FACULDADE DE ENFERMAGEM NOVA ESPERANÇA
CURSO DE TECNOLOGIA EM RADIOLOGIA

DANIEL MENDES DO NASCIMENTO

O EQUIPAMENTO DE RAIO-X PORTÁTIL NA ODONTOLOGIA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA

JOÃO PESSOA-PB
2025

DANIEL MENDES DO NASCIMENTO

O EQUIPAMENTO DE RAIO-X PORTÁTIL NA ODONTOLOGIA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade Nova Esperança como parte dos requisitos exigidos para a conclusão do curso de Tecnologia em Radiologia.

Orientador:Profa. Dra. Jussara da Silva Barbosa

JOÃO PESSOA-PB

2025

N194e

Nascimento, Daniel Mendes do

O equipamento de raio-x portátil na odontologia: uma revisão integrativa da literatura / Daniel Mendes do Nascimento. – João Pessoa, 2025.

22f.

Orientadora: Prof.ª D.ª Jussara da Silva Barbosa.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Radiologia) – Faculdade Nova Esperança - FACENE

1. Radiografia Dentária. 2. Proteção Radiológica. 3. Exposição Ocupacional. I. Título.

CDU: 615.849:616.314

DANIEL MENDES DO NASCIMENTO

O EQUIPAMENTO DE RAIO-X PORTÁTIL NA ODONTOLOGIA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade Nova Esperança como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Tecnólogo em Radiologia.

João Pessoa, 27 de maio de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Jussara da Silva Barbosa
Orientadora - FACENE

Profa. Dra. Débora Teresa da Rocha Gomes Ferreira de Almeida
Examinadora - FACENE

Prof. Dra. Poliane Ângelo de Lucena Santos
Examinador – FACENE

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, fonte de sabedoria, força e inspiração, por ter me sustentado em cada etapa desta jornada acadêmica. Sem Sua presença constante, não teria sido possível chegar até aqui.

Aos meus pais, por todo amor, apoio incondicional e pelos valores que me ensinaram e que carrego comigo ao longo da vida. À minha esposa, pelo companheirismo, paciência e incentivo nos momentos mais desafiadores; e aos meus filhos, pela compreensão diante das ausências e por serem minha maior motivação.

Agradeço, com especial consideração, à minha orientadora, Jussara Barbosa, por sua dedicação, orientação criteriosa e incentivo ao desenvolvimento deste trabalho. Sua contribuição foi fundamental para a concretização deste projeto.

Às Faculdades Nova Esperança, por proporcionar a estrutura necessária para minha formação acadêmica e por fazer parte dessa trajetória tão significativa.

A todos que, direta ou indiretamente, que contribuíram para a realização deste trabalho, o meu mais sincero agradecimento.

Resumo

O presente estudo teve como objetivo analisar a segurança do operador durante o uso de aparelhos de raios X portáteis na prática odontológica, além de avaliar suas vantagens, desvantagens, desafios e limitações. Para isso, foi realizada uma revisão integrativa da literatura, de caráter qualitativo, com a seleção de artigos publicados entre 2016 e 2025, nas bases PubMed, LILACS e Google Acadêmico. Utilizaram-se descritores padronizados e operadores booleanos, com critérios de inclusão voltados a estudos relevantes ao tema e de exclusão para artigos incompletos ou não publicados. Foram selecionados seis estudos após triagem sistemática. Os resultados indicaram que os aparelhos portáteis, como o Nomad Pro 2 e o DIOX®, apresentam qualidade de imagem comparável à dos equipamentos fixos, com desempenho superior em algumas situações, como em radiografias de dentes anteriores. A exposição do operador à radiação foi considerada baixa, especialmente com uso de aventais plumbíferos e posicionamento adequado. No entanto, observou-se aumento da radiação dispersa em situações de mau uso, reforçando a importância de treinamento específico. Os dispositivos portáteis mostraram-se vantajosos em contextos de mobilidade restrita, atendimentos domiciliares e aplicações forenses. Contudo, os estudos revisados apontam limitações como a escassez de dados clínicos reais, falta de consenso sobre frequência segura de uso e possível viés por envolvimento com fabricantes. Conclui-se que, embora promissores, os aparelhos de raios X portáteis devem ser utilizados com cautela, obedecendo aos princípios de radioproteção e com regulamentação adequada, para garantir segurança e eficácia na prática odontológica.

Palavras-chaves: Radiografia dentária. Proteção radiológica. Exposição ocupacional.

Abstract

This study aimed to analyze operator safety during the use of portable X-ray devices in dental practice, as well as to evaluate their advantages, disadvantages, challenges, and limitations. An integrative literature review with a qualitative approach was conducted, selecting studies published between 2016 and 2025 from PubMed, LILACS, and Google Scholar. Standardized descriptors and Boolean operators were used. Inclusion criteria focused on studies relevant to the clinical use of portable dental radiography, while exclusion criteria ruled out unpublished or incomplete works. Six articles were selected after systematic screening. Results showed that portable devices such as the Nomad Pro 2 and DIOX® provide image quality comparable to that of conventional wall-mounted units, with superior performance in some cases, particularly for anterior teeth imaging. Operator radiation exposure was considered low when proper shielding (e.g., lead aprons) and positioning techniques were applied. However, improper use could significantly increase scatter radiation, highlighting the importance of operator training. Portable devices proved advantageous in settings with limited mobility, home care, and forensic applications. Nonetheless, the reviewed studies pointed out limitations such as the predominance of laboratory simulations (phantoms), lack of real clinical data, absence of consensus on safe cumulative exposure levels, and potential publication bias due to industry involvement. In conclusion, while portable dental X-ray devices are promising tools—especially in non-traditional clinical environments—their use should follow strict radioprotection protocols and be supported by appropriate regulations to ensure both safety and effectiveness in dental care.

Keywords: Dental x-ray. Radiological protection. Occupational exposure.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 7

METODOLOGIA..... 9

RESULTADOS 12

DISCUSSÃO 18

CONSIDERAÇÕES FINAIS 21

REFERÊNCIAS 22

INTRODUÇÃO

As radiografias intraorais são fundamentais para o diagnóstico de patologias orais, sendo tradicionalmente realizadas com equipamentos fixos ou semimóveis. Historicamente, modelos portáteis foram desenvolvidos para uso militar e humanitário. Contudo, atualmente, eles estão se consolidando em áreas como a odontologia, a arqueologia e a medicina veterinária[1].

Esses dispositivos portáteis, que se assemelham a câmeras, contam com um tubo de raios X, interruptor de irradiação e bateria. Muitos possuem blindagem de chumbo para proteger o operador contra a radiação de retroespalhamento, exigindo que ele permaneça próximo ao paciente durante a exposição[2]. Em contraste, os equipamentos fixos permitem que o operador se afaste ou se posicione atrás de barreiras de proteção. Na odontologia, os aparelhos portáteis são especialmente úteis para pacientes com mobilidade reduzida ou sob anestesia geral, quando o acesso a equipamentos convencionais é dificultado[3].

Apesar do uso predominante de equipamentos fixos ou móveis tradicionais, esses dispositivos nem sempre são adequados para pacientes que não conseguem se deslocar até ambientes ambulatoriais. Isso impulsionou o desenvolvimento e a adoção de modelos portáteis, utilizados em diversas áreas, incluindo a odontologia forense e a medicina veterinária[1]. Esses aparelhos seguem requisitos técnicos similares aos convencionais, como tensão mínima de 50 kVp, corrente de 6 a 10 mA e tempo de exposição entre 0,1 a 0,5 segundos[4].

Com o aumento da utilização de dispositivos portáteis, torna-se ainda mais relevante seguir o princípio ALARA ("As Low As Reasonably Achievable"), que visa minimizar a exposição à radiação. A proximidade constante do operador ao paciente durante os exames levanta preocupações quanto ao cumprimento desse princípio. Estudos recentes têm questionado a viabilidade de manter as doses efetivas em níveis seguros, o que ressalta a importância do conhecimento sobre exposição e doses de radiação[2].

Nesse contexto, as regulamentações como a RDC nº 330/2019 e a Portaria nº 453/1998 estabelecem diretrizes específicas para a proteção radiológica, incluindo limites de exposição ocupacional e a exigência de barreiras de proteção. Em consultórios com apenas um equipamento e carga de trabalho reduzida, o uso de dosímetros individuais pode ser dispensado, conforme previsto na legislação vigente[5].

A crescente adoção desses dispositivos no ambiente clínico odontológico traz vantagens significativas, como a redução de custos e a facilidade de transporte. No entanto, essa praticidade também impõe desafios importantes em termos de radioproteção, fundamentais para garantir a

segurança de profissionais e pacientes durante os exames. Nesse cenário, refletir sobre práticas robustas de radioproteção se faz essencial, especialmente diante da problemática central deste estudo: como integrar essas tecnologias de forma segura e eficaz na rotina da prática odontológica.

Este estudo tem como objetivo analisar, por meio de uma revisão integrativa da literatura, a segurança dos operadores durante exames realizados com aparelhos portáteis de raios X na odontologia, bem como discutir suas vantagens, desvantagens, desafios e limitações.

METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão integrativa, de caráter qualitativo, com objetivo de reunir, por meio de uma pesquisa sistematizada, os conhecimentos consolidados na literatura sobre o uso do raio X portátil na prática clínica odontológica. Para isso, foram empregadas metodologias claras e pertinentes à natureza do estudo. Além de sintetizar as evidências disponíveis, esta revisão também se propôs a identificar lacunas existentes no campo, contribuindo assim para o aprofundamento da discussão sobre a segurança e a aplicabilidade desses dispositivos no contexto odontológico.

Foram incluídos na pesquisa estudos publicados entre os anos de 2016 e 2025. Os critérios de inclusão consideraram pesquisas com metodologias diversas, que abordassem o uso do raio X portátil na Odontologia, publicadas em periódicos indexados e redigidas em língua portuguesa, inglesa ou espanhola. Por outro lado, foram excluídas publicações anteriores a 2016, estudos que não apresentassem dados relevantes sobre o uso do raio X portátil na prática odontológica, artigos sem acesso ao texto completo e produções acadêmicas não publicadas, como teses, dissertações e trabalhos de conclusão de curso.

As fontes de pesquisa usadas para selecionar os estudos foram *Medical Publications* (PubMed)/MEDLINE (incluindo publicações eletrônicas antes da impressão) e LILACS, além do Google Acadêmico, como fonte de literatura cinzenta. Além disso, foi realizada uma busca nas referências dos estudos selecionados. O MeSH (*Medical SubjectHeadings*) e o DECS (Descritores em Ciências da Saúde) foram usados para selecionar os descritores de busca com os operadores booleanos “AND” e “OR”. Além disso, foram também utilizados termos não-MeSH e não-DECS. A busca bibliográfica foi realizada entre outubro de 2024 e maio de 2025 e incluiu a combinação de descritores específica para cada base de dados. As combinações de termos utilizadas estão apresentadas no (Quadro 1).

Quadro 1. Combinação dos descritores utilizados para as buscas nas bases de dados e na literatura cinzenta (Google Acadêmico).

Base de dados	Chaves de Busca
PubMed	((((portable dental equipment[Title/Abstract]) OR (portable intraoral x-ray device[Title/Abstract])) OR (portable dental radiography[Title/Abstract])) OR (portable intraoral radiography[Title/Abstract])) OR (portable handheld x-ray device[Title/Abstract])
LILACS	radiografía dental portátil OR portable dental radiography OR raio-x portátil odontológico
Google Acadêmico	(portable dental equipment OR portable intraoral x-ray device OR portable intraoral radiography) AND (portable handheld x-ray device)

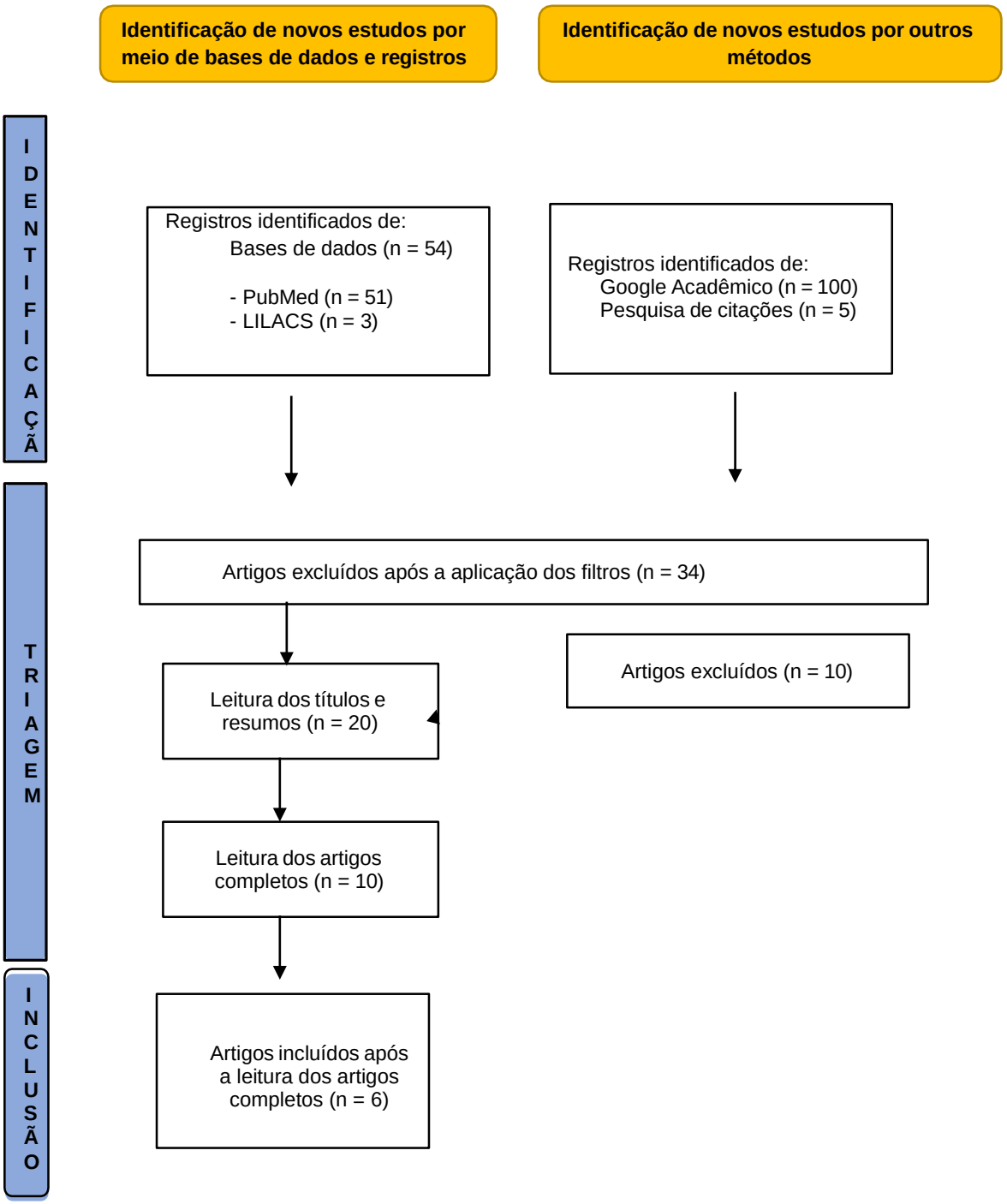
Após essa etapa, aplicou-se um filtro temporal para limitar os resultados a estudos publicados entre 2016 e 2025. Os artigos duplicados e não relacionados ao objetivo da revisão foram removidos com o auxílio do software EndNote Web™ (Thomson Reuters, Toronto, Canadá). Em seguida, os títulos e resumos dos artigos restantes foram analisados para verificar sua aderência aos critérios definidos. Posteriormente, foram realizadas leituras exploratórias para a coleta das informações mais relevantes, com base na questão norteadora e no objetivo do estudo. Os dados obtidos foram organizados em tabelas e, após a coleta completa, os estudos foram avaliados criticamente e submetidos à análise qualitativa.

A seleção dos estudos se deu por meio da aplicação da chave de busca nas bases de dados, utilizando palavras-chave específicas. Os artigos duplicados foram identificados e removidos com base na análise de títulos e resumos. Em seguida, procedeu-se à leitura de títulos e resumos para o refinamento das pesquisas incluídas. Os trabalhos selecionados foram organizados em uma planilha padronizada no Microsoft Word®, com o objetivo de sistematizar os dados metodológicos mais relevantes. Os dados foram categorizados nas seguintes variáveis: autor, ano de publicação, objetivo do estudo, metodologia resumida, principais resultados e conclusões. Esse processo de categorização permitiu a obtenção de informações claras e concisas sobre o tema central, facilitando a construção dos resultados.

Os resultados obtidos, após a análise das vantagens, desvantagens e desafios associados ao uso do raio X portátil na Odontologia, foram organizados em tabelas e em bancos de dados informatizados com o auxílio do programa Microsoft Word® (versão 2407, 2024), de forma a permitir a interpretação sistematizada e coerente das evidências disponíveis na literatura.

Após a aplicação das chaves de busca, foram encontrados 51 artigos na base de dados PubMed, 3 artigos no LILACS e foram analisados os 100 primeiros resultados da busca no Google Acadêmico (Figura 1). Após a aplicação dos critérios de elegibilidade e da leitura dos artigos, foram selecionados 6 artigos para a presente revisão.

Figura 1. Fluxograma das buscas realizadas para a presente revisão integrativa.



RESULTADOS

Todos os estudos incluídos verificaram algumas características específicas dos aparelhos portáteis, como qualidade da imagem e o impacto da experiência dos operadores sobre esse impacto, além do grau de exposição à radiação do operador e do paciente (Tabela 1).

Tabela 1. Estudos incluídos nesta revisão, de acordo com os objetivos e a metodologia proposta.

Autor/ ano	Objetivo	Metodologia
Nitschke et al., 2021 [6]	Avaliar se um aparelho de raio-X portátil (Nomad Pro 2) oferece qualidade de imagem equivalente ou superior à de um aparelho fixo de parede (Heliodent Plus) em radiografias intraorais, com base em parâmetros objetivos de qualidade de imagem. Também foi avaliado o impacto da experiência dos operadores (dentistas, estudantes e auxiliares) sobre essa qualidade.	Utilização de um *phantom* de arcada dentária (modelo DXTTR) para simular exames reais; total de 140 imagens com cada aparelho, cobrindo dentes anteriores, pré-molares, molares e bitewings; avaliação feita por dentistas, estudantes de odontologia e auxiliares, com análise da qualidade de imagem segundo critérios da Associação Dentária Alemã; monitoramento da dose de radiação recebida pelo operador com dosímetro.
Lommen et al., 2021 [7]	Avaliar e comparar a precisão no posicionamento das imagens radiográficas dentárias utilizando um dispositivo portátil (Nomad Pro 2) e um dispositivo fixo de parede (Heliodent Plus).	Foram utilizadas 80 radiografias com cada aparelho (total de 160 imagens), feitas por um cirurgião bucomaxilofacial experiente; os exames foram realizados com um *phantom* que simula a anatomia real; foi usado um *crosshair* para medir os desvios horizontais e verticais do centro da imagem e os desvios angulares da perpendicularidade (em graus).
Makdissi et al., 2016 [8]	Investigar o nível de exposição à radiação do operador ao utilizar um aparelho portátil de raio-X (NOMAD Pro) em diferentes posições de uso, simulando situações clínicas reais.	Foi utilizado um aparelho NOMAD Pro montado em tripé com controle remoto; um *phantom* maxilofacial representou o paciente e um manequim humano simulou o operador; dosímetros termoluminescentes (TLDs) foram posicionados em várias partes do "corpo" do operador: olhos, tireoide, tronco, cintura, mãos e pés; a radiação foi estimada para uma carga de trabalho de 100 radiografias por semana, 46 semanas por ano (4.600 exposições/ano).
Smith et al., 2019 [2]	Avaliar a radiação dispersa (*stray radiation*) que atinge o operador durante o uso de cinco modelos diferentes de aparelhos portáteis de raio-X intraoral (HIDXDs),	Teste com cinco modelos de aparelhos: BIOX-IPX 0, Nomad Pro 2, SAF-3000, Xray2Go e Zen-PX2; utilização de um *phantom antropomórfico* para simular o

	simulando a zona de ocupação mais significativa (SZO) – ou seja, onde o operador normalmente se posiciona.	paciente; as medições foram feitas em 63 pontos distribuídos num plano vertical atrás do equipamento (160x60 cm), a 10 cm de distância — posição típica do operador; equipamentos usados: câmara de ionização de grande volume (1800 cc), calibrada, apropriada para baixas intensidades de radiação.
Stamm et al., 2021 [9]	Avaliar a segurança radiológica e a viabilidade do uso da unidade portátil de raio-X NOMAD em contextos forenses na Argentina.	Utilização de *phantom* para simular pacientes (deitados e sentados); medição das taxas de radiação com detector Geiger-Müller e câmara de ionização; avaliação da retrodispersão nos órgãos mais radiossensíveis do operador: cristalino dos olhos e gônadas; testes realizados com e sem o uso de avental de chumbo, simulando diferentes posturas de operação do equipamento.
Zenóbio et al., 2019 [10]	Avaliar os parâmetros de exposição, proteção radiológica, dose absorvida pelo paciente e qualidade da imagem radiográfica do equipamento portátil intraoral DIOX®.	Parâmetros técnicos: medições com detector Xi UNFORS para tensão do tubo (kV), corrente (mA), tempo de exposição e Kerma no ar; Radiação secundária: avaliada com câmara de ionização de 1800 cc em três regiões do operador (crânio, abdômen e gônadas), com e sem o uso do protetor acrílico plumbífero; Dose absorvida no paciente: utilização de dosímetros termoluminescentes (TLD-100H) em simulador antropomórfico Alderson RANDO.; Qualidade da imagem: comparação de imagens obtidas com o DIOX® e dois aparelhos convencionais (CS 2200® e Heliodent Plus®), utilizando três sensores digitais (Kodak RVG 5000®, Kodak PSP® e EVO Micro Image®)

Todos os estudos apontam que a qualidade da imagem dos aparelhos portáteis é comparável à de aparelhos fixos, com variações de acordo com o sensor e a experiência do operador (Tabela 2). A radiação dispersa é significativamente reduzida com o uso do avental plumbífero, mantendo-se abaixo dos limites regulatórios. A exposição ao operador pode aumentar se o posicionamento for incorreto, especialmente sem proteção e com o aparelho muito próximo ao corpo. Há um consenso de que o uso de portáteis deve ser justificado clinicamente, como em situações com pacientes acamados, em áreas de desastre ou em odontologia forense.

Tabela 2. Principais resultados e conclusões dos estudos incluídos nesta revisão.

Autor/ ano	Principais resultados	Conclusões
Nitschke et al., 2021 [6]	A qualidade da imagem geral foi semelhante entre os aparelhos portátil e fixo; o Nomad Pro 2 superou o aparelho fixo na qualidade das imagens de dentes anteriores, com diferenças estatisticamente significativas; os cirurgiões-dentistas obtiveram melhores imagens com o aparelho portátil do que estudantes e auxiliares, especialmente em regiões de molares; a dose total de radiação recebida por operadores usando o portátil foi baixa (0,1 mSv em 203 imagens); não houve diferença significativa na qualidade das imagens de bitewings entre os dois aparelhos – mas o portátil teve desempenho ligeiramente superior.	O Nomad Pro 2 é capaz de produzir imagens de qualidade comparável ou superior às de aparelhos fixos, especialmente em dentes anteriores; o uso do dispositivo portátil demonstrou curva de aprendizado curta, especialmente com operadores treinados; o uso de dispositivos portáteis pode ser benéfico em ambientes clínicos móveis, como hospitais, casas de repouso ou em pacientes com mobilidade reduzida; mesmo com a proximidade do operador, a exposição à radiação permanece dentro de limites seguros.
Lommen et al., 2021 [7]	O dispositivo fixo (Heliodent Plus) teve melhor desempenho na centralização (Desvios menores no eixo X e Y ($p = 0.042$ e $p = 0.020$, respectivamente). O dispositivo portátil (Nomad Pro 2) foi significativamente mais preciso na angulação correta do feixe (Melhor alinhamento no plano horizontal ($p < 0.001$); melhor alinhamento no plano vertical ($p < 0.001$); a dose total medida foi levemente maior com o portátil **(**Nomad Pro 2: 0.0205 mGy; Heliodent Plus: 0.0105 mGy).	O Nomad Pro 2 apresenta alta precisão no alinhamento perpendicular da imagem, o que é essencial para imagens diagnósticas de qualidade; o Heliodent Plus foi melhor para centralizar o alvo da imagem, mostrando-se mais reprodutível; ambos os aparelhos são adequados para uso clínico, mas o desempenho do portátil indica que ele pode ser eficaz em ambientes hospitalares, especialmente em situações emergenciais ou em pacientes com mobilidade reduzida; treinamento e experiência do operador são fatores-chave para bons resultados com dispositivos portáteis.
Makdissi et al., 2016 [8]	A maior dose de radiação foi registrada na palma da mão esquerda na posição 3 (0.0310 mGy); o dedo indicador direito também teve exposição relevante (~0.0120 mGy); A posição do dispositivo em relação ao operador afeta significativamente os níveis de exposição; afastar o aparelho do corpo e evitar ângulos perpendiculares ao solo reduz	O uso de aparelhos portáteis aumenta levemente a exposição do operador, mas os valores permanecem bem abaixo dos limites regulamentares internacionais (como os do Reino Unido e EUA); os

	a exposição; mesmo com o uso do escudo de proteção embutido, partes como mãos, cintura e tireoide ainda recebem pequenas doses de radiação.	*Wall-mounted* (fixos) ainda são mais seguros quanto à exposição zero, pois permitem o uso a distância; o posicionamento correto do aparelho portátil é crucial: operadores devem se manter atrás da área de proteção do escudo antirradiação; recomenda-se o uso de dosímetros pessoais, treinamento rigoroso e auditorias regulares para garantir segurança; aparelhos portáteis são muito úteis em ambientes como UTIs, visitas domiciliares e odontologia forense, mas não devem substituir os aparelhos fixos em consultórios tradicionais.
Smith et al., 2019 [2]	A radiação dispersa é heterogênea, sendo maior abaixo da altura de 120 cm, por causa do ângulo de 10° do feixe primário. Órgãos sensíveis, como tireoide, mama, gônadas e cristalino, podem estar mais expostos dependendo da altura e posição em que o operador segura o aparelho. As exposições superam aquelas observadas em aparelhos fixos, onde o operador está distante ou protegido.	A exposição à radiação dispersa em aparelhos portáteis é significativamente maior que em aparelhos fixos com acionamento remoto ou proteção física. Recomenda-se que aparelhos portáteis só sejam utilizados quando realmente necessários, como em casos de mobilidade limitada do paciente ou ausência de infraestrutura. Para manter a dose "tão baixa quanto razoavelmente possível" (princípio ALARA), operadores devem avaliar se o uso do portátil é a única opção viável.
Stamm et al., 2021 [9]	A retrodispersão no cristalino foi menor quando o paciente estava deitado; a dose nas gônadas foi menor quando o paciente estava sentado; a maior taxa de dose dispersa registrada foi de 350,8 µSv/h, nas gônadas, sem uso de proteção.	O equipamento portátil NOMAD é seguro para uso forense, desde que sejam seguidos protocolos de proteção como uso de avental plomado, monitoramento com dosímetros e delimitação de uma pequena zona de exclusão (4 metros) durante a exposição; as doses registradas ficaram bem abaixo dos limites nacionais

		e internacionais recomendados, como os estabelecidos na legislação argentina (Lei 17.557 e Resolução 427/2001); O equipamento se mostrou eficaz em contextos forenses reais, como no caso da tragédia aérea de La Rioja em 2015, em que foi essencial para a identificação de vítimas.
Zenóbio et al., 2019 [10]	Desempenho Técnico: o DIOX® apresentou precisão e reprodutibilidade nos parâmetros de exposição, com desvio de tensão de 3,2% e reprodutibilidade de 1,1%, dentro dos limites tolerados; o diâmetro do campo de radiação foi de 5,8 cm, conforme a legislação brasileira, mas acima do recomendado pela Comissão Europeia (<5 cm); a camada semi-redutora (CSR) foi de 2,7 mmAl, atendendo às normas internacionais. Radiação Secundária no Operador: sem o protetor acrílico, a região das gônadas recebeu a maior dose (0,057 mSv/semana); com o uso do protetor, a dose foi reduzida para 0,012 mSv/semana, significativamente abaixo dos limites estabelecidos. Dose Absorvida pelo Paciente: as maiores doses foram observadas nas glândulas submandibulares e sublinguais do lado esquerdo (0,57 mGy) e na mucosa oral esquerda (0,39 mGy), abaixo dos níveis de referência internacionais. Qualidade da Imagem: a combinação do DIOX® com o sensor Kodak RVG 5000® obteve a melhor pontuação (2 - excelente) na avaliação de imagem, superando os aparelhos convencionais; com o sensor Kodak PSP®, a imagem foi considerada boa (pontuação 1); com o sensor EVO Micro Image®, a qualidade foi insatisfatória (pontuação 0), tornando a imagem inutilizável.	O DIOX® demonstrou conformidade com os critérios de controle de qualidade e proteção radiológica, segundo padrões internacionais. O uso do protetor acrílico é essencial para garantir a segurança do operador, reduzindo significativamente a exposição à radiação secundária. A qualidade das imagens radiográficas obtidas com o DIOX® é comparável à de aparelhos convencionais, especialmente quando utilizado com sensores adequados. É recomendada a utilização de tripé para evitar movimentações durante a exposição, devido ao peso do aparelho (1,8 kg) e aos tempos de exposição mais longos.

DISCUSSÃO

A utilização do raio X portátil na Odontologia tem ganhado cada vez mais destaque em virtude da crescente demanda por métodos radiográficos mais acessíveis, dinâmicos e adaptáveis às diferentes realidades clínicas. Esse tipo de dispositivo tem se mostrado especialmente relevante para viabilizar diagnósticos precisos em locais e contextos nos quais o acesso a equipamentos convencionais é restrito ou inexistente. Sua capacidade de uso em diferentes ambientes, como clínicas com espaço reduzido, atendimentos domiciliares ou instituições de longa permanência, representa um avanço significativo na democratização da radiologia odontológica e na oferta de um atendimento mais humanizado, ágil e personalizado[11].

Além do uso odontológico tradicional, o aparelho de raio X portátil tem ampliado sua atuação em outras frentes, como em casas de repouso, em cuidados domiciliares com pacientes com mobilidade reduzida, em indivíduos com necessidades especiais, sejam elas físicas, mentais ou psicológicas, em pacientes sedados, que não conseguem cooperar com os requisitos posicionais exigidos para a radiografia convencional, e também em contextos de atuação forense[13]. Essa versatilidade amplia consideravelmente a aplicabilidade do equipamento e reforça sua importância no atendimento a populações específicas, muitas vezes negligenciadas pelos modelos convencionais de cuidado em saúde.

Entre as principais vantagens associadas ao uso dos aparelhos portáteis de raio X, destaca-se a mobilidade, característica que se alinha diretamente às exigências contemporâneas de agilidade e eficiência nos serviços de saúde. Essa mobilidade contribui para a otimização do fluxo de trabalho clínico, reduzindo deslocamentos desnecessários de pacientes e agilizando o processo diagnóstico[14]. Além disso, esses dispositivos frequentemente incorporam tecnologias digitais que permitem a visualização imediata das imagens radiográficas, o que potencializa a tomada de decisões clínicas e melhora a resposta terapêutica ao paciente[15]. A convergência entre portabilidade e digitalização, portanto, posiciona esses aparelhos no cerne da odontologia digital, que busca unir precisão, eficiência e conforto para o paciente.

A literatura revisada, como demonstrado por Nitschke et al.[6] e Lommem et al.[7], reforça a viabilidade diagnóstica dos aparelhos portáteis, como o Nomad Pro 2®, cuja qualidade de imagem, especialmente em regiões anteriores, pode ser comparável e em alguns casos superior à obtida por aparelhos fixos. No entanto, esses estudos também evidenciam que a qualidade da imagem está diretamente relacionada à experiência e habilidade do operador, o que pode ser uma limitação em contextos em que os profissionais não receberam treinamento adequado. Outro fator técnico importante apontado nos estudos se refere à influência do tipo de sensor digital utilizado,

uma vez que a legibilidade e a nitidez da imagem também dependem do receptor, e não apenas do emissor.

Em termos de segurança ocupacional, a maioria dos estudos analisados, incluindo Makdissi et al.[8], Stamm et al.[9] e Smith et al.[2], sugere que os aparelhos portáteis, quando utilizados de forma correta e com os dispositivos de proteção adequados, geram níveis baixos de radiação para o operador. No entanto, o estudo de Smith et al.[2] chama atenção para a heterogeneidade da radiação dispersa, demonstrando, mediante 63 pontos de medição, que a posição e a altura do equipamento podem influenciar significativamente os níveis de exposição em órgãos sensíveis, como a tireoide, as mamas e as gônadas. Tal achado sugere que o uso repetido e prolongado desses aparelhos, sem controle rigoroso, pode acarretar riscos cumulativos à saúde do operador, especialmente em profissionais que não fazem uso adequado de aventais plumbíferos, escudos de proteção ou não respeitam a distância mínima recomendada.

No campo da Odontologia Forense, o estudo argentino de Stamm et al.[9] reforça a relevância do raio X portátil, ao destacar sua utilidade em contextos extremos, como desastres de massa. O uso do dispositivo Nomad em situações como a tragédia aérea ocorrida em La Rioja, na Argentina em 2015, demonstrou sua eficiência tanto em termos de agilidade quanto de qualidade diagnóstica, atuando como uma ferramenta estratégica no processo de identificação de vítimas. Isso evidencia a importância de tecnologias móveis em cenários emergenciais, nos quais o tempo e a adaptabilidade são fatores determinantes.

Apesar dos benefícios evidenciados, os aparelhos de raio X portáteis ainda enfrentam desafios importantes. O custo inicial elevado constitui um entrave à sua adoção por clínicas de pequeno porte ou por profissionais autônomos, o que limita sua acessibilidade[16]. Além disso, a necessidade de treinamento técnico específico para o manuseio seguro e eficaz desses dispositivos representa outro ponto crítico. A literatura aponta que o uso inadequado, seja por desconhecimento técnico ou negligência às normas de radioproteção, pode resultar em exposições desnecessárias, colocando em risco tanto o operador quanto o paciente[17]. A falta de padronização normativa e a variabilidade das exigências regulatórias entre diferentes países tornam o cenário ainda mais complexo, especialmente no que diz respeito à fiscalização e controle de qualidade desses equipamentos[18].

Quanto às limitações dos estudos incluídos nesta revisão, destaca-se que grande parte deles possui natureza experimental, sendo conduzidos com *phantoms* (manequins simuladores), o que dificulta a extrapolação dos resultados para situações clínicas reais. Além disso, não há consenso na literatura quanto à frequência de uso segura para operadores em termos de exposição

cumulativa, tampouco há estudos que avaliam o impacto econômico da adoção desses dispositivos, a aderência dos profissionais ao uso correto ou a eficácia de programas de treinamento. A predominância de estudos financiados por fabricantes ou com potenciais conflitos de interesse também levanta questionamentos sobre a imparcialidade de alguns resultados, indicando a necessidade de investigações independentes e mais abrangentes.

Diante do exposto, fica evidente que os aparelhos de raio X portáteis representam uma tecnologia promissora, com elevado potencial de impacto na prática odontológica contemporânea. No entanto, sua implementação segura e eficaz depende de fatores estruturais, regulatórios e educacionais que ainda carecem de consolidação. Assim, torna-se imprescindível fomentar pesquisas clínicas mais robustas, promover capacitação profissional continuada e avançar na formulação de diretrizes normativas que assegurem a proteção dos profissionais e dos pacientes, garantindo, ao mesmo tempo, os benefícios que essa tecnologia pode oferecer.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos analisados evidenciam que, quando utilizados com os devidos cuidados e equipamentos de proteção, os aparelhos portáteis podem oferecer baixos níveis de exposição à radiação para o operador, além de imagens com qualidade comparável às obtidas por dispositivos fixos. No entanto, sua eficácia e segurança estão diretamente relacionadas à capacitação técnica do profissional e à adoção de protocolos rigorosos de radioproteção.

Apesar das inúmeras vantagens, persistem desafios importantes relacionados ao custo de aquisição, à regulamentação normativa, à necessidade de treinamento específico e à escassez de estudos clínicos independentes que avaliem o impacto real desses dispositivos na prática odontológica. Além disso, limitações metodológicas dos estudos existentes, como o uso predominante de *phantoms* e o possível viés de financiamento por fabricantes, indicam a necessidade de novas pesquisas mais abrangentes e imparciais. Dessa forma, a incorporação do raio X portátil à rotina clínica deve ser acompanhada de políticas que garantam a segurança radiológica, a qualificação profissional e a padronização do uso desses dispositivos. Somente assim será possível equilibrar os benefícios oferecidos por essa tecnologia com a responsabilidade ética de proteger a saúde de pacientes e profissionais.

REFERÊNCIAS

1. Moraes Neto AB. Calcificações em tecido mole e seus achados incidentais em radiografias panorâmicas: revisão de literatura. Remecs. 2018;4(1):1–3.

2. Smith R, Tremblay R, Wardlaw GM. Evaluation of stray radiation to the operator for five hand-held dental X-ray devices. Dentomaxillofac Radiol. 2019;48(5):20180301.

3. Barriquello GS. Utilização de aparelhos de raios-x portáteis na odontologia e os níveis de exposição à radiação dispersa: uma revisão de literatura. 2021.

4. Berkhout WER, 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). Dento maxillo facial radiology, 2015, 44(6): 20140343

5. Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Requisitos de proteção radiológica e segurança para serviços de radiologia diagnóstica. Disponível em: https://repositorio.mcti.gov.br/handle/mctic/4630. Acesso em: 18 de abril de 2025.

6. Nitschke J, Schorn L, Holtmann H, Zeller U, Handschel J, Sonntag D, et al. Image quality of a portable X-ray device (Nomad Pro 2) compared to a wall-mounted device in intraoral radiography. Oral Radiol. 2021;37:224–30.

7. Lommen J, Schorn L, Nitschke J, Sproll C, Zeller U, Kübler NR, et al. Accuracy in positioning of dental X-ray images – A comparative study of a portable X-ray device and a wall-mounted device. Saudi Dent J. 2021;33(8):884–9.

8. Makdissi J, Pawar RR, Johnson B, Chong BS. The effects of device position on the operator's radiation dose when using a handheld portable X-ray device. Dentomaxillofac Radiol. 2016;45(6):20150245. doi:10.1259/dmfr.20150245.

9. Stamm AD, La Pasta AA, Müller AS, Rolón Lara MC, Pujol MH, Vázquez DJ. Aplicación forense de tecnología radiográfica dental portátil en Argentina: estado actual y perspectivas futuras. Rev Fac Odontol Univ Buenos Aires. 2021;36(82):49–53.

10. Zenóbio EG, Zenóbio MA, Azevedo CD, Nogueira MDS, Almeida CD, Manzi FR. Assessment of image quality and exposure parameters of an intraoral portable X-rays device. Dentomaxillofac Radiol. 2019 Mar;48(3):20180329.

11. Escudero ME, Lopez H, Vázquez RL. Portable X-ray devices: Enhancing dental services. Int J Dent Stud. 2020;65(1):54–60.

12. Lindner C, Robertson T, Nguyen P. Mobile X-ray systems in dental healthcare: A systematic review. J Mobile Healthc. 2021;44(5):341–55.

13. Ramesh DN, Wale M, Thriveni R, Byatnal A. Hand-held X-ray device: A review. J Indian Acad Oral Med Radiol 2018; 30:153-7.

14. Ahrari F, Hosseini A, Abedini N. Advances in portable radiographic equipment in dental practice: a systematic review. J Dent Technol. 2022;47(3):231–9.

15. Kim T, Lee S, Park J. Technological improvements in dental imaging: Moving towards portability and efficiency. Imaging Dent. 2021;51(2):96–105.

16. Ramos F, Carvalho MP. Economic feasibility of portable radiographic devices in dentistry. Health Econ Manag. 2021;12(4):277–82.

17. Garcia JL, Almeida RS. Radiation safety in the use of portable X-ray devices in dentistry. Radiat Prot J. 2022;29(4):115–22.

18. Silva D, Morais A. Regulatory aspects of portable radiographic devices in dental practices. Health Policy J. 2023;19(6):512–20.