

# Revisão de doses em pacientes submetidos à tomografia computadorizada e radiografia dental

Ana Luiza Oliveira Caixeta  
Egressa do Curso de Graduação em  
Física Médica do Instituto de Física  
Instituto de Física  
Universidade Federal de Uberlândia  
Uberlândia, Brazil  
ORCID: 0000-0001-7635-919X

Monique França e Silva  
Faculdade de Engenharia Elétrica  
Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia Biomédica  
Universidade Federal de Uberlândia  
Uberlândia, Brazil  
ORCID: 0000-0001-6305-9526

Samara Pavan Souza  
Faculdade de Engenharia Elétrica  
Egressa do Programa de Pós-  
Graduação em Engenharia Biomédica  
Universidade Federal de Uberlândia,  
Brazil  
ORCID: 0000-0003-0941-0340

Lucio Pereira Neves  
Instituto de Física  
Faculdade de Engenharia Elétrica-  
Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia Biomédica  
Universidade Federal de Uberlândia  
Uberlândia, Brazil  
ORCID: 0000-0001-9152-7972

Ana Paula Perini  
Instituto de Física  
Faculdade de Engenharia Elétrica-  
Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia Biomédica  
Universidade Federal de Uberlândia  
Uberlândia, Brazil  
ORCID: 0000-0003-3398-3165

**Resumo** – Na odontologia são utilizados alguns exames para a obtenção de imagens dos tecidos e das estruturas ósseas maxilofaciais, em pacientes pediátricos e adultos, usando para isso a radiografia (periapical e panorâmica) e a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC). Existem diferentes protocolos para a obtenção de imagens, de acordo com o objetivo clínico, resultando na variação das doses de radiação recebidas pelo paciente. Dessa forma, este trabalho, tem como objetivo realizar um levantamento bibliográfico de diferentes protocolos e trabalhos que abordem as doses efetivas, empregadas nos exames de radiologia odontológica. Nesse levantamento, os maiores valores de dose efetiva foram obtidos em exames de TCFC pediátricos (394,9  $\mu\text{Sv}$ ) e adultos (194  $\mu\text{Sv}$ ), seguidos por radiografia panorâmica (21,5  $\mu\text{Sv}$ ) e radiografia periapical (2,71  $\mu\text{Sv}$ ). Foi apontado que fatores como: maior tamanho de campo de visão (FOV), maior tensão aplicada ao tubo (kV) e maior corrente elétrica (mA/mAs), contribuem para a obtenção de maiores valores de dose efetiva nos pacientes. Além disso, foi notado que as doses efetivas em pacientes pediátricos foram maiores que em adultos.

**Palavras-chave** — Dosimetria, Odontologia, Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico, radiografia periapical, panorâmica.

**Abstract** - In odontology, some exams are used to obtain images of the tissues and the maxillofacial bone structures, in pediatric and adult patients, using radiography (periapical and panoramic) and a cone beam computed tomography (CBCT). There are different protocols for obtaining these images, according to the clinical objective, resulting in different radiation doses received by the patient. Thus, this work aims to carry out a bibliographic review of different protocols and papers that address the effective doses in dental radiology exams. In this review, the highest effective doses were for pediatric (394.9  $\mu\text{Sv}$ ) and adult (194  $\mu\text{Sv}$ ) CBCT exams, followed by panoramic radiography (21.5  $\mu\text{Sv}$ ) and periapical radiography (2.71  $\mu\text{Sv}$ ). It was pointed out that factors such as: higher field of view (FOV), higher tube voltage (kV) and higher electrical current (mA/mAs), will contribute to the highest effective doses in patients. Furthermore, it was noted that effective doses in pediatric patients were higher than in adults.

**Keywords** — Dosimetry, odontology, Cone-Beam Computed Tomography, periapical, panoramic radiography.

## I. INTRODUÇÃO

A Associação Dental Americana (*American Dental Association* – ADA), afirma que os exames de imagens que utilizam radiação ionizante, como radiografias convencionais, panorâmica e tomografia de feixe cônico (TCFC ou iCat), na odontologia, são necessários e utilizados para o diagnóstico, monitoramento e tratamento de diversas patologias orais [1]. Para cada tipo de diagnóstico utiliza-se um exame de imagem específico, por exemplo, as radiográficas convencionais – periapical são usadas para visualizar a presença de lesões, trauma oclusal, cáries e toda as estruturas ósseas de 1 a 3 dentes adjacentes [2-4]. Já para a visualização das estruturas teciduais e ósseas, do interior da boca, são utilizadas as radiográficas intraorais [5].

A radiografia panorâmica é utilizada para visualização geral da estrutura da mandíbula, dos dentes, tecidos presentes na região da cabeça, pescoço e da face, e outros tecidos de células cancerígenas, por exemplo [6-8]. Além disso, é um dos exames mais utilizados e acessíveis [9], onde se aplica para vários objetivos clínicos, como no diagnóstico de câncer e patologias ósseas, avaliação e visualização de fraturas, no rastreamento de dentes extras, monitoramento e tratamento odontológico [6-9]. Nos últimos anos, a TCFC foi implementada na odontologia e proporcionou uma crescente aceitação dos dentistas, por ser uma ferramenta de imagens tridimensionais de toda a estrutura maxilofacial [10]. Com essas imagens 3D, a TCFC é utilizada nas áreas de cirurgias maxilofaciais, processo de implantes dentários e tratamentos de dentes alveolares [10-12].

Nota-se que a utilização dos exames com radiação ionizante na odontologia apresenta várias aplicações e motivos clínicos justificados para a exposição à radiação do paciente. Estudos apontam que as doses efetivas dos exames de radiografia e TCFC odontológicas são menores que às

associadas à radiografia e tomografia computadorizada [13,14]. De acordo com cada exame, equipamento, protocolo e variações de parâmetros de tensão e colimação, ocorre a variação da dose efetiva durante o exame [13-19]. Desta forma a dose efetiva média da radiografia intraoral corresponde 0,5 a 20  $\mu\text{Sv}$  [13,15], 4 a 30  $\mu\text{Sv}$  para o exame de radiografia panorâmica [16,17], e TCFC maxilofacial a dose efetiva varia em torno de 0,36 a 1  $\mu\text{Sv}$  [14, 18,19].

Apesar das doses serem baixas, há preocupações sobre os efeitos biológicos ocasionados pela exposição [13,14,19, 20], principalmente na região maxilofacial irradiada apresentar tecidos e órgãos radiosensíveis, como glândulas salivares, olhos, tireoide, vias aéreas e mucosa oral [20]. Com dosímetros termoluminescentes, Gijbels *et al.* (2014) [21] calcularam que a dose equivalente na tireoide foi em torno de 0,10 – 0,60  $\mu\text{Sv}$  em um exame de radiografia panorâmica. Neves *et al.* (2020) [22] simulando um procedimento de TCFC dentário em pacientes pediátricos, por meio de Simulação Monte Carlo e objetos simuladores antropomórficos, calcularam que os órgãos que receberam maiores doses de radiação foram olhos, tireoide e glândulas salivares.

Com tantas variáveis envolvendo os exames de imagens odontológicas, foi realizada uma avaliação das doses efetivas recebidas por pacientes, pediátricos e adultos, quando estes foram submetidos à exames de TCFC, radiografia periapical e panorâmica. Além de verificar a variação das doses de acordo com os parâmetros do equipamento, e protocolos de obtenção de imagem, a fim de compreender o cenário de utilização de exames radiológicos na odontologia.

## II. MATERIAIS E MÉTODOS

A partir de uma revisão bibliográfica de artigos publicados em periódicos, foram comparados dados relevantes sobre doses de radiação em exames de imagem odontológica.

Os sites utilizados para a pesquisa foram *Google Acadêmico* e *Semantic Scholar*, além de 2 idiomas, português e inglês. Os termos utilizados para a pesquisa foram “Dosimetria em pacientes odontológicos” e “*Dosimetry in dentistry patients*”, com data de publicação nos últimos 10 anos, as palavras chaves foram: dosimetria, radiografia periapical, i-Cat e tomografia de feixe cônico, *dosimetry, periapical radiography, i-Cat e cone beam tomography*.

Todos os trabalhos selecionados utilizaram a publicação 103 da *International Commission on Radiological Protection* (ICRP) (2007) [23] para calcular as doses efetivas. Após o refinamento da pesquisa, foram considerados 8 trabalhos que se encaixaram nos parâmetros: campo de visão (FOV), corrente, tensão no tubo de raios X; além de valores de dose efetiva nos pacientes pediátricos e adultos.

Foram inseridos na tabela 1 os trabalhos com os valores de dose efetiva para pacientes adultos e pediátricos que foram submetidos à exames de imagens de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico, e na tabela 2, pacientes submetidos a radiografias panorâmica e periapical.

## III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A tabela 1 mostra os valores de doses efetivas recebidas por pacientes adultos e pediátricos (5 e 10 anos), parâmetros utilizados, autores e ano de publicação.

TABELA 1. DOSES EFETIVAS EM TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO

Publicação	Parâmetros utilizados				Dose efetiva ( $\mu\text{Sv}$ )
	Idade do paciente	Tensão (kV)	Produto corrente-tempo (mAs)	FOV (cm $\times$ cm)	
<b>Paciente Pediátrico</b>					
Neves <i>et al.</i> (2020) [22]	5	120	5	14 $\times$ 13	394,9
Neves <i>et al.</i> (2020) [22]	10	120	5	14 $\times$ 13	128,9
Theodorakou <i>et al.</i> (2012) [24]	10	120	18,5	16 $\times$ 13	134
Theodorakou <i>et al.</i> (2012) [24]	10	120	18,5	16 $\times$ 6	63
<b>Paciente Adulto</b>					
Paulewls <i>et al.</i> (2012) [25]	Adulto Masculino	85	28	15 $\times$ 15	84
Koivisto <i>et al.</i> (2012) [26]	Adulto Masculino	84	145	8 $\times$ 8	153
Soares <i>et al.</i> (2020) [27]	Adulto Masculino	120	5	14 $\times$ 13	89
Paulewls <i>et al.</i> (2012) [25]	Adulto Masculino	110	8,8	15 $\times$ 15	194

Analisando a tabela 1 no que se refere aos pacientes pediátricos, mais especificamente pacientes com 10 anos de idade nota-se que a maior dose efetiva foi obtida no trabalho de Theodorakou *et al.* (2012) [24] sendo de 134  $\mu\text{Sv}$ , assim com o a menor dose, de 63  $\mu\text{Sv}$ . Essa diferença entre as doses efetivas entregues pode ser explicada devido aos diferentes parâmetros que o autor utilizou, como por exemplo o tamanho do FOV e mAs. O trabalho que empregou o maior FOV e o valor mais alto de mAs, foi o que entregou uma maior dose

efetiva. Como já conhecido, o FOV é um dos fatores que levam a um aumento de dose, assim como o mAs.

Quando se compara o trabalho de Neves *et al.* (2020) [22], em que foram empregados objetos simuladores antropomórficos pediátricos de 5 e 10 anos de idade, submetidos ao exame de TCFC com os mesmos parâmetros de exposição e varredura, sendo tensão (120 kV), produto corrente-tempo (5 mAs) e FOV (14 cm $\times$ 13 cm), nota-se que as doses efetivas obtidas não foram iguais, sendo a maior

dose (394,4  $\mu\text{Sv}$ ) para criança de 5 anos, e a menor para a criança de 10 anos (128,9  $\mu\text{Sv}$ ). Segundo Neves *et al.* (2020) [22] as crianças mais jovens como por exemplo de 5 anos, não possuem uma estrutura tão desenvolvida e possuem um menor volume de massa corporal, quando comparadas com crianças maiores de 10 anos, fazendo com que a interação da radiação com o tecido seja maior. Desta forma, independente de se utilizar os mesmos parâmetros, as doses efetivas da criança de 5 anos vão ser maiores do que na criança de 10 anos de idades. Também é importante ressaltar que quanto mais jovem a criança, maior cuidado deve ser tomado, devido à radiosensibilidade [28].

Na análise de doses efetivas em adultos, a maior dose efetiva (194  $\mu\text{Sv}$ ) foi encontrada no trabalho de Paulewls *et al.* (2012) [25], quando foi usada uma tensão maior de 110 kV

e o maior FOV dentre os autores que esse estudo selecionou. O menor valor de dose (84  $\mu\text{Sv}$ ) foi obtido, para o mesmo tamanho de campo, entretanto, a tensão e produto corrente-tempo não são os mesmos, impossibilitando uma comparação direta.

De maneira geral, é possível notar a diferença de doses entre pacientes pediátricos e adultos, e mesmo entre pacientes pediátricos de diferentes idades. Comparando adultos e criança com os mesmos parâmetros, é possível notar a diferença entre os valores, como pode ser visto pelo trabalho de Soares *et al.* (2020) [27] e Neves *et al.* (2020) [22], que apresentam uma diferença de 31% entre os valores de dose.

Também foram analisados valores de doses efetivas para as modalidades de imagem de radiografias panorâmicas e periapicais em adultos, conforme mostrado na tabela 2.

TABELA II. DOSES EFETIVAS EM RADIOGRAFIAS PANORÂMICAS E PERIAPICAIS EM ADULTOS PARA DIFERENTES PARÂMETROS.

Publicação	Parâmetros utilizados					Dose efetiva ( $\mu\text{Sv}$ )
	Raio X	Tensão (kV)	Corrente (mA)	Tempo de exposição (s)	Produto corrente-tempo (mAs)	
Mauro <i>et al.</i> (2016) [29]	Panorâmico	60	9	13,2	-	4,3
Shin <i>et al.</i> (2014) [30]	Panorâmico	69	10	19	-	6,39
Grünheid <i>et al.</i> (2012) [31]	Panorâmico	73	-	-	12	21,5
Mauro <i>et al.</i> (2016) [29]	Periapical	60	-	-	3	3,57
Mauro <i>et al.</i> (2016) [29]	Periapical	70	-	-	2,4	2,71

Na análise da tabela 2, quando se compara a radiografia panorâmica em relação a periapical, pode-se perceber que os maiores valores de dose efetiva foram encontrados na radiografia panorâmica. O que pode explicar o fato é que as radiografias panorâmicas são capazes de proporcionar imagens mais amplas do que a periapical, que é uma radiografia apenas do local que se pretende examinar [29].

Após a exposição dos dados (tabelas 1 e 2), nota-se uma grande diferença na dose recebida pelo paciente quando o exame de imagem é feito por meio da TCFC ou por radiografia convencional. Ao se comparar as duas modalidades é notória a diferença dos parâmetros selecionados, principalmente a tensão aplicada ao tubo, que nas radiografias convencionais tem sempre menor valor selecionado no equipamento. Isso pode explicar as discrepâncias entre as doses efetivas, quanto mais elevados os parâmetros selecionados, maior será a dose recebida pelos pacientes.

Os estudos de Neves *et al.* (2020) [22] e Grünheid *et al.* (2012) [31], utilizando TCFC (equipamento i-Cat) e panorâmica, respectivamente, calcularam as doses equivalentes de órgãos radiosensíveis, glândulas salivares e tireoide, que foram os órgãos que receberam maior dose de radiação por estarem na região irradiada. Dessa forma, para reduzir a dose na tireoide Soares *et al.* (2020) [27], com uso de simulação de Monte Carlo e de objetos simuladores antropomórficos virtuais, estudaram a eficácia do protetor de tireoide durante o exame, os autores observaram uma redução de 73% na dose equivalente da tireoide para um FOV de 14 cm $\times$ 22 cm.

#### IV. CONCLUSÃO

Os maiores valores de dose efetiva foram obtidos quando os parâmetros, como FOV, tensão e corrente no tubo, selecionados no equipamento, foram maiores. Em relação a

pacientes adultos e pediátricos, conclui-se que as doses efetivas foram maiores para os pacientes pediátricos. Quando se faz uma comparação entre os pacientes pediátricos, as doses efetivas para os pacientes mais jovens, ou seja, de 5 anos foram maiores em comparação com os de 10 anos. Em relação aos valores de doses recebidos nas diferentes modalidades de exames odontológicos, a que proporcionou as maiores doses foi a TCFC, e as menores doses foram nas radiografias periapicais. Recomenda-se, portanto, que sejam utilizados os parâmetros mais adequados a cada paciente, a fim de reduzir a dose e manter a qualidade da imagem em Odontologia.

#### AGRADECIMENTOS

Lucio Pereira Neves agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela Bolsa PQ-2 (No. 314520/2020-1). Monique França e Silva agradece ao CNPq pela Bolsa GD (No. 88887.612310/2021-00).

#### REFERÊNCIAS

- [1] American Dental Association Council On Scientific Affairs. "The use of dental radiographs: update and recommendation", The Journal of the American Dental Association, vol. 137, n. 9, pp. 1304-1312, Setembro 2006.
- [2] H. G. Gröndahl, S. Huuonen. "Radiographic manifestations of periapical inflammatory lesions: how new radiological techniques may improve endodontic diagnosis and treatment planning", Endodontic topics, vol. 8, n. 1, pp. 55-67, Julho 2004.
- [3] I. Repić, G. Repić, D. Zarić, A. Petrović. "Clinical and radiographic outcomes of surgical management of chronic periapical lesions in multirrooted teeth" Medicinski pregled, vol. 71, n. 1-2, pp. 9-14, Abril 2018.
- [4] H. Sharma, P. Dahiya, R. Gupta, M. Kumar, S. R. Melwani, L. Kachroo. "Comparison of conventional and digital radiographic techniques for the assessment of alveolar bone in periodontal disease", Indian Journal of Dental Sciences, vol. 11, n. 3, pp. 138-142, Julho 2019.

- [5] S. L. Brooks. "A study of selection criteria for intraoral dental radiography", *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, vol. 62, n. 2, pp. 234-239, Agosto 1986.
- [6] M. Mattila, M. Könönen, K. Mattila. "Vertical asymmetry of the mandibular ramus and condylar heights measured with a new method from dental panoramic radiographs in patients with psoriatic arthritis", *Journal of oral rehabilitation*, vol. 22, n. 10, pp. 741-745, Outubro 1995.
- [7] K. Karayianni, K. Horner, A. Mitsea, L. Berkas, M. Mastoris, R. Jacobs, et al. "Accuracy in osteoporosis diagnosis of a combination of mandibular cortical width measurement on dental panoramic radiographs and a clinical risk index (OSIRIS): the OSTEODENT project", *Bone*, vol. 40, n. 1, pp. 223-229, Janeiro 2007.
- [8] M. S. Kavitha, A. Asano, A. Taguchi, T. Kurita, M. Sanada. "Diagnosis of osteoporosis from dental panoramic radiographs using the support vector machine method in a computer-aided system", *BMC medical imaging*, vol. 12, n. 1, pp. 1-11, Janeiro 2012.
- [9] F. Osman, C. Scully, T. B. Dowell, R. M. Davies. "Use of panoramic radiographs in general dental practice in England", *Community dentistry and oral epidemiology*, vol. 14, n. 1, pp. 8-9, Fevereiro 1986.
- [10] D. C. Hatcher, C. L. Aboudara. "Diagnosis goes digital", *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, vol. 125, n. 4, pp. 512-515, Abril 2004.
- [11] S. Kapila, R. S. Conley, E. W. Harrell Jr. "The current status of cone beam computed tomography imaging in orthodontics", *Dentomaxillofacial Radiology*, vol. 40, n. 1, pp. 24-34, Janeiro 2011.
- [12] W. De Vos, J. Casselman, G. R. J. Swennen. "Cone-beam computerized tomography (CBCT) imaging of the oral and maxillofacial region: a systematic review of the literature", *International journal of oral and maxillofacial surgery*, vol. 38, n. 6, pp. 609-625, Junho 2009.
- [13] F. A. Mettler Jr, W. Huda, T. T. Yoshizumi, M. Mahesh. "Effective doses in radiology and diagnostic nuclear medicine: a catalog", *Radiology*, vol. 248, n. 1, pp. 254-263, Julho 2008.
- [14] E. Choi, N. L. Ford. "Measuring absorbed dose for i-CAT CBCT examinations in child, adolescent and adult phantoms", *Dentomaxillofacial Radiology*, vol. 44, n. 6, pp. 20150018, Julho 2015.
- [15] S. C. White, M.J. Pharoah. *Oral Radiology: Principles and Interpretation*, 6rd ed., vol. 1 Mosby Elsevier: St. Louis, Missouri 2009, pp. 656.
- [16] European Commission. Directorate-General for Employment, Industrial Relations, & Social Affairs Directorate. *Industrial relations in Europe*. Office for Official Publications of the European Communities, 2004.
- [17] S. Gavala, C. Donta, K. Tsiklakis, A. Boziari, V. Kamenopoulou, H. C. Stamatakis. "Radiation dose reduction in direct digital panoramic radiography", *European journal of radiology*, vol. 71, n. 1, pp. 42-48, Julho 2009.
- [18] J. B. Ludlow, M. Ivanovic. "Comparative dosimetry of dental CBCT devices and 64-slice CT for oral and maxillofacial radiology. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*", *Oral Radiology, and Endodontology*, vol. 106, n. 1, pp. 106-114, Julho 2008.
- [19] J. B. Ludlow, L. E. Davies-Ludlow, S. L. Brooks. "Dosimetry of two extraoral direct digital imaging devices: NewTom cone beam CT and Orthophos Plus DS panoramic unit", *Dentomaxillofacial Radiology*, vol. 32, n. 4, pp. 229-234, Julho 2003.
- [20] I. H. Kim, M. Mupparapu. "Dental radiographic guidelines: a review", *Quintessence International*, vol. 40, n. 5, pp. 389-39, Maio 2009.
- [21] F. Gijbels, R. Jacobs, D. Debaveye, R. Bogaerts, S. Verlinden, G. Sanderink. "Dosimetry of digital panoramic imaging. Part II: occupational exposure", *Dentomaxillofacial Radiology*, vol. 34, n. 3, pp. 133-197, Maio 2005.
- [22] L. P. Neves, A. B. Franco, M. França, M. R. Soares, W. Belinato, W. S. Santos, et al. "Computational dosimetry in a pediatric i-CAT procedure using virtual anthropomorphic phantoms", *Radiation Physics and Chemistry*, vol. 167, pp. 108236, Fevereiro 2020.
- [23] ICRP 103, International Commission On Radiological Protection. "The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection", Publication n° 103, 2007.
- [24] C. Theodorakou, A. Walker, K. Horner, R. Pauwels, R. Bogaerts, R. Jacobs Dds, et al. "Estimation of paediatric organ and effective doses from dental cone beam CT using anthropomorphic phantoms" *The British journal of radiology*, vol. 85, n. 1010, pp. 153-160, Fevereiro 2012.
- [25] R. Pauwels, J. Beinsberger, B. Collaert, C. Theodorakou, J. Rogers, A. Walker, et al. "Effective dose range for dental cone beam computed tomography scanners", *European journal of radiology*, vol. 81, n. 2, pp. 267-271, Fevereiro 2012.
- [26] J. Koivisto, T. Kiljunen, M. Tapiovaara, J. Wolff, M. Kortesiemi. "Assessment of radiation exposure in dental cone-beam computerized tomography with the use of metal-oxide semiconductor field-effect transistor (MOSFET) dosimeters and Monte Carlo simulations", *Oral surgery, oral medicine, oral pathology and oral radiology*, vol. 114, n. 3, pp. 393-400, Setembro 2012.
- [27] M. R. Soares, W. S. Santos, L. P. Neves, A. P. Perini, W. O. G. Batista, A. F. Maia, et al. "The use of personal protection equipment for the absorbed doses of eye lens and thyroid gland in CBCT exams using Monte Carlo", *Radiation Physics and Chemistry*, vol. 167, pp. 108347, Fevereiro 2020.
- [28] R. Smith-Bindman, J. Lipson, R. Marcus. "Radiation dose associated with common computed tomography examinations and the associated lifetime attributable risk of cancer", *Archives of internal medicine*, vol. 169, n. 22, pp. 2078-2086, Dezembro 2009.
- [29] R. A. P. Mauro, D. M. De Souza, A. M. Da Costa, "Produto Kerma no Ar-Área e Dose Efetiva em Radiodiagnóstico Odontológico", *Revista Brasileira De Física Médica*, vol. 10, n. 1, pp. 22-26, Dezembro 2016
- [30] H. S. Shin, K. C. Nam, H. Park, H. U. Choi, H. Y. kim, C. S. Park. "Effective doses from panoramic radiography and CBCT (cone beam CT) using dose area product (DAP) in dentistry", *Dentomaxillofacial Radiology*, vol. 43, n. 5, pp. 20130439, Julho 2014.
- [31] T. Gurünheid, J. R. K. Schieck, B. T. Pliska, M. Ahmad, B. E. Larson. "Dosimetry of a cone-beam computed tomography machine compared with a digital x-ray machine in orthodontic imaging", *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, vol. 141, n. 4, pp. 436-443, Abril 2012.