

Reprodutibilidade das mensurações da espessura das tábuas ósseas na tomografia computadorizada Cone-Beam utilizando diferentes protocolos de aquisição de imagem

Carolina Carmo de Menezes*, Guilherme Janson**, Camila da Silveira Massaro***, Lucas Cambiaghi***, Daniela G. Garib****

Resumo

Introdução: quanto menor a dimensão do *voxel*, maior a nitidez da imagem de tomografia computadorizada Cone-Beam (TCCB), porém, maior a dose de radiação emitida. **Objetivos:** avaliar e comparar a reprodutibilidade da mensuração da espessura das tábuas ósseas vestibular e lingual em imagens de TCCB, utilizando diferentes protocolos de aquisição de imagem com variação da dimensão do *voxel*. **Métodos:** exames de TCCB foram tomados de 12 mandíbulas humanas secas, com dimensão do *voxel* de 0,2; 0,3 e 0,4mm, no aparelho i-CAT Cone-Beam 3-D Dental Imaging System. No *software* i-CAT Viewer, foi mensurada a espessura das tábuas ósseas vestibular e lingual, em um corte axial passando 12mm acima do forame mentoniano do lado direito. A reprodutibilidade intraexaminador foi avaliada por meio da aplicação do teste t pareado. Para a comparação interexaminadores, foi utilizado o teste t independente. Os resultados foram considerados com o nível de significância de 5%. **Resultados:** observou-se uma excelente reprodutibilidade interexaminadores para os três protocolos avaliados. A reprodutibilidade intraexaminadores foi muito boa, com exceção de algumas regiões dos dentes anteriores, que mostraram diferenças estatisticamente significativas, independentemente da dimensão do *voxel*. **Conclusão:** a mensuração da espessura das tábuas ósseas vestibular e lingual em imagens de TCCB mostrou boa precisão para exames obtidos com *voxel* de 0,2; 0,3 ou 0,4mm. A reprodutibilidade das mensurações na região anterior da mandíbula foi mais crítica do que na região posterior.

Palavras-chave: Tomografia computadorizada de feixe cônico. Osso alveolar. Precisão.

INTRODUÇÃO

Na Ortodontia, a realização de um correto e preciso diagnóstico, bem como um plano de tratamento, constitui ponto fundamental para o sucesso do tratamento ortodôntico. Com o advento da Tomografia

Computadorizada Cone-Beam (TCCB), os ortodontistas são capazes de obter, em apenas um exame, todas as imagens bidimensionais (2D) que compõem a documentação ortodôntica, com a mesma precisão das radiografias convencionais, somado à

* Mestranda do programa de Ciências Odontológicas Aplicadas, área de concentração Ortodontia, Faculdade de Odontologia de Bauru, USP.

** Professor Titular de Ortodontia e Chefe do Departamento de Odontopediatria, Ortodontia e Saúde Coletiva, Faculdade de Odontologia de Bauru, USP.

*** Alunos de graduação em Odontologia, Faculdade de Odontologia de Bauru, USP.

**** Professora Doutora de Ortodontia, Faculdade de Odontologia de Bauru e Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais, USP.

visão detalhada das estruturas dentofaciais^{1,8,9}.

A TCCB evidencia a imagem das tábuas ósseas vestibular e lingual, estruturas não aparentes em radiografias bidimensionais convencionais, devido à sobreposição de imagens⁴. Os movimentos dentários no sentido vestibulolingual podem causar deiscências ósseas, como documentado em estudos em animais e humanos^{17,18}, constituindo uma preocupação quanto à integridade periodontal em longo prazo. Adicionalmente, muitos pacientes, especialmente adultos, podem mostrar deiscências ósseas antes do tratamento ortodôntico, exigindo que o ortodontista planeje movimentações dentárias mais parcimoniosas^{6,19}. O tipo facial tem um efeito na espessura do osso alveolar. Pacientes com padrão de crescimento horizontal apresentam maior dimensão vestibulolingual do rebordo alveolar, se comparados com os pacientes com face longa⁶. Sob essa perspectiva, a morfologia do osso alveolar consiste em um dos fatores limitantes para a movimentação ortodôntica⁶.

Estudos anteriores validaram a TCCB para as análises quantitativas, mostrando elevada acurácia e precisão das mensurações². A precisão das mensurações está atrelada à nitidez e resolução da imagem¹¹. A resolução espacial da imagem obtida pela TCCB, por sua vez, depende, entre outros fatores, da dimensão do *voxel*, que representa a menor unidade da imagem. Quanto menor a dimensão do *voxel*, maior a resolução da imagem¹⁴, no entanto, maior a dose de radiação³.

Apesar de estudos prévios demonstrarem a elevada acurácia e precisão de medidas lineares realizadas em TCCB^{7,10,11,12,15}, a influência da dimensão do *voxel* na acurácia e precisão da mensuração de estruturas delicadas, como as tábuas ósseas vestibular e lingual, ainda não foi demonstrada. Desta maneira, este estudo tem como objetivo avaliar e comparar a reprodutibilidade da mensuração da espessura das tábuas ósseas vestibular e lingual em imagens de Tomografia Computadorizada Cone-Beam, utilizando diferentes protocolos de aquisição de imagem com variação da dimensão do *voxel*.

MATERIAL E MÉTODOS

Doze mandíbulas humanas secas com dentição permanente foram selecionadas do Departamento de Anatomia da Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo. Exames de TCCB foram realizados para cada espécime, no aparelho i-CAT Cone-Beam 3-D Dental Imaging System (Imaging Sciences International, EUA). Cada mandíbula foi introduzida em um cubo de cera confeccionado com cera odontológica nº 7 contendo água e detergente, a fim de simular a densidade do tecido mole. A base da mandíbula ficava diretamente apoiada ao assoalho da caixa, de modo a ficar paralela ao solo. Os seguintes protocolos de aquisição de imagem foram utilizados para cada espécime:

1. Protocolo 1 = campo de visão (FOV) de 8cm, 120kVp, 36,12mAs, *voxel* de 0,2mm, tempo de exame de 40 segundos.
2. Protocolo 2 = campo de visão (FOV) de 8cm, 120kVp, 18,45mAs, *voxel* de 0,3mm, tempo de exame de 20 segundos.
3. Protocolo 3 = campo de visão (FOV) de 8cm, 120kVp, 18,45mAs, *voxel* de 0,4mm, tempo de exame de 20 segundos.

O diferencial entre os protocolos consistiu essencialmente na dimensão do *voxel*, que representa a menor unidade da imagem tomográfica. Dessa forma, foram obtidos 36 exames de TCCB, os quais constituíram a amostra da pesquisa.

A mensuração das imagens foi realizada no software i-CAT Viewer. Na tela da reconstrução multiplanar, selecionou-se o corte frontal que mostrava o forame mentoniano do lado direito, próximo à região de pré-molares (Fig. 1). Nesse corte, o cursor representativo do corte axial era posicionado na borda superior do mencionado forame. Logo após, esse cursor era movimentado em média 12mm em direção oclusal, permanecendo no nível dentoalveolar (Fig. 1). Devido à diversidade na morfologia das mandíbulas analisadas, em alguns espécimes o cursor foi deslocado mais ou menos do que 12mm, a fim de alcançar a região entre o terço médio e a apical das raízes dentárias.

No corte axial obtido, foram mensuradas as espessuras das tábuas ósseas vestibular e lingual de todos os dentes permanentes presentes (Fig. 2). A mensuração estendeu-se do limite externo radicular até o limite externo da cortical óssea, perpendicularmente ao contorno da arcada dentário, de ambos os lados (Fig. 3).

As mensurações foram realizadas por dois examinadores previamente calibrados. O primeiro examinador repetiu as mensurações, obedecendo a um intervalo de pelo menos 15 dias desde as primeiras medições. A análise estatística envolveu o cálculo das médias e desvios-padrão das mensurações da espessura das tábuas ósseas vestibular e lingual para cada grupo dentário, de maneira agrupada (incisivos, caninos, pré-molares e molares). A comparação intraexaminadores foi realizada por meio da aplicação do teste t pareado ($p < 0,05$). Para a comparação interexaminadores, foi utilizado o teste t independente ($p < 0,05$).

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta as médias e desvios-padrão das mensurações das tábuas ósseas vestibular e lingual, assim como o resultado da comparação intraexaminador. Verificou-se uma diferença estatisticamente significativa entre a primeira e a segunda mensuração para uma única região no protocolo de 0,2mm de *voxel* (vestibular dos caninos), para duas regiões no protocolo de 0,3mm de *voxel* (lingual dos incisivos e caninos) e para apenas uma região no protocolo de 0,4mm de *voxel* (lingual dos incisivos).

A Tabela 2 mostra as médias e desvios-padrão das mensurações das tábuas ósseas vestibular e lingual e o resultado da análise interexaminadores. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada entre os dois examinadores.

DISCUSSÃO

Considerando a crescente aplicabilidade da Tomografia Computadorizada Cone-Beam na Odontologia, é muito importante determinar qual protocolo de aquisição de imagem é capaz de prover uma visualização tridimensional com resolução e nitidez

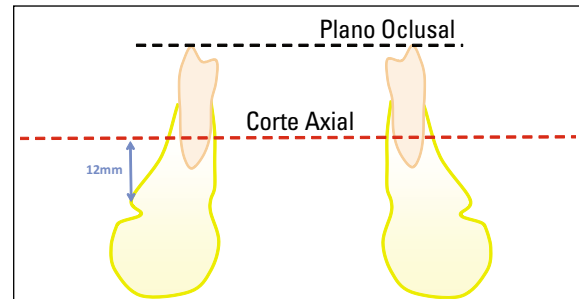


FIGURA 1 - A reconstrução frontal que mostrava o forame mentoniano do lado direito foi utilizada como referência para definir o corte axial. Para a mensuração, utilizou-se o corte axial que passava em média 12mm acima da borda superior do forame mentoniano direito.

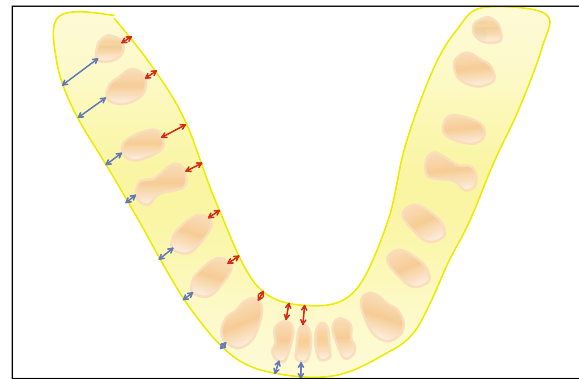


FIGURA 2 - Representação esquemática da mensuração das espessuras das tábuas ósseas vestibular e lingual, no corte axial selecionado.



FIGURA 3 - Mensuração das espessuras das tábuas ósseas vestibular e lingual, na imagem axial de um espécime (*voxel* de 0,2mm).

apropriadas para mensuração de estruturas pequenas, como as tábuas ósseas vestibular e lingual. Quanto menor a dimensão do *voxel*, maior a resolução espacial da imagem e, por outro lado, maior a dose de radiação emitida³. Dessa forma, pode-se dizer que a dimensão do *voxel* utilizado na obtenção da imagem está diretamente relacionada à dose de

TABELA 1 - Erro intraexaminador para mensuração da espessura das tábuas ósseas vestibular e lingual (em mm), em exames de TCCB com dimensão do voxel de 0,2; 0,3 e 0,4mm.

		VOXEL 0,2mm						
		1ª mensuração		2ª mensuração		Diferença	T	p
		Média	d.p.	Média	d.p.			
I	V	0,72	0,38	0,73	0,37	0,01	0,50	0,61
	L	1,13	0,48	1,00	0,42	-0,13	-1,54	0,13
C	V	0,44	0,31	0,51	0,27	0,07	2,46	0,02*
	L	1,12	0,56	1,17	0,53	0,05	1,03	0,31
PM	V	0,43	0,36	0,42	0,31	-0,01	-0,24	0,81
	L	1,36	0,92	1,33	0,98	-0,03	-0,70	0,48
M	V	0,17	0,31	0,21	0,38	0,04	0,85	0,40
	L	0,13	0,30	0,06	0,18	-0,07	-1,74	0,10
		VOXEL 0,3mm						
		1ª mensuração		2ª mensuração		Diferença	T	p
		Média	d.p.	Média	d.p.			
I	V	0,82	0,44	0,79	0,41	-0,03	-0,58	0,56
	L	1,17	0,49	0,97	0,48	-0,20	-4,52	0,00*
C	V	0,56	0,31	0,55	0,20	-0,01	-0,05	0,95
	L	1,30	0,66	1,07	0,64	-0,23	-3,68	0,00*
PM	V	0,55	0,41	0,56	0,43	0,01	0,17	0,86
	L	1,37	1,04	1,38	1,00	0,01	0,26	0,79
M	V	0,05	0,14	0,07	0,23	0,02	1,00	0,33
	L	0,05	0,23	0,04	0,16	-0,01	-1,00	0,33
		VOXEL 0,4mm						
		1ª mensuração		2ª mensuração		Diferença	T	p
		Média	d.p.	Média	d.p.			
I	V	0,84	0,38	0,76	0,33	-0,08	-1,21	0,23
	L	1,04	0,42	0,75	0,38	-0,29	-4,60	0,00*
C	V	0,64	0,35	0,62	0,23	-0,02	-0,21	0,82
	L	1,07	0,50	1,15	0,61	0,08	0,99	0,33
PM	V	0,49	0,40	0,46	0,42	-0,03	0,43	0,66
	L	1,14	1,14	1,16	1,11	0,02	0,34	0,73
M	V	0,06	0,16	0,07	0,19	0,01	1,00	0,33
	L	0,13	0,42	0,14	0,34	0,01	0,22	0,82

I= incisivos; C= caninos; PM= pré-molares; M= molares; V= tábua óssea vestibular e L= tábua óssea lingual. * p < 0,05.

radiação a que o paciente será submetido durante o procedimento. Portanto, antes de selecionar o protocolo de aquisição de imagem, é preciso conhecer a sua relação custo-benefício, seguindo o princípio ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*).

Em outras palavras, o profissional deve eleger o protocolo de exame que apresente a menor dose de radiação possível, mas que, ao mesmo tempo, apresente uma nitidez suficiente para identificação das estruturas que necessitam ser avaliadas.

TABELA 2 - Erro interexaminadores para mensuração da espessura das tábuas ósseas vestibular e lingual (em mm), em exames de TCCB com dimensão do voxel de 0,2; 0,3 e 0,4mm.

		VOXEL 0,2mm					Diferença	T	p
		1ª mensuração		2ª mensuração					
		Média	d.p.	Média	d.p.				
I	V	0,72	0,40	0,77	0,40	0,05	-0,53	0,59	
	L	1,13	0,48	1,13	0,45	0,00	-0,01	0,98	
C	V	0,44	0,31	0,57	0,29	0,13	-1,38	0,17	
	L	1,12	0,56	1,33	0,59	0,21	-1,17	0,24	
PM	V	0,43	0,36	0,54	0,32	0,11	-1,44	0,15	
	L	1,36	0,92	1,46	1,04	0,10	-0,42	0,67	
M	V	0,17	0,31	0,24	0,44	0,07	-0,48	0,62	
	L	0,13	0,30	0,10	0,29	-0,03	0,26	0,79	
		VOXEL 0,3mm					Diferença	T	p
		1ª mensuração		2ª mensuração					
		Média	d.p.	Média	d.p.				
I	V	0,82	0,44	0,86	0,46	0,04	-0,39	0,69	
	L	1,17	0,49	1,19	0,54	0,02	-0,17	0,85	
C	V	0,56	0,31	0,62	0,33	0,06	-0,59	0,55	
	L	1,30	0,66	1,33	0,60	0,03	-0,13	0,89	
PM	V	0,55	0,41	0,56	0,39	0,01	-0,09	0,92	
	L	1,37	1,04	1,55	1,11	0,18	-0,70	0,48	
M	V	0,05	0,14	0,14	0,41	0,09	-0,85	0,40	
	L	0,05	0,23	0,05	0,23	0,00	0,00	1,00	
		VOXEL 0,4mm					Diferença	T	p
		1ª mensuração		2ª mensuração					
		Média	d.p.	Média	d.p.				
I	V	0,84	0,38	0,94	0,37	0,10	-1,10	0,27	
	L	1,04	0,42	0,96	0,43	-0,08	0,81	0,41	
C	V	0,64	0,35	0,68	0,33	0,04	-0,43	0,66	
	L	1,07	0,50	1,17	0,61	0,10	-0,56	0,57	
PM	V	0,46	0,40	0,43	0,41	-0,03	0,33	0,73	
	L	1,14	1,14	1,23	1,65	0,09	-0,33	0,73	
M	V	0,06	0,16	0,03	0,14	-0,03	0,45	0,65	
	L	0,13	0,42	0,15	0,44	0,02	-0,14	0,88	

I= incisivos; C= caninos; PM= pré-molares; M= molares; V= tábua óssea vestibular e L= tábua óssea lingual.

A tecnologia da TCCB é muito nova e a literatura ainda mostra poucas pesquisas dedicadas a estudar a sua reprodutibilidade associada ao protocolo de aquisição de imagem. Devido à escassez de trabalhos, o presente estudo objetivou comparar a

reprodutibilidade das mensurações da espessura das tábuas ósseas vestibular e lingual de dentes permanentes em imagens de TCCB com diferentes dimensões do voxel (0,2; 0,3 e 0,4mm). De acordo com os resultados, houve uma diferença

estatisticamente significativa em algumas regiões dos dentes anteriores, somente na comparação intraexaminadores (Tab. 1). Estudos anteriores corroboram esses achados. Tsunori et al.¹⁶ verificaram a reprodutibilidade das mensurações da espessura das corticais ósseas vestibular, lingual e basal, altura e largura vestibulolingual do rebordo alveolar utilizando tomografia computadorizada em 39 crânios secos. Os autores encontraram poucas diferenças significativas entre a primeira mensuração e a segunda mensuração realizadas por um mesmo examinador¹⁶.

Mol e Balasundaram¹³ analisaram a precisão e acurácia na mensuração de deiscências ósseas com Tomografia Computadorizada Cone-Beam, utilizando cinco crânios secos. Esses autores compararam as mensurações realizadas por seis examinadores na TCCB, nas radiografias convencionais e nas peças anatômicas. Concluíram que a TCCB possui maior exatidão no diagnóstico, se comparada aos demais métodos. No entanto, os autores verificaram que, na região dos dentes anteriores inferiores, essa qualidade foi menos precisa comparada com as demais áreas. Os autores concluíram que a precisão da mensuração de deiscências ósseas na região anterior dos maxilares é mais limitada com o aparelho NewTom 9000¹³.

No presente estudo, diferenças significativas intraexaminadores foram encontradas na região dos dentes anteriores, incisivos e caninos, muito embora a diferença entre a primeira e a segunda mensuração não tenha ultrapassado o valor de 0,30mm (Tab. 1). A precisão na mensuração das tábuas ósseas na região posterior foi grande. É provável que ocorra uma diferença na reprodutibilidade das mensurações entre os dentes inferiores anteriores e posteriores, uma vez que a espessura das tábuas ósseas na região anterior da mandíbula é menor do que a espessura das tábuas ósseas da região posterior. Quanto mais delgada a tábua óssea, menor a nitidez da imagem, dificultando a precisão das mensurações lineares¹⁴. Essa limitação da tomografia computadorizada pode ser devida à

propriedade chamada “média de volume parcial”. Quando o limite entre dois tecidos encontra-se no meio de um *voxel*, sua densidade corresponderá à média da densidade das duas estruturas por ele englobadas¹⁴. Esses resultados são concordantes com os de Mol e Balasundaram¹³, que encontraram menor acurácia na mensuração de deiscências ósseas vestibulares na região anterior da mandíbula, em comparação com a região posterior, em imagens geradas no aparelho NewTom 9000. Utilizando a tomografia computadorizada helicoidal, Fuhrmann et al.⁵ verificaram que somente tábuas ósseas com espessura inferior a 0,2mm podem não ficar aparentes no exame de tomografia computadorizada médica. Até a presente data, nenhum estudo pontuou qual seria a menor espessura das tábuas ósseas que poderia ser identificada na imagem de TCCB.

Em 2008, Loubele et al.¹⁰ realizaram mensurações lineares do diâmetro vestibulolingual do rebordo alveolar em pontos previamente demarcados de um maxilar superior humano, comparando a TCCB e a TC helicoidal. Os resultados não demonstraram diferença significativa entre os examinadores, corroborando com os achados encontrados no presente estudo, os quais demonstraram elevada reprodutibilidade interexaminadores (Tab. 2).

Segundos os atuais resultados, a mensuração da espessura das tábuas ósseas mostrou semelhante reprodutibilidade nos diferentes protocolos de aquisição de imagem, muito embora o exame obtido com *voxel* de 0,2mm tenha reproduzido imagens com nitidez superior às do exame com *voxels* de 0,3 e 0,4mm. Futuros estudos devem ser realizados para verificar a acurácia da mensuração da espessura das tábuas ósseas em imagens de TCCB.

CONCLUSÃO

A mensuração da espessura das tábuas ósseas vestibular e lingual em imagens de TCCB mostrou boa precisão para exames obtidos com *voxels* de 0,2; 0,3 ou 0,4mm. A reprodutibilidade das mensurações na região anterior da mandíbula foi mais crítica do que na região posterior.

Reproducibility of bone plate thickness measurements with Cone-Beam Computed Tomography using different image acquisition protocols

Abstract

Introduction: A smaller voxel dimension leads to greater resolution of Cone-Beam Computed Tomography (CBCT), but a greater dosage of radiation is emitted. **Objective:** Assess and compare the reproducibility of buccal and lingual bone plate thickness measurements in CBCT images using different image acquisition protocols, with variations in the voxel dimension. **Methods:** CBCT exams were taken of 12 dried human mandibles with voxel dimensions of 0.2, 0.3 and 0.4 mm using the i-CAT Cone-Beam 3-D Dental Imaging System. The thickness of the buccal and lingual bone plates was measured, with the i-CAT Vision software, on an axial section passing 12 mm above the right mental foramen. Intra-examiner and inter-examiner reproducibility was assessed using the paired t-test and independent t-test, respectively, with the level of significance set at 5%. **Results:** Excellent inter-examiner reproducibility was observed for the three protocols analyzed. Intra-examiner reproducibility was very good, with the exception of some regions of the anterior teeth, which exhibited statistically significant differences regardless of the voxel dimensions. **Conclusion:** The measurement of buccal and lingual bone plate thickness on CBCT images demonstrated good precision for voxel dimensions of 0.2, 0.3 and 0.4 mm. The reproducibility of the measurements of the anterior region of the mandible was more critical than that of the posterior region.

Keywords: Cone-Beam Computed Tomography. Alveolar bone. Reproducibility.

REFERÊNCIAS

- Baumgaertel S, Hans MG. Buccal cortical bone thickness for mini-implant placement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009 Aug;136(2):230-5.
- Cevidanes LH, Franco AA, Scanavini MA, Vigorito JW, Enlow DH, Proffit WR. Clinical outcomes of Fränkel appliance therapy assessed with a counterpart analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003 Apr;123(4):379-87.
- Farman AG, Scarfe WC. Development of imaging selection criteria and procedures should precede cephalometric assessment with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006 Aug;130(2):257-65.
- Fuhrmann RA, Bücken A, Diedrich PR. Furcation involvement: comparison of dental radiographs and HR-CT-slices in human specimens. *J Periodontol Res.* 1997 Jul;32(5):409-18.
- Fuhrmann RA, Wehrbein H, Langen HJ, Diedrich PR. Assessment of the dentate alveolar process with high resolution computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol.* 1995 Feb;24(1):50-4.
- Gracco A, Lombardo L, Mancuso G, Gravina V, Siciliani G. Upper incisor position and bony support in untreated patients as seen on CBCT. *Angle Orthod.* 2009 Jul;79(4):692-702.
- Howerton WB Jr, Mora MA. Advancements in digital imaging: What is new and on the horizon? *J Am Dent Assoc.* 2008 Jun;139 Suppl:20S-24S.
- Lamichane M, Anderson NK, Rigali PH, Seldin EB, Will LA. Accuracy of reconstructed images from cone-beam computed tomography scans. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009 Aug;136(2):156.e1-6.
- Loubele M, Maes F, Schutyser F, Marchal G, Jacobs R, Suetens P. Assessment of bone segmentation quality of cone-beam CT versus multislice spiral CT: a pilot study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006 Aug;102(2):225-34.
- Loubele M, Van Assche N, Carpentier K, Maes F, Jacobs R, van Steenberghe D, et al. Comparative localized linear accuracy of small-field cone-beam CT and multislice CT for alveolar bone measurements. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008 Apr;105(4):512-8.
- Ludlow JB, Laster WS, See M, Bailey LJ, Hershey HG. Accuracy of measurements of mandibular anatomy in cone beam computed tomography images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007 Apr;103(4):534-42.
- Misch KA, Yi ES, Sarment DP. Accuracy of Cone Beam Computed Tomography for periodontal defect measurements. *J Periodontol.* 2006 Jul;77(7):1261-6.
- Mol A, Balasundaram A. In vitro cone beam computed tomography imaging of periodontal bone. *Dentomaxillofac Radiol.* 2008 Sep;37(6):319-24.
- Molen AD. Considerations in the use of cone-beam computed tomography for buccal bone measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010 Apr;137(4 Suppl):S130-5.
- 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 Mar;11(1):101-6.
- Tsunori M, Mashita M, Kasai K. Relationship between facial types and tooth and bone characteristics of the mandible obtained by CT scanning. *Angle Orthod.* 1998 Dec;68(6):557-62.
- Wehrbein H, Bauer W, Diedrich P. Mandibular incisors, alveolar bone, and symphysis after orthodontic treatment. A retrospective study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996 Sep;110(3):239-46.
- Wennström JL, Lindhe J, Sinclair F, Thilander B. Some periodontal tissue reactions to orthodontic tooth movement in monkeys. *J Clin Periodontol.* 1987 Mar;14(3):121-9.
- Yamada C, Kitai N, Kakimoto N, Murakami S, Furukawa S, Takada K. Spatial relationships between the mandibular central incisor and associated alveolar bone in adults with mandibular prognathism. *Angle Orthod.* 2007 Sep;77(5):766-72.

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

Endereço para correspondência

Daniela G. Garib
Av. José Affonso Aiello 6-100
CEP: 17.018-520 – Bauru / SP
E-mail: dgarib@uol.com.br