

APLICAÇÃO DA RADIOLOGIA FORENSE À MEDICINA LEGAL APPLICATION OF FORENSIC RADIOLOGY TO LEGAL MEDICINE

Maria Eduarda Souza Ramos¹

Lucas Pereira de Souza²

Thainá Camille Assis Silva³

Jordana de Oliveira Cardoso⁴

Márcio José Rosa Requeijo⁵

RESUMO: A radiologia forense é uma especialidade da medicina legal que aplica técnicas de imagem médica à investigação criminal. Desde a sua origem no século XIX, com a descoberta dos raios X, a radiologia tem evoluído e se consolidado como ferramenta fundamental para identificação de corpos, análise de traumas, estimativas antropométricas e determinação da causa da morte. Este artigo apresenta uma revisão de literatura sobre a aplicabilidade da radiologia forense no contexto jurídico e médico-legal, enfatizando sua crescente importância no Brasil e no mundo. A metodologia consistiu na seleção e análise de oito artigos científicos, obtidos nas bases PubMed e Google Scholar, nos idiomas português e inglês, com recorte temporal entre 2020 e 2025. Os critérios de inclusão e exclusão garantiram o rigor metodológico na construção do estudo. Na discussão, o artigo destaca as principais aplicações da radiologia forense: identificação de corpos em estados de carbonização, putrefação ou esqueletização, por meio da comparação entre exames ante mortem e post mortem; estimativas de idade, sexo e estatura por meio da análise de estruturas ósseas e dentárias; avaliação de traumas, com diferenciação entre lesões antigas e recentes; determinação da causa da morte, especialmente em situações que inviabilizam a necropsia tradicional; e detecção de projéteis e corpos estranhos no interior do corpo da vítima. No Brasil, o uso da radiologia forense foi notoriamente relevante na identificação das vítimas da tragédia de Brumadinho, em 2019. O protocolo DVI (Disaster Victim Identification), aliado ao uso de exames radiológicos, possibilitou a identificação de vítimas por meio de próteses, lesões características e estruturas metálicas, mesmo com o desafio da impregnação de minério nos corpos. O artigo também aborda a realidade da radiologia forense no Brasil, indicando avanços significativos em grandes centros como São Paulo, que já utilizam rotineiramente tomografia computadorizada em virtópsias. No entanto, a prática ainda é limitada em muitas regiões devido à falta de infraestrutura e recursos tecnológicos. O futuro aponta para inovações como o uso da impressão 3D, inteligência artificial e integração de bancos de dados nacionais, o que poderá ampliar o alcance e a eficiência das investigações forenses. Conclui-se que a radiologia forense representa uma alternativa moderna e eficaz à necropsia convencional, com potencial de contribuir significativamente para a justiça e os direitos das vítimas e seus familiares.

7678

Palavras-chave: Radiologia forense. IML. Identificação. Medicina legal.

¹Discente. FAMINAS – BH.

²Discente. FAMINAS – BH.

³Discente. FAMINAS – BH.

⁴Discente. FAMINAS – BH.

⁵Professor orientador. FAMINAS – BH.

ABSTRACT: Forensic radiology is a specialty within legal medicine that applies medical imaging techniques to criminal investigations. Since its origins in the 19th century, following the discovery of X-rays, radiology has evolved and become established as a fundamental tool for body identification, trauma analysis, anthropometric estimations, and determination of the cause of death. This article presents a literature review on the applicability of forensic radiology in legal and medico-legal contexts, emphasizing its growing importance in Brazil and worldwide. The methodology consisted of selecting and analyzing eight scientific articles retrieved from PubMed and Google Scholar databases, in both Portuguese and English, within the time frame of 2020 to 2025. Inclusion and exclusion criteria ensured methodological rigor throughout the study. In the discussion, the article highlights the main applications of forensic radiology: identifying bodies in states of carbonization, advanced decomposition, or skeletonization, by comparing ante mortem and post mortem images; estimating age, sex, and height through the analysis of bone and dental structures; assessing trauma, including distinguishing between old and recent injuries; determining the cause of death, especially in cases where traditional autopsy is not feasible; and detecting projectiles and foreign objects inside the victim's body. In Brazil, forensic radiology played a notably relevant role in the identification of victims of the Brumadinho disaster in 2019. The DVI (Disaster Victim Identification) protocol, combined with radiological exams, enabled the identification of victims through prostheses, characteristic injuries, and metallic structures, despite the challenge posed by iron ore contamination of the bodies. The article also discusses the current state of forensic radiology in Brazil, pointing to significant progress in major centers such as São Paulo, where computed tomography is routinely used in virtopsies. However, the practice remains limited in many regions due to a lack of infrastructure and technological resources. The future of the field is promising, with innovations such as 3D printing, artificial intelligence, and the integration of national databases expected to expand the reach and efficiency of forensic investigations. In conclusion, forensic radiology represents a modern and effective alternative to conventional autopsy, with the potential to significantly contribute to justice and the protection of the rights of victims and their families.

7679

Keywords: Forensic radiology. IML. Identification. Legal medicine.

INTRODUÇÃO

A Radiologia forense é definida com a aplicação de técnicas de imagem médica, como raio-X, tomografia computadorizada e ressonância magnética no contexto legal e criminal. Sendo assim, a sua aplicabilidade na Medicina Legal se deu a partir do século XIX, concomitante à descoberta dos Raios X, em que atuação teve como maior expoente Arthur Schuster, o qual foi responsável por documentar, radiologicamente, um homicídio em decorrência de uma arma de fogo, em abril de 1986. Essa aplicação da radiologia forense foi responsável por desvendar o culpado pelo homicídio acontecido.

Do decorrer dos anos os equipamentos foram evoluindo, sobretudo, em relação aos recursos tecnológicos, e com a chegada da Tomografia computadorizada no ano de 1972 houve avanço no que se refere a uma melhor visualização das imagens, além da utilização para

identificação de corpos, comparando radiografias em vida com as obtidas post mortem.

A radiologia post-mortem é realizada com o auxílio de uma máquina de raio-x, onde a sua aplicabilidade é ampla e útil para analisar e localizar ferimentos perfuro- contusos provocados por balas ou objetos metálicos. Ademais, ela pode ser utilizada para confirmar suspeita de alterações respiratórias como pneumotórax, embolia gasosa e pneumoperitônio. No viés da odontologia, a análise da arcada dentária também é possível para identificar desde traumas que aconteceram recentemente a traumas que aconteceram a mais tempo. Já no ramo jurídico, radiografias post-mortem podem ser úteis como provas para refutar ou incriminar suspeitas de crime.

O objetivo desta revisão é apresentar a importância da radiologia forense na medicina legal, a fim de elucidar sua aplicabilidade no cotidiano, resumindo a metodologia disponível atualmente.

METODOLOGIA

O presente artigo é uma revisão da literatura que trata-se de um estudo teórico baseado em uma investigação científica, a fim de reunir, analisar e discutir o que já foi publicado sobre um determinado tema ou problema de pesquisa. Diante do exposto, a metodologia dessa revisão contribui para a construção dos parâmetros utilizados para o aprimoramento da Radiologia Forense na medicina.

A fim de responder essa questão, os descritores utilizados foram: radiologia forense raio x e medicina legal. Foram permitidos o uso da terminologia em português e inglês e para realizar o cruzamento dessas palavras, foram usados “e”, “and”, “ou”, “or”. A busca foi conduzida nas bases de dados durante o mês de abril de 2025.

Cada etapa foi realizada conforme os critérios estabelecidos, visando manter o rigor científico e metodológico. Para isso realizou-se busca bibliográfica das publicações nas bases de dados: Pubmed, Scholar, de forma a garantir abrangência nacional e internacional, com acesso a periódicos científicos qualificados em medicina, odontologia legal e ciências forenses. No pubmed utilizando os descritores no período de 2020-2025 foram encontrados 5 resultados, no Scholar no período de 2021-2025, somente no idioma português, houve 889 resultados.

Os critérios de inclusão adotados limitaram-se ao recorte temporal de 2020-2025, publicados em inglês e português, tivessem como foco a radiologia forense e sua aplicabilidade na medicina legal, estivessem disponíveis em texto completo e apresentassem relevância

científica mediante análise de título e resumo. Após a aplicação desses critérios, os artigos foram avaliados de forma individual, quanto à relevância para o tema da pesquisa. Dessa forma, selecionaram-se 8 artigos que atenderam, com excelência, os critérios estabelecidos, garantindo uma abordagem que garantisse uma aplicabilidade prática ao título proposto.

 **Tabela – Dados da Metodologia por Base de Dados**

Item	PubMed	Google Scholar
Período da busca	2020 a 2025	2021 a 2025
Idioma dos artigos	Português e Inglês	Apenas Português
Descritores utilizados	"radiologia forense", "raio-x", "medicina legal"	"radiologia forense", "raio-x", "medicina legal"
Resultados encontrados	5 artigos	889 artigos
Critérios de inclusão	Leitura do título e resumo com temática relevante	Leitura do título e resumo com temática relevante
Critérios de exclusão	Idioma, ano de publicação, tipo de estudo	Idioma, ano de publicação, tipo de estudo
Artigos incluídos no total	8 artigos (selecionados após triagem geral)	Mesmos 8 artigos (conjunto unificado)

7681

DISCUSSÃO

Aplicações da radiologia forense na prática médica legal

A radiologia forense é uma vertente essencial da medicina legal que se utiliza de exames por imagem, como radiografias e tomografias, para auxiliar na identificação de cadáveres, análise de traumas, estimativas antropométricas e determinação da causa da morte. Por meio dessas tecnologias, é possível investigar situações de forma não invasiva

o que preserva o corpo da vítima e assegura a obtenção de dados objetivos e registráveis. Seu uso tem se expandido nos Institutos Médico-Legais (IMLs) brasileiros, com destaque para experiências bem-sucedidas como a do IML-BH (SILVA, 2019; SILVA; BENTO, 2022).

Esse campo vem se consolidando como uma alternativa eficaz ou um importante complemento às necropsias tradicionais. Além disso, os recursos digitais e tridimensionais tornam a documentação das evidências mais acessível e compreensível, inclusive no âmbito jurídico. A tendência é que a radiologia forense se torne cada vez mais comum nas rotinas

periciais, tanto em países desenvolvidos quanto em contextos emergentes como o Brasil (SANTOS, 2023).

Identificação de Corpos (com ou sem documentação prévia)

A radiologia forense permite a identificação de corpos em situações em que métodos tradicionais, como impressão digital ou reconhecimento visual, se tornam inviáveis. Isso inclui casos de carbonização, putrefação avançada, mutilações ou esqueletização. A comparação de imagens radiológicas com registros médicos ante morte, como radiografias odontológicas, próteses, implantes ou padrões anatômicos únicos, pode ser determinante para estabelecer a identidade da vítima (SANTOS, 2023; SILVA; BENTO, 2022).

A radiografia odontológica destaca-se por sua precisão, já que os dentes resistem à ação do tempo e de agentes como o fogo. Mesmo na ausência de documentação, características como alinhamento dentário, restaurações, extrações e próteses ajudam a compor o perfil individual da vítima. Esse processo é especialmente importante em desastres com múltiplas vítimas, onde a radiologia permite a identificação rápida e eficaz (HEINRICH et al., 2020; Revista Atenas, 2023).

Nos últimos anos, os IMLs brasileiros passaram a integrar softwares de comparação e bancos de dados digitalizados, como observado em Belo Horizonte. A digitalização de imagens e o cruzamento automatizado de dados tornaram os procedimentos mais ágeis e seguros, reduzindo erros e acelerando a emissão de laudos (SILVA, 2019).

7682

Estimativa de Idade, Sexo e Estatura

A radiologia também é fundamental para a construção do perfil biológico da vítima, especialmente quando não há identificação prévia. Técnicas como a análise do desenvolvimento dentário, fechamento de epífises e características ósseas sexuais permitem estimar idade, sexo e estatura com boa margem de precisão. A tomografia computadorizada potencializa esses estudos ao possibilitar reconstruções tridimensionais dos ossos (REMESC, 2021; Revista Atenas, 2023).

A estimativa da idade, por exemplo, é possível pela observação do grau de ossificação das epífises ou pelo exame de dentes permanentes e decíduos. Já a identificação do sexo se apoia na análise da pelve e do crânio, que possuem dimorfismos bem definidos. Quanto à estatura, ela é estimada por meio da medição de ossos longos e da aplicação de fórmulas antropométricas

padronizadas (SILVA; BENTO, 2022).

Essas informações são particularmente relevantes em contextos de investigação criminal, como na verificação da maioria penal, em casos de violência sexual ou na delimitação de perfis em cemitérios clandestinos. A precisão da radiologia forense reforça sua importância como recurso técnico e probatório (SANTOS, 2023).

Reconhecimento de Traumas (contusos, penetrantes, fraturas antigas e recentes)

A análise de traumas é uma das áreas mais desenvolvidas da radiologia forense. Por meio de exames radiográficos e tomográficos, é possível identificar fraturas, contusões, perfurações, lacerações e lesões ocultas que não seriam percebidas a olho nu. Essa capacidade diagnóstica é essencial para esclarecer a dinâmica da agressão e determinar se as lesões ocorreram em vida (REMESC, 2021).

Um diferencial importante da radiologia forense é a distinção entre lesões ante mortem e post mortem, fundamental em casos de suspeita de violência. Por exemplo, fraturas com sinais de cicatrização indicam episódios anteriores, comuns em casos de maus-tratos. Já lesões recentes, associadas a hemorragias internas, podem indicar a causa imediata da morte (SILVA, 2019).

Além de esclarecer a mecânica das lesões, as imagens radiológicas servem como prova técnica robusta em processos judiciais. A documentação de fraturas antigas ou em diferentes fases de cicatrização é frequentemente usada em casos de abuso infantil, violência doméstica ou negligência, ampliando o poder da radiologia forense como ferramenta de defesa dos direitos humanos (SANTOS, 2023).

Determinação da Causa da Morte

A tomografia computadorizada post mortem tem sido amplamente empregada na determinação da causa da morte, especialmente quando há impedimentos culturais, religiosos ou logísticos para a realização da necropsia convencional. Através dela, é possível observar lesões internas, fraturas, embolias gasosas, afundamentos cranianos e outras alterações estruturais com grande nível de detalhe (Revista Atenas, 2023).

Essa técnica é de grande valor em casos de mortes violentas ou suspeitas, permitindo que peritos visualizem lesões fatais com precisão. Além disso, o armazenamento digital das imagens permite revisões futuras e reanálises por outros

especialistas, fortalecendo a base científica dos laudos emitidos (SILVA; BENTO, 2022).

A experiência do IML-BH evidencia que a radiologia pode substituir a necropsia em muitos casos, reduzindo custos, tempo e exposição do corpo, sem comprometer a qualidade dos resultados. Essa prática tem ganhado força no Brasil como alternativa moderna e ética para a perícia médico-legal (SILVA, 2019).

Deteção de Projéteis e Corpos Estranhos

A detecção de projéteis e corpos estranhos é uma das aplicações mais consolidadas da radiologia forense. Radiografias e tomografias permitem localizar balas, estilhaços, objetos cortantes ou substâncias ingeridas (como em casos de body packers), contribuindo para a reconstituição da cena do crime e esclarecimento dos fatos (REMESC, 2021).

Por meio dessas imagens, peritos podem determinar o trajeto do projétil, seu calibre aproximado e os danos causados aos tecidos internos. Essa análise é essencial em casos de homicídio por arma de fogo, pois ajuda a identificar a distância e o ângulo do disparo, elementos-chave para a elucidação criminal (SANTOS, 2023).

Além do aspecto técnico, a radiologia oferece segurança ao perito e preservação do material probatório. Sua utilização garante a integridade do exame, evita manipulações excessivas do corpo e fornece documentação visual clara e acessível, que pode ser apresentada como prova nos tribunais (SILVA; BENTO, 2022).

7684

O uso da radiologia forense na identificação de vítimas da tragédia de Brumadinho

Em 25 de janeiro de 2019 rompeu-se a barragem do Córrego do Feijão, mina administrada pela VALE na cidade de Brumadinho, Minas Gerais. A tragédia é considerada o maior acidente de trabalho no que se relaciona à perda de vidas humanas - 272 pessoas perderam a vida naquele dia. Diante da necessidade de identificação das vítimas, adotou-se o protocolo DVI (Disaster Victim Identification) - um método para identificar vítimas de desastres em massa.

A priori, toda equipe de atendimento se empenhou na construção de um banco de dados robusto contendo fotos, exames radiológicos, informações sobre próteses, fixações metálicas e sinais particulares de cada indivíduo, que foram divididos nas categorias Ante Mortem, Post Mortem e Confronto. Tal construção se deu tanto pelas entrevistas com familiares dos desaparecidos como também pelo trabalho investigativo realizado pelos membros do SOFIH (Serviço de Odontologia Forense e Identificação Humana do IMLAR).

Na estação terceira construída nas dependências do Instituto Médico Legal Dr. André Roquette ocorria o registro fotográfico das vítimas, realizado pelos médicos legistas. Araújo et al (2022) descreve em seu relato de experiência que, neste momento, cada corpo já contava com um número individualizador que o acompanharia até sua identificação e destino final. Para garantir a efetividade do método era necessário garantir a boa técnica e qualidade dos exames radiológicos, visto que esses seriam utilizados para comparação com exames previamente realizados pela vítima, ao longo de sua vida.

Ainda que a impregnação de minério de ferro nos corpos tenha dificultado a realização dos exames de imagem, após limpeza adequada foi possível obter as imagens Post Mortem. Nelas foi possível encontrar tanto fraturas e lesões que se relacionavam à causa da morte quanto a presença de próteses numeradas, DIUs, fixações metálicas de cirurgias médicas e odontológicas que auxiliaram na identificação das vítimas.

Sob essa ótica entende-se a grande importância da radiologia forense na prática da Medicina Legal. Essa prática foi indispensável para identificar tanto as vítimas da tragédia de Brumadinho quanto de outros inúmeros casos criminais conhecidos no Brasil e no mundo. Trata-se, por fim, de um método acessível, efetivo e necessário, a fim de garantir às vítimas e às famílias todos os direitos cíveis relacionados à morte - como a destinação de restos mortais e a pensão por morte, por exemplo.

7685

Radiologia forense no Brasil: realidades e perspectivas

Por fim, destaca-se a forma pela qual a radiologia forense está ganhando espaço e relevância, sobretudo, no que tange ao avanço das tecnologias envolvendo as técnicas de imagem e o crescimento do interesse por essa área. Sendo assim, hoje, no país, principalmente nas grandes capitais, São Paulo, Rio de Janeiro e Brasília nos principais institutos médico-legais (IMLs), já existem equipamentos de TC sendo usados rotineiramente em autópsias não invasivas — o que chamamos de virtópsia. Um exemplo é o Instituto de Medicina Legal da capital paulista, que desde 2017 conta com um equipamento de TC, sendo um dos pioneiros na América Latina.

Apesar de todas as inovações, aplicar a radiologia forense ainda é muito distante em algumas localidades, visto a ausência de infraestrutura, em que alguns IMLs ainda continuam utilizando Raio X simples e autópsias tradicionais. No mais, o futuro ainda reserva algumas evoluções, como impressão 3D de fragmentos ósseos para reconstituição facial, uso da

inteligência artificial para auxiliar na análise de imagens e integração de bancos de dados nacionais com imagens de indivíduos desaparecidos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em virtude das informações supracitadas, que foram obtidas por meio da leitura de inúmeros materiais que abordam a questão do uso da radiologia forense no âmbito da medicina legal, é notório perceber o processo de ascensão da aplicabilidade da Radiologia forense, utilizada inicialmente de maneira rudimentar para solucionar crimes, no contexto hodierno é uma ferramenta útil em processos modernos de autópsia de característica não invasiva. No presente artigo observou-se que o esse método radiológico fornece uma gama de informações sobre diversas características de interesse médico legal – neste caso, como a dinâmica do trauma contribuiu para o desfecho observado. Diante disso, esse trabalho objetivou compilar artigos da literatura que elucidam sobre a cronologia, características e particularidades dessa tecnologia.

Foi possível analisar a utilização da radiologia em diversas perspectivas, bem como analisar sua aplicação prática em contextos de tragédias como a ocorrida na cidade de Brumadinho em 2019. Não obstante, a partir das informações colhidas é possível vislumbrar acerca do futuro da radiologia forense no Brasil e ansiar para que esta prática alcance cada vez mais lugares do país, ajudando na solução de crimes e auxiliando na identificação de vítimas.

7686

REFERÊNCIAS

CARDOSO, Amanda Valéria; LEANDRO, Geovanna Correa; DE CASSIA, Rita; SILVA, Maria do Socorro de Lima. Radiologia forense: identificação de corpos por imagens de tomografia computadorizada. *Revista Acadêmica Saúde e Educação*, v. 1, n. 1, maio 2023. Disponível em: <https://revistaacademicafalog.com.br/index.php/falog/article/view/50>.

Acesso em: 03 de abr. de 2025.

GOLBI, A. .; PUZINATI DA SILVA, F. A. .; BARBOSA DA SILVA, L. .; SILVA ALBUQUERQUE, M. da .; SANTOS MAIA, L. F. dos . RADIOLOGIA FORENSE

NO BRASIL: REVISANDO A HISTÓRIA. *Revista Remecs - Revista Multidisciplinar de Estudos Científicos em Saúde*, [S. l.], p. 82, 2019. DOI: 10.24281/rremecs.2019.05.27a31.IIspccs2.82. Disponível em: <https://www.revistaremeccs.com.br/index.php/remecs/article/view/267>. Acesso em: 4 abr. 2025.

Heinrich, A., Güttler, FV, Schenkl, S. *et al.* Identificação humana automática baseada em radiografias dentárias usando visão computacional. *Sci Rep* **10**, 3801 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60817-6>. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-020-60817-6>. Acesso em: 3 de abr. 2025.

REMESC. Aplicabilidade da radiologia forense em casos de trauma. *Revista REMecs*, [S. l.], v. 6, n. 1, 2021. Disponível em: <https://revistaremeccs.com.br/index.php/remecs/article/view/267/267>. Acesso em: 9 abr. 2025.

SILVA, Ana Luiza Coelho da; SANTOS, Fernanda Pereira da Silva; PEREIRA, Michele Santana; SANTOS, Vivaldo Medeiros; ALMEIDA, Denise de; ALMEIDA FILHO, Francisco Antônio de. Aplicabilidade da radiologia forense na medicina legal. *Revista Atenas Higeia*, Carapicuíba, v. 5, n. 1, p. 14-23, ago. 2023. Disponível em: <https://revistas.atenas.edu.br/higeia/article/view/336/425>. Acesso em: 31 de mar. 2025.

SANTOS, H. S. Radiologia forense: o uso da radiologia para elucidação de crimes. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, v. 1, n. 3, 2023. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/ciencias-biologicas/radiologia-forense>. Acesso em: 29 mar. 2025.

SILVA, M. A.; BENTO, A. P. Aplicação da radiologia forense na medicina legal. *Revista Acadêmica FALOG*, v. 3, n. 2, 2022. Disponível em: <https://revistaacademicafalog.com.br/index.php/falog/article/view/50/8>. Acesso em: 3 abr. 2025.

SILVA, R. F. Aplicação da radiologia forense no IML-BH. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/41233>. Acesso em: 5 abr. 2025.