

Análise de dentição mista: tomografia *versus* predição e medida radiográfica

Letícia Guilherme Felício*, Antônio Carlos de Oliveira Ruellas**, Ana Maria Bolognese***, Eduardo Franzotti Sant'Anna****, Mônica Tirre de Souza Araújo****

Resumo

Objetivo: o objetivo dos autores desse estudo foi comparar o método de análise de dentição mista que utiliza tomografia computadorizada de feixe cônico para avaliar os diâmetros dos dentes intraósseos com os métodos de Moyers, Tanaka-Johnston e radiografias oblíquas em 45°.

Métodos: foram realizadas medidas, na arcada inferior, dos diâmetros mesiodistais dos incisivos permanentes irrompidos, nos modelos de gesso com auxílio de paquímetro digital e estimativa do tamanho de pré-molares e caninos permanentes ainda não irrompidos utilizando-se a tabela de Moyers e a fórmula de predição de Tanaka-Johnston. Nas radiografias oblíquas em 45°, caninos e pré-molares foram medidos utilizando-se o mesmo instrumento. Nas tomografias, as mesmas unidades dentárias foram aferidas por meio de ferramentas do programa Dolphin.

Resultados: a análise estatística revelou elevada concordância entre o método tomográfico e o radiográfico, e baixa concordância entre o tomográfico e os demais avaliados. **Conclusão:** a tomografia computadorizada de feixe cônico mostrou-se confiável para análise da dentição mista e apresenta algumas vantagens em relação aos métodos comparados: a observação e mensuração dos dentes intraósseos individualmente, com a possibilidade, contudo, de visualizá-los sob diferentes perspectivas e sem superposição de estruturas anatômicas.

Palavras-chave: Dentição mista. Tomografia computadorizada de feixe cônico. Radiografia em 45°. Modelos de gesso.

INTRODUÇÃO

A maioria das más oclusões envolve problemas relativos ao desequilíbrio entre o tamanho dos dentes e das bases ósseas¹. Apesar disso, existe um pequeno período no desenvolvimento da dentição em que o apinhamento na arcada inferior é considerado aceitável. Quando o incisivo lateral permanente inferior irrompe na cavidade bucal,

existe, em média, a necessidade de 1,6mm de espaço adicional para que todos os dentes anteriores se alinhem corretamente^{2,3}. Em muitos casos, esse apinhamento é transitório e tende a dissolver-se espontaneamente, devido ao aumento da distância intercaninos, à migração dos caninos decíduos em direção aos espaços primatas e ao posicionamento mais labial dos incisivos permanentes em relação

* Mestranda em Ortodontia pela Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (FO-UFRJ).

** Mestre e Doutor em Ortodontia pela FO-UFRJ. Professor Associado de Ortodontia da FO-UFRJ.

*** Mestre e Doutora em Ortodontia pela FO-UFRJ. Pós-doutorado em Oral Biology pela North-Western University (EUA). Professora Titular de Ortodontia da FO-UFRJ.

**** Mestres e Doutores em Ortodontia pela FO-UFRJ. Professores Adjuntos de Ortodontia da FO-UFRJ.

aos antecessores decíduos⁴. Nessa fase, é importante a realização da análise da dentição mista para estimar o diâmetro dos dentes permanentes ainda não irrompidos e verificar, antecipadamente, se o volume dentário estará de acordo com o tamanho da base óssea.

Muitas análises foram desenvolvidas com esse propósito e, resumidamente, podem ser agrupadas em três categorias: as baseadas em equações de regressão, as que utilizam radiografias e aquelas que combinam os dois métodos anteriores⁵.

Dentre elas, a análise de Moyers tem sido largamente empregada devido à sua simplicidade⁶. Baseado no fato de que, em uma mesma pessoa, os dentes permanentes apresentam tamanhos marcadamente proporcionais, Moyers⁴ propôs uma tabela com os valores de caninos permanentes e pré-molares não irrompidos, utilizando como referência o diâmetro dos incisivos inferiores permanentes.

A fórmula de Tanaka-Johnston é uma maneira prática de obter a mesma informação, visto que dispensa a consulta à tabela. O valor dos pré-molares e caninos de uma hemiarcada é definido pela soma da metade do diâmetro mesiodistal dos incisivos inferiores permanentes, acrescido de um valor predeterminado, que corresponde a 10,5mm para uma hemiarcada inferior e 11,0mm para uma hemiarcada superior⁷.

A radiografia oblíqua em 45° tem sido citada como um dos métodos mais confiáveis para obtenção dos diâmetros dos dentes ainda não irrompidos, por possibilitar a identificação unilateral e uma visão nítida dos dentes posteriores⁸⁻¹³. O fator de magnificação nessa modalidade de exame é pequeno, a distorção menor do que a observada na telerradiografia de perfil¹⁰ e o tamanho do dente é efetivamente aferido, e não estimado.

Uma das possibilidades de aplicação da tomografia computadorizada na Ortodontia é a observação do exato diâmetro mesiodistal dos dentes para avaliação da discrepância dente-osso¹⁴. Vistas tridimensionais da oclusão, geradas pelas tomografias computadorizadas, permitem uma análise

rápida e eficiente, especialmente em pacientes na fase de dentição mista, já que as imagens ilustram dentes irrompidos, em fase de erupção e em desenvolvimento, além de sua posição relativa e formação radicular generalizada¹⁵.

Devido à diminuição do comprimento da arcada, particularmente a inferior, durante a transição da dentição mista para a permanente, a análise da dentição mista é comumente aplicada à mandíbula¹⁶.

No presente estudo, o objetivo foi comparar um novo método de análise da dentição mista, baseado inteiramente em medidas realizadas em tomografia computadorizada, com as já consagradas análises de Moyers, Tanaka-Johnston e radiografias oblíquas em 45°.

MATERIAL E MÉTODOS

A casuística foi composta por 30 pacientes, matriculados para tratamento dentário no Programa de Pós-Graduação em Odontologia (Ortodontia) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), de ambos os sexos, sem distinção de raça e grupo social, e com bom estado de saúde geral. Todos apresentavam, ao exame clínico inicial, os incisivos e primeiros molares permanentes irrompidos; os caninos, primeiros e segundos molares decíduos presentes na cavidade bucal. Tais dentes não apresentavam cáries clinicamente observadas, restaurações, perda de substância dentária interproximal, fratura coronária ou qualquer anormalidade.

Foram confeccionados modelos de gesso a partir de impressões com alginato e os diâmetros dos incisivos permanentes inferiores foram obtidos nesse registro utilizando-se um paquímetro digital (Starret, Itu SP, Brasil) com precisão de medida de 0,02mm e precisão de repetição de 0,01mm (conforme especificações do fabricante). Um dispositivo foi confeccionado com resina acrílica e fio de aço inoxidável e adaptado às pontas do paquímetro digital (Fig. 1) para facilitar a medição do tamanho dentário. A maior largura mesiodistal dos dentes foi conseguida posicionando-se as pontas

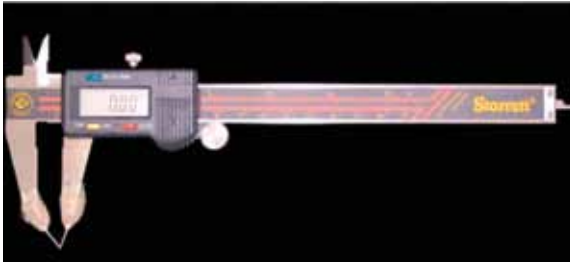


FIGURA 1 - Imagem do paquímetro digital utilizado para realização das medições em modelo de gesso, com ponteiros confeccionados em acrílico e fio de aço inoxidável.

do paquímetro nas regiões de pontos de contato, paralelas às superfícies incisais e perpendiculares ao longo eixo do dente. Os valores dos quatro incisivos foram somados para que a tabela de Moyers, no nível de 75% de probabilidade, pudesse ser consultada, a fórmula de Tanaka-Johnston aplicada e os valores de caninos permanentes e pré-molares intraósseos previstos.

As radiografias oblíquas em 45° foram realizadas no Curso de Especialização em Radiologia Odontológica e Imaginologia da UFRJ, em aparelho de raios X ortopantomográfico da marca Rotograph Plus (Villa Sistemi Midicali, Buccinasco MI, Itália). Tomadas dos lados direito e esquerdo foram obtidas para o mesmo paciente. O diâmetro dos dentes intraósseos nas radiografias oblíquas em 45° foi obtido utilizando-se também o paquímetro digital. A maior largura mesiodistal dos dentes foi determinada pelo método visual.

As tomografias computadorizadas, realizadas em aparelho i-CAT (Imaging Sciences International, Hatfield PA, EUA), foram importadas em formato DICOM pelo programa Dolphin 3D v.11 (Dolphin Imaging, Chatsworth, CAL, EUA). As medidas do diâmetro dos dentes intraósseos foram realizadas utilizando-se ferramentas desse programa. Para tanto, a imagem do longo eixo de cada dente foi corrigida nos três planos — axial, coronal e sagital (Fig. 2, 3). A técnica empregada nesse estudo para mensuração dos dentes intraósseos fora testada anteriormente para avaliar dentes irrompidos e mostrou-se bastante apropriada. O método que utiliza tomografia



FIGURA 2 - Imagens tomográficas cuja segmentação e translucência foram alteradas, mostrando, em B, a possibilidade de visualização dos dentes intraósseos.

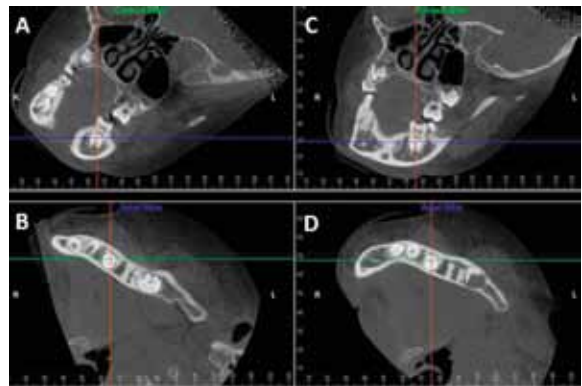


FIGURA 3 - Imagem do dente 35 com giro e longo eixo incorreto em relação às linhas azul e verde representativas dos cortes axial e coronal, respectivamente (A, B), e após a correção da posição do dente em relação às mesmas linhas (C, D).

computadorizada de feixe cônico para medir o diâmetro dentário pôde ser considerado válido.

O projeto de pesquisa foi analisado e aprovado pelo comitê de ética do Instituto de Estudos de Saúde Coletiva da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

RESULTADOS

Para determinar a precisão, confiabilidade e capacidade de repetição das medidas, 10 pares de modelos, 10 radiografias em 45° e 10 tomografias foram selecionados aleatoriamente e medidos duas vezes por um único investigador, com intervalo de tempo de 10 dias. O índice de correlação intraclasse foi alto, em média de 0,98 para os modelos de gesso, 0,97 para as radiografias e 0,99 para as tomografias, indicando confiabilidade nas medições realizadas pelo examinador.

A análise estatística descritiva contendo média, desvio-padrão, mínimo e máximo dos valores referentes à soma dos caninos permanentes e pré-molares direito e esquerdo em tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT), radiografias em 45°, radiografias em 45° com correção da magnificação e derivada da tabela de Moyers e fórmula de Tanaka-Johnston encontra-se na Tabela 1.

A concordância entre as medidas dos dentes não irrompidos em tomografia e os previstos pela tabela de Moyers e pela fórmula de Tanaka-Johnston e, ainda, os medidos em radiografias oblíquas em 45° foi avaliada por meio da aplicação do índice de correlação intraclasse e do teste t pareado, com intervalo de confiança de 95% ($p < 0,05$). Os resultados revelaram elevada concordância entre o método tomográfico e o radiográfico e baixa concordância entre o tomográfico e os demais avaliados (Tab. 2).

DISCUSSÃO

O diagnóstico por imagem e os modelos de estudo são ferramentas das mais importantes utilizadas em Ortodontia.

No contexto das técnicas radiográficas convencionais, um número variado de exames (periapicais, panorâmica, telerradiografias de perfil e posteroanterior, oclusal e oblíqua em 45°) é empregado rotineiramente com finalidade ortodôntica na avaliação da região craniofacial. Contudo, as radiografias convencionais são a representação bidimensional de estruturas tridimensionais e, por isso, apresentam alguma dificuldade em informar precisamente a orientação espacial, tamanho, forma e relação das estruturas anatômicas¹⁸. Diferentemente das radiografias, que projetam em um só plano todos os objetos atravessados pelos raios X, a tomografia computadorizada de feixe cônico evidencia as relações estruturais em profundidade¹⁴.

Também os modelos de gesso apresentam algumas limitações. Tradicionalmente, são medidos manualmente com auxílio de paquímetro. Alternativamente, as mensurações podem ser feitas em fotocópias, fotografias, hologramas, modelos virtuais¹⁹.

TABELA 1 - Análise estatística descritiva das medidas lineares (em mm) representativas das somas de caninos permanentes e pré-molares direito e esquerdo realizadas em tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT), radiografias em 45° e radiografias em 45° com correção da magnificação, e derivadas da tabela de Moyers e fórmula de Tanaka-Johnston, incluindo média, desvio-padrão, mínimo e máximo.

	n	Média	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo
CBCT	30	46,44	2,57	39,40	52,90
Tabela de Moyers	28	44,62	1,42	44,62	48,60
Fórmula de Tanaka-Johnston	29	44,07	1,47	44,07	47,62
RX 45°	30	46,27	2,75	39,15	52,65
RX 45° x 0,928	30	42,93	2,58	36,26	48,83

n = tamanho da amostra.

TABELA 2 - Resultados da análise estatística empregada para avaliação da concordância entre as medidas realizadas em tomografia computadorizada de feixe cônico e as derivadas da tabela de Moyers, da fórmula de Tanaka-Johnston e das radiografias oblíquas em 45°.

	n	ICC	Teste t pareado	
			p valor ($p < 0,05^*$)	Diferença média (mm)
Tabela de Moyers	28	0,35	0,000*	2,00
Fórmula de Tanaka-Johnston	29	0,41	0,008*	1,81
RX 45°	30	0,97	0,273	0,25
RX 45° x 0,928	30	0,82	0,000*	3,54

n = tamanho da amostra.

Entre algumas vantagens dos métodos digitais, em relação ao manual, estão normalmente o menor tempo gasto com as técnicas digitais, e a eliminação da necessidade de estocar os modelos de gesso, pois os arquivos são virtuais, facilitando o acesso ao registro diagnóstico a partir de outras localidades⁶.

A utilização de tomografia de feixe cônico com o propósito de avaliar os diâmetros dos dentes intra-ósseos não fora testada. Apesar disso, estudos anteriores²⁰⁻²⁴ apontaram para tal possibilidade, visto que as análises quantitativas em tomografia computadorizada demonstraram grande acurácia e precisão. As mensurações realizadas, em sua maioria, diretamente no crânio e na imagem em tomografia computadorizada do mesmo crânio foram absolutamente semelhantes. A precisão ou reprodutibilidade do método

confirmou-se diante de escassos erros na repetição das mensurações, tanto intra como interexaminadores¹⁴.

Na avaliação dos valores referentes à soma dos diâmetros dos dentes intraósseos, pré-molares e caninos permanentes, medidos em tomografia e derivados da tabela de Moyers e fórmula de Tanaka-Johnston, a análise estatística mostrou haver uma concordância baixa entre os métodos. Entretanto, estudos com tomografias médicas da região craniofacial indicaram que erros de medidas de até 5% são clinicamente aceitáveis²², percentagem maior do que a observada na presente pesquisa.

No planejamento do tratamento ortodôntico, a variação individual representa um importante fator². Todos os métodos de predição do diâmetro mesiodistal dos caninos e pré-molares, como por exemplo a análise de Moyers ou de Tanaka-Johnston, desconsideram a individualidade e sub ou superestimam os valores reais dos dentes¹⁶. Com a utilização da tomografia computadorizada de feixe cônico, os dentes são medidos, e não estimados. O exame tomográfico de um dos pacientes revelou a presença de macrodontia e anomalia de forma dos segundos pré-molares. Consultando a tabela de Moyers ou a fórmula de Tanaka-Johnston apenas, essa informação passaria despercebida e o espaço requerido para tal paciente seria previsto equivocadamente, menor que o real. Em outro caso, a agenesia dos segundos pré-molares também pôde ser constatada oportunamente no exame tomográfico ou radiografias em 45°, quando da realização da análise de dentição mista. Para esse paciente, com ausência dos segundos pré-molares, a tabela de Moyers e a fórmula de Tanaka-Johnston não puderam ser aplicadas para fins de comparação com as medidas tomográficas, pois forneciam valores da soma dos caninos e pré-molares, primeiros e segundos. Para um outro, cuja soma das medidas dos incisivos inferiores foi de tão baixo valor que a tabela de Moyers não pôde ser consultada, a comparação com as medidas tomográficas também não foi possível. A casuística, por isso, foi constituída por 29 e 28 pacientes quando da comparação das medidas em tomografia com as

sugeridas pela fórmula de Tanaka-Johnston e pela tabela de Moyers, respectivamente.

Por sua vez, os métodos radiográfico e tomográfico consideram a variação individual (cada um dos dentes é medido em ambos os exames) e, quando comparados, foi observada elevada concordância entre as medidas em um e no outro. Nas radiografias, em muitos casos (cerca de 29,21%) os dentes avaliados encontravam-se girados. Nesse sentido, a tomografia computadorizada de feixe cônico apresenta algumas vantagens em relação à radiografia em 45°. Os autores desse estudo concordam que as imagens tridimensionais apresentam grande potencial na avaliação quantitativa do crânio e da face devido à facilidade de identificação dos pontos, por conta da não superposição de estruturas, e também da possibilidade de mover a imagem tridimensionalmente, permitindo a visualização do objeto por vários ângulos.

Lima e Monnerat²⁵ propuseram a correção da telerradiografia oblíqua em 45° para determinar o tamanho dos caninos permanentes e pré-molares intraósseos. Sugeriram que as medidas dos dentes na radiografia fossem multiplicadas por 0,928, resultando em alto grau de fidelidade em relação às medidas reais.

Curiosamente, o método radiográfico que inclui a correção da magnificação da imagem não foi o que apresentou maior correlação com o tomográfico (Tab. 2). Os dentes medidos em tomografia foram, frequentemente, maiores que os medidos em radiografia de 45° e a correção da magnificação radiográfica tratou de acentuar essa diferença.

Segundo Bernabe e Flores-Mir⁵, a análise de dentição mista deve apresentar um erro sistemático mínimo e conhecido, ser de fácil reprodução por um operador qualquer com treinamento básico, ser de rápida realização, não necessitar de nenhum equipamento muito sofisticado, poder ser realizada diretamente na boca e utilizada para ambas as arcadas. Sobre isso, é importante ressaltar que, nesse processo de substituição de um exame tradicional por outro inovador, os erros e o tempo destinado à avaliação do novo método tendem a ser maiores. À medida que

o examinador avança na pesquisa e tem a oportunidade de avaliar mais tomografias, menos variações entre os métodos são observadas, observação que também foi constatada por Rheude et al.¹⁷

A dose de radiação empregada na modalidade feixe cônico equivale, aproximadamente, a 1/6 da necessária para a obtenção de tomografias médicas e é bastante similar à do conjunto de radiografias odontológicas empregadas para diagnóstico e planejamento ortodônticos, com benefício, contudo, de prover informações mais abrangentes e confiáveis^{14,19,20,21,26-30}. Sua aplicação ainda modesta se deve, principalmente, ao custo elevado dos programas computacionais que permitem a visualização e edição das imagens. Porém, a sua aquisição, em face do custo das radiografias odontológicas, é financeiramente atrativa, visto que o orçamento do exame tomográfico se equipara ao da documentação convencional ortodôntica¹⁴. Com os anos, a tendência é de que tais programas tornem-se mais acessíveis. A disponibilidade dessa tecnologia estenderá, indubitavelmente, o uso e a aplicação de imagens em 3D no campo da Ortodontia clínica²³.

Trabalhar com probabilidades que exijam exatidão torna-se difícil, pois a anatomia humana é dotada de variações. Diversos são os métodos que

estimam o valor do diâmetro mesiodistal de caninos e pré-molares por meio de tabelas, equações e radiografias. Obter, através desses, o valor mais próximo do real é um desafio, pois todos correm o risco de falhar. A avaliação da efetividade dos mesmos não é um exame para aprová-los ou reprová-los, mas um mecanismo para verificar como esses métodos são responsáveis por um diagnóstico seguro. Assim sendo, aliado aos métodos de predição deve existir o bom senso do profissional, a fim de que o diagnóstico seja elaborado de forma eficaz⁷.

CONCLUSÃO

A análise da dentição mista pelo método tomográfico é confiável e apresenta algumas vantagens em relação aos métodos avaliados. Ela considera variações individuais da anatomia dentária, facilita a identificação de pontos devido à não superposição de estruturas e à possibilidade de movimentar a imagem tridimensionalmente, permitindo sua visualização sob diferentes ângulos.

AGRADECIMENTO

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) pelo auxílio financeiro concedido para obtenção do *software* Dolphin, essencial à execução desse projeto.

Mixed-dentition analysis: Tomography versus radiographic prediction and measurement

Abstract

Objective: The aim of this study was to evaluate the method for mixed-dentition analysis using Cone-Beam Computed Tomography for assessing the diameter of intra-osseous teeth and compare the results with those obtained by Moyers, Tanaka-Johnston, and 45-degree oblique radiographs. **Methods:** Measurements of mesial-distal diameters of erupted lower permanent incisors were made on plaster cast models by using a digital calliper, whereas assessment of the size of non-erupted permanent pre-molars and canines was performed by using Moyer's table and Tanaka-Johnston's prediction formula. For 45-degree oblique radiographs, both canines and pre-molars were measured by using the same instrument. For tomographs, the same dental units were gauged by means of Dolphin software resources. **Results:** Statistic analysis revealed high agreement between tomographic and radiographic methods, and low agreement between tomographs and other methods being evaluated. **Conclusion:** Cone-Beam Computed Tomography was accurate for mixed-dentition analysis in addition to presenting some advantages over compared measurement methods: observation and measurement of intra-osseous teeth individually with the possibility, however, to view them from different prospects and without superimposition of anatomical structures.

Keywords: Mixed dentition. Cone-Beam Computed Tomography. 45-degree oblique radiograph. Plaster cast.

REFERÊNCIAS

- Shigenobu N, Hisano M, Shima S, Matsubara N, Soma K. Patterns of dental crowding in the lower arch and contributing factors. A statistical study. *Angle Orthod.* 2007 Mar;77(2):303-10.
- Sayin MO, Türkkahraman H. Factors contributing to mandibular anterior crowding in the early mixed dentition. *Angle Orthod.* 2004 Dec;74(6):754-8.
- Lima Martinelli F, Martinelli de Lima E, Rocha R, Souza Tirre-Araujo M. Prediction of lower permanent canine and premolars width by correlation methods. *Angle Orthod.* 2005 Sep;75(5):805-8.
- Moyers RE. *Handbook of orthodontics*. 4th ed. Chicago: Year Book; 1988.
- Bernabé E, Flores-Mir C. Are the lower incisors the best predictors for the unerupted canine and premolars sums? an analysis of a Peruvian sample. *Angle Orthod.* 2005 Mar;75(2):202-7.
- Paredes V, Gandia JL, Cibrian R. New, fast, and accurate procedure to calibrate a 2-dimensional digital measurement method. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005 Apr;127(4):518-9.
- Marchionni VMT, Silva MCA, Araújo TM, Reis SRA. Avaliação da efetividade do método de Tanaka-Johnston para predição do diâmetro méso-distal de caninos e pré-molares não-irrompidos. *Pesqui Odontol Bras.* 2001;15(1):35-40.
- Cartwright LJ, Harvold E. Improved radiographic results in cephalometry through the use of high kilovoltage. *J Can Dent Assoc.* 1954;1(6):251-4.
- Barber TK, Pruzansky S, Lauterstein A, Kindelperger R. Application of roentgenographic cephalometry to pedodontic research. *J Dent Child.* 1960;7(2nd quart.):97-106.
- Barber TK, Pruzansky S, Kindelperger R. An evaluation of the oblique cephalometric film. *J Dent Child.* 1961;28:94-105.
- Ingervall B, Lennartsson B. Prediction of breadth of permanent canines and premolars in the mixed dentition. *Angle Orthod.* 1978 Jan;48(1):62-9.
- Paula S, Almeida MA, Lee PC. Prediction of mesiodistal diameter of unerupted lower canines and premolars using 45 degrees cephalometric radiography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995 Mar;107(3):309-14.
- Bronzi ES, Sakima T, Sakima MT. Telerradiografia em norma de 45 graus: uma revisão de literatura. *Rev Fac Odontol Inst Amaz Ens Sup.* 2004 jul-dez;1:24-35.
- Garib DG, Raymundo R Jr, Raymundo MV, Raymundo DV, Ferreira SN. Tomografia computadorizada de feixe cônico (Cone beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com aplicabilidade na Ortodontia. *Rev Dental Press Ortod Ortop Facial.* 2007 mar-abr;12(2):139-56.
- Motta AT. Avaliação da cirurgia de avanço mandibular por meio da superposição de modelos tridimensionais. [tese]. Rio de Janeiro (RJ): Universidade Estadual do Rio de Janeiro; 2007.
- Melgaço CA, Sousa Araújo MT, Oliveira Ruellas AC. Mandibular permanent first molar and incisor width as predictor of mandibular canine and premolar width. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007 Sep;132(3):340-5.
- Rheude B, Sadowsky PL, Ferreira A, Jacobson A. An evaluation of the use of digital study models in orthodontic diagnosis and treatment planning. *Angle Orthod.* 2005 May;75(3):300-4.
- Oliveira AT. Aplicações da tomografia computadorizada cone beam em ortodontia: revisão de literatura [monografia]. Rio de Janeiro (RJ): Marinha do Brasil; 2007.
- Zilberman O, Huggare JA, Parikakis KA. Evaluation of the validity of tooth size and arch width measurements using conventional and three-dimensional virtual orthodontic models. *Angle Orthod.* 2003 Jun;73(3):301-6.
- Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Martini PT, Andreis IA. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *Eur Radiol.* 1998;8(9):1558-64.
- Lascale CA, Panella J, Marques MM. Analysis of the accuracy of linear measurements obtained by cone beam computed tomography (CBCT-NewTom). *Dentomaxillofac Radiol.* 2004 Sep;33(5):291-4.
- Hilgers ML, Scarfe WC, Scheetz JP, Farman AG. Accuracy of linear temporomandibular joint measurements with cone beam computed tomography and digital cephalometric radiography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005 Dec;128(6):803-11.
- Periago DR, Scarfe WC, Moshiri M, Scheetz JP, Silveira AM, Farman AG. Linear accuracy and reliability of cone beam CT derived 3-dimensional images constructed using an orthodontic volumetric rendering program. *Angle Orthod.* 2008 May;78(3):387-95.
- Brown AA, Scarfe WC, Scheetz JP, Silveira AM, Farman AG. Linear accuracy of cone beam CT derived 3D images. *Angle Orthod.* 2009 Jan;79(1):150-7.
- Lima EMS, Monnerat ME. Comparação das predições do somatório dos diâmetros méso-distais de pré-molares e caninos permanentes inferiores com seus valores reais [dissertação]. Rio de Janeiro (RJ): Universidade Federal do Rio de Janeiro; 1992.
- Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc.* 2006 Feb;72(1):75-80.
- Holberg C, Steinhäuser S, Geis P, Rudzki-Janson I. Cone-beam computed tomography in orthodontics: benefits and limitations. *J Orofac Orthop.* 2005 Nov;66(6):434-44.
- Kau CH, Richmond S, Palomo JM, Hans MG. Three-dimensional cone beam computerized tomography in orthodontics. *J Orthod.* 2005 Dec;32(4):282-93.
- Nakajima A, Sameshima GT, Arai Y, Homme Y, Shimizu N, Dougherty H Sr. Two- and three-dimensional orthodontic imaging using limited cone beam-computed tomography. *Angle Orthod.* 2005 Nov;75(6):895-903.
- 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 Jul;35(4):219-26.

Enviado em: junho de 2010
Revisado e aceito: agosto de 2010

Endereço para correspondência

Antônio Carlos de Oliveira Ruellas
Av. Professor Rodolpho Paulo Rocco, Cidade Universitária
CEP: 21.941-590 – Rio de Janeiro/RJ
E-mail: antonioruellas@yahoo.com.br