

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE CIRURGIA E ORTOPEDIA  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA E  
IMAGINOLOGIA

GABRIELA SCARTON BARRIQUELLO

**UTILIZAÇÃO DE APARELHOS DE RAIOS-X PORTÁTEIS NA ODONTOLOGIA E  
OS NÍVEIS DE EXPOSIÇÃO À RADIAÇÃO DISPERSA:  
UMA REVISÃO DE LITERATURA**

PORTO ALEGRE  
2021

GABRIELA SCARTON BARRIQUELLO

**UTILIZAÇÃO DE APARELHOS DE RAIOS-X PORTÁTEIS NA ODONTOLOGIA E  
OS NÍVEIS DE EXPOSIÇÃO À RADIAÇÃO DISPERSA:  
UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Monografia apresentada como parte dos requisitos obrigatórios para a conclusão do Curso de Especialização em Radiologia Odontológica e Imaginologia, pela Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob orientação da Profa. Dra. Nádia Assein Arús.

PORTO ALEGRE  
2021

### CIP - Catalogação na Publicação

Scarton Barriquello, Gabriela  
UTILIZAÇÃO DE APARELHOS DE RAIOS-X PORTÁTEIS NA  
ODONTOLOGIA E OS NÍVEIS DE EXPOSIÇÃO À RADIAÇÃO  
DISPERSA: UMA REVISÃO DE LITERATURA / Gabriela  
Scarton Barriquello. -- 2021.  
28 f.  
Orientador: Nádia Assein Arús.

Trabalho de conclusão de curso (Especialização) --  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade  
de Odontologia, Curso de Especialização em Radiologia  
Odontológica e Imaginologia, Porto Alegre, BR-RS,  
2021.

1. Raio-X portátil odontológico. 2. Radiação  
dispersa. 3. Operador. I. Assein Arús, Nádia, orient.  
II. Título.

GABRIELA SCARTON BARRIQUELLO

UTILIZAÇÃO DE APARELHOS DE RAIOS-X PORTÁTEIS NA ODONTOLOGIA E OS  
NÍVEIS DE EXPOSIÇÃO À RADIAÇÃO DISPERSA:  
UMA REVISÃO DE LITERATURA

Monografia apresentada como parte dos requisitos obrigatórios para a conclusão do Curso de Especialização em Radiologia Odontológica e Imaginologia, pela Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob orientação da Profa. Dra. Nádia Assein Arús.

Porto Alegre, 6 de julho de 2021

---

Danielle Bianca de Lima Freire

Doutora em Odontologia. UFRGS.

Especialista em Radiologia Odontologia e Imaginologia. SOBRACURSOS.

---

Graziela Moura

Mestre em Odontologia. UFRGS.

Especialista em Ortodontia e Ortopedia Facial. UNICSUL.

## **DEDICATÓRIA**

*Dedico este trabalho ao meu avô, Décio Barriuello, meu anjo da guarda.*

## AGRADECIMENTOS

Aos meus avós, por todo amor recebido durante a minha vida. Em especial ao vô **Décio** e a vó **Cléria** pelo apoio incondicional na minha educação.

À minha mãe **Denise**, que me dá força, coragem e colo para seguir em frente. Obrigada por todo amor, dedicação e por sempre fazer tudo o que fosse preciso por mim.

Ao meu pai **Décio Luiz**, por toda paz que transmite aos que estão ao seu redor. Obrigada por ser luz na minha vida.

À minha irmã **Giordana**, por sempre fazer eu me sentir especial e amada. Obrigada pela alegria diária.

Ao meu namorado **Flávio** por ser meu companheiro de vida, incentivador nas horas difíceis e por ser sempre meu porto seguro. Obrigada por toda felicidade compartilhada.

Aos meus amigos, **Laura Bonzanini**, **Lara Cargnin**, **Carlos Melo** e **Solange Sala** por tornarem suas moradas o meu lar em Porto Alegre durante o período de aulas presenciais. Obrigada por me acolher.

Ao meu amigo **Nathan Magnani**, por me ajudar a escolher a Radiologia e me apoiar nesta decisão. Obrigada por todas as conversas e por ser minha família durante o período que morei longe da minha.

A minha dupla de graduação, **Jessica Knorst**, por sempre estar disposta a me ajudar desde a faculdade até hoje. Teu apoio não me deixa estagnar e me dá forças para seguir em frente. Obrigada pela amizade.

Aos professores da Especialização em Radiologia Odontológica e Imaginologia da UFRGS, **Professor Heraldo**, **Professora Mariana**, **Professora Nádia** e **Professora Priscila** pelo esforço gigante nas aulas online na pandemia. Um agradecimento especial, à minha orientadora, **Professora Nádia**, por fazer meus olhos brilharem pelo modo que fala da Radiologia. Obrigada por toda orientação e paciência.

Aos **colegas da turma de Especialização** por toda convivência e conhecimentos compartilhados.

A todos que de alguma forma contribuíram com este trabalho, meu **muito obrigada!**

## RESUMO

Atualmente, há um crescimento na indicação de dispositivos portáteis de raios X na Odontologia, uma vez que parecem ter maior praticidade em comparação as unidades de raios X tradicionais, como a mobilidade do equipamento. No entanto, a preocupação de que as unidades portáteis produzam doses mais altas de radiação ao operador do que as convencionais, podem desencorajar o uso desta tecnologia. Assim, ainda há preocupação quanto o risco ao operador em relação às doses oriundas do aparelho de raios X portátil. O objetivo deste trabalho foi revisar a literatura disponível acerca da dose de exposição à radiação dispersa provenientes de aparelhos portáteis de raios X em Odontologia. A busca foi realizada na base de dados Pubmed/Medline para verificar a literatura relevante do ano de 2011 até abril de 2021. Os critérios de inclusão foram estudos que avaliaram os diferentes níveis de exposição do operador a um dispositivo de raios X odontológico portátil à radiação dispersa, redigidos em língua portuguesa ou inglesa. Dos 15 estudos encontrados, 11 foram considerados elegíveis e 9 incluídos na revisão de literatura. Um estudo foi excluído pois se tratava de um comentário sobre raios X, e outro não considerava o uso de aparelhos de raios X portáteis. Os resultados dos estudos sugerem que os diferentes aparelhos portáteis de raios X aqui revisados, quando seguidos os protocolos dos fabricantes, respeitam as doses ocupacionais anuais permitidas pelos órgãos de vigilância, mesmo sendo mais altas quando comparadas com equipamentos radiográficos intrabucais convencionais. Em adição, a utilização do protetor de retroespalhamento de chumbo acoplado ao aparelho, bem como as diferentes proteções de chumbo utilizadas pelo operador, tendem a reduzir mais os níveis de radiação, sendo recomendados como uma proteção adicional a ser utilizada.

**Palavras-chave:** Equipamento dentário. Odontologia. Dose de Radiação. Raio-X portátil.

## ABSTRACT

Currently, there is a growth in the indication of portable X-ray devices in dentistry, seem to have greater practicality compared to traditional X-ray units such as mobility equipment. However, concerns that portable units produce higher doses of radiation to the operator than conventional ones can discourage the use of this technology. Thus, there is still controversy regarding the risk to the operator in relation to the doses from the portable X-ray device. The aim of this study was to review the available literature on the dose of stray radiation exposure from portable X-ray devices in dentistry. The search strategy was performed in the Pubmed/Medline database to check the relevant literature from 2011 to April 2021. The inclusion criteria were studies that evaluated different levels of operator exposure to disperse radiation of portable dental X-ray devices, written in Portuguese or English. Of the 15 studies found, 11 were considered eligible and 9 were included in the literature review. One study was excluded because it was a review comment about X-rays, and the other did not consider the use of portable X-ray devices. The results of the studies suggest that the different portable respect the annual occupational doses allowed by surveillance agencies, even though they are higher when compared to conventional intraoral radiographic equipment. In addition, the use of a lead backscatter protector coupled to the device tends to reduce radiation levels.

**Key-words:** Dental equipament. Odontology. Radiation dose. Portable X-ray.

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**CIPR** - Comissão Internacional de Proteção contra a Radiação.

**ALARA** - *As Low As Reasonably Achievable* (tão baixo quanto razoavelmente exequível).

**ANVISA** - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

**SI** - Sistema Internacional de Unidades.

**Gy** - Gray.

**R** - Roentgen.

**rad** - Dose Absorvida de Radiação

**Sv** - Sievert

**cc** - Centímetros Cúbicos.

**μSv** - Microsievert.

**mSv/y** - Milisiervert/ano

**TL** – Termoluminescência.

**OSL** - Luminescência Opticamente Estimulada.

**TLDs** - Dosímetros Termoluminescentes.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>15</b>
3.1	Quadro 1.....	20
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>25</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>26</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>28</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As radiografias intraorais são exames complementares ao diagnóstico de patologias orais comumente utilizados por cirurgiões-dentistas. As aquisições radiográficas intraorais são tradicionalmente realizadas com equipamentos de raios X dentários fixos na parede ou semimóveis (BERKHOUT et al., 2015).

No passado, aparelhos de raios X eram modificados para forma portátil para uso em medicina militar, missões humanitárias e exercícios de treinamento (COY, 1996; COY, VANDRE, DAVIDSON, 1997). Atualmente, há um crescimento na indicação de dispositivos portáteis de raios X na arqueologia, odontologia forense e medicina veterinária. Na odontologia, as vantagens desses dispositivos se estendem à pacientes que são domiciliares, com mobilidade limitada ou pacientes submetidos a anestesia geral em bloco cirúrgico (PITTAYAPAT et al., 2010; CHARLTON, 2009; NUZZOLESE; DI VELLA, 2012), onde o acesso de unidades convencionais de raios X torna-se difícil.

Os aparelhos portáteis atuais se apresentam geralmente em duas formas que se assemelham a uma câmera portátil ou um secador de cabelo. Esses aparelhos são compostos por um tubo de raios X com o interruptor de irradiação diretamente no corpo do dispositivo e possuem uma bateria. O dispositivo pode incluir uma blindagem/escudo de proteção de chumbo na extremidade do cilindro localizador destinada a reduzir a radiação de retroespalhamento para o operador, e seu uso requer que o operador fique ao lado do paciente durante a exposição aos raios X (SMITH; TREMBLAY; WARDLAW, 2019).

Para equipamentos fixos ou semifixos, preconiza-se que o operador possa deixar a sala de exame ou que ele possa se posicionar atrás de uma barreira de proteção apropriada ou parede durante a exposição do filme. Se tais medidas não forem possíveis, a regra da posição e da distância deve ser realizada: o operador deve se posicionar no mínimo a 1,8 metros do paciente, a um ângulo de 90 a 135 graus do feixe central de raios X (AMERICAN DENTAL ASSOCIATION, 2019; ANVISA, 2019).

A expressão ALARA (“*As Low As Reasonably Achievable*”, em tradução livre, “tão baixo quanto razoavelmente exequível”) foi criada em 1977 pela Comissão Internacional de Proteção contra a Radiação (CIPR) com o objetivo de minimizar as doses de exposição de pacientes e de operadores à radiação (AMERICAN DENTAL ASSOCIATION, 2019). Nesse contexto, com o aumento do uso de dispositivos de raios X portáteis, a necessidade da presença do operador ao lado do equipamento para aquisição de exames se torna constante. Por essa razão, alguns estudos tem questionado se é possível manter a dose efetiva baixa

respeitando o princípio de ALARA (MAKDISSI et al., 2016; ROTTKE et al., 2018; ZENÓBIO et al., 2019).

Para adequada compreensão destes questionamentos torna-se necessário o esclarecimento de alguns conceitos sobre exposição e doses de radiação (WHITE; PHAROAH, 2007):

**Exposição** é uma medida de quantidade de radiação, a capacidade da radiação de ionizar o ar. No Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de exposição é o kerma de ar, o qual é expresso em unidades de dose gray (Gy). Substituiu o roentgen (R), a unidade tradicional de exposição de radiação medida no ar.

**Dose absorvida** é a medida da quantidade de energia absorvida por qualquer tipo de radiação ionizante por unidade de massa ou de qualquer tipo de matéria. A unidade SI é o gray (Gy). A unidade tradicional de dose absorvida é o rad (dose absorvida de radiação).

**Dose equivalente** é usada para comparar os efeitos biológicos de tipos diferentes de radiação em um tecido ou órgão. A unidade de dose no SI equivalente é o sievert (Sv). Para exames radiográficos diagnósticos 1 Sv é igual a 1 Gy.

**Dose efetiva** é usada para avaliar o risco da radiação em humanos. A unidade de dose efetiva no SI é o sievert (Sv).

**Radiação primária** é a radiação emitida pelo aparelho no momento da realização do exame radiográfico.

**Radiação secundária** é resultante da interação de Compton dos fótons com o objeto. Essa interação causa a emissão de fótons que percorrem direções diferentes do feixe primário. São conhecidos como sinônimos deste termo: radiação de **retroespalhamento**, radiação **difusa** e radiação **dispersa**.

**Radiação de fuga**, ou **vazamento** de radiação, consiste na radiação não pertencente ao feixe útil do equipamento, mas que consegue atravessar o cabeçote e/ou o sistema de colimação do equipamento.

Tem sido sugerido que as máquinas de raios X portáteis não substituam automaticamente os aparelhos de raios X fixos ou semimóveis, uma vez que podem representar um aumento do que deveria ser uma exposição nula ao usar uma máquina montada na parede. No entanto, permanecem extremamente úteis em outros ambientes, como visitas domiciliares, salas cirúrgicas e odontologia forense (MAKDISSI et al., 2016; ROTTKE et al., 2018).

Diante do exposto e frente a presença destes equipamentos portáteis de raios X no mercado e à disposição dos cirurgiões dentistas, independente do ambiente de trabalho,

questões relacionadas à proteção do profissional surgem. Assim, este trabalho de conclusão de curso se propõe a realizar uma revisão de literatura sobre os níveis de exposição à radiação dispersa do operador ao utilizar um dispositivo de raios X portátil.

## 2 METODOLOGIA

Foi realizada uma revisão da literatura para verificar as evidências científicas disponíveis acerca dos efeitos da exposição à radiação dispersa provenientes de aparelhos portáteis de raios X em odontologia. A busca foi realizada na base de dados Pubmed/Medline para verificar a literatura relevante do ano de 2011 até abril de 2021. A pesquisa foi conduzida através das seguintes palavras chave: “*portable dental X-ray*” e “*radiation dose*”. Os estudos também foram identificados manualmente através da lista de referência dos artigos revisados.

Os critérios de seleção foram estudos que avaliaram a dose de exposição do operador a um dispositivo de raios X portátil odontológico à radiação dispersa, redigidos em língua portuguesa ou inglesa. Os artigos considerados relevantes pela autora foram incluídos nessa revisão de literatura. Dos 15 estudos encontrados, 4 foram excluídos pelo título e resumo, 11 foram lidos na íntegra e 9 foram incluídos na revisão narrativa de literatura. Um estudo foi excluído pois se tratava de um comentário sobre raios X, e outro não considerava o uso de aparelhos de raios X portáteis.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

De maneira geral, os estudos avaliaram os diferentes níveis de exposição à radiação de operadores no uso de aparelhos portáteis de raios X odontológicos, sendo na maioria estudos comparando o uso ou não uso do protetor de espalhamento de chumbo acoplado à unidade de raios X (Quadro 1). A comparação de diferentes aparelhos de raios X também foi verificada em alguns estudos. A publicação mais antiga foi de 2012 e a mais atual de 2021. A revisão de literatura está descrita em ordem cronológica de publicação.

Cho e Han (2012) realizaram um estudo para investigar os diferentes métodos para reduzir a dose de radiação ao operador. Para isto, foram utilizados dois tipos raios X odontológicos portáteis (DX3000<sup>®</sup>, Dexcowin, Seoul, Korea e Rextar<sup>®</sup>, Posdion Seoul, Korea), um fantoma humano de cabeça e pescoço (DXTRR III<sup>®</sup>, Dentsply Rinn, Elgin, IL, USA) para representar o paciente, uma pessoa como operador e uma câmara de ionização de 1800 cc (RadCal Corp.) ao nível da mão do operador, e ao nível do peito e da cintura para medição de radiação de baixo nível. As medições foram realizadas com e sem o escudo de chumbo para retroespalhamento. Em adição, a exposição à dose de radiação do operador no nível da mão foi medida com e sem luvas de chumbo e com cilindros localizadores de diferentes comprimentos longos (14 cm) e curtos (6 cm). Os achados do estudo evidenciaram que o escudo de chumbo acoplado ao aparelho, as luvas de chumbo e o cilindro longo reduziram as doses de radiação do operador, indicando o uso dessas medidas concomitante ao uso do raio X portátil.

O estudo de Gray et al. (2012) objetivou comparar a dosimetria de raios X proveniente de sistema de raios X portátil NOMAD<sup>®</sup> (Aribex, Inc., 744 Tiger Way, Orem, UT) e do sistema de raios X intraoral convencional de parede em funcionários de diferentes instalações odontológicas. Os dados foram obtidos a partir de 18 instalações, as quais forneceram cerca de 661 medições com dosímetros de uso pessoal do tipo OSL (Luminescência Opticamente Estimulada) LUXEL<sup>®</sup> (Landauer, Inc., 2 Science Rd., Glenwood, IL). A dose média mensal em microsievert foi de 0,28  $\mu$ Sv e 7,86  $\mu$ Sv para os sistemas portáteis e convencionais, respectivamente. Assim, foi demonstrado que as doses oriundas dos sistemas de raios X portáteis foram significativamente menores do que as oriundas de sistemas convencionais ( $p < 0.05$ ), indicando que não há preocupação na utilização desses sistemas.

O experimento de McGiff et al. (2012) mensurou a exposição à radiação do operador conforme diferentes protocolos de uso do aparelho portátil de raios X odontológico. Os materiais envolveram um manequim de treinamento de radiologia como paciente (constituído

de mandíbula, maxila e dentes humanos e materiais que simulam os tecidos moles) (DXTTR Xray Trainer, Dentsply / Rinn Corp., 1212 Abbott Drive, Elgin, IL60123), um manequim de ressuscitação cardiopulmonar com avental de chumbo e protetor de tireóide como operador e um aparelho de raios X portátil NOMAD<sup>®</sup> (Aribex, Inc., 744 Tiger Way, Orem, UT), utilizados para simular a dose de radiação oriundas de 400 radiografias: 200 radiografias executadas com e 200 radiografias sem o uso do escudo protetor de retroespalhamento. A dose para o operador foi avaliada com o auxílio de dosímetros pessoais do tipo OSL e TL (Termoluminescência) e um par de câmaras de íons pressurizadas (Victoreen Model 451P, Fluke Biomedical, 6920 Seaway Blvd., Everett, WA 98203) para as medições da radiação em locais adjacentes ao manequim do operador e a 90 graus do feixe de raios X. Foram simuladas, por cálculos matemáticos, as doses anuais projetadas para a prática odontológica real (12.500 exposições estimadas). As doses oriundas do aparelho de raios X portátil com a proteção de retroespalhamento acoplada foi inferior a 0,6 mSv/y para região de cabeça e tronco e menos de 20 mSv/y para as extremidades. Com o escudo de retroespalhamento removido, a dose anual para a cabeça/tronco aumentou para 2 mSv/y e a dose nas extremidades permaneceu menor que 20 mSv/y. E para os locais adjacentes ao manequim, as doses foram de 0,5 mSv/y, e de 0,3 mSv/y com e sem protetor retroespalhamento respectivamente. Isso sugere que as doses para operadores devidamente treinados de unidades de raios X odontológicas portáteis e bem projetadas estarão abaixo de 1,0 mSv/y (2% do limite de dose ocupacional anual) mesmo que nenhum requisito operacional adicional seja estabelecido.

O estudo de Pooya et al. (2015) teve como objetivo avaliar a exposição à radiação do operador na utilização de um sistema de raios X odontológico portátil (PORT X II<sup>®</sup>, Genoray, Seongnam City, Korea). A primeira etapa do estudo foi composta pela mensuração da exposição à radiação de espalhamento do feixe central pelo ar através de dosímetros termoluminescentes (TLDs), posicionados em diferentes distâncias na frente do sistema de raios X. A segunda etapa foi realizada com o auxílio de um fantoma Alderson RANDO<sup>®</sup> com TLDs em diferentes regiões, com e sem avental de chumbo e protetor de tireóide, simulando o corpo do operador, e fantasmas esféricos também foram utilizados para simular o paciente exposto à radiação X durante as aquisições de radiografias dos dentes superiores e inferiores e promover a radiação dispersa. Os resultados da primeira etapa demonstraram que a dose de espalhamento do feixe central pelo ar é insignificante e compatível ao reportado pelo fabricante, protegendo totalmente o operador desta radiação. Quando se avalia a dose recebida em diferentes regiões do corpo do operador, observou-se que o uso de protetores de chumbo

reduz os valores de exposição de todos os órgãos, e que dedos das mãos e olhos são as áreas mais expostas. A Comissão Internacional de Proteção contra a Radiação (CIPR) indica limites de dose anual para o corpo todo como para diferentes partes do corpo do operador. A partir de cálculos matemáticos que incluem esses valores, os autores observaram que, para respeitar o limite de dose anual para olhos e extremidades, o número máximo de exposições radiográficas anuais seria 180 e 357 respectivamente. No entanto, ressaltam que esse número de radiografias pode aumentar caso se reduza o tempo de exposição para menos de 2 segundos. Dessa forma, os autores concluem que o operador pode ficar altamente exposto às radiações retroespalhadas do paciente durante o processo aquisição de imagem. E que o uso de protetores à radiação (avental de chumbo, protetor de tireoide e possivelmente óculos plumbífero) pode diminuir significativamente os valores de dose ao operador.

O estudo de Makdissi et al. (2016) investigou a dose de radiação do operador ao usar um dispositivo de raios X portátil em diferentes posições. Para isso, foram utilizados um fantoma maxilofacial ATOM<sup>®</sup> modelo 711 HN (CIRS Inc., Nor-folk, VA) simulando a cabeça do paciente, um manequim para simular o operador e o aparelho de raios X portátil NOMAD Pro<sup>™</sup> (Aribex Inc., Charlotte, NC). Para avaliar a radiação, 30 exposições de 1s foram realizadas em três posições diferentes: 1) próximo ao corpo do operador e paralelo ao solo; 2) afastado do corpo com os braços totalmente estendidos e paralelos ao solo; 3) perpendicular ao solo com os braços parcialmente estendidos. Para mensurar a dose de radiação, dosímetros termoluminescentes foram colocados no manequim próximo aos olhos, tireóide, tronco, cintura, mão e pés. Além disso, três TLDs foram usados para verificar a radiação de fundo. A radiação de fundo média foi medida com um conjunto independente de TLDs para o propósito deste experimento a 0,0110 mGy (dose de exposição). A radiação de fundo foi então subtraída da dose registrada nos TLDs. Esses números foram então inseridos em uma fórmula para refletir a carga de trabalho média de um dentista de 46 semanas por ano, sendo no máximo 100 radiografias intraorais por semana. Foi observado que a posição do dispositivo em relação ao operador tem um efeito significativo na radiação, sendo a maior exposição registrada na palma da mão esquerda na posição 3 (0,0310 mGy). As exposições foram nulas: nas regiões dos olhos, tronco e cintura na posição 2; no tronco na posição 1; e no pé na posição 3. No entanto, calculando a dose estimada a qual o operador pode ser exposto anualmente, há um aumento insignificante nos níveis de radiação recebida, estando abaixo dos níveis recomendados e demonstrando a segurança na utilização do aparelho.

Rotkke et al. (2018) avaliaram a área de controle (de segurança para o operador), e o padrão do espalhamento da radiação na utilização de um aparelho de raios X portátil. Para a

realização do estudo, além do dispositivo de raios X portátil Aribex NOMAD Pro 2™ (Aribex Inc., Charlotte, NC), foram utilizadas um fantoma Alderson de cabeça masculina RANDO®, um corpo de teste de consistência e uma câmara de ionização tipo 30,010 PTW Farmer® com um multímetro PTW NOMEX®. Os principais achados em relação à dosimetria demonstraram que a área de controle identificada, é menor que àquela indicada na legislação. No entanto nenhuma radiação espalhada foi medida na parte dorsal do fantoma ou no local do operador através do ponto focal dos raios X. Assim, os autores concluem que a utilização do aparelho de raios X portátil, quando seguindo as especificações do fabricante, não aumenta o risco de dose para o operador.

Zenóbio et al. (2019) avaliaram os diferentes parâmetros de exposição, proteção radiológica, dose absorvida, radiação secundária e qualidade de imagem utilizando o aparelho de raio X odontológico portátil da marca DIOX® (Micro Imaging, Brazil). A exposição do operador à radiação secundária foi mensurada através de uma câmara de ionização acoplada a um eletrômetro e com o operador a uma distância de 44 cm do tubo de raios X. As regiões avaliadas foram crânio, abdômen e gônadas. Como principal achado, foi demonstrado que a região de gônadas é a mais exposta à radiação. Na leitura com protetor de chumbo acoplado, a radiação secundária medida em média nas diferentes regiões foi 22,32 nGy, e sem o protetor de chumbo 104,12 nGy. Sendo assim, a utilização da proteção do chumbo do aparelho parece diminuir os níveis de radiação secundária. Apesar disso, os níveis de radiação oriundas do aparelho de raios X portátil DIOX® estão dentro do aceitável, indicando seu uso com segurança, especialmente com o auxílio do protetor de chumbo.

Iwawaki et al. (2020) compararam a dose de exposição à radiação de trabalhadores expostos direta e indiretamente às doses de raio X odontológicos portáteis. Para isso, quatro unidades de raios X portáteis intraorais foram avaliadas - DEXICO DX3000® (10DR, Japan) (D3000), DEXICO, ADX 4000Win® (10DR, Japan) (D4000), NOMAD® (Aribex, Inc., 744 Tiger Way, Orem, UT) e NOMAD Pro™ (Aribex Inc., Charlotte, NC) - juntamente com o auxílio de um fantoma de cabeça padrão. Os feixes de raios X foram simulados considerando diferentes distâncias e angulações, simulando a posição do operador e dos trabalhadores ao redor. Como principal resultado, foi demonstrado que a dose foi alta na anterior e baixa na posterior do operador, mas a dose nas laterais, principalmente em 105° e 225° onde os auxiliares normalmente trabalham, também foi alta.

O estudo de Leadbeatter e Diffey (2021) teve como objetivo avaliar a exposição à radiação do operador na utilização de raios X odontológicos portáteis. Para isso, foram utilizados um fantoma de cabeça Perspex CTDI® e o equipamento de raios X portátil estilo

câmera Rextar X<sup>®</sup> (Posdion Co. Ltd), com o intuito de simular e medir as doses de radiação com e sem o protetor de espalhamento de chumbo acoplado à unidade de raios X. O vazamento e a radiação espalhada foram medidos usando um detector de estado sólido Unfors Xi R/F (Raysafe<sup>™</sup>), considerando diferentes regiões corpóreas do operador. Como principais achados, sem o escudo de proteção, as doses para o operador de uma única exposição de raios X de molares superiores foram de 0,69, 0,78 e 0,47  $\mu\text{Gy}$  na mão esquerda, mão direita e olhos respectivamente. Com o escudo de proteção acoplado, as doses foram reduzidas para 0,25, 0,12 e 0,15  $\mu\text{Gy}$ , correspondendo a uma redução da dose de 64, 85 e 68%. No entanto, ao avaliar a dosagem total obtida, mesmo sem a proteção de chumbo, é altamente improvável que um operador alcance os limites de dose ocupacional ao usar a unidade de raios X odontológica portátil.

## 3.1 - Quadro 1. Características dos estudos incluídos na revisão narrativa da literatura (n=9)

<b>Identificação</b>	<b>País</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Materiais e métodos</b>	<b>Principais achados</b>
CHO; HAN, (2012)	Coréia	Investigar os métodos para reduzir a dose de radiação do operador ao realizar radiografias intraorais com aparelhos portáteis de raios X.	<p>Aparelho de raios X: duas marcas de aparelhos portáteis de raios X (DX3000, Dexcowin e Rextar, Posdion);</p> <p>Paciente: fantoma humano de cabeça e pescoço</p> <p>Operador: in vivo;</p> <p>Aparelhos para medidas das doses de radiação: câmara de ionização;</p> <p>Particularidades do estudo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Com e sem escudo de chumbo acoplado ao aparelho;</li> <li>- Com e sem luvas de chumbo;</li> <li>- Com cilindros localizadores longos e curtos.</li> </ul>	O escudo de chumbo acoplado ao aparelho, as luvas de chumbo e o cilindro longo reduziram as doses de radiação do operador, indicando o uso dessas medidas concomitante ao uso do aparelho de raios X portátil.
GRAY et al. (2012)	Estados Unidos	Comparar a dosimetria de raios X proveniente de um sistema portátil e de um sistema de raios X intraoral convencional de parede.	<p>Aparelho de raios X: um aparelho portátil de raios X (Aribex NOMAD) e um sistema convencional de raios X intraoral montado na parede.</p> <p>Paciente: in vivo;</p> <p>Operador: in vivo;</p> <p>Aparelhos para medidas das doses de radiação: um tipo dosímetro de uso</p>	As doses oriundas dos sistemas de raios X portáteis foram significativamente menores do que as dos sistemas convencionais, indicando segurança na utilização desse sistema.

			<p>peçoal.</p>	
MCGIFF et al. (2012)	Estados Unidos	Avaliar o risco ocupacional para a equipe odontológica que opera equipamentos portáteis de raios X.	<p>Aparelho de raios X: uma marca de aparelho portátil de raios X (Aribex NOMAD Pro 2);</p> <p>Paciente: manequim de treinamento de radiologia;</p> <p>Operador: manequim de ressuscitação cardiopulmonar;</p> <p>Aparelhos para medidas das doses de radiação:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dois tipos de dosímetro de uso pessoal;</li> <li>- Um par de câmaras de íons pressurizadas da mesma marca;</li> </ul> <p>Particularidades do estudo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Com ou sem o uso do escudo protetor de retroespalhamento.</li> </ul>	O estudo sugere que as doses para operadores devidamente treinados de unidades de raios X odontológicas portáteis e bem projetadas estarão abaixo de 1,0 mSv/y (2% do limite de dose ocupacional anual) mesmo que nenhum requisito operacional adicional seja estabelecido.
POOYA et al. (2015)	Iran	Avaliar a exposição à radiação dispersa de saída e a exposição do operador na utilização de um sistema radiográfico odontológico portátil.	<p>Aparelho de raios X: uma marca de aparelho portátil de raios X (Genoray);</p> <p>Paciente: fantoma esférico;</p> <p>Operador: fantoma Alderson;</p> <p>Aparelhos para medidas das doses de radiação:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dosímetros de uso pessoal na frente do aparelho de raios X;</li> </ul>	As exposições à dose de espalhamento do feixe central pelo ar são baixas e compatíveis ao reportado pelo fabricante. No entanto, observou-se que o uso de protetores de chumbo reduz os valores de exposição de todos os órgãos, e que dedos das mãos e olhos são as áreas mais expostas.

			<p>- Dosímetros de uso pessoal em diferentes regiões do operador;</p> <p>Particularidades do estudo:</p> <p>- Operador com ou sem avental de chumbo e protetor de tireóide.</p>	
MAKDISSE et al. (2016)	Reino Unido	Investigar o nível de dose do operador ao usar um dispositivo portátil de raios X em diferentes posições.	<p>Aparelho de raios X: uma marca de aparelho portátil de raios X (Aribex NOMAD Pro 2TM);</p> <p>Paciente: fantoma maxilofacial</p> <p>Operador: manequim;</p> <p>Aparelhos para medidas das doses de radiação:</p> <p>- Dosímetros de uso pessoal no operador;</p> <p>- Dosímetros de uso pessoal para verificar a radiação de fundo;</p> <p>Particularidades do estudo:</p> <p>- Avaliou três diferentes posições do operador.</p>	A maior exposição após subtrair a radiação de fundo foi registrada na palma da mão esquerda na posição perpendicular ao solo com os braços parcialmente estendidos.
ROTKKE et al. (2018)	Alemanha	Avaliar diferentes medidas de proteção radiológica e valores de dose durante a aquisição de imagens intraorais com um aparelho portátil de raios X.	<p>Aparelho de raios X: uma marca de aparelho portátil de raios X (Aribex NOMAD Pro 2<sup>TM</sup>);</p> <p>Paciente: fantoma Alderson</p> <p>Operador: corpo de teste de consistência;</p> <p>Aparelhos para medidas das doses de</p>	A maior ocorrência de espalhamento de radiação ocorreu entre o fantoma e o aparelho de raios X. Nenhuma radiação espalhada foi encontrada, indicando que a utilização do aparelho de raios X portátil não aumenta o risco de dose para o operador.

			<p>radiação:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Multímetro;</li> <li>- Câmara de ionização.</li> </ul>	
ZENÓBIO et al. (2019)	Brasil	Avaliar os parâmetros de exposição, proteção radiológica, dose absorvida do aparelho de radiografia portátil intraoral DIOX®.	<p>Aparelho de raios X: uma marca de aparelho portátil de raios X (DIOX®);</p> <p>Paciente: fantoma Alderson</p> <p>Operador: in vivo;</p> <p>Aparelhos para medidas das doses de radiação:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Câmara de ionização acoplada a um eletrômetro;</li> </ul> <p>Particularidades do estudo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Operador com ou sem avental de chumbo e protetor de tireóide.</li> </ul>	Os níveis de radiação oriundos do aparelho de raios X portáteis DIOX estão dentro do aceitável, indicando seu uso com segurança, especialmente com o auxílio do protetor de chumbo, o qual diminui ainda mais a exposição.
IWAWAKI et al. (2020)	Japão	Comparar a dose de exposição à radiação de trabalhadores expostos direta e indiretamente às doses de raios X odontológicos portáteis.	<p>Aparelho de raios X:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dois modelos diferentes aparelhos portáteis de uma marca (DEXICO DX3000®, DEXICO ADX 4000Win®);</li> <li>- Dois modelos de aparelhos portáteis de outra marca (NOMAD® e NOMAD ProTM Aribex);</li> </ul> <p>Paciente: fantoma de cabeça cilíndrico;</p> <p>Operador: fantoma de cabeça padrão para medição de dose;</p>	Foi demonstrado que a dose foi alta na anterior e baixa na posterior do operador, mas a dose nas laterais, principalmente em 105 ° e 225° onde os auxiliares normalmente trabalham, também foi alta.

			<p>Aparelhos para medidas das doses de radiação:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Câmara de ionização.</li> </ul>	
LEADBEATTER; DIFFEY et al. (2021)	Austrália	Avaliar a exposição à radiação do operador na utilização de raios X odontológicos portáteis.	<p>Aparelho de raios X: uma marca de aparelho portátil de raios X (Rextar X®);</p> <p>Paciente: fantoma de cabeça Perspex;</p> <p>Operador: o detector de estado sólido foi posicionado em locais correspondentes as mãos do operador;</p> <p>Aparelhos para medidas das doses de radiação:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Detector de estado sólido;</li> </ul> <p>Particularidades do estudo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Com e sem o protetor de espalhamento de chumbo acoplado ao aparelho de raios X.</li> </ul>	Com o escudo de dispersão acoplado, as doses foram reduzidas em até 85%. No entanto, mesmo sem a proteção de chumbo, é altamente seguro ao operador a utilização da unidade de raios X odontológica portátil.

## 4 DISCUSSÃO

A comparação entre tecnologias e equipamentos ocorre toda vez que algo novo nos é apresentado. Em relação aos equipamentos radiográficos intrabucais portáteis, a mudança mais evidente é a portabilidade da unidade de raios X, o que o coloca muito próximo do operador. Gray et al. (2012) indicaram não haver preocupação com dose dispersa para o operador, já que observou doses menores com o equipamento portátil com escudo retroespalhamento em comparação com o estacionário. No entanto, em seu estudo, ele relatou, na metodologia, não ter a informação da posição dos operadores durante o uso dos equipamentos estacionários, se estavam protegidos por alguma barreira física ou na mesma sala que o equipamento. Dessa forma, a comparação não se faz justa, já que foram realizadas pela análise dos valores dos dosímetros dos operadores.

A proteção à radiação X para o operador presente no equipamento é, além da blindagem própria do cabeçote, o escudo retroespalhamento. Alguns estudos compararam a dosimetria de raios X proveniente de sistema portátil com e sem a utilização do escudo retroespalhamento (CHO; HAN, 2012; MCGIFF et al. 2012; ROTKKE et al. 2018; ZENÓBIO et al. 2019; LEADBEATTER; DIFFEY et al. 2021). Os principais achados desses estudos evidenciaram que o escudo plumbífero acoplado ao aparelho reduz as doses de radiação do operador, indicando o uso dessas medidas concomitante ao uso do equipamento portátil (CHO; HAN, 2012; ROTKKE et al. 2018; ZENÓBIO et al. 2019). No entanto, ao avaliar a dosagem total obtida sem a proteção de chumbo, as doses para operadores devidamente treinados ficaram bem abaixo do limite de dose ocupacional anual, indicando a segurança na utilização desses aparelhos (MCGIFF et al. 2012; LEADBEATTER; DIFFEY et al. 2021).

Equipamentos adicionais de proteção podem ser somados ao escudo retroespalhamento com o intuito de reduzir a exposição do operador. O uso de avental de chumbo e protetor de tireóide também foi avaliado (CHO; HAN, 2012; MCGIFF et al. 2012; POOYA et al. 2015), e um dos estudos também considerou a utilização de luvas de chumbo (CHO; HAN, 2012), já que esta é a área mais próxima do equipamento e conseqüentemente a mais exposta à radiação X. De acordo com Makdisse et al. (2016), é a palma da mão esquerda que sofre a maior exposição, devido a manipulação do equipamento. Em contrapartida, Zenóbio et al. (2019) demonstraram que a região de gônadas é a mais exposta à radiação. Independente da região mais afetada, os achados demonstraram que o uso de protetores à radiação (avental de chumbo, protetor de tireoide ou luvas) podem diminuir

significativamente os valores de dose ao operador. Pooya et al. (2015) demonstrou que a exposição do operador à radiação de espalhamento dos aparelhos portáteis de raios X com o ar é insignificante, e ressalta que o operador pode ficar altamente exposto às radiações retroespalhadas do paciente durante o processo aquisição de imagem em especial regiões como olhos e extremidades. Mesmo assim, considerando as indicações de uso do equipamento, o respeito aos limites de dose para a região de olhos e de dose de exposição anual, os autores dizem ser um equipamento seguro para o operador.

Outras questões também devem ser levadas em consideração para a segurança do operador, como o uso do cilindro localizador longo (CHO; HAN, 2012) e a relação de posição do equipamento com o operador (MAKDISSE et al. 2016).

Estudos que também avaliaram dose de radiação nas regiões adjacentes ao operador (MCGIFF et al. 2012; ROTKKE et al. 2018; IWAWAKI et al. 2020), onde foi identificada uma menor exposição quando comparada com o executor como também se observou uma área de controle reduzida para as normais atuais, o que pode expor um auxiliar que esteja dentro da sala (ROTKKE et al. 2018). Dessa forma, fica evidente a importância de não haver outra pessoa, além do operador e paciente na sala.

Esta revisão de literatura possui limitações. Foi utilizada apenas a base de dados PubMed/Medline, o que pode ter reduzido o número de estudos encontrados. No entanto, essa é a base de dados mais utilizada e contempla um considerável número de estudos com boa qualidade metodológica. Além disso, a comparação dos resultados dos diferentes estudos pode ter sido dificultada pela variabilidade no design experimental de cada estudo, considerando diferentes doses, diferentes métodos para as medidas das doses, diferentes aparelhos de raios X e diferentes grupos de comparação. Ainda, a maior parte dos estudos incluídos não utilizou fantasmas humanos e foram realizados com doses relativamente maiores do que aquelas compatíveis com radiografias intrabucais, o que pode inviabilizar a extrapolação direta dos achados para a situação clínica. No entanto, os efeitos encontrados na situação simulada provavelmente apontam na direção semelhante da prática clínica.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com base nos achados, pode-se concluir que os diferentes aparelhos portáteis de raios X aqui revisados respeitam as doses ocupacionais anuais permitidas pelos órgãos de vigilância, mesmo sendo mais altas quando comparadas com equipamentos radiográficos intrabuciais convencionais. Em adição, a utilização do protetor de retroespalhamento de chumbo acoplado ao aparelho, bem como as diferentes proteções de chumbo utilizadas pelo operador, tendem a reduzir mais os níveis de radiação, sendo recomendados como uma proteção adicional a ser utilizada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN DENTAL ASSOCIATION (ADA). **X-Rays/Radiographs: Radiation Exposure in Dentistry**. Disponível em: <<https://www.ada.org/en/member-center/oral-health-topics/x-rays>>. Acesso em: 30 jul. 2021.
- BERKHOUT, W.E. et al. Justification and good practice in using handheld portable dental x-ray equipment: a position paper prepared by the European Academy of DentoMaxilloFacial radiology (EADMFR). **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 44, n. 6, p. 20140343, 2015.
- CHO, J. Y. HAN, W. The reduction methods of operator's radiation dose for portable dental X-ray machines. **Restorative dentistry & endodontics**, v. 37, n. 3, p. 160, 2012.
- COY, J. Hand-held dental X-ray (HDX) with medical collimator: use in casualty radiology. **Military Medicine**, v. 161, p. 428–31, 1996.
- COY, J.; VANDRE, R.H.; DAVIDSON, W.R. Use of the hand-held dental X-ray machine during joint operation, NATO exercise Display Determination-92. **Military Medicine**, v.162, p. 575–7, 1997.
- CHARLTON, D.G. Portable dental equipment: dental units and X-ray equipment. **General Dentistry**, v. 57, n. 4, p. 336–41, 2009.
- GRAY, J. E.; BAILEY, E. D.; LUDLOW, John B. Dental staff doses with handheld dental intraoral x-ray units. **Health physics**, v. 102, n. 2, p. 137-142, 2012.
- HOSSEINI POOYA, S. M. et al. Assessment of the radiological safety of a Genoray portable dental X-ray unit. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 44, n. 3, p. 20140255, 2015.
- IWAWAKI, A. et al. Comparison of air dose and operator exposure from portable X-ray units. **Legal Medicine**, v. 47, p. 101787, 2020.
- LEADBEATTER, J.; DIFFEY, J. Evaluation of radiation exposure to operators of portable hand-held dental X-ray units. **Physical and engineering sciences in medicine**, v. 44, n. 2, p. 377-385, 2021.
- MAKDISSI, J. et al. The effects of device position on the operator's radiation dose when using a handheld portable X-ray device. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 45, n. 3, p. 20150245, 2016.
- NUZZOLESE, E; DI VELLA, G. Digital radiological research in forensic dental investigation: case studies. **Minerva Stomatologica**, v. 61, n. 4, p. 165-73, 2012.

MCGIFF, T. J.; DANFORTH, Robert A.; HERSCHAFT, Edward E. Maintaining radiation exposures as low as reasonably achievable (ALARA) for dental personnel operating portable hand-held x-ray equipment. **Health physics**, v. 103, n. 2, p. S179-S185, 2012.

PITTAYAPAT, P. et al. Image quality assessment and medical physics evaluation of different portable dental X-ray units. **Forensic Science International.**, v. 201, n. 1-3, p. 112–7, 2010.

ROTTKE, D. et al. Operator safety during the acquisition of intraoral images with a handheld and portable X-ray device. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 47, n. 3, p. 20160410, 2018.

WHITE, S. C.; PHAROAH, M. J. Radiologia oral: fundamentos e interpretação. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. p. 13-21. p. 80-83.

SMITH, R.; TREMBLAY, R.; WARDLAW, G.M. Evaluation of stray radiation to the operator for five hand-held dental X-ray devices. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 48, n. 5, p. 20180301, 2019.

ZENÓBIO, E. G. et al. Assessment of image quality and exposure parameters of an intraoral portable X-rays device. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 48, n. 3, p. 20180329, 2019.