



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA
GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

AMANDA KATARINNY GOES GONZAGA

**EFEITO DE DIFERENTES PARÂMETROS DE EXPOSIÇÃO NA DETECÇÃO DE
CÁRIE PROXIMAL UTILIZANDO O SISTEMA DE TCFC KODAK 9000 3D**

**CAMPINA GRANDE – PB
2013**

AMANDA KATARINNY GOES GONZAGA

**EFEITO DE DIFERENTES PARÂMETROS DE EXPOSIÇÃO NA DETECÇÃO DE
CÁRIE PROXIMAL UTILIZANDO O SISTEMA DE TCFC KODAK 9000 3D**

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo)
apresentado ao Curso de Graduação em
Odontologia da Universidade Estadual da
Paraíba, em cumprimento às exigências para
obtenção do título de Cirurgiã Dentista.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Daniela Pita de Melo

**CAMPINA GRANDE – PB
2013**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL – UEPB

G642e

Gonzaga, Amanda Katarinny Goes.

Efeito de diferentes parâmetros de exposição na detecção de cárie proximal utilizando o sistema de TCFC Kodak 9000 3d [manuscrito] / Amanda Katarinny Goes Gonzaga. – 2013.

38 f. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2013.

“Orientação: Profa. Dra. Daniela Pita de Melo, Departamento de Odontologia”.

1. Cárie Dentária. 2. Radiografia dentária. 3. Tomografia computadorizada. I. Título.

21. ed. CDD 617.67

AMANDA KATARINNY GOES GONZAGA

**EFEITO DE DIFERENTES PARÂMETROS DE EXPOSIÇÃO NA DETECÇÃO
DE CÁRIE PROXIMAL UTILIZANDO O SISTEMA DE TCFC KODAK 9000**

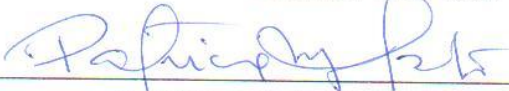
3D


Trabalho de Conclusão de Curso (artigo) apresentado ao Curso de Graduação em Odontologia da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Cirurgiã dentista.

APROVADO EM: 11/12/2013

BANCA EXAMINADORA


Prof.^a Dra. Daniela Pita de Melo (Orientadora)


Prof.^a Dra. Patrícia Meira Bento (Examinadora)


Prof.^a Dra Denise Nóbrega Diniz (Examinadora)

**CAMPINA GRANDE – PB
2013**

Dedico...

A **Deus**, pela fidelidade, bondade e misericórdia.

Aos **meus pais**, pelo imensurável esforço para que esse dia chegasse.

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, por ter me concedido força durante a trajetória, conforto e conformação nos momentos difíceis e sabedoria para que eu chegasse até aqui. Por não ter desistido de mim. Tenho certeza de que não sou merecedora de uma vida tão agraciada, mas diante de infinita bondade só me resta agradecer.

Aos **meus pais e irmã** que fizeram um esforço sobre-humano para que eu sempre tivesse uma educação de qualidade. Investiram e acreditaram no meu estudo mais do que em qualquer outra coisa e, independente de qualquer formação acadêmica, me ensinaram a ser íntegra e honesta, essas sim são formações que dignificam o ser humano. Vocês são meu orgulho maior e as vitórias são por vocês.

À **minha família paterna**, pela ajuda e por ser meu grande exemplo de força de vontade. À **minha família materna** que, mesmo distante, guardo no meu coração de forma especial e inexplicável.

Aos colegas de turma e, especialmente, à minha grande amiga e dupla **Larissa Rangel**, que Deus escolheu com imenso cuidado para me acompanhar durante os cinco anos de curso. Obrigada por todos os momentos compartilhados.

À **Profª Drª. Daniela Pita de Melo**, por ter acreditado no meu potencial quando nem eu mesma acreditava e por ser a minha maior incentivadora na carreira acadêmica. Obrigada não só pela orientação acadêmica, mas pela disponibilidade, compreensão e, sobretudo, amizade. A batalha seria muito mais árdua se não fôssemos, antes de tudo, amigas.

À **Profª Drª. Kátia Simone Alves dos Santos**, pelo voto de confiança e primeira oportunidade de conhecer a pesquisa acadêmica. Você foi fundamental nos primeiros passos.

À **Profª Rosa Maria Mariz de Melo Marmohoud Coury**, por todos os ensinamentos, conselhos e por ter concedido um carinho imensurável a todas as meninas do projeto de extensão.

Aos professores da banca examinadora por terem aceitado participar: **Patrícia Meira Bento e Denise Nóbrega Diniz**. A contribuição de vocês foi essencial.

Aos meus amigos da época de escola que acompanharam minha trajetória e, mesmo que distantes, não deixaram de torcer por mim.

A todos os **pacientes** que confiaram em nossas mãos inseguras e inexperientes. Sem vocês, seria impossível nos tornarmos profissionais.

A todos os **professores e funcionários da UEPB**, pelos ensinamentos diários e por terem colocado uma profissão em minhas mãos. Minha mais profunda gratidão!

"Porque o Senhor é justo e ama a justiça; o seu rosto está voltado para os retos."

Salmos 11:7

"Nenhuma realização de valor pode ser completada no prazo de uma geração, por isso temos de ser salvos pela esperança. Nada que façamos, por mais virtuoso que seja, pode ser realizado sozinho, por isso temos de ser salvos pelo amor. Nada que seja verdadeiro, belo ou bom faz completo sentido no seu contexto histórico, por isso temos de ser salvos pela fé."

Reinhold Niebuhr

Efeito de diferentes parâmetros de exposição na detecção de cárie proximal utilizando o sistema de TCFC Kodak 9000 3D

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade diagnóstica de imagens de TCFC na detecção de lesões de cáries em diferentes parâmetros de exposição. Sessenta dentes humanos extraídos (24 pré-molares, 24 molares e 12 caninos) foram selecionados e escaneados através do sistema de TCFC Kodak 9000 3D, utilizando as combinações dos seguintes parâmetros de exposição: 1 –74 kV, 10mA; 2 – 74 kV, 12mA; 3 – 74 kV, 8 mA; 4 – 70 kV, 10 mA; 5 – 70kV, 12 mA; 6 - 70 kV e 8 mA; 7 – 70 kV, 6.3 mA. Dois examinadores avaliaram a presença de cáries nas imagens utilizando o programa CS 3D Imaging Software. Cada observador classificou a presença ou ausência de cárie nas superfícies proximais de cada dente utilizando uma escala de 5 escores. Os escores foram comparados com os cortes histológicos dos dentes utilizados como padrão ouro. A acurácia na detecção de lesões cariosas foi avaliada para cada combinação de parâmetros de exposição por meio de análise da curva ROC. Os valores médios para as áreas sob as curvas ROC para cada combinação de parâmetros de exposição variaram entre 0,35 e 0,60. Não houve diferença estatística significativa entre os protocolos 1, 2, 4, 6 e 7. Porém, todos esses diferiram significativamente dos protocolos 3 e 5 que, no entanto, foram estatisticamente semelhantes entre si. Os observadores escolheram o protocolo 1 como o mais eficiente para a detecção de cárie interproximal.

Palavras-chave: Cárie dentária; Radiografia dentária; Tomografia Computadorizada por Raios X

The effect of different exposure parameters on proximal caries detection using the Kodak 9000 3D CBCT system

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the diagnostic quality of CBCT images for caries lesions using different exposure parameters. Sixty extracted human teeth (24 premolars, 24 molars and 12 canines) were selected and scanned using Kodak 9000 3D CBCT system, using the following exposure parameters combinations: 1 –74 kV, 10mA; 2 – 74 kV, 12mA; 3 – 74 kV, 8 mA; 4 – 70 kV, 10 mA; 5 – 70kV, 12 mA; 6 - 70 kV e 8 mA; 7 – 70 kV, 6.3 mA. Two observers evaluated the images for caries presence using CS 3D Imaging Software. Each observer scored the proximal surfaces of each tooth on a 5-point scale. The scores were compared to histological sections of the teeth used as a gold standard. Accuracy for caries lesion detection was assessed for each exposure parameter combination and evaluated by means of ROC curve analysis. The mean values for the áreas under the ROC curves for each exposure parameter combination varied from 0.35 to 0.60. There was no statistical significant difference among protocols 1, 2, 4, 6 and 7. However, protocols 3 and 5 differed from all protocols, but did not differ statistically from each other. The observers chose protocol 1 as the most efficient for proximal caries detection.

Keywords: Dental Caries; Radiography, Dental; Tomography, X-Ray Computed

SUMMARY

INTRODUCTION	9
MATERIAL AND METHODS	10
<i>Viewing Sessions</i>	10
<u><i>Data Analysis</i></u>	11
RESULTS	11
DISCUSSION	13
CONCLUSION	15
REFERENCES	16
ATTACHMENTS	20
<i>Portuguese Version</i>	20
<i>Submission Rules</i>	32

INTRODUCTION

Early proximal caries diagnosis still is a challenge for dental professionals. The principle difficulty attributed to clinical detection is its localization, usually in between the cervical and vestibular surfaces closer to the contact point. Those lesions are only visualized clinically when a great extension of the proximal surface is compromised.¹

Proximal caries exam demands higher clinical attention, and should be done in association with complementary exams, so information on its presence and characteristics can be obtained. Although interproximal radiography is the technique of choice to complement proximal caries diagnosis, lesions in early stages to cavity form, often cannot be detected through this modality of examination. Aiming to increase the precise diagnosis of proximal caries lesions, especially and its early stages, new methods have been constantly proposed and tested to facilitate the precise identification of those lesions.²

CBCT systems were first used in dentistry in the end of last century and, since then, the indications of this three-dimensional exam have expanded significantly.³ One of the advantages of CBCT is its lower radiation dose when compared to CT.^{3,4,5} The absorbed dose during CBCT exam is around twelve times lower than CT exam⁶ and equivalent to a complete series of periapical radiographs.^{5,7}

It is important to emphasize that the amount of effective dose depends on exposure parameters as tube voltage (kV) and tube current (mA). The usage of lower mA or different collimation is a way to reduce the dosage of radiation to which the patient is exposed. But at the same time, those alternatives parameters can reduce image quality when compared to the images achieved using higher dosage parameters. An agreement between accepted exposure and image quality needs to be established, using as guidance the ALARA principle: “*As low as reasonably achievable*”.^{6,8}

Therefore, the aim of this study was to evaluate proximal caries detection on CBCT images acquired using different exposure parameters, in order to establish a precise image acquisition protocol using as lower as possible radiation dose for a correct diagnosis and treatment planning.

MATERIAL AND METHODS

This study was approved by Paraiba State University Ethics Committee (CAE: 0382.0.133.000-12).

Sixty extracted human teeth (12 canines, 24 premolars and 24 molars) were mounted in twelve blocks of silicone, with 4 test teeth (2 premolars and 2 molars) and one non-test tooth (canine) each. The canine tooth was only used to assure proximal contact to the first premolar. The premolars and molars had either no or little demineralization in their proximal surfaces.

Kodak 9000 3D (Kodak Dental Systems, Carestream Health, Rochester, NY, EUA) was used to obtain CBCT images of the studied sample. Kodak 9000 Cone Beam 3D permits kV and mA variations, what is not possible in most of the CBCT systems available in the market. The phantoms were fixed in a dried human mandible using utility wax and immersed in a foam box filled with water. The CBCT scanning was achieved using the following exposure parameters protocols: 1 –74 kV, 10mA; 2 – 74 kV, 12mA; 3 – 74 kV, 8 mA; 4 – 70 kV, 10 mA; 5 – 70kV, 12 mA; 6 - 70 kV e 8 mA; 7 – 70 kV, 6.3 mA. The volumetric acquisitions using the seven studied parameters were saved with a code corresponding to the parameter and phantom scanned. The images were coded according to the exposure parameters used and posteriorly viewed using CS 3D Imaging Software (Kodak Dental Systems, Carestream Health, Rochester, NY, USA).

Viewing sessions

Prior to all examination sessions, verbal and practical instructions and calibration tests were performed. 12 CDs with 7 acquisitions in random order each were handed to the observers. The images were visualized using CS 3D Imaging Software (Kodak Dental Systems, Carestream Health, Rochester, NY, EUA), displayed in a Sony VAIO (SVS151C1SX Intelcore i7, Windows 8) laptop with a 17.3-inch color monitor placed in a quiet room with dimmed light.

A maximum of seven acquisitions were evaluated per day. To avoid fatigue, a minimum of 24 h interval between each evaluation was established. Each proximal surface was evaluated separately. A total of 1344 evaluations were done.

The presence of proximal caries lesions was scored on a 5-point confidence scale where 1 = definitely not present, 2 = probably not present, 3 = unsure, 4 = probably present, and 5 = definitely present.

For validating the presence of true caries, the teeth were individually embedded in acrylic (Vipcril, Vipi, São Paulo, Brazil) and serially sectioned into 100- μ m-thick sections in the mesiodistal direction, using a 200 μ m diamond band. The tooth sections were cleaned of dust and glued to microscope slides using transparent varnish. Histological validation was performed by 2 observers using a light microscope at 12.5–20X magnification. Caries were defined as present when an opaque-white demineralization or brown discoloration was observed on the surface. For validation, the observers individually assessed the teeth. If the observers' ratings varied, they were asked to perform a joint assessment to establish agreement. For the histological surface, the following scale was applied: 0 = sound; 1 = caries in enamel; and 2 = caries in dentine.

Data analysis

To evaluate the accuracy of the obtained CBCT images in different exposure parameters, the means areas under the ROC (ReceiverOperatingCharacteristic) curve for each exposure parameter protocol were compared by ANOVA test using the appropriate model for experiments in block, where the observers were taken as blocks and the exposure parameters blocks as the principle factor to be evaluated.

RESULTS

Of the 96 microscopically evaluated faces, 63 (65%) were shown to be healthy, 33 (35%) presented caries lesions in enamel.

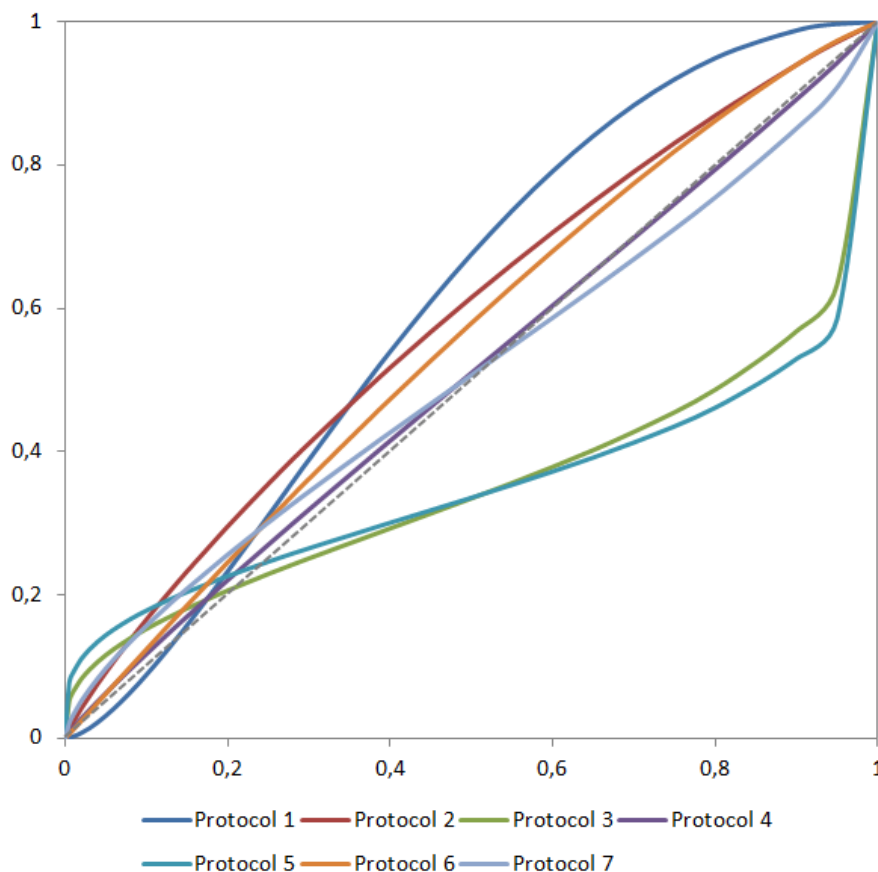
The mean values for the area under the ROC curve, standard deviation, confidence intervals (CI), and the differences between the modalities are shown in Table 1.

Table 1. Means, standard deviations, Az e Tukey's test ($\alpha=0.05$) of the different scanning protocols.

Protocol	Mean	Standard Deviation	Teste de Tukey
1	0.604	0.046	A
2	0.582	0.096	A
3	0.350	0.018	B
4	0.507	0.088	A
5	0.346	0.012	B
6	0.555	0.017	A
7	0.506	0.035	A

The mean ROC curve areas varied from 0.35 to 0.60. Protocols 1 (74 kV, 10mA), 2 (74 kV, 12mA), 4 (70 kV, 10 mA), 6 (70 kV, 8 mA) and 7 (70 kV, 6.3 mA) did not differ statistically from each other. However, protocols 3 (74 kV, 8 mA) and 5 (70kV, 12 mA) differed from all protocols, but did not differ statistically from each other. Protocol 1 (74 kV, 10mA) presented the higher mean ROC curve area for caries detection in this studied sample.

Figure 1. ROC curves for each studied protocol.



DISCUSSION

CBCT has a significant importance on lesion diagnosis and determination of its size, localization and involved structures of the dento-maxillofacial complex. Studies in the field report that the images obtained using CBCT systems have higher diagnostic accuracy and sharpness.^{9,10,11}

According to Scarfe et al. (2006)⁶ and Algerban et al. (2009)¹², the advantages of CBCT when compared to conventional radiographic exams, are numerous, and among them the elimination of superposition, multiplanar reconstruction, high resolution due to its high image contrast, three-dimensional visualization of the structure of interest and the possibility of transmitting the images on internet or through a local net stand out.

The small and isotropic voxels of the CBCT images contribute in the achievement of images with higher details, sharpness, and high definition^{6,9,13,14,15}, although a smaller voxel size can be related to higher exposure time and higher tube current, demanding higher radiation doses.^{16, 17}

Torres et al. (2010)¹⁸ reported that when exposure parameters, as exposure time, kV and mA, are not altered according to voxel size, the alteration of the voxel size isolated does not interfere significantly on radiation dose. However, protocols relate small voxel size to higher exposure time and mA, what invariably lead to the emission of higher radiation doses.

CBCT radiation dose is considerably superior in comparison to the radiation doses of conventional radiographic techniques.^{5,6,7,19}. Therefore, some studies consider the use of CBCT as a clinical routine exam impracticabl.^{11,16,20}

The Kodak 9000 3D CBCT due to its variable kV and mA, permits the operator to lower the radiation dose to which the patients will be exposed during image acquisition according to their size and physical type, what is not permitted in most of the systems in the market. Radiation doses can vary according to the commercial brand of the equipment, scanned area and technical specifications used during the image scanning: field of view, exposure time and exposure parameters used (kVp e mA).^{9,16,20}

Studies suggest that CBCT images can be applied to diverse áreas of dentistry, including caries detection, due to its images possibility of visualizing the dental structure in different image planes.^{10,21,22}. However the number of studies that evaluated CBCT systems application on caries detection is still restricted.^{10,11,21,22,23,24,25,26,27}

Studies diverge on the superiority of CBCT images against conventional radiographic images for the detection of caries lesions, especially interproximal images. Charuakkra et al.

(2011)¹⁰ e Valizadeh et al. (2012)¹¹ evaluated the CBCT accuracy on proximal caries detection and compared its results to conventional radiographs. Although those studies had similar aims, their conclusions were different.

Charuakkra et al. (2011)¹⁰ compared the images obtained using two CBCT systems (Pax-500ECT e Promax 3D) to a conventional radiographic system. Pax-500ECT system using 85 kV and 3,5 mA, and Promax 3D systems, with 84 kV and 4 mA. The radiographs were obtained using 66 kV and 8 mA. The results showed higher accuracy for the CBCT images than the conventional radiographs on secondary caries lesions detection. The authors also affirm that more researches are needed to evaluate the application of CBCT for caries detection.

In Charuakkra et al. (2011)¹⁰ study, all acquisitions were made using lower mA values than the ones used in this study. According to Sur et al. (2010)²⁸, a reduction on tube current is a practical way to reduce radiation dose, but any reduction on tube current should be carefully considered, as this reduction can cause noise increase on the final image, what can reflect on diagnostic accuracy.

Valizadeh et al. (2012)¹¹ evaluated radiographic images (65kVp e 10mA) and CBCT images (110kVp e 1,98mA), using different exposure parameters, and concluded that the CBCT images did not increase caries detection accuracy compared to conventional technique. Therefore, taking in consideration CBCTs high radiation dose, this technique should not be recommended IF caries detection is the only diagnostic purpose of this image. Tsuchida et al. (2007)²⁴ also did not find significant advantages in CBCT images on caries detection compared to conventional technique, and justify that those results may be explained by the lack of experience of the observers on CBCT images, or even on their high qualification on conventional image interpretation. Zhang et al. (2011)²⁷ evaluated to CBCT systems (Promax 3D e Kodak 9000 3D), a PSP system and radiographic film on caries detection. Kodak 9000 3D was operated using 70kV and 10mA, what corresponded to the protocol 4 used in this study. Promax 3D system operating at 76kV and 6mA, and the PSP and radiographic film were acquires using 70kV and 6mA. Their results showed that CBCT images showed a slightly higher efficiency on caries detection, but there was no statistical difference from the other studied modalities. In this study, the protocol 4, the same used on Zhang et al. (2011)²⁷, showed one of the best results for proximal caries detection.

Wenzel et al. (2013)²² also compared CBCT images (3D Accuitomo FPD80, Morita) to two digital radiographic systems (Digora Optime, Soredex; Digora Toto, Soredex) on proximal lesions detection. All images were obtained using 65kV and 10mA. However,

different from Zhang et al. (2011)²⁷ study, the results showed significant higher accuracy for CBCT images on proximal caries lesions detection. In agreement with Wenzel et al. (2013)²², Akdenis et al. (2006)²³ and Young et al. (2009)²⁵ reported that Accuitomo 3DX (Mortita, Kyoto, Japão) CBCT system presented higher sensibility on proximal caries detection than the conventional radiographic methods.

According to Scarfe & Farman (2008)⁹ and Loubele et al., (2008)²⁹, tomography image artifacts can appear due to the low kV and mA used in CBCT systems. Thus, because of the high quantity of dissipated radiation against high density elements, even after image reconstruction by softwares, when some generated artifacts can be decreased by the use of specific filters, significant image alterations still appear and can compromise the image quality of this exam.

Till the submission of this study to this journal, studies that evaluated the effect of different kV and mA protocols on caries detection were not available in the articles databases consulted for this study. Therefore, it is convenient to investigate na ideal protocol for image acquisition. Based on this study conception, the protocol that offered the nest reliability on proximal caries detection combined 74 kV and 10 mA.

The relation between radiation dose and image quality must always be part of the process of deciding which image acquisition protocol should be established. Aside from the benefits of CBCT image, this system has a relatively high exposure dose. It is important to emphasize the ALARA principle, and the chosen protocol should be adapted to each specific use.¹⁶

It is important to highlight that the present study and the ones cited in this study were in vitro studies. Therefore, other studies should be done to clear the precision of new CBCT systems release in the market.

CONCLUSION

The permitted variation on kV and mA in Kodak 9000 3 D system can interfere considerably on image quality when detecting proximal caries lesions. In this study, the studied protocol that used 74 kV and 10 mA presented higher results for proximal caries detection. New studies should be done evaluating the effect of kV and mA using other CBCT systems available on market.

REFERENCES

1. Hala LA, Mello JB de, Carvalho PL de. Evaluation of the effectiveness of clinical and radiographic analysis for the diagnosis of proximal caries for different clinical experience levels: comparing lesion depth through histological analysis. *Braz J Oral Sci.* 2006 May; 17(5):1012-1017.
2. Carmona GP, Devito KL, Pontual ML dos A, Haiter-Neto F. Influence of the Professional experience in radiographic caries diagnosis. *Cienc Odontol Bras.* 2006 Mar; 9(1):87-92.
3. Scarfe WC, Levin MD, Gane D, Farman AG. Use of Cone Beam Computed Tomography in Endodontics. *Int J Dent.* 2009 Dec; 2009:1-20.
4. Grauer D, Cevidanes LSH, Proffit WR. Working With DICOM Craniofacial Imagens. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009 Sep; 136(3):460-70.
5. Patel S. New dimensions in endodontic imaging: Part 2. Cone beam computed tomography. *Int Endod J.* 2009 Jun; 42(6):463-75.
6. 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.
7. Quereshy FA, Savell TA, Palomo JM. Applications of cone beam computed tomography in the practice of oral and maxillofacial surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 2008 Apr; 66(4):791-6.
8. Kau CH, Richmond S, Palomo JM, Hans MG. Three-dimensional cone beam computerized tomography in orthodontics. *J Orthod.* 2005 Dec; 32(4):282-93.
9. Scarfe WC, Farman AG. What is Cone-Beam CT and How Does It Work? *Dent Clin North Am.* 2008 Oct; 52(4):707-30.

10. Charuakkra A, Prapayasadok S, Janhom A, Pongsiriwet S, Verochana K, Mahasantipiya P. Diagnostic performance of cone-beam computed tomography on detection of mechanically-created artificial secondary caries. *Imaging Sci Dent*. 2011 Dec;41(4):143-50.
11. Valizadeh S, Tavakkoli MA, Karimi Vasigh H, Azizi Z, Zarrabian T. Evaluation of Cone Beam Computed Tomography (CBCT) System: Comparison with Intraoral Periapical Radiography in Proximal Caries Detection. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2012 Mar; 6(1):1-5.
12. Alqerban A, Jacobs R, Lambrechts P, Loozen G, Willems G. Root resorption of the maxillary lateral incisor caused by impacted canine: a literature review. *Clin Oral Investig*. 2009 Mar;13(3):247-55.
13. 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.
14. Vandenberghe B, Jacobs R, Bosmans H. Modern Dental Imaging: A review of the current technology and clinical applications in dental practice. *Eur Radiol*. 2010 Nov; 20(11):2637-55.
15. Kamburoğlu K, Kurs'un S, Yukse S, Oztas B. Observer Ability To Detect Ex vivo Simulated Internal Or External Cervical Root Resorption. *J Endod*. 2011 Feb;37(2):168-75.
16. 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.
17. Stratemann SA, Huang JC, Maki K, Miller AJ, Hatcher DC. Comparison of Cone Beam Computed Tomography Imaging With Physical Measures. *Dentomaxillofac Radiol*. 2008 Feb;37(2):80-93.

18. Torres MGG, Campos PSF, Segundo NPN, Ribeiro M, Navarro M, Crusoé-Rebello I. Evaluation of referential dosages obtained by Cone-Beam Computed Tomography examinations acquired with different voxel sizes. *Dental Press J. Orthod.* 2010 Oct; 15(5):42-43.
19. Roberts JA, Drage NA, Davis J, Thomas DW. Effective dose from cone beam CT examinations in dentistry. *Brit J Radiol.* 2009 Jan; 82(973):35-40.
20. Ludlow JB, Ivanovic M. Comparative dosimetry of dental CBCT devices and 64-slice CT for oral and maxillofacial radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008 Jul;106(1):106-14.
21. Haiter-Neto F, Wenzel A, Gotfredsen E. Diagnostic accuracy of cone beam computed tomography scans compared with intraoral image modalities for detection of caries lesions. *Dentomaxillofac Radiol.* 2008 Jan;37(1):18-22.
22. Wenzel A, Hirsch E, Christensen J, Matzen LH, Scaf G, Frydenberg M. Detection of cavitated approximal surfaces using cone beam CT and intraoral receptors. *Dentomaxillofac Radiol.* 2013 Jul;42(1):39458105.
23. Akdeniz BG, Gröndahl HG, Magnusson B. Accuracy of proximal caries depth measurements: comparison between limited cone beam computed tomography, storage phosphor and film radiography. *Caries Res.* 2006;40(3):202-7.
24. Tsuchida R, Araki K, Okano T. Evaluation of a limited cone-beam volumetric imaging system: comparison with film radiography in detecting incipient proximal caries. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007 Sep;104(3):412-6.
25. Young SM, Lee JT, Hodges RJ, Chang TL, Elashoff DA, White SC. A comparative study of high-resolution cone beam computed tomography and charge-coupled device sensors for detecting caries. *Dentomaxillofac Radiol.* 2009 Oct;38(7):445-51.

26. Kayipmaz S, Sezgin OS, Saricaoglu ST, Bas O, Sahin B, Küçük M. The estimation of the volume of sheep mandibular defects using cone-beam computed tomography images and a stereological method. *Dentomaxillofac Radiol*. 2011 Mar;40(3):165-9.
27. Zhang ZL, Qu XM, Li G, Zhang ZY, Ma XC. The detection accuracies for proximal caries by cone-beam computerized tomography, film, and phosphor plates. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2011 Jan;111(1):103-8.
28. Sur J, Seki K, Koizumi H, Nakajima K, Okano T. Effects of tube current on cone beam computerized tomography image quality for presurgical implant planning in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2010 Sep; 110(3):e29-e33.
29. Loubele M, Maes F, Jacobs R, van Steenberghe D, White SC, Suetens P. Comparative Study of Image Quality for MSCT and CBCT Scanners for Dentomaxillofacial Radiology Applications. *Radiat Prot Dosimetry*. 2008;129(1-3):222-6.

ATTACHMENTS - Portuguese Version***Efeito de diferentes parâmetros de exposição na detecção de cárie proximal utilizando o sistema de TCFC Kodak 9000 3D*****RESUMO**

O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade diagnóstica de imagens de TCFC na detecção de lesões de cáries em diferentes parâmetros de exposição. Sessenta dentes humanos extraídos (24 pré-molares, 24 molares e 12 caninos) foram selecionados e escaneados através do sistema de TCFC Kodak 9000 3D, utilizando as combinações dos seguintes parâmetros de exposição: 1 –74 kV, 10mA; 2 – 74 kV, 12mA; 3 – 74 kV, 8 mA; 4 – 70 kV, 10 mA; 5 – 70kV, 12 mA; 6 - 70 kV e 8 mA; 7 – 70 kV, 6.3 mA. Dois examinadores avaliaram a presença de cáries nas imagens utilizando o programa CS 3D Imaging Software. Cada observador classificou a presença ou ausência de cárie nas superfícies proximais de cada dente utilizando uma escala de 5 escores. Os escores foram comparados com os cortes histológicos dos dentes utilizados como padrão ouro. A acurácia na detecção de lesões cariosas foi avaliada para cada combinação de parâmetros de exposição por meio de análise da curva ROC. Os valores médios para as áreas sob as curvas ROC para cada combinação de parâmetros de exposição variaram entre 0,35 e 0,60. Não houve diferença estatística significativa entre os protocolos 1, 2, 4, 6 e 7. Porém, todos esses diferiram significativamente dos protocolos 3 e 5 que, no entanto, foram estatisticamente semelhantes entre si. Os observadores escolheram o protocolo 1 como o mais eficiente para a detecção de cárie interproximal.

Palavras-chave: Cárie dentária; Radiografia dentária; Tomografia Computadorizada por Raios X

INTRODUÇÃO

O diagnóstico precoce da cárie proximal ainda consiste em um desafio na clínica odontológica. A principal dificuldade atribuída à detecção clínica é a sua localização, usualmente, na região mais cervical e vestibular do ponto de contato. Dessa forma, essas lesões são visualizadas clinicamente apenas quando já comprometeram grande extensão da face proximal.¹

O exame da cárie nessa superfície exige uma maior atenção clínica, portanto, deve-se realizar uma associação de exames complementares ao método visual, para que se possam obter informações sobre a sua presença e características. Embora a radiografia interproximal seja a técnica radiográfica mais utilizada para auxiliar no diagnóstico, lesões em estágios precoces à cavitação, muitas vezes, não são detectadas através desse exame. Visando aumentar a exatidão do diagnóstico dessa lesão, principalmente em sua fase mais inicial, tem sido constantemente avaliados e propostos métodos capazes de facilitar a visualização precoce e precisa da lesão.²

Os primeiros relatos do uso da TCFC na Odontologia ocorreram no final do século passado e, desde então, as indicações desse exame tridimensional expandiram-se significativamente.³ O sistema de TCFC apresenta a vantagem de necessitar significativamente de menores doses de radiação quando comparado ao sistema convencional de tomografia computadorizada.^{3,4,5} A dose absorvida durante a utilização deste aparelho é cerca de doze vezes menor que a tomografia computadorizada convencional⁶ e equivalente a uma série radiográfica periapical completa.^{5,7}

Vale salientar que o resultado da radiação efetiva depende das configurações utilizadas como a kilovoltagem e a miliamperagem (kVp e mA respectivamente). O uso de mA inferior ou de colimação são algumas das maneiras de reduzir a quantidade de radiação que o paciente recebe. No entanto, ao mesmo tempo, pode produzir uma qualidade de imagem inferior comparada às obtidas quando se emprega as configurações mais altas. Uma relação entre a exposição aceita e a qualidade da imagem precisa ser atingida, a fim de utilizar o princípio de ALARA: *“As low as reasonably achievable” - tão baixo quanto razoavelmente possível.*^{6,8}

Portanto, o objetivo desta pesquisa é avaliar a detecção de cáries interproximais em imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico adquiridas em diferentes parâmetros de exposição. Dessa forma, poder-se-á estabelecer um protocolo de aquisição de imagens precisas com a menor dose de radiação possível contribuindo para um correto diagnóstico e plano de tratamento.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual da Paraíba (CAE: 0382.0.133.000-12).

Sessenta dentes humanos extraídos (12 caninos, 24 pré-molares e 24 molares) foram montados em 12 blocos de silicone, cada um com 4 dentes teste (2 pré-molares e 2 molares) e 1 dente não-teste (canino). O dente canino foi utilizado apenas para estabelecer um contato proximal com a superfície mesial do primeiro pré-molar. Os pré-molares e molares apresentavam superfícies híginas ou pequenas desmineralizações nas proximais.

Para obtenção das imagens, foi utilizado o sistema tomográfico Kodak 9000 (Kodak Dental Systems, Carestream Health, Rochester, NY, EUA). O Kodak 9000 Cone Beam 3D permite a variação do kVp e do mA, o que não é possível na maioria dos aparelhos de Tomografia de Feixe Cônico disponíveis no mercado. Os phantoms foram fixados em uma mandíbula utilizando cera utilidade e imersos em um isopor com água. Realizou-se o escaneamento utilizando os seguintes parâmetros de exposição: 1 –74 kV, 10mA; 2 – 74 kV, 12mA; 3 – 74 kV, 8 mA; 4 – 70 kV, 10 mA; 5 – 70kV, 12 mA; 6 - 70 kV e 8 mA; 7 – 70 kV, 6.3 mA. As aquisições volumétricas utilizando os sete diferentes parâmetros de exposição foram salvas com código correspondente aos parâmetros e phantoms. As imagens foram codificadas de acordo com os parâmetros de exposição utilizados e posteriormente visualizadas utilizando o programa CS 3D Software Imaging (Kodak Dental Systems, Carestream Health, Rochester, NY, EUA).

Avaliação das imagens

Antes de todas as sessões de análise, instruções escritas e verbais e testes de calibração foram realizados. 12 CDs, cada um com sete aquisições em ordem aleatória, foram entregues aos observadores. As imagens foram visualizadas usando CS 3D Software Imaging (Kodak Dental Systems, Carestream Health, Rochester, NY, EUA), exibido em um laptop Sony VAIO (SVS151C1SX IntelCore i7, o Windows 8) com um monitor a cores de 17,3 polegadas colocado em uma sala silenciosa com luz esmaecida.

Um máximo de sete aquisições foram avaliadas por dia. Para evitar a fadiga, um intervalo mínimo de 24h entre cada avaliação foi estabelecida. Cada superfície proximal foi avaliada separadamente. Um total de 1.344 avaliações foram feitas.

A presença ou ausência de cáries proximais foi avaliada utilizando uma escala de confiança de 5 pontos, onde: 1 ausência de cárie, 2 provável ausência de cárie, 3 incerto, 4 provável presença de cárie e 5 presença de cárie.

Para validar a real presença de cáries, os dentes foram incluídos individualmente em acrílico (Vipcril, Vipi, São Paulo, Brasil) e seccionados em seções de 100 µm de espessura no sentido mesiodistal, usando um disco de diamante 200 µm. As seções dos dentes foram limpas e coladas à lâminas de microscópio utilizando verniz transparente. A validação histológica foi realizada por dois observadores, utilizando um microscópio de luz a 12,5-20X de ampliação. As cáries foram consideradas presentes quando uma desmineralização branco-opaca ou descoloração acastanhada foi observada sobre a superfície. Para a validação, os observadores avaliaram individualmente os dentes. Em caso de discordância entre os avaliadores, estes reavaliaram a lâmina até chegarem a um consenso. Para a superfície histológica, a seguinte escala foi aplicada: 0 = hígido, 1 = cárie no esmalte, e 2 = cárie em dentina.

Análise dos dados

Para a avaliação da acurácia das imagens obtidas com TCFC em diferentes parâmetros de exposição, foram calculadas as médias das áreas sob a curva ROC (ReceiverOperatingCharacteristic curve) para cada grupo de parâmetro de exposição, e foi aplicada uma análise de variância usando o modelo apropriado para experimentos em blocos, onde os avaliadores foram tomados como blocos e os parâmetros de exposição como fator principal a ser avaliado.

RESULTADOS OBTIDOS

Das 96 faces avaliadas microscopicamente, 63 (65%) mostraram-se hígidas, 33 (35%) apresentavam lesões de cárie em esmalte.

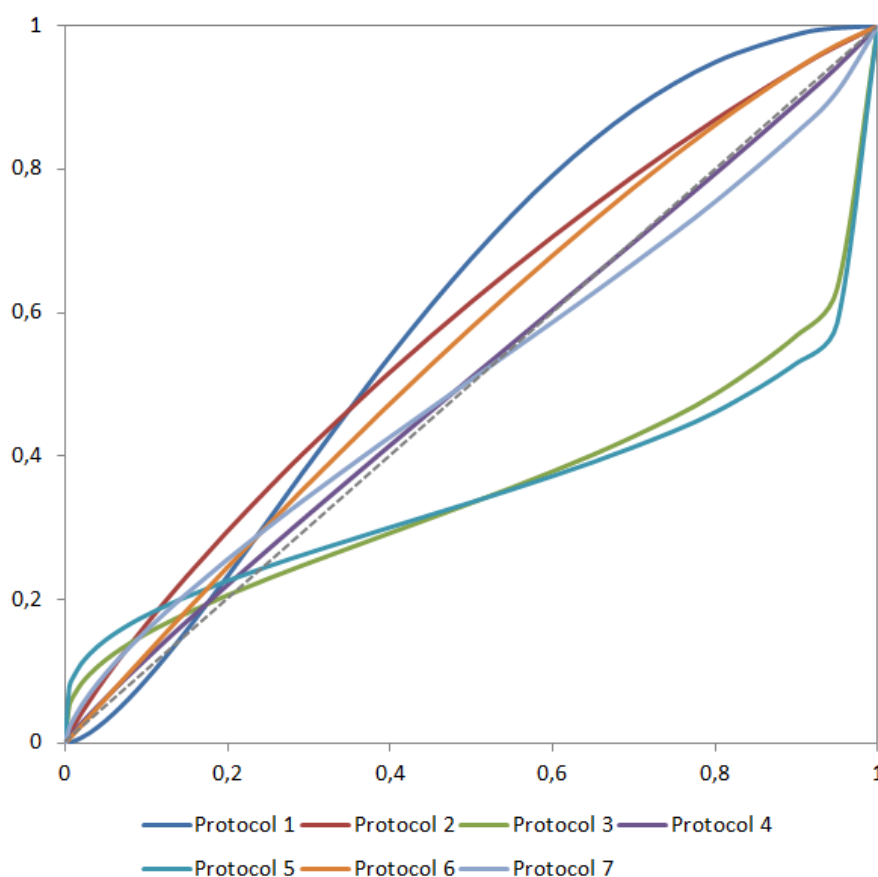
Os valores médios da área sob a curva ROC, o desvio padrão, os intervalos de confiança (IC), e as diferenças entre as modalidades estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Médias, desvios padrão e Testes de Az e Tukey ($\alpha = 0,05$) para os diferentes protocolos de escaneamento.

Protocolo	Média	Desvio Padrão	Teste de Tukey
1	60,41	4,60	A
2	58,27	9,62	A
3	34,96	1,84	B
4	50,74	8,77	A
5	34,65	11,60	B
6	55,5	17,54	A
7	50,56	3,47	A

As áreas médias da curva ROC variaram entre 0,35 e 0,60. Os protocolos 1 (74 kV, 10 mA), 2 (74 kV, 12 mA), 4 (70 kV, 10 mA), 6 (70 kV, 8 mA) e 7 (70 kV, 6,3 mA) não diferiram estatisticamente entre si. No entanto, os protocolos 3 (74 kV, 8 mA) e 5 (70 kV, 12 mA) diferiram de todos os demais protocolos, mas não diferiram estatisticamente entre si. O protocolo 1 (74 kV, 10 mA) apresentou a maior média de área de curva ROC para detecção de cárie na amostra estudada.

Figura 1. Médias das áreas sob a curva ROC para cada protocolo estudado



DISCUSSÃO

O sistema de TCFC é de significativa importância para o diagnóstico e localização das lesões do complexo dentomaxilofacial. Os estudos na área relatam que as imagens obtidas através dessa técnica possuem alta acurácia e boa nitidez.^{9,10,11}

De acordo com Scarfe et al. (2006)⁶ and Alqerban et al. (2009)¹², existem inúmeras vantagens da TCFC quando comparada aos exames radiográficos convencionais, tais como: eliminação das sobreposições, reconstrução multiplanar, alta resolução atribuída ao grande contraste da imagem, visão tridimensional da estrutura de interesse e a possibilidade de transmissão das imagens via internet ou rede local.

A formação de voxels pequenos e isotrópicos no sistema de TCFC contribui para a obtenção de imagens com maiores detalhes, nitidez e melhor definição^{6,9,13,14,15}, embora um tamanho menor de voxel possa estar relacionado a um tempo de exposição e miliamperagem maiores, o que demanda doses mais elevadas de radiação.^{16,17}

Torres et al. (2010)¹⁸ relataram que quando os fatores de exposição (tempo de exposição, kVp e mAs) são mantidos, a alteração do tamanho do voxel, isoladamente, não influencia de maneira significativa a dose de radiação. No entanto, os protocolos relacionam o uso de voxels menores a tempos de exposição e mAs maiores, o que invariavelmente provoca a emissão de doses mais elevadas de radiação.

A literatura relata, unanimemente, que a dose de radiação da TCFC é consideravelmente superior em comparação à dose utilizada nas técnicas radiográficas convencionais.^{5,6,7,19} Portanto, alguns estudos consideram impraticável a utilização da TCFC na prática clínica rotineira.^{11,16,20}

O sistema Kodak 9000 Cone Beam 3D, utilizado neste estudo, permite a variação do kVp e do mA, admitindo que o paciente receba uma menor dose de exposição à radiação a depender do seu tamanho e tipo físico, diferentemente da maioria dos aparelhos encontrados no mercado. Doses de radiação no sistema de TCFC variam conforme a marca comercial do aparelho, a área escaneada e as especificações técnicas utilizadas no momento do escaneamento: campo de visão, tempo de exposição e parâmetros de imagem utilizados (kVp e mA).^{9,16,20}

Estudos sugerem que as imagens adquiridas através do sistema TCFC tem aplicação em diversas áreas da odontologia, inclusive na detecção de cáries, devido à possibilidade de visualizar o elemento dentário nos diferentes planos de imagem.^{10,21,22} No entanto, o número

de estudos que avaliam a detecção de cárie em imagens de TCFC ainda é restrito.^{10,11,21,22,23,24,25,26,27}

É motivo de controvérsia se a TCFC é superior às modalidades convencionais para o diagnóstico da cárie dentária. Charuakkra et al. (2011)¹⁰ e Valizadeh et al. (2012)¹¹ avaliaram a precisão da TCFC na detecção de cáries proximais e compararam com o método radiográfico convencional. Os estudos, embora semelhantes, apresentaram resultados divergentes.

Charuakkra et al. (2011)¹⁰ compararam imagens obtidas em dois sistemas de TCFC (Pax-500ECT e Promax 3D) a um sistema de radiografia convencional. O sistema Pax-500ECT operou com 85 kV e 3,5 mA e o sistema Promax 3D com 84 kV e 4 mA. As imagens radiográficas convencionais foram obtidas em 66 kV e 8 mA. Os resultados mostraram que as imagens tomográficas foram mais precisas do que as radiografias interproximais na detecção de cáries secundárias. Os próprios autores ressaltam que mais pesquisas devem ser realizadas para a aplicação clínica da TCFC na detecção de cárie.

No estudo de Charuakkra et al. (2011), todas as aquisições foram realizadas com valores de miliamperagem bem menores do que os utilizados em nosso estudo. De acordo com a Sur et al.(2010), redução na corrente do tubo é uma das formas mais práticas de redução da dose de radiação, mas qualquer redução na corrente do tubo deve ser considerada com cuidado, pois essa redução provoca um aumento no ruído da imagem, o que pode refletir sobre a acurácia do diagnóstico.

Valizadeh et al. (2012)¹¹ avaliaram imagens radiográficas (65kVp e 10mA) e tomográficas (110kVp e 1,98mA), usando diferentes parâmetros de exposição, e concluíram que as imagens tomográficas não aumentam a precisão do diagnóstico de cáries interproximais em comparação à técnica convencional. Portanto, levando em consideração a dose de radiação elevada da TCFC, esta técnica não deve ser recomendada se a detecção de cárie é a única finalidade de diagnóstico desta imagem. Tsuchida et al. (2007)²⁴ também não demonstraram vantagens significativas das imagens tomográficas na detecção de cáries proximais em comparação ao método convencional. Os resultados podem ser explicados pela falta de experiência dos observadores em avaliar imagens tomográficas ou, ainda, pela alta qualificação deles na interpretação de radiografias convencionais.

Zhang et al. (2011)²⁷ avaliaram a capacidade de detecção de cárie de dois sistemas de TCFC (Promax 3D e Kodak 9000 3D), um sistema digital (placas de fósforo) e um sistema radiográfico convencional. O sistema Kodak 9000 3D operou em 70kV e 10mA, o que

corresponde ao protocolo 4 do nosso estudo. O sistema Promax 3D operou com 76kV e 6mA, e os sistemas digital e convencional com 70kV e 6mA. Os resultados mostraram que as imagens tomográficas foram levemente mais eficazes na detecção de cáries, mas não houve diferenças significativas. Em nosso estudo, o protocolo 4 (70kV e 10mA), o mesmo usado por Zhang et al. (2011)²⁷, obteve um dos melhores resultados na detecção de cáries interproximais.

Wenzel et al. (2013)²² também compararam imagens de TCFC (3D Accuitomo FPD80, Morita) com dois sistemas de radiografia digital (Digora Optime, Soredex; Digora Toto, Soredex) na detecção de lesões proximais. Todas as imagens foram obtidas sob condições padronizadas de 65kV e 10mA. No entanto, diferentemente do estudo de Zhang et al. (2011)²⁷, os resultados mostraram que a TCFC é significativamente mais precisa na detecção de cavidades nas faces proximais. Em consenso com Wenzel et al. (2013)²², Akdenis et al. (2006)²³ e Young et al. (2009)²⁵ relataram que as imagens tomográficas do sistema Accuitomo 3DX (Mortita, Kyoto, Japão) apresentaram maior sensibilidade em detectar cáries proximais do que imagens obtidas através do método convencional.

De acordo com Scarfe e Farman (2008)⁹ e Loubele et al., (2008)²⁹, a formação de artefatos na imagem tomográfica pode surgir devido a quilovoltagem e miliamperagem baixas utilizadas pelos tomógrafos de feixe cônico. Sendo assim, devido a grande quantidade de radiação dissipada frente a elementos de alta densidade, mesmo após a reconstrução das imagens pelos *softwares*, onde se consegue filtrar alguns artefatos gerados, ainda aparecem alterações significativas que podem comprometer a qualidade diagnóstica do exame.

Até a apresentação deste estudo a este periódico, estudos que avaliaram o efeito de diferentes protocolos de mA e kV na detecção de cárie não estavam disponíveis nos bancos de dados consultados. Portanto, torna-se oportuna a investigação de um protocolo “ideal” para aquisição destas imagens. Com base na concepção deste estudo, o protocolo que ofereceu mais fidedignidade na detecção de cáries interproximais combina 74kVp com 10mA.

A relação entre a dose de radiação e a qualidade de imagem deve sempre fazer parte do processo de tomada de decisão para o estabelecimento de protocolos de imagem. Apesar dos benefícios da imagem de TCFC, este sistema ainda constitui uma fonte de radiação relativamente alta de exposição. É importante enfatizar que o princípio ALARA deve sempre ser aplicado, sendo o protocolo adaptado para cada uso específico.¹⁶

Vale salientar que o presente estudo e os demais mencionados anteriormente foram realizados *in vitro* com o posicionamento ideal. Portanto, recomenda-se que mais estudos na

área sejam realizados para esclarecer a precisão dos sistemas atuais de TCFC disponíveis no mercado.

CONCLUSÃO

A alteração de kVp e mA, permitida pelo sistema Kodak 9000 3D, pode interferir consideravelmente na qualidade diagnóstica das imagens quanto ao diagnóstico de lesões de cáries proximais. Neste estudo, o protocolo que combinou 74 kV e 10mA apresentou melhor resultado na detecção de cáries interproximais. Novos estudos devem ser realizados avaliando o efeito de kV e mA utilizando outros sistemas de TCFC disponíveis no mercado.

REFERÊNCIAS

1. Hala LA, Mello JB de, Carvalho PL de. Evaluation of the effectiveness of clinical and radiographic analysis for the diagnosis of proximal caries for different clinical experience levels: comparing lesion depth through histological analysis. *Braz J Oral Sci.* 2006 May; 17(5):1012-1017.
2. Carmona GP, Devito KL, Pontual ML dos A, Haiter-Neto F. Influence of the Professional experience in radiographic caries diagnosis. *Cienc Odontol Bras.* 2006 Mar; 9(1):87-92.
3. Scarfe WC, Levin MD, Gane D, Farman AG. Use of Cone Beam Computed Tomography in Endodontics. *Int J Dent.* 2009 Dec; 2009:1-20.
4. Grauer D, Cevidanes LSH, Proffit WR. Working With DICOM Craniofacial Images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009 Sep;136(3):460-70.
5. Patel S. New dimensions in endodontic imaging: Part 2. Cone beam computed tomography. *Int Endod J.* 2009 Jun;42(6):463-75.

6. 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.
7. Quereshy FA, Savell TA, Palomo JM. Applications of cone beam computed tomography in the practice of oral and maxillofacial surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 2008 Apr; 66(4):791-6.
8. Kau CH, Richmond S, Palomo JM, Hans MG. Three-dimensional cone beam computerized tomography in orthodontics. *J Orthod.* 2005 Dec; 32(4):282-93.
9. Scarfe WC, Farman AG. What is Cone-Beam CT and How Does It Work? *Dent Clin North Am.* 2008 Oct;52(4):707-30.
10. Charuakkra A, Prapayasadok S, Janhom A, Pongsiriwet S, Verochana K, Mahasantipiya P. Diagnostic performance of cone-beam computed tomography on detection of mechanically-created artificial secondary caries. *Imaging Sci Dent.* 2011 Dec;41(4):143-50.
11. Valizadeh S, Tavakkoli MA, Karimi Vasigh H, Azizi Z, Zarrabian T. Evaluation of Cone Beam Computed Tomography (CBCT) System: Comparison with Intraoral Periapical Radiography in Proximal Caries Detection. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2012 Mar; 6(1):1-5.
12. Alqerban A, Jacobs R, Lambrechts P, Loozen G, Willems G. Root resorption of the maxillary lateral incisor caused by impacted canine: a literature review. *Clin Oral Investig.* 2009 Mar;13(3):247-55.
13. 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.
14. Vandenberghe B, Jacobs R, Bosmans H. Modern Dental Imaging: A review of the current technology and clinical applications in dental practice. *Eur Radiol.* 2010 Nov; 20(11):2637-55.

15. Kamburoğlu K, Kurs'un S, Yukse S, Oztas B. Observer Ability To Detect Ex vivo Simulated Internal Or External Cervical Root Resorption. *J Endod.* 2011 Feb;37(2):168-75.
16. 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.
17. Stratemann SA, Huang JC, Maki K, Miller AJ, Hatcher DC. Comparison of Cone Beam Computed Tomography Imaging With Physical Measures. *Dentomaxillofac Radiol.* 2008 Feb;37(2):80-93.
18. Torres MGG, Campos PSF, Segundo NPN, Ribeiro M, Navarro M, Crusoé-Rebello I. Evaluation of referential dosages obtained by Cone-Beam Computed Tomography examinations acquired with different voxel sizes. *Dental Press J. Orthod.* 2010 Oct; 15(5):42-43.
19. Roberts JA, Drage NA, Davis J, Thomas DW. Effective dose from cone beam CT examinations in dentistry. *Brit J Radiol.* 2009 Jan; 82(973):35-40.
20. Ludlow JB, Ivanovic M. Comparative dosimetry of dental CBCT devices and 64-slice CT for oral and maxillofacial radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008 Jul;106(1):106-14.
21. Haiter-Neto F, Wenzel A, Gotfredsen E. Diagnostic accuracy of cone beam computed tomography scans compared with intraoral image modalities for detection of caries lesions. *Dentomaxillofac Radiol.* 2008 Jan;37(1):18-22.
22. Wenzel A, Hirsch E, Christensen J, Matzen LH, Scaf G, Frydenberg M. Detection of cavitated approximal surfaces using cone beam CT and intraoral receptors. *Dentomaxillofac Radiol.* 2013 Jul;42(1):39458105.

23. Akdeniz BG, Gröndahl HG, Magnusson B. Accuracy of proximal caries depth measurements: comparison between limited cone beam computed tomography, storage phosphor and film radiography. *Caries Res.* 2006;40(3):202-7.
24. Tsuchida R, Araki K, Okano T. Evaluation of a limited cone-beam volumetric imaging system: comparison with film radiography in detecting incipient proximal caries. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007 Sep;104(3):412-6.
25. Young SM, Lee JT, Hodges RJ, Chang TL, Elashoff DA, White SC. A comparative study of high-resolution cone beam computed tomography and charge-coupled device sensors for detecting caries. *Dentomaxillofac Radiol.* 2009 Oct;38(7):445-51.
26. Kayipmaz S, Sezgin OS, Saricaoglu ST, Bas O, Sahin B, Küçük M. The estimation of the volume of sheep mandibular defects using cone-beam computed tomography images and a stereological method. *Dentomaxillofac Radiol.* 2011 Mar;40(3):165-9.
27. Zhang ZL, Qu XM, Li G, Zhang ZY, Ma XC. The detection accuracies for proximal caries by cone-beam computerized tomography, film, and phosphor plates. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011 Jan;111(1):103-8.
28. Sur J, Seki K, Koizumi H, Nakajima K, Okano T. Effects of tube current on cone beam computerized tomography image quality for presurgical implant planning in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010 Sep; 110(3):e29-e33.
29. Loubele M, Maes F, Jacobs R, van Steenberghe D, White SC, Suetens P. Comparative Study of Image Quality for MSCT and CBCT Scanners for Dentomaxillofacial Radiology Applications. *Radiat Prot Dosimetry.* 2008;129(1-3):222-6.

ATTACHMENTS – Submission Rules

BRAZILIAN ORAL RESEARCH

MISSÃO, ESCOPO E POLÍTICA DE SUBMISSÃO



A Brazilian Oral Research - BOR é a publicação oficial da Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica - SBPqO (Divisão brasileira da "International Association for Dental Research" - IADR). A revista tem periodicidade bimestral, é revisada por pares (sistema duplo-cego), e tem como missão disseminar e promover o intercâmbio de informações sobre as diversas áreas às quais se dedica a pesquisa odontológica.

A BOR convida à submissão os seguintes tipos de artigos: Pesquisa Original (artigo completo ou "Short Communication"), Revisão Crítica da Literatura, Revisão Sistemática (e Meta-Análise), além de Cartas ao Editor. Todas as submissões deverão ser exclusivas à BOR.

A submissão dos manuscritos, e de toda documentação relacionada, deve ser realizada exclusivamente pelo link de submissão online (<http://mc04.manuscriptcentral.com/bor-scielo>).

O processo de avaliação do manuscrito será iniciado somente após o atendimento integral a todos os requisitos descritos nestas Instruções aos Autores. O manuscrito em desacordo com estes requisitos será devolvido ao autor de correspondência para adequações.

Importante: Após ser aceito por seu mérito científico, todo manuscrito deverá ser submetido a uma revisão gramatical e estilística do idioma inglês por uma das empresas listadas abaixo (lista baseada na recomendação feita pelo "Journal of Dental Research" - JDR). Os autores deverão encaminhar o texto revisado juntamente com o certificado de revisão fornecido pela empresa de edição escolhida.

- www.journalexerts.com - edição técnica e científica em geral
- www.biomeditor.com - edição técnica e científica em geral
- www.ic.com.br - edição técnica e científica em geral, expertise na área odontológica
- www.internationalscienceediting.com - edição técnica e científica em geral
- ncris.mart@uol.com.br (NCristina Martorana Traduções S/C Ltda.) - edição linguística (inglês)
- www.sciencedocs.com - edição técnica e científica em geral
- www.scientific-editor.com - edição técnica e científica em geral
- www.writescienceright.com - edição técnica e científica em geral

APRESENTAÇÃO DO MANUSCRITO

O texto do manuscrito deverá estar redigido em inglês e fornecido em arquivo digital compatível com o programa "Microsoft Word" (em formato DOC, DOCX ou RTF).

Todas as figuras deverão ser fornecidas em arquivos separados e individuais.

Fotografias, micrografias e radiografias deverão ser fornecidas em formato TIFF ou JPG.

Gráficos, desenhos, esquemas e demais ilustrações vetoriais deverão ser fornecidos em formato PDF.

Na reprodução de documentação clínica, deve-se evitar o uso de iniciais, nomes e números de registro de pacientes. A identificação de pacientes não é permitida. Um termo de consentimento esclarecido, assinado pelo paciente, quanto ao uso de sua imagem e

documentação odontológica deverá ser fornecido pelo(s) autor(es) quando solicitado pela BOR.

Ao reproduzir no manuscrito algum material previamente publicado (incluindo textos, gráficos, tabelas, figuras ou quaisquer outros materiais), a legislação cabível de direitos autorais deverá ser respeitada e a fonte citada.

As seções do manuscrito devem ser apresentadas observando-se as características específicas de cada tipo de manuscrito: folha de rosto, introdução, metodologia, resultados, discussão, conclusão, agradecimentos e referências.

Folha de rosto (dados obrigatórios)

- Indicação da especialidade, ou área de pesquisa, enfocada no manuscrito.
- Título informativo e conciso, limitado a um máximo de 110 caracteres incluindo espaços.
- Nomes e sobrenomes de todos os autores por extenso (os mesmos informados no Termo de Transferência de Direitos Autorais e nas Declarações de Responsabilidade), incluindo os respectivos números de telefone e endereços de Email. São permitidos, no máximo, 5 (cinco) autores. Quando esse número for excedido, a participação de cada um dos autores deverá ser justificada por escrito em folha separada (e fornecida num arquivo PDF), observando-se os critérios de autoria e co-autoria adotados pelo "International Committee of Medical Journal Editors", disponíveis em http://www.icmje.org/ethical_1author.html.
- Dados de afiliação institucional/profissional de todos os autores, incluindo departamento, faculdade e universidade (ou outra instituição), além de cidade, estado e país, apresentados de acordo com as normas internas de citação estabelecidas pela instituição de cada um dos autores. É permitida apenas uma afiliação institucional/profissional por autor.
- Autor de correspondência, com endereço postal completo, número de telefone e endereço de Email.

Texto Principal

Resumo: deve ser apresentado na forma de um parágrafo único não estruturado (sem subdivisões em seções), contendo proposição do trabalho, metodologia, resultados e conclusões.

Descritores: devem ser fornecidos de 3 (três) a 5 (cinco) descritores principais, escolhidos dentre os descritores cadastrados em <http://decs.bvs.br/> ou <http://www.nlm.nih.gov/mesh/MBrowser.html> (não serão aceitos sinônimos).

Introdução: deve apresentar o estado da arte do assunto pesquisado, a relevância do estudo e sua relação com outros trabalhos publicados na mesma linha de pesquisa ou área, identificando suas limitações e possíveis vieses. O objetivo do estudo deve ser apresentado concisamente ao final dessa seção.

Metodologia: devem ser fornecidas todas as características do material pertinente ao assunto da pesquisa (ex.: amostras de tecido, pacientes ou população). Os métodos experimentais, analíticos e estatísticos devem ser descritos de forma concisa, porém suficientemente detalhada para permitir que outros possam repetir o trabalho. Os dados de fabricantes ou fornecedores de produtos, equipamentos, ou softwares devem ser explicitados na primeira menção feita no texto, como segue: nome do fabricante, cidade e país. Os programas de computador e métodos estatísticos também devem ser especificados. A menos que o objetivo do trabalho seja comparar produtos ou sistemas específicos, os nomes comerciais de técnicas, bem como de produtos ou equipamentos científicos ou clínicos só devem ser citados nas seções de "Metodologia" e "Agradecimentos", de acordo com o caso. No restante do

manuscrito, inclusive no título, devem ser utilizados os nomes genéricos. Nos manuscritos que envolvam radiografias, microrradiografias ou imagens de MEV, devem ser incluídas as seguintes informações: fonte de radiação, filtros e níveis de kV utilizados. Os manuscritos que relatem estudos em humanos devem incluir comprovação de que a pesquisa foi conduzida eticamente de acordo com a Declaração de Helsinki ("World Medical Association"). O número de protocolo de aprovação emitido por um Comitê Institucional de Ética deve ser citado. Ensaio clínico devem ser relatados de acordo com o protocolo padronizado da "CONSORT Statement". O "CONSORT check-list" deve ser submetido juntamente com o manuscrito e, quando solicitado pela BOR, deve conter comentários analíticos sobre o ensaio clínico realizado. Manuscritos que relatem a realização de estudos em animais devem também incluir comprovação de que a pesquisa foi conduzida de maneira ética, e o número de protocolo de aprovação emitido por um Comitê Institucional de Ética deve ser citado. Caso a pesquisa envolva um registro gênico, antes da submissão, as novas sequências genéticas devem ser incluídas num banco de dados público, e o número de acesso deve ser fornecido à BOR. Os autores poderão utilizar as seguintes bases de dados:

- GenBank: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Genbank/submit>
- EMBL: <http://www.ebi.ac.uk/embl/Submission/index.html>
- DDBJ: <http://www.ddbj.nig.ac.jp/>

As submissões de manuscritos que incluam dados de "microarray" devem incluir a informação recomendada pelas diretrizes MIAME ("Minimum Information About a Microarray Experiment" - <http://www.mged.org/index.html>) e/ou descrever, na forma de itens, como os detalhes experimentais foram submetidos a uma das bases de dados publicamente disponíveis, tais como:

- ArrayExpress: <http://www.ebi.ac.uk/arrayexpress/>
- GEO: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/geo/>

Resultados: devem ser apresentados na mesma ordem em que o experimento foi realizado, conforme descrito na seção "Metodologia". Os resultados mais significativos devem ser descritos. Texto, tabelas e figuras não devem ser repetitivos. Os resultados significativos devem vir acompanhados dos respectivos valores de p.

Tabelas: devem ser numeradas consecutivamente em algarismos arábicos. Todas as tabelas devem ser inseridas e citadas no texto principal. As legendas devem ser posicionadas no topo das tabelas.

Discussão: deve discutir os resultados do estudo em relação à hipótese de trabalho e à literatura pertinente. Deve descrever as semelhanças e as diferenças do estudo em relação aos outros estudos correlatos encontrados na literatura, e fornecer explicações para as possíveis diferenças encontradas. Deve também identificar as limitações do estudo e fazer sugestões para pesquisas futuras.

Conclusões: devem ser apresentadas concisamente e estar estritamente fundamentadas nos resultados obtidos na pesquisa. O detalhamento dos resultados, incluindo valores numéricos etc., não deve ser repetido.

Agradecimentos: as contribuições de colegas (por assistência técnica, comentários críticos etc.) devem ser informadas, e qualquer vinculação de autores com firmas comerciais deve ser revelada. Esta seção deve descrever a(s) fonte(s) de financiamento da pesquisa, incluindo os respectivos números de processo.

Referências: só serão aceitas como referências as publicações em periódicos revisados por pares. Não serão aceitos como referências manuscritos em processo de redação, dissertações, teses, ou resumos apresentados em congressos. Só serão aceitas as referências a livros mais recentes.

As citações de referências devem ser identificadas no texto por meio de números arábicos sobrescritos. A lista completa de referências deve vir após a seção de "Agradecimentos", e as

referências devem ser numeradas e normalizadas de acordo com o Estilo Vancouver, em conformidade com as diretrizes fornecidas pelo "International Committee of Medical Journal Editors", conforme apresentadas nas "Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals" (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK7256/>). Os títulos de periódicos devem ser abreviados de acordo com o "List of Journals Indexed in Index Medicus" (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nlmcatalog/>). A correta apresentação das referências é de responsabilidade exclusiva dos autores.

Notas de rodapé no texto principal: devem ser indicadas por meio de asteriscos e restritas ao mínimo indispensável.

Grafia de termos científicos: nomes científicos (binômios de nomenclatura microbiológica, zoológica e botânica) devem ser escritos por extenso. Nomes de compostos e elementos químicos devem também ser escritos por extenso.

Unidades de medida: devem ser apresentadas de acordo com o Sistema Internacional de Medidas (<http://www.bipm.org> ou http://www.inmetro.gov.br/infotec/publicacoes/si_versao_final.pdf).

Figuras

Fotografias, micrografias e radiografias devem ter uma largura mínima de 10 cm, resolução mínima de 300 dpi, e devem ser fornecidas em formato TIFF ou JPG. Gráficos, desenhos, esquemas e demais ilustrações vetoriais devem ser fornecidos em formato PDF. Todas as figuras devem ser submetidas, individualmente, em arquivos separados (não inseridas no arquivo de texto). As figuras devem ser numeradas consecutivamente em algarismos arábicos, e todas devem ser citadas no corpo do texto. As legendas das figuras devem ser inseridas todas juntas no final do texto, após as referências.

Importante: os autores que desejem publicar figuras coloridas devem manifestar sua intenção por escrito no momento da submissão do manuscrito. Nesse caso, os custos de reprodução colorida serão arcados pelo(s) autor(es). Caso contrário, todas as figuras serão publicadas em preto & branco na versão impressa e em cores na versão online.

CARACTERÍSTICAS E FORMATAÇÃO DOS TIPOS DE MANUSCRITOS

Pesquisa Original

Artigos de pesquisa original devem ser limitados a 23.000 caracteres incluindo espaços (considerando-se resumo, descritores, introdução, metodologia, resultados, discussão, conclusão, agradecimentos, tabelas, referências e legendas de figuras). Será aceito um máximo de 6 (seis) figuras e 30 (trinta) referências. O resumo deve conter, no máximo, 250 palavras.

Formatação - Arquivos de Texto

- Folha de rosto - conforme descrito acima
- Texto principal (23.000 caracteres incluindo espaços)
- Resumo - máximo de 250 palavras
- Descritores - de 3 (três) a 5 (cinco) descritores principais
- Introdução - conforme descrito acima
- Metodologia - conforme descrito acima
- Resultados - conforme descrito acima
- Discussão - conforme descrito acima
- Conclusão - conforme descrito acima
- Agradecimentos - conforme descrito acima
- Tabelas - conforme descrito acima
- Referências - máximo de 30 referências, conforme descrito acima
- Legendas de figuras - conforme descrito acima

Formatação - Arquivos de figuras

- Figuras - máximo de 6 (seis) figuras, conforme descrito acima

TERMO DE TRANSFERÊNCIA DE DIREITOS AUTORAIS E DECLARAÇÕES DE RESPONSABILIDADE

O manuscrito submetido para publicação deve ser acompanhado de um Termo de Transferência de Direitos Autorais e Declarações de Responsabilidade, firmado por todos os autores, conforme o modelo apresentado abaixo. A submissão desse termo de transferência é obrigatória, em formato PDF, no sistema online.

TERMO DE TRANSFERÊNCIA DE DIREITOS AUTORAIS E DECLARAÇÕES DE RESPONSABILIDADE

À Comissão de Publicação da Brazilian Oral Research (**BOR**)

Os autores [inserir os nomes e sobrenomes completos e sem abreviaturas de todos os autores] (doravante denominados "Autores") submetem o manuscrito original intitulado [inserir o título do manuscrito] à Brazilian Oral Research - **BOR**, representada pela Comissão de Publicação do periódico, e atestam que o manuscrito ora submetido é original e não infringe patente, marca registrada, direito autoral, segredo comercial ou quaisquer outros direitos proprietários de terceiros.

Os Autores também declaram que, exceto quando explicitamente informado, não têm qualquer interesse financeiro ou acordo com qualquer entidade que possa ser percebido como tendo influência sobre a objetividade do manuscrito, a não ser que tal interesse financeiro ou acordo tenha sido revelado por escrito à **BOR**, em documento separado e firmado por todos os Autores.

Os Autores declaram ainda que o estudo, cujos resultados estão relatados no manuscrito, foi realizado observando-se as políticas, vigentes nas instituições às quais os Autores estão vinculados, relativas ao uso de humanos e/ou animais, e/ou material derivado de humanos ou animais (Aprovação em Comitê de Ética Institucional).

Os Autores concordam em indenizar a **BOR** e em eximi-la de quaisquer alegações, custos, honorários advocatícios, indenizações ou custos de licenças de utilização incorridos pela **BOR** em consequência de qualquer alegação, infração de direitos, ou não observância das determinações do Comitê de Ética Institucional ocasionadas pela publicação, em todo ou em parte, do Manuscrito.

Publicação: Brazilian Oral Research

Título do manuscrito: [inserir título completo do manuscrito]

Local e data: [inserir local e data]

Autores: [inserir nomes e sobrenomes completos e sem abreviaturas de todos os autores]

Assinaturas: [inserir as assinaturas de todos os autores]

"CHECKLIST" PARA SUBMISSÃO INICIAL

- Arquivo de folha de rosto (em formato DOC, DOCX ou RTF), contendo os nomes e sobrenomes de todos os autores por extenso, respectivos números de telefone e endereços de Email. O endereço postal completo do autor de correspondência deve ser fornecido.
- Arquivo do texto principal (manuscrito), em formato DOC, DOCX ou RTF.
- Termo de transferência de direitos autorais e declarações de responsabilidade, em formato PDF.

- Declaração de interesses e de financiamento, se aplicável, submetida em um documento separado e em formato PDF.
- Justificativa para a participação de cada um dos autores, se aplicável (mais de 5 autores), fornecida em um documento separado e em formato PDF.
- Fotografias, micrografias e radiografias (largura mínima de 10 cm e resolução mínima de 300 dpi) em formato TIFF ou JPG.
- Gráficos, desenhos, esquemas e demais ilustrações vetoriais em formato PDF.
- Todas as figuras devem ser submetidas em arquivos separados e individuais (não inseridas no arquivo de texto).
- Declaração de interesse para a publicação de figuras, gráficos e desenhos em cores para a versão impressa, se aplicável.

EXEMPLOS DE REFERÊNCIAS

Periódicos

Goracci C, Tavares AU, Fabianelli A, Monticelli F, Raffaelli O, Cardoso PC, et al. The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. *Eur J Oral Sci.* 2004 Aug;112(4):353-61.

Bhutta ZA, Darmstadt GL, Hasan BS, Haws RA. Community-based interventions for improving perinatal and neonatal health outcomes in developing countries: a review of the evidence. *Pediatrics.* 2005;115(2 Suppl):519-617. doi:10.1542/peds.2004-1441.

Usunoff KG, Itzev DE, Rolfs A, Schmitt O, Wree A. Nitric oxide synthase-containing neurons in the amygdaloid nuclear complex of the rat. *Anat Embryol (Berl).* 2006 Oct 27. Epub ahead of print.

Artigos com Título e Texto em Idioma Diferente do Inglês
 Li YJ, He X, Liu LN, Lan YY, Wang AM, Wang YL. [Studies on chemical constituents in herb of *Polygonum orientale*]. *Zhongguo Ahong Yao Za Zhi.* 2005 Mar;30(6):444-6. Chinese.

Suplementos ou Edições Especiais

Pucca Junior GA, Lucena EHG, Cawahisa PT. Financing national policy on oral health in Brazil in the context of the Unified Health System. *Braz Oral Res.* 2010 Aug;24 Spec Iss 1:26-32.

Periódicos Online

Barata RB, Ribeiro MCSA, De Sordi M. Desigualdades sociais e homicídios na cidade de São Paulo, 1998. *Rev Bras Epidemiol.* 2008;11(1):3-13 [cited 2008 Feb 23]. Available from: <http://www.scielosp.org/pdf/rbepid/v11n1/01.pdf>.

Livros

Stedman TL. *Stedman's medical dictionary: a vocabulary of medicine and its allied sciences, with pronunciations and derivations.* 20th ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1961. 259 p.

Livros Online

Foley KM, Gelband H, editors. *Improving palliative care for cancer [monograph on the Internet].* Washington: National Academy Press; 2001 [cited 2002 Jul 9]. Available from: <http://www.nap.edu/books/0309074029/html/>.

Websites

Cancer-Pain.org [homepage on the Internet]. New York: Association of Cancer Online Resources, Inc.; c2000 [cited 2002 Jul 9]. Available from: <http://www.cancer-pain.org/>.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [homepage]. Brasília (DF): Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2010 [cited 2010 Nov 27]. Available from: <http://www.ibge.gov.br/home/default.php>.

World Health Organization [homepage]. Geneva: World Health Organization; 2011 [cited 2011 Jan 17]. Available from: <http://www.who.int/en/>.