Periodontol* 1998;69(3):348-356.
28. Mol A, Balasundaram A. *In vitro* cone beam computed tomography imaging periodontal bone. *Dentomaxillofac Radiol* 2008;37(6):319-24.
29. 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(1):48-55.
30. Katsumata A, Hirukawa A, Okumura S, Naitoh M, Fujishita M, Ariji E. Relationship between density variability and imaging volume size in cone-beam computerized tomographic scanning of the maxillofacial region: an *in vitro* study. *Surg Oral Oral Med Oral Pathol Oral Radiol & Endod* 2009;107(3):420-425.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O melhor resultado foi encontrado na tomografia cone beam, apresentando alta sensibilidade e especificidade evidenciada na curva ROC. As radiografias intra-orais tanto convencionais como as digitais CCD e PSP apresentaram bons resultados, podendo o profissional optar por estes métodos na rotina clínica.

REFERÊNCIAS

- ARNHEITER, C.; SCARFE, W.C.; FARMAN, A.G.. Trends in maxillofacial cone-beam computed tomography usage. **Oral Radiology**, Tokio, v.22, p. 80-85, 2006.
- ABRAMOVITCH, K. Pratical imaging of the temporomandibular joint. **Texas Dental Journal**, Texas, v.112, n.2, p. 45-51, 1995.
- ABUABARA, A. et al. Análise da anatomia externa no primeiro molar superior por meio da tomografia computadorizada cone beam. **Revista Sul Brasileira de Odontologia**, Joinville, v.5, n.2, p. 38-40, 2008.
- BATENBURG RH et al. Bone height measurements on panoramic radiographs: the effect of shape and position of edentulous mandibles. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology & Endodontics**, v.84, n.4, p. 430-435, 1997.
- BOLIN, A. et al. Radiographic evaluation of mandibular posterior implant sites: correlation between panoramic and tomographic determinations. **Clinical Oral Implants Research**, v.7, n.4, p. 354-359, 1996.
- BONTRAGER, K.L. **Tratado de técnica radiológica e base anatômica**. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2003, p. 700-704.
- CARRANZA, F.A.; NEWMAN, M.G.; TAKEI, H.H. **Periodontia Clínica**. 9. ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.
- COELHO, A.B.; TELLES, D. Planejando a prótese sobre implantes. [Acesso em 19/01/2010]. Disponível em: URL: <http://www.sobreimplantes.com/Livro/Capítulo%20II.pdf>.
- COTRIM-FERREIRA, F.A. et al. Modernos métodos de radiologia e imaginologia para o uso ortodôntico. **Revista Ortodontia SPO**, São Paulo, v.41, n.1, p. 62-71, 2008.
- COTTON, T.P. et al. Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. **Journal of Endodontics**, Chicago, v.33, n.9, p. 1121-1132, Sept. 2007.
- ELIAS JÚNIOR, J. **Ciências da imagem e da física médica**. 2007 [Acesso em: 23 dezembro 2009]. Disponível em: URL: http://cci.fmrp.usp.br/siaenet/novo_siae/download/Tomografia.pdf.
- FUHRMANN R. Three-dimensional interpretation of labiolingual bone width of the lower incisors. Part II. **Journal of Orofacial Orthopedics**, v.57, n.3, p. 168-185, June 1996.
- GARIB, D.G. et al. Tomografia computadorizada de feixe cônico (Cone Beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na ortodontia. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, Maringá, v.12, n.2, p.1-18, mar./abr. 2007.

KAMBUROGLU, K.; CEBECI, A.R.I.; GRONDAHL, H.G. Effectiveness of limited cone-beam computed tomography in the detection of horizontal root fracture. **Endodontics & Dental Traumatology**, Copenhagen, v.25, n.3, p. 256-261, June 2009

KOSITBOWORNCHAI, S. et al. Root fracture detection on digital images: effect of the zoom function. **Dental Traumatology**, v.19, n.3, p. 154-159, 2003.

LAM, E.W.; RUPRECHT, A.; YANG, J. Comparison of two-dimensional orthoradially reformatted computed tomography and panoramic radiography for dental implant treatment planning. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v.74, n.1, p. 42-46, 1995.

LINDHE J. **Tratado de Periodontia Clínica e Implantologia**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

MANSON, R.; BOURNE, S. **A guide to dental radiography**. Oxford: Oxford University Press, 1998, p. 109-227.

MENDES, R. Produção de imagens por raios X convencional e produção de imagens por tomografia computadorizada. [Acesso em: 12 dezembro 2009]. Disponível em: URL: <http://rikmendes.vilabol.uol.com.br/Bioimagem,htm#tomografia>.

PAPAPANOU, P.N.; WENNSTROM, J.L.; GRONDAHL, K. A 10-year retrospective study of periodontal disease progression. Clinical characteristics of subjects with pronounced and minimal disease development. **Journal of Clinical Periodontology**. v.17, p. 78-84, 1990.

PARKS, E.T. Computed tomography applications for dentistry. **Dental Clinics of North America**, Philadelphia, v.44, n.2, p. 371-394, 2000.

SCARFE, W.C.; FARMAN, A.; SUKOVIC, P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. **Journal of the Canadian Dental Association**, Ottawa, v.72, n.1, p. 75-80, 2006.

SENA, L.E.C. et al. Utilização da tomografia computadorizada de feixe cônico no estudo corrigido da articulação têmporo-mandibular. **International Journal of Dentistry**, New York, v.4, n.3, p. 80-124, 2005.

STAM, T. et al. Validity of three-dimensional public-domain system for contemporary endodontic research. **Journal of Endodontics**, Chicago, v.29, n.12, p. 801-805, Dec. 2003.

ULM, C. et al. Reduction of the compact and cancellous bone substances of the edentulous mandible caused by resorption. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology & Oral Radiology**, n.74, p. 131-136, 1992.

XAVES, A.C.C. et al. Aplicações da tomografia de feixe cônico na odontologia. **International Journal of Dentistry**, New York, v.4, n.3, p. 80-124, 2005.

ANEXO - Comitê de Ética

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DE MINAS GERAIS -
PUCMG



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: COMPARAÇÃO DE TRÊS MÉTODOS POR IMAGENS (RADIOGRAFIAS CONVENCIONAIS, DIGITAIS E TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA CONE BEAM) NO DIAGNÓSTICO DE REABSORÇÃO DA CRISTA ÓSSEA ALVEOLAR

Pesquisador: Christian Hellen Rodrigues da Cunha

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 08375812.0.0000.5137

Instituição Proponente: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - PUCMG

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 214.547

Data da Relatoria: 19/03/2013

Apresentação do Projeto:

Os primeiros sinais radiográficos de uma periodontopatia são o esfumaçamento e destruição da crista óssea alveolar, que é uma tarefa muito difícil para o cirurgião dentista diagnosticar, utilizando as radiografias convencionais. Assim, o objetivo deste trabalho é comparar o diagnóstico de reabsorção da crista óssea alveolar por meio de três métodos por imagens: radiografias periapicais convencionais e digitais realizadas com placa de fósforo (PSP) e sistema CCD, além da tomografia computadorizada de feixe cônico (cone beam) TCCB. No presente estudo, serão selecionadas mandíbulas humanas apresentando 10 cristas ósseas alveolares de cada grupo dentário (molares, pré-molares, caninos e incisivos). Serão realizadas as radiografias e as tomografias de todas as cristas integras, utilizando todos os sistemas de imagens em estudo, constituindo, assim, o grupo controle com ausência de perda óssea. Posteriormente serão produzidas lesões periodontais com brocas cilíndricas com auxílio de paquímetro digital, permitindo que as lesões apresentem diferentes alturas, o que corresponderá a 3 fases distintas: fase inicial (ausência de lesão), fase crista (lesão na crista com 1mm de altura) e fase rebordo (lesão produzida com 5 mm de altura). Os diferentes métodos de diagnóstico por imagem serão realizados após cada fase e analisados por 3 radiologistas. Os dados serão submetidos à análise de variância, e as médias das notas serão comparadas pelo teste de Tukey.

Endereço: Av. Dom José Gaspar, 500 - Prédio 03, sala 228

Bairro: Coração Eucarístico **CEP:** 30.535-901

UF: MG

Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3319-4517

Fax: (31)3319-4517

E-mail: cep.propg@pucminas.br

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DE MINAS GERAIS -
PUCMG**



Objetivo da Pesquisa:

- Avaliar a precisão das radiografias periapicais convencionais e digitais, e a tomografia computadorizada cone beam em relação ao diagnóstico de reabsorção da crista óssea alveolar, fazendo um estudo comparativo das mesmas.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: não haverá riscos, devido à amostra da pesquisa ser obtida através de mandíbulas secas.

Benefícios: a falta de precisão nas imagens radiográficas durante a avaliação da integridade da crista óssea alveolar ou quantidade de reabsorção da mesma, acarreta em um falso diagnóstico dificultando assim um correto planejamento e tratamento do paciente frente aos problemas causados pela doença em si. Com a verificação da precisão e grau de distorção desses exames radiográficos, torna-se possível reconhecer o grau de confiabilidade de cada exame, obtendo assim um planejamento e tratamento mais preciso ao paciente em questão.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa apresenta objetivos, metodologia e cronograma adequados assim como pertinência e valor científico.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

- Os termos de apresentação obrigatória foram anexados e estão adequados.
- A pesquisadora solicitou dispensa do TCLE, uma vez que serão utilizadas mandíbulas secas com dentes, cedidas pelo laboratório de Radiologia Odontológica e Imaginologia da PUCMinas.

Recomendações:

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não se aplica.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Endereço: Av. Dom José Gaspar, 500 - Prédio 03, sala 228
 Bairro: Coração Eucarístico CEP: 30.535-901
 UF: MG Município: BELO HORIZONTE
 Telefone: (31)3319-4517 Fax: (31)3319-4517 E-mail: cep.proppg@puccinas.br

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DE MINAS GERAIS -
PUCMG



BELO HORIZONTE, 08 de Março de 2013

Assinador por:
CRISTIANA LEITE CARVALHO
(Coordenador)

Endereço: Av. Dom José Gaspar, 500 - Prédio 03, sala 228
Bairro: Coração Eucarístico CEP: 30.535-901
UF: MG Município: BELO HORIZONTE
Telefone: (31)3319-4517 Fax: (31)3319-4517 E-mail: csp.propgg@pucminas.br