

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta tese
será disponibilizado somente a partir
de 15/03/2020.



UNESP - Universidade Estadual Paulista

“Júlio de Mesquita Filho”

Faculdade de Odontologia de Araraquara



José Ricardo Vancetto

Estudo comparativo das imagens obtidas em diferentes tomógrafos de feixe cônico para diagnóstico de fraturas e reabsorções radiculares reproduzidas in vitro

Araraquara

2018



UNESP - Universidade Estadual Paulista

“Júlio de Mesquita Filho”

Faculdade de Odontologia de Araraquara



José Ricardo Vancetto

Estudo comparativo das imagens obtidas em diferentes tomógrafos de feixe cônico para diagnóstico de fraturas e reabsorções radiculares reproduzidas in vitro

Tese apresentada a Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia, Araraquara, para obtenção do título de Doutor em Ciências Odontológicas, Área de Radiologia Odontológica.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Monteiro Tosoni

Araraquara

2018

Vancetto, José Ricardo

Estudo comparativo das imagens obtidas em diferentes tomógrafos de feixe cônico para diagnóstico de fraturas e reabsorções radiculares reproduzidas in vitro / José Ricardo Vancetto. -- Araraquara: [s.n.], 2018

54 f. ; 30 cm.

Tese (Doutorado em Ciências Odontológicas) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Monteiro Tosoni

1. Tomografia computadorizada de feixe cônico 2. Fraturas dos dentes 3. Reabsorção da raiz I. Título

José Ricardo Vancetto

Estudo comparativo das imagens obtidas em diferentes tomógrafos de feixe cônico para diagnóstico de fraturas e reabsorções radiculares reproduzidas in vitro

Comissão Julgadora

Tese para obtenção do grau de Doutor em Ciências Odontológicas

Presidente e Co-orientador: Prof. Dr. Marcelo Gonçalves

Prof. Dr. Valfrido Antônio Pereira Filho

Prof. Dr. Arnaldo Sant'Anna Junior

Prof. Dr. Milton Carlos Kuga

Profa. Dra. Leda Maria Pescinini Salzedas

Araraquara, 15 de março de 2018

DADOS CURRICULARES

José Ricardo Vancetto

Nascimento: 14/08/1981 - Birigui – São Paulo – Brasil

Filiação: João Roberto Vancetto e rose Mary Piccolo Vancetto

- | | |
|-------------|---|
| 2000 – 2003 | Graduação em Odontologia pela Universidade Paulista (UNIP) Araçatuba – São Paulo. |
| 2004 – 2005 | Mestrado em Ciências Odontológicas – Área de Cirurgia Buco-Maxilo-Facial pela Universidade de Marília (UNIMAR) Marília – São Paulo. |
| 2013 - 2015 | Especialização em Radiologia Odontológica e Imaginologia pelo Centro Universitário do Norte Paulista (UNORP) São José do Rio Preto – São Paulo. |
| 2014 – 2018 | Doutorado em Ciências Odontológicas – Área de Diagnóstico e Cirurgia pela Faculdade de Odontologia de Araraquara – FOAR (UNESP) Araraquara –São Paulo |

Dedico esta Tese...

Aos meus pais que me apoiam em tudo, sempre presentes, agradeço pelas orientações que me foram dadas, por me ensinarem bons princípios, por proporcionarem dias tão felizes na minha vida, por abrirem mão dos seus sonhos para garantirem os meus, tudo o que conquistei até hoje e conquistarei futuramente, dedico ao Sr. João Roberto Vancetto e a Sra. Rose Mary Piccolo Vancetto.

À minha esposa, Lilian Cáren Wedekin Vancetto, pois tudo o que consegui só foi possível graças ao amor, apoio e dedicação que você sempre teve por mim. Algumas escolhas mudam nossas vidas completamente. Agradeço todos os dias por escolher você.

AGRADECIMENTOS

Agradeço especialmente ao Prof. Dr. Marcelo Gonçalves, pela confiança, pelas oportunidades, por ter aberto tantas portas e por ser um grande amigo. Obrigado pela paciência, por ser este exemplo de simplicidade e competência. Como todo grande professor, você sempre deixará marcas eternas nas vidas dos seus alunos. Tenho orgulho em mencioná-lo como parte da minha vida acadêmica.

Ao Prof. Guilherme Monteiro Tosoni, pelas sugestões na construção desta tese. Suas considerações foram sempre destinadas ao aprimoramento dos nossos estudos.

À Profa. Andrea Gonçalves que, quando podia simplesmente ser professora, mostrou ser amiga. Em sua amizade, sempre foi compreensiva e me incentivou a seguir meus caminhos. Obrigado por estar disposta a ajudar em tudo e por fornecer tão valiosa ajuda.

A todos os professores do Departamento de Diagnóstico e Cirurgia, por todo o conhecimento que foi compartilhado durante estes anos, obrigado por fazerem do aprendizado não um trabalho, mas um contentamento! Obrigado por me ajudarem a descobrir o que fazer de melhor e, assim, fazê-lo cada vez melhor.

À UNESP - Faculdade de Odontologia de Araraquara, por ter me acolhido e proporcionado tamanho crescimento profissional. Aos seus diretores, coordenadores, demais professores e funcionários, obrigado por estarem sempre dispostos a ajudar.

A todos os colegas de Pós-graduação, pelo companheirismo e por compartilharem conhecimento, aprendi muito com vocês e espero ter contribuído com algo.

Vancetto JR. Estudo comparativo das imagens obtidas em diferentes tomógrafos de feixe cônico para diagnóstico de fraturas e reabsorções radiculares reproduzidas in vitro. [Tese de Doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2018.

RESUMO

As fraturas e reabsorções radiculares dentárias são ocorrências de diagnóstico por vezes complicado, exigindo do Cirurgião-Dentista a realização de exames complementares mais específicos, como a tomografia computadorizada de feixe cônico. Devido à existência de uma gama variável de aparelhos disponíveis no mercado, realizou-se um estudo no qual foi avaliada a capacidade de diagnóstico de cinco modelos (EAGLE 3D® - Dabi Atlante; SCANORA 3D® - Soredex; Orthophos XG 3D® - Sirona Dental; PREXION 3D® - Prexion Dental Inc. e I-CAT® - Imaging Sciences – Kavo) na identificação de fraturas e reabsorções radiculares. Para tanto, foram reproduzidas fraturas e reabsorções radiculares em 60 dentes humanos, obtidos por meio do banco de dentes, que posteriormente foram montados em 12 mandíbulas artificiais e submetidos à aquisição de imagens pelos equipamentos de tomografias computadorizadas de feixe cônico. As imagens DICOM dos exames foram exportadas dos softwares originais dos equipamentos e importadas para dentro do software OnDemand® (Cybermed Inc. USA), onde foram analisadas por 2 radiologistas com experiência na interpretação desse tipo de exame. Foi permitido aos examinadores observarem as imagens nos planos axial, coronal e sagital na busca das fraturas e reabsorções radiculares. Após avaliação das imagens, os resultados obtidos foram agrupados e submetidos à análise estatística para sua validação, utilizando o software GraphPadPrism 6® (San Diego, CA, USA). Os resultados mostraram haver alto índice de acertos nas avaliações de ambos os examinadores, além de não haver diferenças na capacidade de diagnóstico de fraturas e reabsorções pelos equipamentos testados. Dessa forma, foi possível concluir que todos os aparelhos de tomografia testados neste estudo apresentaram resultados semelhantes na capacidade de diagnosticar fraturas e reabsorções radiculares.

Palavras-chave: Tomografia computadorizada de feixe cônico. Fraturas dos dentes. Reabsorção da raiz.

Vancetto JR. Comparative study of the images obtained in different cone beam computed tomography scanners to diagnose fractures and root resorptions reproduced in vitro. [Tese de Doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2018.

ABSTRACT

Dental root fractures and resorptions are complicated diagnostic events sometimes, requiring the Dentist to perform more specific complementary exams such as cone beam computed tomography. Due to the existence of a variable range of devices available on the market, a study was carried out analysing the diagnostic capacity of five models (EAGLE 3D® - Dabi Atlante; SCANORA 3D® - Soredex; Orthophos XG 3D® - Sirona Dental; PREXION 3D® - Prexion Dental Inc. and I-CAT® - Imaging Sciences – Kavo) to identify fractures and root resorptions. For this purpose, fractures and root resorption were reproduced in 60 human teeth, obtained through the human tooth bank, which were assembled later in 12 artificial mandibles and submitted to image acquisition by a cone beam computed tomography equipment. The DICOM images of the exams were exported from the original equipment software and imported into OnDemand® software (Cybermed Inc. USA), where they were analyzed by two radiologists with experience in the interpretation of these scans. The examiners were allowed to observe the images in the axial, coronal and sagittal planes in the search for fractures and root resorptions. After evaluation of the images, the results were grouped and submitted to statistical analysis for validation using GraphPadPrism 6® software (San Diego, CA, USA). The results showed that there was a high index of correct answers in the evaluations of both examiners, and also that there were no differences in the diagnostic capacity of fractures and resorptions for the equipments tested. Thus, it was possible to conclude that all tomography devices tested in this study showed similar results in the ability to diagnose fractures and root resorptions.

Keywords: Cone beam computed tomography. Dental fractures. Root resorption.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DICOM – Digital imaging and communications in Medicine

TCFC – Tomografia computadorizada de feixe cônico

TC – Tomografia computadorizada

2D – Duas dimensões

3D – Três dimensões

FOV – Field of vision (campo de visão)

IIT – Image intensifier tube (tubo intensificador de imagens)

CCD – Charge-coupled device (dispositivo de carga acoplada)

mm – Milímetros

μ SV – Microsievert

mA – Miliamperagem

kVp – Quilovoltagem pico

pol – Polegada

ALARA – As low as reasonably achievable (tão baixo quanto razoavelmente exequível)

FPD – Flat panel detector (detector de painel plano)

cm – Centímetro

s – Segundos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 PROPOSIÇÃO	12
3 REVISÃO DA LITERATURA	13
3.1 Princípios Gerais.....	14
3.2 Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico	15
3.3 Fraturas Radiculares e Reabsorções Radiculares	18
3.3.1 Fraturas radiculares longitudinais.....	19
3.3.2 Fraturas radiculares transversais.....	19
3.3.3 Reabsorções radiculares.....	20
4 MATERIAL E MÉTODO	23
5 RESULTADO	35
6 DISCUSSÃO	40
7 CONCLUSÃO	45
REFERÊNCIAS	46
APÊNDICE.....	53
ANEXO	54

1 INTRODUÇÃO

As fraturas dentárias são lesões que podem ocorrer em virtude de acidentes associados à traumatismos dento-alveolares, sobrecargas mastigatórias, iatrogenias e infiltrações cariosas^{1,2,3}. Em alguns casos, o dente envolvido apresenta aspectos clínicos patognomônicos como mobilidade excessiva repentina e deslocamento de fragmentos, o que facilita muito o diagnóstico com exame radiográfico bi-dimensional. Contudo, com maior frequência observam-se pequenas fraturas, sem deslocamento dos fragmentos radiculares, cujas características podem ser confundidas com doença periodontal ou falha no tratamento endodôntico, dificultando, e muito, o diagnóstico em sua fase inicial⁴. Para que este tipo de lesão seja detectada em exames radiográficos convencionais, o feixe de raios X deve obrigatoriamente estar paralelo à linha de fratura, tarefa difícil e por vezes até tecnicamente inviável. Afinal, não se deve realizar um número exagerado de exposições radiográficas ao paciente, na tentativa de localizar uma fratura sem ter certeza de que realmente ela existe.

As reabsorções radiculares podem ser consideradas tanto eventos fisiológicos envolvendo a esfoliação dos dentes decíduos, como patológicos, ao resultar de injúrias traumáticas ou irritações do ligamento periodontal e/ou dos tecidos pulpares de dentes permanentes. Muitas vezes não manifestam sinais clínicos de sua presença e, à semelhança das fraturas radiculares, sendo de difícil diagnóstico pelos métodos radiográficos convencionais devido à sobreposição das estruturas anatômicas. Recursos mais modernos e específicos na área de imagiologia existem com intuito de facilitar o diagnóstico pelo profissional e diminuir a dose de exposição do paciente à radiação. Como parte integrante destes recursos, cada vez mais é utilizada a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), mostrando ser um exame de grande capacidade de diagnóstico por oferecer imagens nas três dimensões, no qual um grande volume de dados é capturado em uma única exposição, permitindo que o profissional possa investigar, por meio de cortes específicos, a área suspeita^{5,6}.

Existem à disposição no mercado vários tomógrafos de feixe cônico, considerando que cada fabricante tenta ganhar espaço apresentando inovações próprias em seus equipamentos, podendo apresentar uma gama de características

diferenciadas, como opções de tamanho de FOV (maior ou menor), tamanho de voxel ou mesmo softwares de interpretação com inúmeros recursos. Segundo Davies et al.⁷, as modalidades de imagem por tomografia computadorizada (TC) se desenvolveram de maneira tão rápida que as descrições para o equipamento mais moderno permanecem válidas por apenas alguns meses, ocorrendo uma substituição eminente por novos equipamentos da mesma empresa ou de outra do mercado. Deste modo, diante das diferentes características dos aparelhos de TCFC no mercado, estudos são necessários para determinar se elas exercem influência na capacidade de diagnóstico das lesões de fraturas e de reabsorções radiculares.

7 CONCLUSÃO

Baseados nas informações obtidas nesse presente estudo, conclui-se que:

- 1) Todos os aparelhos de TCFC testados neste estudo apresentaram imagens com semelhante capacidade em diagnosticar fraturas e reabsorções radiculares em dentes humanos extraídos.
- 2) Os resultados das interpretações das imagens de TCFC mostraram que houve uma porcentagem numérica maior de erros de diagnóstico nos casos de reabsorções radiculares, quando comparados à presença de fraturas.

REFERÊNCIAS*

1. Chan CP, Tseng SC, Lin CP, Huang CC, Tsai TP, Chen CC. Vertical root fracture in non-endodontically treated teeth: a clinical report of 64 cases in chinese patients. *J Endod*. 1998; 24(10): 678-81.
2. Lertchirakarn V, Palamara JEA, Messer HH. Finite element analysis and strain-gauge studies of vertical root fracture. *J Endod*. 2003; 29(8): 529-34.
3. Peciuliene V, Rimkuvienė J. Vertical root fractures in endodontically treated teeth: a clinical survey. *Stomatologija*. 2004; 6(3): 77- 80.
4. Svendsen P, Quiding L, Landahl I. Blackout and other artefacts in Computed Tomography caused by fillings in teeth. *Neuroradiology*. 1980; 19(5): 229-34.
5. Bernardes RA, de Moraes IG, Duarte MA, Azevedo BC, de Azevedo JR, Bramante CM. Use of cone-beam volumetric tomography in the diagnosis of root fractures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2009; 108: 270-7.
6. Hannig C, Dullin C, Hulsman M, Heidrich G. Three-dimensional, nondestructive visualization of vertical root fractures using flat panel volume detector computer tomography: an ex vivo in vitro case report. *Int Endod J*. 2005; 38(12): 904-13.
7. Davies AM, Whitehouse RW, Jenkins JPR. *Imagens do pé e tornozelo: técnicas e aplicações*. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan; 2004. 334p.
8. Pasler AF, Visser H. *Radiologia odontológica: texto e atlas*. 2.ed. São Paulo: Artmed; 2006. p. 350.
9. Mora M, Mol A, Tyndall D, Rivera E. In vitro assessment of local computed tomography for the detection of longitudinal tooth fractures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2007; 103(6): 825-9.
10. Bilinsky JM. Estudo comparativo entre as tomografias computadorizadas fan beam e cone beam: revisão da literatura. [Trabalho de conclusão de curso de especialização em radiologia]. Curitiba: Faculdade de ciências biológicas e de saúde - Universidade Tuiuti do Paraná; 2011.
11. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc*. 2006; 72(1): 75-80.
12. Parks ET. Computed tomography applications for dentistry. *Dent Clin North Am*. 2000; 44(2): 371-94.

*De acordo com o Guia de Trabalhos Acadêmicos da FOAr, adaptado das Normas Vancouver. Disponível no site da Biblioteca: <http://www.foar.unesp.br/Home/Biblioteca/guia-de-normalizacao-marco-2015.pdf>

13. Arellano JCV. Tomografia computadorizada no diagnóstico e controle do tratamento das disfunções da articulação temporomandibular. *J Bras Oclusão, ATM, Dor Orofac.* 2001; 1(4): 315-23.
14. Bontrager KL. Tratado de técnica radiológica e base anatômica. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan; 2003.
15. Rothman, SLG. Dental applications of computadorized tomography: surgical planning for implant placement. Illinois: Quintessence; 1998. 246p.
16. Grondahl K, Ekestubbe A, Grondahl HG, Johnsson T. Reliability of hypocycloidal tomography for the evaluation of the distance from the alveolar crest to the mandibular canal. *Dentomaxillofac Radiol.* 1991; 20(4): 200-4.
17. Tammissalo T, Luostarinen T, Vahatalo K, Rosberg J, Tammissalo EH. Radiographic detectability of periodontal disease. A comparison of periapical radiography with detailed zonography. *Dentomaxillofac Radiol.* 1995; 24(3): 185-90.
18. Molander B, Ahlquist M, Grondahl HG. Image quality in panoramic radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 1995; 24(1): 17-22.
19. Elefteriadis JN, Athanasiou AE. Evaluation of impacted canines by means of computed tomography. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg.* 1996; 11(3): 257-64.
20. Robb RA. Dynamic spatial reconstruction: an x-ray video fluoroscopic CT scanner for dynamic volume imaging of moving organs. *IEEE Trans Med Imag.* 1982; M1: 22-3.
21. Côrtes MIS, Bastos JV. Tratamento das urgências em traumatismo dentário. In: Cardoso RJA, Gonçalves EAN. *Endodontia trauma.* São Paulo: Artes Médicas; 2002. p. 391-408.
22. Chen B, Ning R. Cone-beam volume CT mammographic imaging: feasibility study. In: Antonuk LE, Yaffe MJ, editors. *Medical imaging 2001: physics of medical imaging proceedings of SPIE.* vol. 4320. San Diego (CA): CA SPIE; 2001. p. 655-64.
23. Garib DG, Raymundo Junior R, Raymundo MV, Raymundo DV, Ferreira SN. Tomografia computadorizada de feixe cônico (cone beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. *Rev Clin Ortod Dental Press.* 2007; 12(2): 139-56.
24. Scarfe WC, Farman AG. What is cone-beam CT and how does it work? *Dent Clin N Am.* 2008; 52: 707-30.
25. Moura PM, Lima LV, Faria MDB, Gutfilen B. Expansão rápida da maxila: avaliação de dois métodos de reconstrução 3D por meio de um modelo laboratorial. *Rev Dent Press Ortod Ortop Facial.* 2009; 14(1): 90-3.

26. Nakagawa Y, Kobayashi K, Ishii H, Mishima A, Asada K, Shibashi, K. Preoperative application of limited cone beam computerized tomography as an assessment tool before minor oral surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2002; 31(3): 322-6.
27. Bueno, MR, Estrela, C, Azevedo, BC, Brugnera Junior, A, Azevedo, JR. Tomografia computadorizada Cone Beam: revolução na Odontologia. *Rev Assoc Paul Cir Dent*. 2007; 61(5): 354-63.
28. 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; 130(2): 257-65.
29. Tsiklakis K, Donta C, Gavala S, Karayianni K, Kamenopoulou V, Hourdakakis CJ. Dose reduction in maxillofacial imaging using low dose cone beam CT. *Eur J Radiol*. 2005; 56(3): 413–7.
30. Schulze D, Heiland M, Thurmann H, Adam G. Radiation exposure during midfacial imaging using 4 and 16 slice computed tomography, cone beam computed tomography systems and conventional radiography. *Dentomaxillofac Radiol*. 2004; 33(2): 83-6.
31. Schulze D, Heiland M, Schmelzle R, Rother UJ. Diagnostic possibilities of cone-beam computed tomography in the facial skeleton. *International Congress Series* 2004; 1268: 1179-83.
32. Sohaib SA, Peppercorn PD, Horrocks JA, Keene MH, KenyonGS, Reznick RH. The effect of decreasing mAs on image quality and patient dose in sinus CT. *Br J Radiol*. 2001; 74(878): 157-61.
33. Kwong, JC, Palomo JM, Landers MA, Figueroa A, Hans MG. Image quality produced by different cone-beam computed tomography settings. *Am. J. Orthod Dentofacial Orthop*. 2008; 133(2): 317-27.
34. Tangari-Meira R, Vancetto JR, Dovigo LN, Tosoni GM. Influence of tube current settings on diagnostic detection of root fractures using cone-beam computed tomography: an in vitro study. *J Endod*. 2017; 43(10): 1701-5.
35. Silva FC, Rebellato NLB, Fernandes A. Tomografia computadorizada de feixe cônico no planejamento de implantes em maxila atrófica: relato de caso. *Rev Cir Traumatol BucoMaxiloFac*. 2013; 13(1): 65-70.
36. Rodrigues AF, Vitral RWF. Applications of computed tomography in dentistry. *Pesq Bras Odontoped Clin Integr*. 2007; 7(3): 317-24.
37. Farman AG, Scarfe WC. The basics of maxillofacial cone beam computed tomography. *Semin Orthod*. 2009; 15(1): 2-13.

38. Alqerban A, Jacobs R, Souza PC, Willems G. In-vitro comparison of 2 cone-beam computed tomography systems and panoramic imaging for detecting simulated canine impaction-induced external root resorption in maxillary lateral incisors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009; 136(6): 764. e1-11; discussion 764-5.
39. International Commission on Radiological Protection. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. *Ann ICRP* 1991; 21(1): 201.
40. Semencio KAP. Avaliação da casuística de fraturas radiculares e corono-radiculares do serviço de atendimento em traumatismos dentários da FOP Unicamp entre os anos de 2002 a 2008. [Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização em Endodontia]. Piracicaba: Faculdade de Odontologia de Piracicaba da USP; 2009.
41. Boussada MV, Vieira MM, Wolff H. Fratura vertical de raiz. *Odont Moderna* 1996; 23(1): 18-20.
42. Andreasen FM, Andreasen JO. Fraturas radiculares. Texto e atlas colorido de traumatismo dental. 3. ed. Porto Alegre: Artmed; 2001. p. 279-314.
43. Araujo MAM, Valera MC. Fraturas radiculares. In: Tratamento clínico dos traumatismos dentários. São Paulo: Artes Médicas; 1999. p. 159-85.
44. Mireku AS, Romberg E, Fouad AF, Arola D. Vertical fracture of root-filled teeth restored with posts: the effects of patient age and dentine thickness. *Int Endod J.* 2010; 43(3): 218-25.
45. Meister FJ, Lommel T, Gerstein H. Diagnosis and possible causes of vertical root fractures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1980; 49(3): 243-53.
46. Fuss Z, Lustig J, Katz A, Tamse A. An evaluation of endodontically treated vertical root fractured teeth: impact of operative procedures. *J Endod.* 2001; 27(1): 46-8.
47. Moule A, Kahler B. Diagnosis and management of teeth with vertical root fractures. *Aust Dent J.* 1999; 44(2): 75-87.
48. Tamse A, Kaffe I, Lustig J, Ganor Y, Fuss Z. Radiographic features of vertically fractured endodontically treated mesial roots of mandibular molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006;101(6):797-802.
49. Andreasen JO, Andreasen FM. Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth. 3rd ed. Copenhagen: Munksgaard; 1994. p. 279-303.
50. Pereira AJA, Araújo CYT, Almeida CCN, Souza C. Consequência do diagnóstico equivocado no prognóstico das fraturas radiculares. *Rev Assoc Paul Cir Dent.* 1997; 51(6): 579-82.

51. Consolaro A. Reabsorções dentárias nas especialidades clínicas: nomenclatura e classificação das reabsorções dentárias. 2ed. Maringá: Dental Press; 2005.
52. Neville BW, Damm DD, Allen CM, Bouquot JE. Patologia oral e maxilofacial. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2009. p. 64-9.
53. Nascimento GJF, Emiliano GBG, Silva IHM, Carvalho RA, Galvão HC. Mecanismo, classificação e etiologia das reabsorções radiculares. Rev Facul Odont Porto Alegre. 2006; 47(3): 17-22.
54. Consolaro A. Reabsorções dentárias na movimentação ortodôntica. In: Consolaro A. Reabsorções dentárias nas especialidades clínicas. Maringá: Dental Press; 2002. p. 259-89.
55. Graber, TM, Vanarsdall Junior RL. Ortodontia: princípios e técnicas atuais. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002.
56. Liang H, Burkes EJ, Frederiksen NL. Multiple idiopathic cervical root resorption: systematic review and report of four cases. Dentomaxillofac Radiol. 2003; 32(3): 150-5.
57. Haapasalo M, Endal U. Internal inflammatory root resorption: the unknown resorption of the tooth. Endod Topics. 2006; 14(1): 60–79.
58. Ferracini JG. Estudo radiográfico das reabsorções radiculares externas em tratamentos ortodônticos [Trabalho de Conclusão de Curso de Odontologia]. Campinas: Centro de Pesquisas Odontológicas São Leopoldo Mandic; 2005.
59. Andreasen FM, Sewerin I, Mandel U, Andreasen JO. Radiographic assessment of simulated root resorption cavities. Endod Dent Traumatol. 1987; 3(1): 21–7.
60. Goldberg F, De Silvio A, Dreyer C. Radiographic assessment of simulated external root resorption cavities in maxillary incisors. Endod Dent Traumatol. 1998; 14(3): 133–6.
61. Preto, SHC. Reabsorção radicular em pacientes tratados ortodonticamente. [Trabalho de Conclusão de Curso de Odontologia]. Campinas: Centro de Pesquisas Odontológicas São Leopoldo Mandic; 2007.
62. Consolaro A. A tomografia computadorizada substitui as radiografias periapicais no diagnóstico das reabsorções dentárias? Rev Clín Ortod Dent Press. 2007; 6(5): 110-1.
63. Liedke GS, Silveira HED, Silveira HLD, Dutra V, Figueiredo JAP. Influence of voxel size in the diagnostic ability of cone beam tomography to evaluate simulated external root resorption. J Endod. 2009; 35(2): 233–5.

64. Durack C, Patel S, Davies J, Wilson R, Mannocci F. Diagnostic accuracy of small volume cone beam computed tomography and intraoral periapical radiography for the detection of simulated external inflammatory root resorption. *Int Endod J* 2011; 44(2): 136-47.
65. Avsever H, Gunduz K, Orhan K, Uzun I, Ozmen B, Egrioglu E et al. Comparison of intraoral radiography and cone-beam computed tomography for the detection of horizontal root fractures: an in vitro study. *Clin Oral Invest*. 2014; 18(1): 285-92.
66. Kamburoglu K, Onder B, Murat S, Avsever H, Yüksel S, Paksoy CS. Radiographic detection of artificially created horizontal root fracture using different cone beam CT units with small fields of view. *Dentomaxillofac Radiol*. 2013; 42(4): 20120261.
67. Freitas GDR, Poleti ML, Xavier CRG, Araújo AC, Capelozza ALA. Fabrication of plaster models with radiographic features of human bone: a pilot study by fractal analysis. *RGO* 2012; 60(2): 163-67.
68. Renesto MG. Análise fotodensitométrica para desenvolvimento de material experimental com características radiográficas semelhantes ao osso humano. [Trabalho de Conclusão de Curso de Odontologia]. Araraquara: Faculdade de Odontologia de Araraquara da Unesp; 2016.
69. Caldas, MP, Ramos-Perez, FMM, Almeida, SM, Haiter-Neto, F. Comparative evaluation among different materials to replace soft tissue in oral radiology studies. *J Appl Oral Sci*. 2010; 18(3): 264-7.
70. Curry TS, Dowdey JE, Murry RC. Christensen's physics of diagnostic radiology. 4th ed. Philadelphia: Lippincott, Williams and Wilkins; 1990.
71. Grondahl HG, Huuonen S. Radiographic manifestations of periapical inflammatory lesions. *Endod Topics*. 2004; 8(1): 55–67.
72. Braga CPA, Gegler A, Fontanella V. Avaliação da influência da espessura e da posição relativa de materiais simuladores na densidade óptica de radiografias periapicais da região posterior da mandíbula. *Cienc Odontol Bras*. 2006; 9(4): 52-8.
73. Brand JW, Kuba RK, Braunreiter TC. An improved head-and-neck phantom for radiation dosimetry. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1989; 67(3): 338-46.
74. Akabane CE, Fukunaga D, Baratella T, Camargo SCC, Mancini R, Shimabuko DM. Comparação entre radiografia periapical e tomografia computadorizada, no diagnóstico de fraturas radiculares verticais. In: *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica*; São Paulo; 2005. p.108.
75. Estrela C, Bueno MR, Alencar AH, Mattar R, Valladares Neto J, Azevedo BC et al. Method to evaluate inflammatory root resorption by using cone beam computed tomography. *J Endod*. 2009; 35(11): 1491–7.

76. Hassan B, Metska ME, Ozok AR, Stelt PVD, Wesselink PR. Detection of vertical root fractures in endodontically treated teeth by a cone beam computed tomography scan. *J Endod*. 2009; 35(5): 719-22.
77. Gibbs SJ. Effective dose equivalent and effective dose: comparison for common projections in oral and maxillofacial radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2000; 90(4): 538 – 45.
78. Gijbels F, Jacobs R, Bogaerts R, Debaveye D, Verlinden S, Sanderink G. Dosimetry of digital panoramic imaging. Part I: patient exposure. *Dentomaxillofac Radiol*. 2005; 34(3): 145–9.
79. Lofthag-Hansen S, Thilander-Klang A, Ekestubbe A, Helmrot E, Grondahl K. Calculating effective dose on a cone beam computed tomography device: 3D Accuitomo and 3D Accuitomo FPD. *Dentomaxillofac Radiol*. 2008; 37(2): 72–9.
80. 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; 37(1): 18–22.
81. Mah JK, Danforth RA, Bumann A, Hatcher D. Radiation absorbed in maxillofacial imaging with a new dental computed tomography device. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2003; 96(4): 508 –13.
82. Ponder SN, Benavides E, Kapila S, Hatch NE. Quantification of external root resorption by low vs high-resolution cone beam computed tomography and periapical radiography: a volumetric and linear analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013; 143(1): 77-91.
83. Araki K, Maki K, Seki K, Sakamaki K, Harata y, Sakaino R et al. Characteristics of a newly developed dentomaxillofacial X-ray cone beam CT scanner (CB MercuRay): system configuration and physical properties. *Dentomaxillofac Radiol*. 2004; 33(1): 51–9.
84. Hassan B, Metska ME, Ozok AR, Stelt PVD, Wesselink P. Comparison of five cone beam computed tomography systems for the detection of vertical root fractures. *J Endod*. 2010; 36(1): 126-9.
85. Katsumata A, Hirukawa A, Okumura S, Naitoh M, Fujishita M, Arijji E et al. Effects of image artifacts on gray-valuedensity in limited-volume cone-beam computerized tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2007; 104(6): 829–36.