

TAMANHO DO VOXEL NO DIAGNÓSTICO TOMOGRÁFICO EM ENDODONTIA

Voxel Size in Computed Tomography Diagnosis in Endodontics

José Burgos Ponce¹

Bruno Martini Guimarães¹

Lidiane de Castro Pinto²

Celso Kenji Nishiyama²

Ana Lucia Pompeia Fraga de Almeida¹

¹Faculdade de Odontologia
de Bauru, Universidade de
São Paulo, Bauru, SP, Brasil.

²Hospital de Reabilitação
de Anomalias Craniofaciais,
Universidade de São Paulo,
Bauru, SP, Brasil.

PONCE, José Burgos *et al.* Tamanho do voxel no diagnóstico tomográfico em endodontia. *SALUSVITA*, Bauru, v. 33, n. 2, p. 257-267, 2014.

RESUMO

Introdução: a introdução da tomografia computadorizada de feixe Cônico (TCFC) na prática odontológica permitiu a visualização de planos que não eram possíveis na radiografia convencional e representa uma alternativa interessante pelo reduzido tamanho do aparelho, menor dose de radiação e tempo de trabalho quando comparado com a Tomografia Computadorizada (TC), embora a dose de radiação é maior em comparação à radiografia convencional. Portanto é importante considerar as características inerentes a este tipo de exame radiológico, como o tamanho do *voxel*, campo de visão (FOV), na tentativa de reduzir esses valores, sem comprometer a qualidade das imagens. **Objetivo:** O presente trabalho objetiva demonstrar as diferentes espessuras de *voxel*, atualmente utilizadas nos exames tomográficos com finalidade endodôntica, assim como os fatores que determinam sua eleição através de uma revisão da literatura.

Recebido em: 17/04/2014

Aceito em: 22/07/2014

Método: trata-se de uma revisão de literatura. **Resultados e Discussão:** A TCFC está sendo sugerida como uma ferramenta útil no manejo de complicações endodônticas, mas ainda não substitui a radiografia convencional. O maior custo e radiação impedem a sua utilização de rotina; desta forma, um *voxel* menor determinara um número maior de fatias das estruturas escaneadas, embora o tamanho do voxel sozinho não afeta significativamente a dose de radiação na unidade de TCFC, está diretamente relacionada com o tempo de aquisição e mAs. No caso da determinação do *voxel* para cada um dos procedimentos endodônticos, ainda não existe um consenso entre os diferentes pesquisadores. **Conclusão:** concluir que há necessidade de equilibrar os fatores na determinação do *voxel* a ser utilizado, procurando a mínima radiação para o paciente, utilizando o *voxel* que permita detectar patologias endodônticas com nível de resolução espacial aceitável.

Palavras-chave: Endodontia. Diagnóstico. Tomografia.

ABSTRACT

Introduction: *the introduction of cone beam computed tomography (CBCT) in dental practice allowed for the visualization of plans that were not possible in conventional radiography and represents an interesting alternative by the reduced size of the unit, lower radiation dose and working time when compared to computerized tomography, although the radiation dose is higher in comparison to conventional radiography. Therefore, it is important to consider the inherent characteristics of this type of radiological examination, such as voxel size and field of view (FOV), in an attempt to reduce those values without compromising image quality.* **Objective:** *the present study aims at demonstrating the different thicknesses of the voxel size currently used in CT scans with an endodontic purpose, as well as the factors that determine their election through the literature review.* **Method:** *this is a literature review study.* **Results and Discussion:** *CBCT is being suggested as a useful tool in the management of endodontic complications, but not replace conventional radiography. The higher cost and radiation preclude their routine use; Thus, a smaller voxel will determine a greater number of slices of the scanned structures, although voxel size alone does not significantly affect the radiation dose of the CBCT unit is directly related to acquisition time and mAs. In the case of determining the voxel for each of endodontic procedures, there is*

PONCE, José Burgos *et al.* Tamanho do voxel no diagnóstico tomográfico em endodontia. *SALUSVITA*, Bauru, v. 33, n. 2, p. 257-267, 2014.

PONCE, José Burgos
et al. Tamanho do
voxel no diagnóstico
tomográfico
em endodontia.
SALUSVITA, Bauru,
v. 33, n. 2, p. 257-
267, 2014.

still no consensus among different researchers. Conclusion: there is a need to balance the factors in determining the voxel being used, looking for the minimum radiation to the patient, using the voxel capable of detecting endodontic pathologies with acceptable level of spatial resolution.

Keywords: *Endodontics. Diagnosis. Tomography.*

INTRODUÇÃO

A radiografia periapical é considerada um exame *gold standard* no diagnóstico, plano de tratamento e prognóstico de diferentes tipos de patologias e complicações endodônticas (LOFTHAG-HANSEN *et al.*, 2007; MAILLET *et al.*, 2011; PATEL *et al.*, 2009; SHERRARD *et al.*, 2010). Esse tipo de análise tem como princípio comprimir um objeto tridimensional numa imagem bidimensional, onde o observador necessita recriar mentalmente a terceira dimensão, o que é uma tarefa complexa, mesmo utilizando mais de uma tomada radiográfica (LOFTHAG-HANSEN *et al.*, 2007). Dificultando a visualização de alterações e processos patológicos como as reabsorções radiculares externas, que são de difícil detecção quando apresentam uma extensão menor de 0.6mm, principalmente se estiver localizada na superfície vestibular ou palatina do dente (LIEDKE *et al.*, 2009).

A introdução da tomografia computadorizada (TC) na prática odontológica (GAMBILL; ALDER; DEL RIO, 1996; GARIB *et al.*, 2007; GLUSKIN; BROWN; BUCHANAN, 2001) permitiu a visualização de planos que não eram possíveis na radiografia convencional, com o inconveniente de apresentar dose de radiação maior (GARIB *et al.*, 2007). O advento da tomografia computadorizada de feixe Cônico (TCFC) representa uma alternativa interessante pelo reduzido tamanho do aparelho, menor dose de radiação e tempo de trabalho quando comparado com a TC (COTTON *et al.*, 2007; GARIB *et al.*, 2007; PATEL *et al.*, 2009); embora, a dose de radiação é maior em comparação à radiografia convencional (COTTON *et al.*, 2007; LIEDKE *et al.*, 2009; PATEL *et al.*, 2009). Daí surge a importância de considerar características inerentes a este tipo de exame radiológico, como o tamanho do *voxel*, campo de visão (FOV), na tentativa de reduzir esses valores, sem comprometer a qualidade das imagens.

O presente trabalho objetiva demonstrar as diferentes espessuras de *voxel*, atualmente utilizadas nos exames tomográficos com finalidade endodôntica, assim como os fatores que determinam sua eleição; através da revisão da literatura.

REVISÃO DE LITERATURA

A tecnologia de feixe cônico, existente desde a década de 80 foi utilizada para desenvolver a TCFC, sendo aprovada para o uso odontológico no ano de 2000 (PATEL, 2009; PATEL *et al.*, 2009). Utiliza feixe de radiação em forma de cone para adquirir numa única rotação de 360 graus as informações *em volume* de uma determinada estrutura (DANFORTH, 2003). Assim como uma imagem digital é subdividida em *pixels* (plano X e Y) cada um dos quais apresenta um número que traduz a densidade tecidual ou o seu poder de atenuação da radiação, as imagens *em volume* obtidas pela TCFC são compostas de *voxels* (plano X, Y e Z), a menor unidade da imagem na espessura do corte (GARIB *et al.*, 2007); basicamente um *voxel* é um *pixel* em 3D (COTTON *et al.*, 2007). Diferencia-se do *voxel* da TC convencional por ser isotrópico, característica de possuir o mesmo comprimento em todos os planos espaciais, ou seja, largura, altura e profundidade de iguais dimensões; resultando num cubo perfeito sensível de ser mensurado com acurácia (COTTON *et al.*, 2007). O *voxel* disponível em TCFC varia de 0,1 a 2,0 mm (COTTON *et al.*, 2007; GARIB *et al.*, 2007; KAMBUROGLU; KURSUN, 2010; LOFTHAG-HANSEN *et al.*, 2007).

Lofthag-Hansen *et al.*, 2007, compararam a radiografia convencional e tomografia de feixe cônico na detecção de patologias periapicais, a utilização de 1mm de espessura de *voxel* permitiu diagnosticar num universo de 46 dentes, 42 dentes com lesões periapicais, superando à radiografia periapical que atingiu o diagnóstico em 32 dentes somente. As imagens do tomógrafo Accuitomo (J. MORITA, Japão) mostraram adicionalmente relações dos dentes estudados com o seio maxilar, a espessura da mucosa sinusal e distâncias exatas com as diferentes estruturas anatômicas circundantes.

Desta mesma forma, Patel *et al.*, 2009, compararam a detecção de lesões periapicais simuladas utilizando a radiografia digital convencional e TCFC com *voxel* de 0,125 mm identificando as lesões periapicais em 100% e 24,8% com TCFC e radiografia digital respectivamente. Todos os examinadores foram unânimes em relatar que a TCFC representa uma alternativa mais fácil na interpretação comparada com a radiografia digital. Fatores externos (conhecimento da anatomia e pobre geometria de irradiação) são eliminados na utilização de TCFC e adicionalmente a possibilidade de escolher as imagens mais relevantes, permite ainda, melhorar a detecção da presença ou ausência de patologias periapicais.

Liedke *et al.*, 2009, pesquisaram a influência do tamanho de *voxel* na capacidade diagnóstica da TCFC para detectar reabsorções

PONCE, José Burgos *et al.* Tamanho do voxel no diagnóstico tomográfico em endodontia. *SALUSVITA*, Bauru, v. 33, n. 2, p. 257-267, 2014.

PONCE, José Burgos
et al. Tamanho do
voxel no diagnóstico
tomográfico
em endodontia.
SALUSVITA, Bauru,
v. 33, n. 2, p. 257-
267, 2014.

radiculares externas (RRE) simuladas. Foram realizadas simulações de RRE de 0.6, 1.2, ou 1.8 mm de diâmetro e 0.3, 0.6 ou 0.9 mm em profundidade num total de 60 dentes extraídos; somando o total de 180 RRE. Os *voxels* testados foram: 0.4, 0.3 e 0.2 mm. Foi evidenciado que as três resoluções de *voxel* utilizadas nesta pesquisa produziram resultados similares na detecção de RRE simuladas, porém, o diagnóstico foi mais facilmente realizado quando se utilizou 0.2 e 0.3 mm. Desta forma, associando grande performance no diagnóstico e menor exposição do paciente aos raios X, o *voxel* 0.3 mm foi determinado como o mais eficiente na detecção deste tipo de patologia.

Avaliando a influência do tamanho do voxel na localização de reabsorções radiculares internas (RRI), Kamburoglu *et al.*, 2010, utilizaram 2 aparelhos de TCFC com diferentes resoluções: Accuitomo (J MORITA, Japão) com 0.125 e 0.160 mm de *voxel* e Iluma com 0.1, 0.2 e 0.3 mm de *voxel*. As reabsorções simuladas em dentes extraídos tinham um diâmetro de 0.5mm e foram localizadas com maior acurácia com o *voxel* de 0.125 mm. As resoluções de 0.1, 0.165 e 0.2mm obtiveram também ótimos resultados; os menores valores na localização de RRI foram encontrados com o voxel de 0.3mm.

Para avaliar a acurácia da TCFC na determinação do comprimento dos dentes, Sherrard *et al.*, 2010, realizaram medições em dentes de porco, comparando os resultados da tomografia com medições realizadas em radiografia convencional; posteriormente foram extraídas as raízes e foram mensuradas com o instrumento *vernier*. As espessuras do *voxel* utilizadas foram de 0.2mm, 0.3mm e 0.4mm. Na comparação dos resultados obtidos, a radiografia convencional resultou ser ligeiramente menos exata na determinação do comprimento do dente e raiz, porém, para finalidades clínicas pode ser considerada similar com as 3 diferentes espessuras de *voxel* pesquisadas, e comparando resultados tomográficos, o *voxel* 0.2mm apresentou as melhores medições.

Maillet *et al.*, 2011, descreveram um protocolo tomográfico para diagnóstico das sinusite maxilares de origem odontogênica, realizando uma revisão de 871 exames de TCFC, 82 apresentavam sinusite. O *voxel* utilizado nas diferentes tomografias variou entre 0.25mm e 0.4mm. Os parâmetros utilizados neste novo critério de avaliação foram a espessura da mucosa sinusal e sua relação com presença ou não de cáries, exposição pulpar, restaurações, tratamento endodôntico e lesões periapicais.

Com relação as fraturas transversais, Wenzel *et al.*, 2009, examinaram a TCFC como método de detecção, utilizando uma espessura

de *voxel* de 0.125mm e 0.25mm. De uma amostra total de 69 dentes extraídos, foram simuladas fraturas transversais em 34 dentes, e foram deixados 35 sadios. Durante a avaliação, nas duas espessuras de *voxel* foram também empregados recursos do próprio software utilizado para otimizar a acurácia na observação. Segundo os resultados obtidos o *voxel* de maior resolução (0.125mm) determinou uma melhor detecção de fraturas transversais com relação ao *voxel* de menor resolução (0.25mm). As ferramentas do software melhoraram a acurácia no momento de identificar as fraturas. Comparando à radiografia periapical convencional e radiografia oclusal, utilizando uma resolução de 0.125mm de *voxel*, Bornstein *et al.*, 2009, alcançaram a melhor definição das imagens e localização das fraturas com a TCFC, além de possibilitar a determinação da faceta (palatina ou vestibular) onde a fratura se encontra.

Melo *et al.*, 2010, avaliaram a capacidade diagnóstica da TCFC na detecção de fraturas radiculares longitudinais dos dentes. Foram utilizadas 2 tamanhos diferentes de *voxel*: 0.2mm e 0.3mm. A avaliação foi feita sobre 180 dentes divididos em 3 grupos, o primeiro sem obturação endodôntica, o segundo com obturação de gutta-percha e o último com a presença de pino no interior do canal. Estas características apresentadas nos 3 diferentes grupos de dentes com fratura, não derivaram numa diferença estatisticamente significativa nos resultados, porém as imagens com espessura de 0.2 mm de *voxel* obtiveram maior acerto diagnóstico.

Tsurumachi e Honda, 2007, apresentam um caso clínico expondo a utilização da TCFC no planejamento cirúrgico para remover um instrumento fraturado na raiz vestibular de um primeiro molar superior; a resolução utilizada foi de 0.125mm de *voxel*. O sucesso cirúrgico na remoção do instrumento fraturado expõe a capacidade e acurácia da TCFC na cirurgia pararendodôntica, brindando informação sobre estruturas anatômicas ao leito cirúrgico.

Bauman *et al.*, 2011, utilizaram 4 diferentes resoluções de *voxel* na localização do canal mesiopalatino (MP) de molares superiores. Com o *voxel* de 0,4mm foi possível localizar o canal MP em 60.3% dos casos; com 0,3mm de *voxel* a acurácia atingiu 77.7%; na utilização de 0,2mm de *voxel* obteve 88.8% dos canais mesiopalatino e com 0,125mm de *voxel* localizou-se 93.3% dos canais MP. Determinando que a acurácia na localização do canal MP aumentava proporcionalmente à diminuição do tamanho do *voxel*. Os autores relataram que a maior experiência clínica dos avaliadores não determinou melhor identificação do MP.

PONCE, José Burgos *et al.* Tamanho do voxel no diagnóstico tomográfico em endodontia. *SALUSVITA*, Bauru, v. 33, n. 2, p. 257-267, 2014.

PONCE, José Burgos
et al. Tamanho do
voxel no diagnóstico
tomográfico
em endodontia.
SALUSVITA, Bauru,
v. 33, n. 2, p. 257-
267, 2014.

DISCUSSÃO

A TCFC está sendo sugerida como uma ferramenta útil no manejo de complicações endodônticas pela informação que versa sobre a estrutura dos dentes (WENZEL *et al.*, 2009), mas ainda não substitui a radiografia convencional. O maior custo e radiação impedem a sua utilização de rotina; este último fator está diretamente relacionado com o número de fatias que o exame tomográfico apresenta; desta forma, um *voxel* menor determinara um número maior de fatias das estruturas escaneadas, embora o tamanho do voxel sozinho não afeta significativamente a dose de radiação na unidade de TCFC, está diretamente relacionada com o tempo de aquisição e mAs (TORRES *et al.*, 2010) (miliamperagem por segundo). O princípio de ALARA (As Low As Reasonably Achievable – “tão baixo quanto razoavelmente exequível”) deve ser levado em conta (NEVES *et al.*, 2012).

No caso da determinação do *voxel* para cada um dos procedimentos endodônticos, ainda não existe um consenso entre os diferentes pesquisadores. Sabendo que, as reconstruções de imagens com *voxel* maior a 0.4 mm apresentam menor resolução espacial (LIBRIZZI *et al.*, 2011); devido ao fenômeno conhecido como cálculo da média de um volume parcial: quando a borda de uma estrutura inicia-se no meio de um *pixel* (GARIB *et al.*, 2007; PARKS, 2000), a cor (tonalidade de cinza) apresentado por este *pixel* representa a média da densidade das duas estruturas delimitadas no mesmo, impedindo visualizar nitidamente as bordas das estruturas e, portanto, justifica-se assim a eleição de menor *voxel*. Relacionando este achado às avaliações endodônticas sugere-se o voxel de 0.2 mm no momento de mensurar o comprimento dentário e realizar o diagnóstico endodôntico. No entanto, Torres *et al.*, 2010, indica que o protocolo com voxel de 0,3mm oferece boa resolução com dose de radiação reduzida e, por isso, melhor custo-benefício na utilização da TCFC em geral.

Alguns autores (LIEDKE *et al.*, 2009; MOURA *et al.*, 2009) consideram que a redução da resolução do *voxel*, utilizando tamanhos maiores de cortes, um fator não preponderante na detecção de algumas patologias; ainda assim admitem que uma melhor acurácia é obtida com fatias de *voxel* menor. Embora melhores resultados de sensibilidade e precisão são obtidos com tamanho de voxel menor; um tamanho de voxel maior também pode dar valores preditivos elevados sobre as estruturas analisadas. Os valores preditivos são indicadores importantes para o clínico porque representam a probabilidade de presença ou ausência de uma doença (NEVES *et al.*, 2012).

Embora melhores resultados de sensibilidade e precisão foram obtidos com tamanhos de voxel menores; a utilização do menor voxel disponível não garante o melhor resultado em determinadas patologias (LIEDKE *et al.*, 2009; NEVES *et al.*, 2012). Um diagnóstico tomográfico antecipado é vantajoso no momento de tomar a decisão correta no início do tratamento, melhorando o índice de sucesso (DALILI *et al.*, 2012).

PONCE, José Burgos *et al.* Tamanho do voxel no diagnóstico tomográfico em endodontia. *SALUSVITA*, Bauru, v. 33, n. 2, p. 257-267, 2014.

CONCLUSÃO

Podemos concluir que há necessidade de equilibrar os fatores na determinação do *voxel* a ser utilizado, procurando a mínima radiação para o paciente, utilizando o *voxel* que permita detectar patologias endodônticas com nível de resolução espacial aceitável.

A Tabela 1 ilustra diferentes recomendações no tamanho do *voxel* de acordo com os procedimentos endodônticos, tomando como referência os artigos revisados.

Tabela 1 - Sugestão da resolução do *voxel* para diferentes procedimentos endodônticos.

INDICAÇÃO	Tamanho do voxel utilizado usualmente	Voxel recomendado
Lesão Periapical	1mm – 0.125mm	0.4 mm
Reabsorção Radicular externa	0.2 mm – 0.3 mm 0.4 mm	0.3 mm
Reabsorção Radicular interna	0.1 – 0.125mm 0.160mm – 0.2mm 0.3mm	0.2mm
Fratura Radicular	0.125mm – 0.2 mm 0.25 mm – 0.3 mm	0.2 mm
Relação com Seio Maxilar	0.25 mm – 0.4 mm	0.25 mm
Determinação de Comprimento Radicular	0.2 mm – 0.3 mm 0.4 mm	0.2 mm
Localização do canal MP	0.4mm – 0.3mm 0.2mm – 0.125mm	0.2mm
Procedimentos Endodônticos em geral	---	0.2 mm / 0,3mm

PONCE, José Burgos
et al. Tamanho do
voxel no diagnóstico
tomográfico
em endodontia.
SALUSVITA, Bauru,
v. 33, n. 2, p. 257-
267, 2014.

REFERÊNCIAS

BAUMAN, R. et al. Ex vivo detection of mesiobuccal canals in maxillary molars using CBCT at four different isotropic voxel dimensions. **Int Endod J**, Oxford, v. 44, n. 8, p. 752-8, 2011.

BORNSTEIN, M. M. et al. Comparison of intraoral radiography and limited cone beam computed tomography for the assessment of root-fractured permanent teeth. **Dent Traumatol**, Copenhagen, v. 25, n. 6, p. 571-7, 2009.

COTTON, T. P. et al. Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. **J Endod**, New York, v. 33, n. 9, p. 1121-32, 2007.

DALILI, Z. et al. Diagnostic value of two modes of cone-beam computed tomography in evaluation of simulated external root resorption: an in vitro study. **Imaging Sci Dent**, Seoul, v. 42, n. 1, p. 19-24, 2012.

DANFORTH, R. A. Cone beam volume tomography: a new digital imaging option for dentistry. **J Calif Dent Assoc**, Sacramento, v. 31, n. 11, p. 814-5, 2003.

GAMBILL, J. M.; ALDER, M.; DEL RIO, C. E. Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. **J Endod**, New York, v. 22, n. 7, p. 369-75, 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. **R Dental Press Ortodon Ortop Facial**, Maringá, v. 12, n. 2, p. 139-56, 2007.

GLUSKIN, A. H.; BROWN, D. C.; BUCHANAN, L. S. A reconstructed computerized tomographic comparison of Ni-Ti rotary GT files versus traditional instruments in canals shaped by novice operators. **Int Endod J**, Oxford, v. 34, n. 6, p. 476-84, 2001.

KAMBUROGLU, K.; KURSUN, S. A comparison of the diagnostic accuracy of CBCT images of different voxel resolutions used to detect simulated small internal resorption cavities. **Int Endod J**, Oxford, v. 43, n. 9, p. 798-807, 2010.

LIBRIZZI, Z. T. et al. Cone-beam computed tomography to detect erosions of the temporomandibular joint: Effect of field of view and voxel size on diagnostic efficacy and effective dose. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 140, n. 1, p. 25-30, 2011.

LIEDKE, G. S. et al. Influence of voxel size in the diagnostic ability of cone beam tomography to evaluate simulated external root resorption. **J Endod**, New York, v. 35, n. 2, p. 233-5, 2009.

LOFTHAG-HANSEN, S. et al. Limited cone-beam CT and intraoral radiography for the diagnosis of periapical pathology. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, St. Louis, v. 103, n. 1, p. 114-9, 2007.

MAILLET, M. et al. Cone-beam computed tomography evaluation of maxillary sinusitis. **J Endod**, New York, v. 37, n. 6, p. 753-7, 2011.

MELO, S. L. et al. Diagnostic ability of a cone-beam computed tomography scan to assess longitudinal root fractures in prosthetically treated teeth. **J Endod**, New York, v. 36, n. 11, p. 1879-82, 2010.

MOURA, M. S. et al. Influence of length of root canal obturation on apical periodontitis detected by periapical radiography and cone beam computed tomography. **J Endod**, New York, v. 35, n. 6, p. 805-9, 2009.

NEVES, F. S. et al. Evaluation of reconstructed images with different voxel sizes of acquisition in the diagnosis of simulated external root resorption using cone beam computed tomography. **Int Endod J**, Oxford, v. 45, n. 3, p. 234-9, 2012.

PARKS, E. T. Computed tomography applications for dentistry. **Dent Clin North Am**, Philadelphia, v. 44, n. 2, p. 371-94, 2000.

PATEL, S. New dimensions in endodontic imaging: Part 2. Cone beam computed tomography. **Int Endod J**, Oxford, v. 42, n. 6, p. 463-75, 2009.

PATEL, S. et al. Detection of periapical bone defects in human jaws using cone beam computed tomography and intraoral radiography. **Int Endod J**, Oxford, v. 42, n. 6, p. 507-15, 2009.

SHERRARD, J. F. et al. Accuracy and reliability of tooth and root lengths measured on cone-beam computed tomographs. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 137, n. 4 Suppl, p. S100-8, 2010.

TORRES, M. G. G. et al. Evaluation of referential dosages obtained by Cone-Beam Computed Tomography examinations acquired with different voxel sizes. **Dental Press Journal of Orthodontics**, Maringá, v. 15, n. 5, p. 42-43, 2010.

TSURUMACHI, T.; HONDA, K. A new cone beam computerized tomography system for use in endodontic surgery. **Int Endod J**, Oxford, v. 40, n. 3, p. 224-32, 2007.

PONCE, José Burgos et al. Tamanho do voxel no diagnóstico tomográfico em endodontia. **SALUSVITA**, Bauru, v. 33, n. 2, p. 257-267, 2014.

PONCE, José Burgos
et al. Tamanho do
voxel no diagnóstico
tomográfico
em endodontia.
SALUSVITA, Bauru,
v. 33, n. 2, p. 257-
267, 2014.

WENZEL, A. et al. Variable-resolution cone-beam computerized tomography with enhancement filtration compared with intraoral photostimulable phosphor radiography in detection of transverse root fractures in an in vitro model. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, St. Louis, v. 108, n. 6, p. 939-45, 2009.