



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ CENTRO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DEPARTAMENTO DE
MEDICINA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM
GESTÃO, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA
E EMERGÊNCIA



Rafael de Almeida Brandão

Uso do raio-x portátil pré-hospitalar em cena de acidente

Maringá
2026

Rafael de Almeida Brandão

Uso do raio-x portátil pré-hospitalar em cena de acidente

Dissertação apresentada ao Curso De Mestrado Profissional Em Gestão, Tecnologia E Inovação Em Urgência E Emergência da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Inovação Tecnológica no atendimento de urgência e emergência ou Qualidade em gestão de urgência e emergência.

Orientador: Prof. Dr. William César Cavazana

Maringá
2026

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial do Hospital Universitário da Universidade Estadual de
Maringá, Maringá – PR., Brasil)

Brandão, Rafael de Almeida

B817u Uso do raio-x portátil pré-hospitalar em cena de acidente
/ Rafael de Almeida Brandão. -- Maringá, PR, 2026.

82 f. : il., figs.

Orientadora: Prof. Dr William César Cavazana

Dissertação (Mestre em Gestão, Tecnologia e Inovação em Urgência e Emergência) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências da Saúde, Departamento de Medicina, Programa de Mestrado Profissional em Gestão, Tecnologia e Inovação em Urgência e Emergência, 2026.

1. Emergência médica. 2. Traumatologia. 3. Medicina de emergência. 4. Assistência pré-Hospitalar. 5. Diagnóstico por imagem. 6. Tratamento de Emergência. 7. Radiologia. 8. Aparelho de radiografia portátil. 9. Raios. I. Cavazzana, William César, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências da Saúde. Departamento de Medicina. Programa de Mestrado Profissional em Gestão, Tecnologia e Inovação em Urgência e Emergência. IV. Título.

CDD 23.ed. 616.025



Universidade Estadual de Maringá

Centro de Ciências da Saúde

Departamento de Medicina

Programa de Pós-Graduação em Gestão, Tecnologia e Inovação
em Urgência e Emergência-Modalidade Mestrado Profissional



ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA, MODALIDADE MESTRADO PROFISSIONAL DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ.

1 Aos dois dias do mês de março de dois mil e vinte e seis, às quatorze horas na sala
2 doze do Departamento de Medicina, realizou-se a apresentação em sessão pública da
3 defesa de Dissertação de Mestrado intitulada “Uso do Raio-X portátil pré-hospitalar
4 em cena de acidente” do Mestrando **Rafael de Almeida Brandão**, Registro
5 Acadêmico nº 405.708, turma 6. A comissão examinadora nomeada através da
6 Portaria nº 006/2026-PROFURG, é constituída pelo Prof. Dr. William César Cavazana
7 (Orientador/Presidente), Prof. Dr^a Elisabete Mitiko Kobayashi (Primeira
8 Examinadora) e Prof. Dr. Edson Roberto Arpini Miguel (Segundo Examinador). Após
9 apresentação e arguição, o Mestrando foi APROVADO pela Banca Examinadora.
10 Nada mais havendo a tratar, o Prof. Dr. William César Cavazana,
11 Orientador/Presidente da Banca, lavrou a presente ata que vai assinada pela Banca
12 Examinadora.

Prof. Dr. William César Cavazana
Orientador/Presidente
PROFURG

Prof. Dr^a Elisabete Mitiko Kobayashi
Primeira Examinadora
UEM/DMD

Prof. Dr. Edson Roberto Arpini Miguel
Segundo Examinador
UEM/PROFURG

RESUMO

O avanço tecnológico na radiologia tem permitido o desenvolvimento de equipamentos portáteis, como o raio-X portátil, que pode ser utilizado no atendimento pré-hospitalar para a triagem inicial de vítimas de trauma. No entanto, no Brasil, a ausência de regulamentação específica para seu uso na cena de acidentes gera desafios técnicos e normativos. O objetivo deste estudo foi analisar a viabilidade e as implicações do uso do raio-X portátil no contexto pré-hospitalar, considerando aspectos técnicos, regulatórios, de proteção radiológica e segurança ocupacional. Trata-se de uma revisão de literatura baseada na análise de artigos científicos, normativas regulatórias e diretrizes sobre radiologia, dosimetria, proteção radiológica e uso de equipamentos portáteis em emergências. Foram selecionados estudos publicados em bases indexadas e documentos oficiais de órgãos reguladores nacionais e internacionais. Os resultados indicaram que, embora o raio-X portátil seja uma ferramenta nova e útil no diagnóstico inicial de lesões traumáticas, sua aplicação enfrenta barreiras devido à ausência de normativas específicas, aos desafios de proteção radiológica no ambiente externo e à necessidade de capacitação dos operadores. Conclui-se que a regulamentação do uso do raio-X portátil no atendimento pré-hospitalar é essencial para que este equipamento possa ser utilizado no Brasil sendo necessária a atualização das normas brasileiras para contemplar esta nova tecnologia.

Palavras-chave: Radiologia; Aparelho de Radiografia Portátil; Assistência Pré-Hospitalar; Tratamento de Emergência; Raios X, Diagnóstico por Imagem.

ABSTRACT

Technological advances in radiology have enabled the development of portable equipment, such as portable X-ray machines, which can be used in pre-hospital care for the initial screening of trauma victims. However, in Brazil, the absence of specific regulations for its use at accident scenes presents technical and regulatory challenges. This study aimed to analyze the feasibility and implications of using portable X-ray machines in pre-hospital settings, considering technical, regulatory, radiological protection, and occupational safety aspects. This is a literature review based on the analysis of scientific articles, regulatory standards, and guidelines on radiology, dosimetry, radiological protection, and the use of portable equipment in emergencies. Studies published in indexed databases and official documents from national and international regulatory bodies were selected. The results indicated that while portable X-ray is a useful tool for the initial diagnosis of traumatic injuries, its application faces barriers due to the absence of specific regulations, radiological protection challenges in external environments, and the need for operator training. It is concluded that regulating the use of portable X-ray machines is essential to ensure its use in Brazil, requiring updates to Brazilian rules to include this new technology.

Keywords: Radiology; Portable X-Ray; Pre-hospital care; Prehospital Care; Emergency Treatment; X-Rays. , Diagnostic Imaging.

LISTA DE SIGLAS

ANVISA - Agência Nacional De Vigilância Sanitária CONTER - Conselho Nacional De Técnicos em Radiologia.

CNEN - Comissão Nacional De Energia Nuclear (CNEN).

ALARA – Tão Baixo Quanto Razoavelmente Provável RES – Registros Eletrônicos De Saúde.

APH – Atendimentos Pré-Hospitalares.

ATLS – “Advanced Trauma Life Support” – Suporte Avançado De Vida No Trauma.

LISTA DE FIGURAS E QUADROS

Figura 1 - Processo de identificação.....	29
Quadro 1- Resumo dos estudos na revisão	34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.2 LACUNA DA LITERATURA.....	14
1.3 REVISÃO DA LITERATURA EM SUPORTE À LACUNA DA LITERATURA	16
1.3.1 Uso do Raio-X Portátil	16
1.3.2 O uso de aplicativos móveis em situações pré-hospitalares	18
1.4 JUSTIFICATIVA	19
1.5 OBJETIVOS	21
1.5.1 Objetivo Geral	21
3.4 REFERÊNCIAS	Erro! Indicador não definido.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da tecnologia na Área de Saúde é essencial para aprimorar os serviços de atendimento pré-hospitalar em casos de urgência e emergência. O desenvolvimento de tecnologia e métodos médicos não apenas melhora a eficácia das equipes de socorro, mas também eleva as probabilidades de sobrevivência dos feridos. Dentre as inovações mais significativas, sobressai o emprego do aparelho de raio-X móvel portátil, que possibilita a captura de imagens para diagnóstico no local do sinistro. Essa habilidade de efetuar exames de imagem instantaneamente oferece uma análise imediata das condições da pessoa afetada, permitindo que as equipes de resgate realizem intervenções de forma mais rápida e precisa. Diminuir o intervalo até que uma decisão clínica seja feita é essencial, principalmente em situações de trauma, onde cada instante é decisivo para a eficácia do atendimento.

O aparelho de raio-X portátil foi utilizado pela primeira vez em transporte aeromedico em atendimento de uma vítima de explosão com queimaduras de terceiro grau. Uma radiografia de tórax foi obtida, mostrando claramente os campos pulmonares (Omori, 2019)

A radiologia é um componente essencial na medicina de emergência, fornecendo imagens detalhadas que auxiliam na identificação de fraturas, hemorragias internas e danos estruturais resultantes de traumas de alta energia. Os elementos técnicos e logísticos são igualmente essenciais para a eficácia da utilização do raio-X móvel na assistência pré-hospitalar. O uso do raio-X portátil é uma alternativa complementar junto ao atendimento inicial do paciente traumatizado previsto no ATLS – “Advanced Trauma Life Support” para diagnóstico in situ de lesões torácicas. (Galvez *et al.*, 2020; American College of Surgeons, 2025).

A inovação tecnológica visa contribuir para diminuir o intervalo de tempo entre o atendimento e a tomada de uma decisão clínica tornando-se essencial, principalmente em situações de trauma, onde cada instante é crucial para a eficiência do cuidado (Gao *et al.*, 2023).

A segurança biológica é um fator fundamental que deve ser levado em conta na adoção de raio-X móvel nos serviços pré-hospitalares. A exposição à radiação ionizante, mesmo que em quantidades tidas como seguras, deve ser reduzida ao máximo, principalmente em locais onde várias ações médicas acontecem ao mesmo tempo. A gestão correta dos resíduos produzidos pelo uso de equipamentos de radiologia e o cumprimento das normas de segurança são fundamentais para salvaguardar tanto os pacientes quanto as equipes de emergência e a comunidade em geral. Foi a Portaria 453 de 1988 a primeira publicação a cargo da Agência Nacional de Vigilância Sanitária-ANVISA a delinear e nortear a execução dos procedimentos de radiodiagnóstico no Brasil com o intuito de oferecer segurança aos pacientes e profissionais de saúde. Com o desenvolvimento tecnológico e o surgimento de novos equipamentos e terapias o Ministério da Saúde do Brasil através da ANVISA editou a Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) de Número 50 de fevereiro de 2002 que detalha sobre o regulamento técnico para planejamento e projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde (Brasil, MS 2002). Posteriormente, a RDC de Número 330 em dezembro de 2019 apresenta o escalonamento para implantação radiodiagnóstica em estabelecimentos de saúde de acordo com a complexidade dos procedimentos, as implicações laborais de execução e proteção radiológica entre pacientes e profissionais de saúde, gerenciamento de risco, e educação continuada. No entanto, na RDC 330/2019 constata-se a ausência de orientações claras referentes à biossegurança no manuseio de raio-demonstrando as dificuldades regulatórias, logísticas, e de educação e treinamento para os trabalhadores da saúde que precisarão manusear os dispositivos de raio-X portátil seguindo normas definidas que são fundamentais para assegurar a segurança e a efetividade da utilização dessa tecnologia (Sales *et al.*, 2021). Neste ínterim a RDC de Número 440 de novembro de 2020 elucida as restrições de doses radioativas dependendo do ambiente reajustes na proteção individual dos profissionais de Saúde. Em março de 2022 a ANVISA publica a RDC de Número 611 revogando a a RDC 330/2019 e 440/2020 como forma de consolidação e unificação destas duas RDC que embora revogadas, tiveram o seu mérito mantido (Vidotto *et al.*, 2023). Constata-se assim que no Brasil, há ausência de regulamentação

específica que autorize claramente o uso do raio-X portátil em cenas de acidentes gerando uma lacuna normativa e uma incerteza jurídica para os profissionais de saúde atuantes nestes cenários.

Os elementos técnicos e de logística são essenciais para a eficácia da utilização do raio- X portátil no cuidado pré-hospitalar. A física relacionada à radiologia que guia o uso desses aparelhos é complicada e necessita de treinamento específico para assegurar a proteção dos pacientes e dos trabalhadores envolvidos. A gestão da dosimetria, a calibração dos equipamentos gestão de resíduos e a implementação de métodos de proteção radiológica embora estudados em diferentes equipamentos de radiologia intervencionista, não consideraram abranger o uso de aparelho de raio-X portátil mesmo em publicações recentes(Forell *et al.*, 2024) e desta forma, destaca-se a ausência de orientações claras relacionadas à biossegurança no emprego de raio-X portátil o que pode levar a ações impróprias que elevam a probabilidade de exposição à radiação e colocam a saúde da população em risco.

Além das dificuldades relacionadas a regulamentação e logística, a educação e o aprimoramento constante dos trabalhadores da saúde que manuseiam dispositivos de raio-X portáteis são fundamentais para assegurar a segurança e a efetividade da utilização dessa tecnologia. O aprendizado em radiologia e a atualização acerca das práticas recomendadas são essenciais para que os profissionais entendam os perigos ligados à radiação e conheçam formas de reduzi-los. Cursos de capacitação que enfatizem tanto o funcionamento técnico do aparelho quanto as diretrizes de segurança podem contribuir para estabelecer uma mentalidade de responsabilidade e zelo entre os profissionais da saúde. Essa metodologia não só aprimora a excelência do serviço prestado, mas também consolida a crença da equipe de salvamento no emprego de inovações tecnológicas, como o aparelho de raio-X móvel portátil (Vidotto *et al.*, 2023). De maneira comparativa, a incorporação de novas tecnologias como o aparelho de raio-X portátil em diversos cenários precisa estar acompanhada por uma discussão ética e científica acerca de sua aplicação. A supervisão e a padronização do equipamento de raio-X portátil precisam levar em conta tanto a sua eficiência clínica quanto as questões éticas relacionadas ao seu uso em eventos de emergência. A

adoção de normas que assegurem a proteção dos pacientes e dos profissionais deve fundamentar-se em análises científicas sólidas e em uma avaliação minuciosa das práticas vigentes. A elaboração de protocolos que incluam a tecnologia de maneira segura e eficiente nos serviços de atendimento pré-hospitalar é fundamental para que o Brasil possa se adequar às melhores práticas globais.

Com isso, embora a utilização do aparelho de raio-X móvel possa transformar o atendimento pré-hospitalar no Brasil, sua adoção encontra obstáculos importantes que precisam ser tratados com cuidado e ação. É fundamental que as entidades reguladoras, em parceria com os profissionais da saúde e pesquisadores, trabalhem juntas para estabelecer um quadro normativo que promova a utilização segura dessa tecnologia (Forell *et al.*, 2024). Vencer os obstáculos regulatórios, tecnológicos e logísticos, junto com a capacitação constante dos profissionais, pode ajudar a proporcionar um serviço mais eficaz e seguro. A criação de normas bem definidas e a fomento de uma cultura de segurança podem não só ajudar na adoção do raio-X portátil, mas também assegurar que sua aplicação traga benefícios reais para as vítimas de trauma em casos de emergência.

Já existem equipamentos móveis de radiodiagnóstico como os arcos em C, equipamentos para radiografias a beira leito e equipamentos de radiografia odontológica (Forell *et al.*, 2024; Amaral e Moraes, 2021). A vigilância sanitária e a legislação ambiental também impõem desafios para a utilização do raio-X portátil em campo. O transporte, calibração e destinação de resíduos radioativos devem seguir padrões rigorosos, garantindo que a exposição à radiação permaneça dentro dos limites aceitáveis para a saúde pública (Sales *et al.*, 2021). Contudo, na ausência de diretrizes específicas para o ambiente pré-hospitalar, surgem incertezas quanto à aplicação das normas sanitárias vigentes e à viabilidade do uso desses equipamentos em locais não hospitalares.

Em comparação com o raio-X fixo hospitalar, o raio-X portátil apresenta diferenças significativas. O equipamento fixo proporciona maior qualidade de imagem, operando com valores superiores de kVp (quilovoltagem) emAs (miliampere-segundo), o que garante melhor penetração dos raios-X nos tecidos e ossos, além de permitir a aplicação de filtros que reduzem a

dispersão da radiação e otimizam a dose absorvida pelo paciente. Por um lado, o raio-X portátil em pacientes de baixo risco pode evitar a necessidade de outros exames complementares, mas devido à sua menor potência, pode limitar a obtenção de imagens de alta qualidade, e em casos complexos a continuidade da investigação clínica por radiodiagnóstico através de tomografia computadorizada será mandatóriaa nível hospitalar(Galvez *et al.*, 2020). Apesar dessas limitações, sua mobilidade e a rapidez na obtenção de imagens justificam sua implementação no ambiente pré-hospitalar.

A Resolução RDC 611/22 da Anvisa menciona o uso de equipamentos portáteis em seus artigos Nº 60 e 61, mas não especifica sua aplicação em cenários externos, pré-hospitalares ou de urgência, criando um obstáculo adicional para a implementação do raio-X portátil na cena do acidente.

Os Órgãos Reguladores da radiologia no Brasil, são a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), o Conselho Nacional de Técnicos em Radiologia (CONTER) e a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Estes Órgãos estabelecem diretrizes para o uso seguro da radiação ionizante. Entretanto, ainda não existe regulamentação específica para o uso de raio- X portátil em ambientes pré-hospitalares, o que dificulta a padronização e compromete a segurança dos profissionais e pacientes expostos. Essa falta de normativas detalhadas gera incertezas sobre a formação e qualificação dos profissionais responsáveis pela operação do equipamento e sobre os limites aceitáveis de exposição radiológica em um ambiente aberto e desprovido de estrutura de contenção adequada.

1.2 LACUNA DA LITERATURA

O uso de raio-X móvel no socorro pré-hospitalar é uma novidade importante que pode mudar a maneira como as pessoas feridas em acidentes são examinadas e cuidadas. A habilidade de adquirir imagens diagnósticas na própria localização do incidente possibilita que os grupos de socorro efetuem uma triagem mais eficiente. Entretanto, essa inovação encontra obstáculos significativos, que se revelam em falhas nas regulamentações, dificuldades técnicas e operacionais que devem ser resolvidas para assegurar sua implementação de maneira segura e eficiente.

Um dos desafios mais significativos enfrentados é a falta de regras claras que abordem a utilização do raio-X portátil em contextos pré-hospitalares no Brasil. A ausência de orientações nítidas cria um cenário de incerteza legal para os trabalhadores da saúde que fazem parte das equipes de salvamento. Na ausência de regulamentações que permitam claramente o uso do dispositivo, os operadores podem relutar em usá-lo, temendo consequências legais se surgirem problemas durante o atendimento. Essa falta de clareza não apenas afeta a confiança dos especialistas, mas também pode ter um efeito adverso na qualidade do serviço oferecido às vítimas.

Uma regulamentação apropriada é fundamental para assegurar que a utilização do raio- X portátil ocorra de maneira segura e eficiente. É necessário tratar de temas como a capacitação e o treinamento dos especialistas que manusearão o aparelho, além dos procedimentos que devem ser cumpridos ao longo de sua operação como calibração, dose, condições ambientais do cenário de utilização, transporte do equipamento, fonte de energia e biossegurança.

Fomentar uma comunicação entre os órgãos reguladores, as entidades de saúde e os especialistas em resgate é fundamental para a progressão das normas relacionadas ao emprego do equipamento de raio-X portátil. A cooperação entre esses participantes pode ajudar na formulação de um conjunto de normas que trate das falhas atuais e assegure a segurança ao utilizar a tecnologia. Esta conversa deve abranger a importância de investigar constantemente e elaborar diretrizes fundamentadas em evidências para a utilização do raio-X portátil em cenários de emergência.

Ainda, o uso do raio-X móvel nos serviços pré-hospitalares no Brasil representa uma chance significativa de aprimorar a avaliação de ferimentos traumáticos e a eficácia no cuidado de pessoas acidentadas. Entretanto, para que essa inovação seja utilizada ao máximo, é essencial que as deficiências nas normas e os obstáculos técnicos sejam enfrentados.

A assistência pré-hospitalar no Brasil tem potencial para ser consideravelmente melhorada com a inclusão do raio-X portátil, contanto que as barreiras regulatórias e técnicas sejam abordadas. A normativa sobre a utilização do aparelho de raio-X móvel trará vantagens não só para os pacientes, mas também aumentará a confiança dos trabalhadores da saúde

nas inovações tecnológicas capazes de aprimorar o atendimento em casos de emergência.

1.3 REVISÃO DA LITERATURA EM SUPORTE À LACUNA DA LITERATURA

1.3.1 **Uso do Raio-X Portátil:**

A importância de normas técnicas norteadoras tem ampla abrangência em termos de saúde pública pois viabilizam o uso de equipamentos e protegem pacientes e profissionais de Saúde. Em estudos sobre avaliação de desempenho de equipamentos, doses e proteção individual de pacientes e profissionais foram condizentes com normas vigentes (Almalki, 2022; Alvarez, 2022; Alyami, 2022).

A radiação primária refere-se à radiação que é liberada diretamente pelo equipamento durante a execução do exame radiográfico. Por outro lado, a radiação secundária é gerada a partir de interações. Essa radiação secundária é comumente chamada por outros nomes, como radiação de retrô espalhamento, radiação difusa e radiação dispersa que pode afetar tanto o operador quanto tecidos e órgãos do paciente. A radiação de fuga, que se refere à radiação que não faz parte do feixe eficaz do equipamento, pode passar pelo cabeçote e pelo sistema de colimação, representando uma preocupação extra para a segurança do operador (Forelli, 2024).

Em equipamentos móveis de raio-X quando utilizados em Odontologia preconiza-se que quando o profissional de saúde permaneça perto do paciente durante a exposição à radiação seja necessária alguma proteção como aventais revestidos por chumbo com espessuras variáveis dependendo da potência e do risco à exposição. Em contrapartida, no caso dos aparelhos fixos, sugere-se que o operador mantenha uma distância da sala de exame ou ocupe uma posição atrás de barreiras apropriadas durante a captação das imagens (Amaral, 2021).

O uso de aparelhos de raio-X móveis em Odontologia acarretou a necessidade de uma revisão dos protocolos de segurança, particularmente no que diz respeito à presença do operador durante a tomada de imagens (Omori *et al.*, 2020). Também com o uso de aparelhos de raio-X móveis a beira leito

para diagnóstico a beira leito são descritas as possibilidades de radiodiagnóstico para doenças do pulmão (pneumonias, derrames pleurais), fraturas, exames em UTI e UTI neonatal. Nestes casos o uso de equipamentos como avental revestido por chumbo também é preconizado para proteção dos operadores (Bomfim, 2023; Madureira, 2025).

Atualmente o uso de raio-X portátil já foi utilizado em ambiente externo, no desastre de Mariana, para detectar rejeitos ricos em ferro no solo e identificar outros tipos de resíduos (Ferreira, 2021). Faz-se urgente a criação de condições técnicas e normativas para o uso de raio-X portátil na área de Saúde no Brasil, principalmente para nortear sua aplicação em Urgência e Emergência.

A utilização de inteligência artificial foi utilizada para análise e melhorada qualidade de imagens de ultrassonografia (Gao, 2023) e também para triagem de bagagens através de aparelhos de raios-X computadorizados com eficiência (Vucadinovic, 2022). A Inteligência artificial tem vasta aplicação e pode ser um recurso a ser aplicado de forma complementar às análises de imagens obtidas pelo raio-X portátil.

Quando aparelhos de raio-X portátil é utilizado, é importante delimitar uma área de radiação controlada. Em situações de desastre principalmente com muitas vítimas esta delimitação de área pode ser difícil. Há muitos artigos que referem as medidas de segurança e operacionalidade dos aparelhos de raio-X fixos intra-hospitalares, mas não há diretrizes que ao menos mencionem os limites de trabalho com unidades de raio-X portáteis (Iwawaki, 2020).

Estes desafios são naturais e sempre acontecem com o desenvolvimento de novos dispositivos e a utilização de novas tecnologias. Diante da pergunta sobre onde a Radiologia chegaria na próxima década (Lima, 2021), já constatamos que o surgimento dos dispositivos de raio-X portáteis são um bom desafio para que as bases e regulamentação para o seu uso sejam estabelecidas.

Assim, a inovação e evolução dos aparelhos de raios X móveis é um marco importante, não apenas pela melhoria na qualidade das imagens obtidas, mas também pela capacidade de oferecer um atendimento mais eficiente e personalizado, contribuindo para melhores resultados nos tratamentos aos pacientes. Portanto, podemos afirmar que esse desenvolvimento é um reflexo

do progresso tecnológico. Esses mecanismos oferecem soluções eficazes para as questões que envolvam normas de segurança, beneficência, não-maleficência, capacitação, regulamentação e acima de tudo Ética (Malone, 2020).

Atualmente o uso de modelos matemáticos ou laboratórios de simulação podem contribuir para análise de risco, calibração e delimitação de utilização de equipamentos de radiodiagnóstico contribuindo para regulamentações técnicas (Montes, 2022).

1.3.2 O uso de aplicativos móveis em situações pré-hospitalares

Entre os dias 11 a 18 de janeiro de 2019, 30 casos de transporte aeromedico pré-hospitalar foram realizados por uma equipe japonesa e em 13 pacientes foi necessário a realização de radiografias utilizando o equipamento de raio-X portátil que estava disponível. O uso de aparelho de raio-X portátil em transporte por helicóptero mostrou-se eficiente e fundamental em cenas de trauma e foi operado por um médico, porém os autores ressaltam a importância de um Tecnólogo em radiologia na cena para melhor manejo dos equipamentos e redução do tempo para a realização do exame (*Omori et al.*, 2020).

O uso de ultrassom portátil pré-hospitalar é consolidado e auxilia no diagnóstico inicial na cena do acidente de forma rápida em comparação com o tempo até chegar no hospital e realizar uma tomografia computadorizada (Pires, 2024). No mesmo sentido, destaca-se que a incorporação de dispositivos de raio-X portátil pode contribuir para uma tomada de decisão mais rápida pela equipe assistencial e para isso sua regulamentação se faz necessária.

Dispositivos como mini espectrômetro de fluorescência de raios X foram utilizados no Brasil e foram desempenharam eficiente análise bioquímica de íons em microamostras de sangue total de pacientes ribeirinhos com insuficiência renal crônica submetidos a tratamento dialítico. Os autores sugerem que esta tecnologia possa ser utilizada em Unidades Básicas de Saúde Fluviais o que geraria eficiência e economia no atendimento de pacientes (Souza, 2023). Equipamento semelhante foi estudado para análise

bioquímica de fluidos corporais como soro e urina (Tasso, 2022). Analisa-se que um dispositivo de raio-X portátil, se regularizado, poderia fazer parte do arsenal de atendimento pré-hospitalar do Serviço de Atendimento Médico de Urgência -SAMU.

As Ciências forenses e a Medicina Legal também poderiam ser beneficiadas com o uso de dispositivo de raio-X portátil (Santos, 2022).

Uma leitura de todo o histórico da radiologia e do radiodiagnóstico no Brasil publicada por Virk e Holmes (2023) nos dá uma contribuição importante do passado e do momento atual e relaciona os equipamentos registrados no Brasil (dados de 2022), tanto disponíveis para o sistema Único de Saúde-SUS, quanto para o setor privado. Ainda relaciona os que estão em uso e fora de uso e a distribuição destes equipamentos por regiões. Os autores não relacionam nenhum equipamento de raio-X móvel portátil (Virk e Holmes,2023).

1.4 JUSTIFICATIVA

A urgência em revisar e modificar as leis atuais para incluir orientações específicas sobre a utilização do raio-X portátil no atendimento fora do hospital é uma questão importante que evidencia o progresso da tecnologia na área da saúde e a mudança nas abordagens de emergência. O equipamento de raio-X móvel pode transformar a maneira como traumas são analisados em emergências, facilitando diagnósticos mais ágeis e exatos, algo essencial para a escolha de intervenções clínicas corretas. Entretanto, a falta de uma estrutura legal que controle sua aplicação provoca dúvidas, tanto para os trabalhadores da saúde quanto para as entidades de socorro, postergando a utilização dessa tecnologia que começa a despontar.

A criação de diretrizes e procedimentos específicos para o uso do raio-X portátil é essencial para assegurar que essa tecnologia seja utilizada de forma segura e eficiente. A ausência de orientações precisas pode resultar em uma utilização imprópria do equipamento, apresentando perigos tanto para os pacientes quanto para os profissionais, colocando em risco a segurança radiológica e a excelência das imagens capturadas.

Além disso, a normatização do emprego de raios-X portáteis pode ajudar na uniformização das condutas no atendimento pré-hospitalar, favorecendo uma harmonização com as principais evidências científicas que existem. A uniformidade não apenas eleva o padrão do atendimento, mas também oferece um alicerce firme para o aprimoramento constante dos trabalhadores da saúde, assegurando que todos fiquem informados sobre as práticas e procedimentos mais eficazes no manuseio dos aparelhos.

Com diretrizes específicas e bem estabelecidas, os times conseguirão atuar de forma mais rápida e em conjunto, diminuindo o tempo de reação e aprimorando a classificação de ferimentos traumáticos. O aparelho de raio-X móvel, ao possibilitar a captura imediata de imagens no local do incidente, pode agilizar o processo de decisões médicas, o que é essencial em momentos em que a rapidez é crucial para a vida do paciente. Assim, a revisão das leis é uma ação essencial para melhorar o funcionamento das equipes de salvamento.

O desenvolvimento de normas específicas pode resultar na responsabilização legal dos profissionais e das instituições de saúde, oferecendo um nível de proteção jurídica mais elevado.

Além disso, a normativa sobre o uso de raio-X portátil pode incentivar um espaço para aprendizado constante e análise crítica das metodologias utilizadas. A adoção de regras e procedimentos necessita estar acompanhada de um mecanismo de supervisão e análise, que possibilite a coleta de informações sobre a efetividade da utilização do aparelho em atividades externas. Essas informações podem ser utilizadas para atualizações regulares das normas, assegurando que as leis se mantenham contemporâneas e em conformidade com as novas evidências científicas e as melhores práticas que surgem na área de medicina de emergência.

A incorporação do aparelho de raio-X móvel na atuação pré-hospitalar precisa levar em conta as particularidades do cenário brasileiro, que enfrenta obstáculos distintos em relação à infraestrutura e aos recursos disponíveis. As normas precisam ser ajustadas à situação das equipes de salvamento e das entidades de saúde no Brasil, considerando as variações regionais e as circunstâncias de operação. Isso assegurará que as orientações sejam não

só conceituais, mas também aplicáveis na realidade, favorecendo a inclusão e a justiça no acesso a ferramentas de diagnóstico.

A revisão das leis e a inclusão de normas detalhadas para a utilização do aparelho de raio-X portátil constituem não apenas uma exigência técnica, mas também um dilema ético

Em resumo, esta pesquisa busca revisar conceitos, normas técnicas e legislação para contribuir em uma abordagem legislativa antecipada criando embasamento jurídico para permitir a implantação, normatização e a utilização do raio-X portátil na assistência pré-hospitalar no Brasil.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 **Objetivo Geral**

Propor diretrizes técnico-científicas que fundamentem a criação de uma regulamentação nacional para o uso do raio-X portátil no Brasil e no atendimento pré-hospitalar.

1.5.2 **Objetivos específicos**

- ✓ Identificar lacunas legais nas normas brasileiras relacionadas ao uso do raio-X portátil em ambientes externos.
- ✓ Apresentar uma minuta conceitual de emenda que embase a utilização do raio-X portátil e necessidades regulatórias seja apresentada aos legisladores para inclusão futura na legislação sanitária brasileira através de um Ofício a ser encaminhado ao CONTER.

1.6 REFERÊNCIAS

ALMALKI, M. H. *et al.* Challenges and solutions in radiation protection for x-ray procedures. **Journal of Positive Psychology and Wellbeing**, v. 6, n. 4, p. 391-404, 2022. Disponível em: <https://journalppw.com/index.php/jppw/article/view/18337>. Acesso em: 1 fev. 2025.

ALVAREZ, M. *et al.* Dose efetiva e nível de referência de dose (drl) em radiologia em um hospital terciário. **Revista Brasileira de Física Médica**, v. 16,

p. 678-678, 2022. Disponível em: <https://www.rbftm.org.br/rbftm/article/view/678>. Acesso em: 1 fev. 2025.

AMARAL, G. S. D.; MORAIS, Â. M. D. A importância da biossegurança na radiologia odontológica. **Facit Business and Technology Journal**, v. 1, n. 24, 2021. Disponível em: <https://revistas.faculdadefacit.edu.br/index.php/JNT/article/view/893>. Acesso em: 1 fev. 2025.

AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS. **Advanced trauma life support (ATLS)**: student course manual. 11. ed. Chicago: American College of Surgeons, 2025.

BOMFIM, Vitoria Vilas Boas da Silva; ROMEIRO, Edenilze Teles; FRANCO, Eryvelton de Souza; COSTA, Ana Carolina Messias de Souza Ferreira da; MIGUEZ, Rafael de Almeida. Exames de raio x no leito. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 9, n. 5, p. 1985–1994, 2023. DOI: 10.51891/rease.v9i5.9944. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/9944>. Acesso em: 30 out. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 611, de 9 de março de 2022. **Diário Oficial da União**, Brasília, 16 mar. 2022. <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-611-de-9-de-marco-de-2022-386107075> . Acesso em 29 jan. 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 50, de 21 de fevereiro de 2002. Dispõe sobre o regulamento técnico para planejamento e projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2002.

FERREIRA, G. W. D. et al. Assessment of iron-rich tailings via portable X-ray fluorescence spectrometry: the Mariana dam disaster, southeast Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 193, p. 1-19, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10661-021-08982-7>. Acesso em: 1 fev. 2025.

FORELL, J. et al. Fatores que influenciam a exatidão do indicador dos descritores de dose em radiologia intervencionista: Avaliação de Protocolos. **Revista Brasileira de Física Médica**, v. 18, p. 774-774, 2024. Disponível em: <https://www.rbftm.org.br/rbftm/article/download/774/679>. Acesso em: 1 fev. 2025.

GALVEZ, C. et al. Diagnostic Imaging pathways in the setting of acute chest wall trauma. **Journal of Visualized Surgery**, v. 6, 2020. Disponível em: <https://jovs.amegroups.org/article/view/34041/html>. Acesso em: 1 fev. 2025.

GAO, X.; LV, Q.; HOU, S. Progress in the application of portable ultrasound combined with artificial intelligence in pre-hospital Emergency and disaster sites. **Diagnostics**, v. 13, n. 21, p. 3388, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2075-4418/13/21/3388>. Acesso em: 1 fev. 2025.

IWAWAKI, A. et al. Comparison of air dose and operator exposure from portable X-ray units. **Legal Medicine**, v. 47, p. 101787, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2020.101787>. Acesso em: 1 fev. 2025.

LIMA, A. M.; LIMA, P. T. B.; VALENÇA, M. M. Brasileiros que contribuíram na história da Radiologia. **Avanços em Medicina**, v.1, n.1, p. 41-44, 2021. Disponível em: <https://www.jornalavancosmedicina.com/index.php/am/article/download/19> Acesso em: 1 fev. 2025.

Lopez Montes A, *et al.* Stationary X-raytomography for hemorrhagic stroke Imaging: sampling and resolution properties. **ConferenceProceedings**, v.12304, 18 oct 2022. Disponível em: <https://www.spiedigitallibrary.org/conference-proceedings-of-spie/12304/2646858/Stationary-x-ray-tomography-for-hemorrhagic-stroke-imaging--sampling/10.1117/12.2646858.full>. Acesso em: 1 fev. 2025.

MADUREIRA, Ana Clara da Silveira *et al.* Radiografia no leito: evidências clínicas, segurança e impactos na prática assistencial. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 11, n. 9, p. 3780–3789, 2025. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/21186>. Acesso em: 30 out. 2025.

MALONE, J. X-rays for medical imaging: Radiation protection, Governance and ethics over 125 years. **European Journal of Medical Physics**, v. 79, p. 47-64, nov. 2020. Disponível em: [https://www.physicamedica.com/article/S1120-1797\(20\)30228-3/fulltext](https://www.physicamedica.com/article/S1120-1797(20)30228-3/fulltext). Acesso em: 1 fev. 2025.

MONTES, A. L. et al. Stationary x-raytomography for hemorrhagic stroke imaging: sampling and resolution properties. **Conference Paper**, oct, 2022. p. 151-157. Disponível em: <https://www.spiedigitallibrary.org/conference-proceedings-of-spie/12304/123040P/Stationary-x-ray-tomography-for-hemorrhagic-stroke-imaging--sampling/10.1117/12.2646858.pdf>. Acesso em: 1 fev. 2025.

OMORI K, Kazuhiko et al. The utility of a portable x-ray system. **Case Reports**, v. 38, n. 3, p. 212 – 214. 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31122590/>. Acesso em 01 jan. 2026.

PIRES, F. O. *et al.* O Uso do E-FAST na Emergência Médica: Uma Revisão Ampla. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 6, n. 10, p. 282–299, 2024. Disponível em: <https://bjih.emnuvens.com.br/bjih/article/view/3739>. Acesso em: 30 out. 2025.

SALES, D. A. G. et al. Impactos da RDC 330/19 no radiodiagnóstico. **Revista Cathedral**, v. 3, n. 1, p. 1-9, 2021. Disponível em: <https://cathedral-ojs.galoa.net.br/index.php/cathedral/article/view/224>. Acesso em: 1 fev. 2025.

SANTOS, A. S. F.; DIAS, R. S.; SILVA, W. L. The birth of legal radiological sciences in Brazil. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 2, p. e59811226050-e59811226050, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/26050/22905>. Acesso em: 1 fev. 2025.

SOUZA, C. da S. *et al.* Uso de mini-espectrômetro de fluorescência de raios X como alternativa para a prática clínica de dialisados. **Remecs - Revista Multidisciplinar de Estudos Científicos em Saúde**, v. 8, n. 14, p. 52–60, 2023.. Disponível em: <https://www.revistaremeecs.com.br/index.php/remecs/article/view/1166>. Acesso em: 30 out. 2025.

TASSO, O. G. Comparação de desempenho do espectrômetro portátil de fluorescência de raios-X utilizando alvos de Au e Ag para análise de amostras na área da saúde. **Remecs - Revista Multidisciplinar de Estudos Científicos em Saúde**, v. 7, n. 13, p. 29–40, 2022. Disponível em: <https://revistaremeecs.com.br/index.php/remecs/article/view/969>. Acesso em: 30 out. 2025.

VIDOTTO, M. M.; CHAIM, K. T.; PAPOTI, D. Análise das diretrizes nacionais e internacionais para sistemas de diagnóstico de RM e da conformidade de serviços de saúde com a legislação brasileira. **Revista Brasileira de Física Médica**, v. 17, p. 669-669, 2023. Disponível em: <https://www.rbfm.org.br/rbfm/article/view/669>. Acesso em: 1 fev. 2025.

VIRK, J.; HOLMES, D. Radiology in Brazil: A Country Report. **The Journal of Global Radiology**, v. 9, n. 1, 2023. Disponível em: <https://publishing.escholarship.umassmed.edu/jgr/article/id/638/>. Acesso em: 1 fev. 2025.

VUKADINOVIC, D. *et al.* X-ray baggage screening and artificial intelligence (AI). **JRC Science for Policy Report**, v. 31123, 2022. Disponível em: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/b6e77043-ed4-11ec-a534-01aa75ed71a1/language-en>. Acesso em: 1 fev. 2025.

VIRK, J.; HOLMES, D. Radiology in Brazil: A Country Report. **Journal of Global Radiology**, v. 9, n. 1, 2023. Disponível em: <https://publishing.escholarship.umassmed.edu/jgr/article/id/638/download/pdf/>. Acesso em: 1 fev. 2025.

VUKADINOVIC, D. *et al.* X-ray baggage screening and artificial intelligence (AI). **JRC Science for Policy Report**, EUR, v. 31123, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/David-Anderson-86/publication/361305570_X-ray_Baggage_Screening_and_Artificial_Intelligence_AI. Acesso em: 1 fev. 2025.