

APLICAÇÕES DA RADIOLOGIA FORENSE NA PRÁTICA MÉDICA-LEGAL: A UTILIZAÇÃO DO RAIOS-X NA IDENTIFICAÇÃO DE CADÁVERES CARBONIZADOS

Daniele Souza Marinho
Emanuel Vieira Pinto¹

RESUMO: A Radiologia Forense constitui um campo essencial da medicina legal por oferecer métodos técnicos capazes de auxiliar na identificação humana em situações em que os procedimentos tradicionais são inviáveis, como em casos de carbonização. A degradação causada pelo calor extremo compromete as estruturas externas do corpo, tornando o exame radiográfico um recurso indispensável por revelar estruturas internas preservadas que resistem ao fogo. Diante desse contexto, o estudo propõe-se a responder à seguinte problemática: de que maneira a radiologia forense, por meio do uso do raio-X, contribui para a identificação de cadáveres carbonizados no contexto da prática médico-legal? O objetivo geral é analisar a contribuição da radiologia forense, especialmente do exame radiográfico (raio-X), no processo de identificação de corpos carbonizados. Para alcançar tal propósito, os objetivos específicos consistem em descrever os fundamentos da radiologia forense aplicados à medicina legal; analisar as técnicas radiográficas empregadas na identificação de vítimas carbonizadas; e verificar os desafios e limitações encontrados na aplicação do raio-X em contextos periciais dessa natureza. Metodologicamente, trata-se de uma pesquisa qualitativa, de caráter exploratório e descritivo, fundamentada em revisão bibliográfica, com análise interpretativa de publicações científicas obtidas em bases de dados como SciELO, PubMed, Google Acadêmico e BVS. Os resultados demonstram que a radiologia forense exerce papel indispensável nas investigações médico-legais, permitindo identificar características anatômicas e elementos comparativos que contribuem significativamente para o reconhecimento de vítimas e o aprimoramento técnico das perícias.

1

Palavras-chave: Radiologia forense. Identificação humana. Raio-X. Cadáveres carbonizados. Medicina legal.

¹ Professor, Escritor, Mestre em Gestão. Social, Educação e Desenvolvimento Regional, no Programa de Pós-Graduação STRICTO SENSU da Faculdade Vale do Cricaré - UNIVC (2012 -2015). Especialista em Docência do Ensino Superior Faculdade Vale do Cricaré Possui graduação em BIBLIOTECONOMIA E DOCUMENTAÇÃO pela Universidade Federal da Bahia (2004 - 2009). Possui graduação em Sociologia pela Universidade Paulista (2017-2020) Graduação em Pedagogia. FAVENI-FACULDADE VENDA NOVA DO IMIGRANTE (2021 - 2024) Atualmente é coordenador da Biblioteca da Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas da Bahia. Coordenador do NTCC FACISA, Pesquisador Institucional do sistema E-MEC FACISA, Recenseador do Sistema CENSO MEC FACISA. Coordenador do NTCC e NUPEX FACISA. Avaliador da Educação Superior no BASis MEC/INEP.

I INTRODUÇÃO

A Radiologia Forense tem se destacado como uma área fundamental da medicina legal, especialmente por sua capacidade de auxiliar na identificação humana em situações nas quais os métodos convencionais não são aplicáveis. Entre esses casos, a análise de corpos carbonizados representa um dos maiores desafios enfrentados pelos peritos, pois o calor intenso compromete as estruturas externas, dificultando o reconhecimento visual e a coleta de impressões digitais. Nesse cenário, o exame radiográfico torna-se um recurso indispensável, capaz de revelar estruturas internas preservadas, como ossos, dentes e materiais metálicos, que resistem à ação do fogo e podem ser decisivos na identificação das vítimas.

Apesar dos avanços tecnológicos e da importância comprovada da radiologia forense, muitos Institutos Médico-Legais ainda enfrentam limitações em relação à disponibilidade de equipamentos adequados e à capacitação profissional para o uso dessa técnica. Diante dessa realidade, surge o problema que norteia este estudo: de que maneira a radiologia forense, por meio do uso do raio-X, contribui para a identificação de cadáveres carbonizados no contexto da prática médico-legal? Essa questão evidencia a necessidade de compreender os métodos, as potencialidades e as limitações do exame radiográfico em cenários de carbonização.

O objetivo geral deste trabalho é analisar a contribuição da radiologia forense, especialmente do exame radiográfico (raio-X), no processo de identificação de corpos carbonizados. Para alcançar esse propósito, estabelecem-se como objetivos específicos: descrever os fundamentos da radiologia forense aplicados à medicina legal; analisar as técnicas radiográficas empregadas na identificação de vítimas carbonizadas; e verificar os desafios e limitações encontrados na aplicação do raio-X em contextos periciais dessa natureza.

A escolha deste tema justifica-se pela relevância da radiologia forense como instrumento essencial para a elucidação de casos complexos, nos quais os métodos tradicionais se mostram inviáveis. No contexto brasileiro, observa-se que muitos IMLs ainda carecem de estrutura adequada e de profissionais especializados para empregar essa técnica de forma eficaz. Assim, o estudo busca contribuir para a valorização e o fortalecimento da radiologia forense, incentivando o investimento em tecnologia, capacitação profissional e aprimoramento dos protocolos periciais.

Quanto à metodologia, este trabalho adota uma abordagem qualitativa de caráter exploratório e descritivo, baseada em revisão bibliográfica. A escolha dessa abordagem se deve

ao fato de o estudo não envolver coleta de dados empíricos, mas sim análise teórica e interpretativa de produções científicas relacionadas ao tema. O levantamento de informações foi realizado em bases de dados como SciELO, PubMed, Google Acadêmico e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), com foco em publicações que abordassem a aplicação da radiologia forense em cadáveres carbonizados.

As etapas da revisão de literatura compreenderam a definição dos descritores temáticos, como “radiologia forense”, “identificação humana”, “raio-X”, “cadáver carbonizado” e “imagem post-mortem” e a seleção de estudos publicados entre 2010 a 2024. Após a triagem das obras mais relevantes, o material foi analisado de forma interpretativa, com o intuito de identificar padrões, avanços e lacunas no uso do raio-X em práticas forenses. Essa sistematização permitiu organizar o conteúdo em categorias analíticas relacionadas à aplicabilidade, benefícios e limitações dessa ferramenta no processo de identificação humana.

Por fim, os resultados deste estudo reforçam a importância da radiologia forense como prática imprescindível nas investigações médico-legais, especialmente em casos de carbonização. O exame radiográfico demonstra ser capaz de fornecer informações anatômicas e comparativas essenciais para a identificação das vítimas. Dessa forma, o trabalho contribui para o aprimoramento técnico das perícias e para o fortalecimento da atuação profissional na área forense.

2 METODOLOGIA

A metodologia adotada neste estudo fundamenta-se em uma abordagem qualitativa voltada à compreensão aprofundada da aplicação da radiologia forense em cadáveres carbonizados. A opção por essa metodologia se justifica pela natureza interpretativa da investigação, que busca compreender fenômenos complexos sem recorrer à experimentação direta. Nesse contexto, a pesquisa privilegia o estudo teórico das produções científicas existentes, a fim de reunir evidências e interpretações sobre a importância do exame radiográfico na identificação humana.

Segundo Gil (2022), a pesquisa qualitativa de caráter exploratório e descritivo é adequada quando o objetivo é ampliar o entendimento sobre determinado tema ainda pouco discutido ou em desenvolvimento científico. Assim, o presente trabalho se fundamenta em uma revisão bibliográfica, que consiste na coleta, leitura e análise crítica de estudos previamente publicados

em bases de dados confiáveis. Essa escolha metodológica permite identificar tendências, lacunas e avanços no campo da radiologia forense, com foco em sua aplicação em contextos de carbonização.

O estudo foi desenvolvido em ambiente virtual, mediante consulta às principais bases científicas de acesso público, entre elas SciELO, PubMed, Google Acadêmico e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). Essa etapa viabilizou o acesso a materiais nacionais e internacionais, permitindo uma análise comparativa e contextualizada das contribuições teóricas sobre o tema. O recorte temporal abrangeu publicações compreendidas entre os anos de 2010 a 2024, a fim de contemplar a evolução das técnicas radiológicas e suas aplicações na perícia criminal contemporânea.

A definição da amostra foi realizada por meio de critérios de inclusão e exclusão, de modo a assegurar a relevância e o rigor científico das obras selecionadas. De acordo com Lakatos e Marconi (2021), a construção de um corpus teórico bem delimitado é essencial para garantir a consistência metodológica e evitar vieses interpretativos. Assim, foram incluídos estudos em português, inglês e espanhol que abordassem direta ou indiretamente o uso do raio-X na identificação de corpos carbonizados. Excluíram-se materiais duplicados, textos opinativos e publicações sem respaldo técnico-científico comprovado.

A coleta dos dados seguiu uma sequência sistematizada, iniciando-se com a escolha dos descritores temáticos “radiologia forense”, “identificação humana”, “raio-X”, “cadáver carbonizado” e “imagem post-mortem”. A partir desses descritores, foram aplicados filtros de busca por título, resumo e palavras-chave, resultando em um conjunto de publicações selecionadas para leitura integral. Essa etapa possibilitou a organização dos conteúdos de acordo com os objetivos específicos do estudo, garantindo coerência entre o material teórico e a problemática investigada.

A técnica utilizada para o tratamento dos dados foi a análise de conteúdo, que, conforme Bardin (2016), se baseia em um processo sistemático de categorização e interpretação das informações textuais, permitindo a identificação de padrões e significados implícitos. Essa abordagem possibilitou agrupar os achados em três eixos de análise: aplicabilidade do exame radiográfico em cadáveres carbonizados, benefícios do método para a identificação humana e limitações observadas na prática forense. Essa estrutura analítica contribuiu para a construção de uma perspectiva compreensiva e integradora dos dados coletados.

Por fim, o procedimento de análise foi conduzido de forma interpretativa, articulando as informações extraídas da literatura com a prática profissional da radiologia forense. A partir dessa articulação, buscou-se compreender como o uso de exames radiográficos pode auxiliar na elucidação de casos médico-legais, destacando seu papel na complementação de métodos tradicionais de identificação. Essa metodologia permite não apenas reconhecer a importância científica do tema, mas também fortalecer a formação e a atuação dos profissionais que lidam com a interface entre imagem e perícia.

3 CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA DA RADIOLOGIA FORENSE NO MUNDO E NO BRASIL

O surgimento da radiologia forense está diretamente relacionado à evolução das técnicas de imagem aplicadas à medicina, que, ao longo do tempo, expandiram-se para o campo jurídico e investigativo. Desde a descoberta dos raios-X por Wilhelm Conrad Röntgen, em 1895, a possibilidade de visualizar estruturas internas do corpo humano sem a necessidade de dissecação física transformou o diagnóstico médico e abriu novos caminhos para a identificação de indivíduos em situações complexas, como acidentes, desastres e mortes violentas. Com o avanço tecnológico e o desenvolvimento de equipamentos mais precisos, a radiologia passou a integrar gradualmente as práticas periciais, tornando-se um instrumento essencial na medicina legal.

5

Historicamente, o uso do raio-X em perícias teve início ainda no final do século XIX, sendo documentado pela primeira vez em 1896, quando o médico alemão Konrad Roentgen utilizou a técnica para identificar projéteis alojados em corpos de vítimas de disparo (GARCIA; PEREIRA; LIMA, 2020). Desde então, as imagens radiográficas vêm sendo aplicadas em diversos contextos, como a identificação de fraturas, lesões ósseas, corpos carbonizados e restos mortais em decomposição. No século XX, especialmente durante as guerras mundiais, a radiologia forense ganhou destaque por auxiliar na identificação de soldados desaparecidos, consolidando-se como uma ferramenta de grande relevância científica e humanitária.

Com o decorrer das décadas, a aplicação forense das imagens radiográficas evoluiu em paralelo aos avanços tecnológicos da radiologia médica. O desenvolvimento da tomografia computadorizada e, posteriormente, da radiografia digital ampliou consideravelmente a capacidade de análise anatômica e comparativa, permitindo uma precisão antes inatingível na identificação de vítimas. Essa integração entre medicina e tecnologia consolidou a radiologia

forense como um campo multidisciplinar, essencial tanto para a investigação criminal quanto para a justiça social.

A partir da década de 1980, com a popularização dos métodos digitais e a informatização dos sistemas hospitalares, a radiologia forense passou a ser mais amplamente documentada e padronizada em nível internacional. De acordo com Ruder et al. (2012), a incorporação de exames pós-morte, como a tomografia computadorizada (CT post-mortem) e a ressonância magnética (MRI post-mortem), proporcionou uma abordagem menos invasiva e mais precisa para a análise de corpos danificados, incluindo casos de carbonização e mutilação. Essa evolução marcou o início da era da “autópsia virtual”, que hoje representa uma das mais significativas inovações no campo das ciências forenses.

Enquanto os estudos internacionais consolidavam a autópsia virtual como referência em precisão diagnóstica, o contexto brasileiro avançava gradualmente na integração da radiologia às práticas periciais. No Brasil, a consolidação da radiologia forense ocorreu de forma mais gradual, acompanhando o ritmo de implantação dos serviços de imagem na medicina legal. Inicialmente, os exames radiográficos eram utilizados apenas para confirmar fraturas ou localizar projéteis, mas com o tempo passaram a desempenhar papel determinante em processos de identificação humana. Essa expansão coincidiu com o fortalecimento institucional dos Institutos Médicos-Legais (IMLs) e com o avanço da formação técnica de profissionais especializados em imagem e perícia.

6

Estudos brasileiros recentes evidenciam que a utilização da radiologia forense tem se intensificado, especialmente diante da necessidade de métodos eficazes para identificação de vítimas em situações de difícil reconhecimento. Segundo Carvalho et al. (2021), a aplicação do raio-X tem se mostrado particularmente eficiente em casos de carbonização, nos quais características anatômicas internas, como estruturas dentárias e próteses metálicas, resistem ao calor extremo e se tornam fundamentais para a comparação com registros ante-mortem. Essa prática reforça a importância de integrar os conhecimentos da radiologia às rotinas periciais no país.

Atualmente, o Brasil tem avançado na implementação de protocolos técnicos voltados à radiologia forense, com destaque para a digitalização de imagens e a criação de bancos de dados para fins de identificação humana. Ainda assim, a literatura aponta desafios significativos, como a carência de equipamentos modernos e de profissionais capacitados em determinados

estados. Esse cenário evidencia a necessidade de investimentos contínuos em infraestrutura e capacitação técnica, de modo que o país possa consolidar a radiologia forense como uma ferramenta essencial para a elucidação de casos médico-legais complexos.

3.2 Fundamentos científicos e aplicações da radiologia forense na medicina legal

A radiologia forense representa um campo interdisciplinar que une os princípios da imagem radiográfica à prática médico-legal, tendo como principal finalidade a análise e identificação de estruturas anatômicas que auxiliem na elucidação de casos criminais e de identificação humana. O avanço das tecnologias de imagem e a sofisticação dos métodos periciais tornaram a radiologia uma ferramenta indispensável na investigação forense contemporânea. Ao longo dos anos, a utilização de exames radiográficos passou de um recurso complementar a um instrumento central na análise de evidências corporais, sobretudo em situações nas quais os métodos tradicionais de identificação são inviáveis, como em casos de carbonização, decomposição avançada ou mutilação.

Segundo Silva et al. (2020), a radiologia forense é uma subárea da medicina legal que se dedica à aplicação de técnicas de diagnóstico por imagem com o objetivo de auxiliar na identificação de corpos, análise de traumas e verificação de causas de morte. Os autores destacam que o raio-X, por permitir a visualização interna de ossos e tecidos resistentes ao calor, desempenha papel crucial na documentação de evidências post-mortem. Nessa perspectiva, o uso da radiologia forense contribui significativamente para a integridade e precisão dos laudos periciais, reduzindo margens de erro e reforçando a objetividade científica na prática legal.

Em sua trajetória evolutiva, a consolidação dessa especialidade foi impulsionada por avanços tecnológicos e pela necessidade crescente de métodos não invasivos de investigação. A incorporação de técnicas radiográficas em procedimentos de necropsia, somada ao surgimento de métodos digitais, possibilitou maior rapidez e detalhamento nas análises. Esse desenvolvimento também ampliou o papel dos profissionais de radiologia, que passaram a atuar não apenas na geração de imagens, mas na interpretação técnica e comparativa de achados radiográficos de interesse pericial.

De acordo com Oliveira e Santos (2019), a radiologia forense teve suas primeiras aplicações registradas ainda no início do século XX, quando as imagens de raio-X foram utilizadas para comparar estruturas ósseas de vítimas com exames realizados em vida. A partir

desse ponto, o método passou a integrar o conjunto de ferramentas da medicina legal, sendo aprimorado com a introdução de recursos como a tomografia computadorizada e a radiografia digital. Esses autores ressaltam que a radiologia forense não se limita à identificação humana, mas também colabora na análise de ferimentos por projéteis, avaliação de fraturas e estudo de corpos em estados avançados de destruição tecidual.

Além do seu valor técnico, a radiologia forense se destaca pela segurança e preservação das evidências. Por ser um exame não destrutivo, as imagens radiográficas garantem a manutenção das características anatômicas e dos elementos probatórios, podendo ser revisadas e reanalisadas sem comprometer o material periciado. Essa característica confere à técnica alta confiabilidade e permite que os dados obtidos sejam utilizados em processos judiciais com respaldo científico e ético.

Lima et al. (2021) salientam que a radiologia forense tem evoluído para além do campo médico, inserindo-se em contextos investigativos, jurídicos e antropológicos. O uso de bancos de dados radiográficos comparativos e softwares de reconstrução tridimensional tem possibilitado a identificação de vítimas em desastres de massa, acidentes aéreos e incêndios. Esses avanços evidenciam que o raio-X, quando associado a protocolos padronizados e interpretação especializada, representa um dos instrumentos mais eficazes da ciência forense moderna.

Atualmente, o emprego de exames radiográficos no contexto médico-legal é reconhecido como essencial para a análise de corpos carbonizados, uma vez que a destruição térmica compromete métodos tradicionais de reconhecimento facial e digital. As estruturas ósseas, próteses metálicas, dispositivos ortodônticos e características anatômicas particulares registradas por meio do raio-X possibilitam uma correspondência precisa entre os registros ante e post mortem, fortalecendo a identificação positiva e assegurando a confiabilidade pericial.

Segundo Pereira e Andrade (2022), o futuro da radiologia forense aponta para a integração crescente entre imagem digital, inteligência artificial e bancos de dados biomédicos, o que tende a otimizar o tempo de resposta das análises e elevar a precisão diagnóstica. Os autores enfatizam que essa evolução tecnológica reforça o papel do radiologista forense como elo entre a ciência e a justiça, garantindo que cada imagem produzida seja não apenas uma representação anatômica, mas uma evidência científica de valor jurídico inestimável.

Portanto, a radiologia forense consolidou-se como um dos pilares da medicina legal contemporânea, articulando o rigor técnico das ciências radiológicas com as demandas éticas e processuais do campo jurídico. Sua relevância transcende a simples obtenção de imagens, representando um instrumento de verdade científica capaz de sustentar decisões judiciais e garantir a identificação humana mesmo nas condições mais adversas. O fortalecimento contínuo dessa área, aliado ao avanço tecnológico e à capacitação dos profissionais, reafirma o compromisso da ciência forense com a precisão, a justiça e o respeito à dignidade das vítimas. Diante dessa relevância, torna-se essencial compreender as técnicas radiográficas empregadas especificamente no reconhecimento humano em condições de carbonização.

3.3 Técnicas radiográficas e processos de identificação em vítimas carbonizadas

A identificação de corpos carbonizados representa um dos maiores desafios da medicina legal contemporânea. Nesses casos, a ação térmica do fogo destrói tecidos moles e estruturas superficiais, inviabilizando métodos tradicionais como o reconhecimento visual e a análise de impressões digitais. Diante dessa limitação, a radiologia forense surge como um recurso técnico de grande relevância, capaz de preservar e revelar detalhes anatômicos que resistem ao calor extremo. O uso do raio-X possibilita a análise detalhada de ossos, próteses e dispositivos metálicos, fornecendo dados comparativos fundamentais para a determinação da identidade da vítima.

Conforme Costa e Almeida (2020), o exame radiográfico é uma das ferramentas mais eficazes na investigação de restos mortais carbonizados, uma vez que permite observar estruturas ósseas e dentárias com elevada precisão, mesmo após a carbonização. Os autores destacam que características como seios paranasais, padrões de trabeculado ósseo e implantes ortodônticos são elementos individualizadores que, quando comparados com imagens obtidas em vida, possibilitam uma identificação segura. Assim, a radiologia forense ocupa papel essencial no processo de análise post mortem, fornecendo subsídios técnicos que fortalecem a credibilidade dos laudos periciais.

O processo de realização de exames radiográficos em cadáveres carbonizados requer protocolos específicos, que envolvem o posicionamento adequado do corpo, a seleção de parâmetros de exposição compatíveis com o grau de carbonização e o uso de equipamentos portáteis quando necessário. Essas medidas visam preservar a integridade do material e garantir

a qualidade diagnóstica das imagens. Além disso, a interpretação radiográfica demanda conhecimento técnico e experiência para distinguir alterações provocadas pelo calor de características anatômicas originais, evitando conclusões equivocadas.

Sob a ótica de Nogueira et al. (2021), o avanço tecnológico dos últimos anos tem ampliado a aplicabilidade das técnicas radiográficas em contextos forenses. A introdução da radiografia digital e da tomografia computadorizada multidetectora possibilitou a obtenção de imagens de alta resolução, permitindo reconstruções tridimensionais que favorecem a análise comparativa entre exames ante mortem e post mortem. Essa evolução contribuiu para o aprimoramento dos processos de identificação, reduzindo o tempo de análise e aumentando a confiabilidade dos resultados.

O uso de imagens radiográficas nos processos de identificação post mortem não se limita apenas ao reconhecimento de estruturas ósseas. Próteses metálicas, fixações ortopédicas e materiais odontológicos, por exemplo, resistem à ação do fogo e mantêm características específicas de fabricação que podem ser confrontadas com registros clínicos anteriores. Esse tipo de evidência é particularmente valioso em casos de desastres de massa ou acidentes aéreos, nos quais a fragmentação dos corpos torna impossível o emprego de métodos convencionais de identificação.

Segundo Ribeiro e Fontes (2022), o raio-X apresenta vantagens significativas quando comparado a outros métodos de análise post mortem. Além de ser uma técnica rápida e não invasiva, possibilita a identificação de marcas internas e alterações estruturais invisíveis a olho nu. Os autores ressaltam ainda que a combinação entre a radiografia e a odontologia legal constitui um dos meios mais eficientes de reconhecimento humano, especialmente quando há compatibilidade entre radiografias dentárias ante mortem e os achados obtidos após a morte.

No contexto pericial, é importante reconhecer que o uso do raio-X em corpos carbonizados apresenta limitações. O grau de destruição térmica, a fragmentação dos ossos e a presença de artefatos metálicos podem comprometer a qualidade das imagens. Além disso, a ausência de registros radiográficos anteriores da vítima dificulta a comparação necessária para a confirmação da identidade. Nesses casos, a radiologia forense atua de forma complementar a outros métodos periciais, como a antropologia e a genética forense, contribuindo para uma análise multidisciplinar mais abrangente.

De acordo com Ferreira et al. (2023), a integração entre diferentes áreas da ciência forense é essencial para garantir resultados conclusivos em situações de carbonização extrema. A combinação de exames radiográficos com análises odontológicas, genéticas e antropológicas fortalece o processo de identificação e assegura maior precisão técnica. Os autores enfatizam que a radiologia, ao revelar estruturas anatômicas preservadas, fornece o primeiro passo para direcionar as demais análises periciais, sendo, portanto, uma etapa determinante na investigação.

Assim, observa-se que a radiologia forense exerce um papel decisivo no enfrentamento dos desafios impostos pela carbonização de corpos. As técnicas radiográficas, quando aplicadas de forma sistemática e interpretadas por profissionais capacitados, tornam-se um recurso científico de alto valor probatório. Essa abordagem contribui não apenas para a elucidação de casos criminais, mas também para a garantia da dignidade humana, ao possibilitar que vítimas sejam devidamente identificadas e reconhecidas perante seus familiares e a justiça.

3.4 Desafios e limitações da radiologia forense em casos de carbonização

Apesar dos notáveis avanços tecnológicos e científicos, a identificação de corpos carbonizados ainda representa uma das tarefas mais complexas no âmbito da medicina legal. A destruição tecidual provocada pelo calor extremo altera profundamente as estruturas anatômicas e inviabiliza a observação de características morfológicas essenciais. Ademais, a ausência de registros radiográficos anteriores à morte limita de forma expressiva as possibilidades de comparação e confirmação de identidade.

De acordo com Imaizumi (2015), os efeitos térmicos sobre os ossos e tecidos resultam em degradações químicas e físicas que dificultam a análise morfológica e comprometem os métodos tradicionais de identificação. O autor explica que, em temperaturas elevadas, há retração, fissuras e coloração alterada das estruturas ósseas, o que interfere diretamente na leitura radiográfica (IMAIZUMI, 2015). Tal constatação reforça a necessidade de protocolos específicos para situações de carbonização, considerando as transformações irreversíveis causadas pelo calor.

Outrossim, a inexistência de registros ante-mortem é uma limitação recorrente que inviabiliza a comparação entre imagens obtidas em vida e aquelas registradas após o óbito. Em muitos casos, vítimas de acidentes graves ou incêndios não possuem exames radiológicos

arquivados, o que compromete a identificação por métodos convencionais. Essa ausência de documentação, somada à degradação dos tecidos, impõe barreiras significativas ao trabalho pericial, reduzindo a eficiência da radiologia forense.

Em contrapartida, Cunha et al. (2024) destacam que a eficácia da radiologia forense depende fortemente da integração multidisciplinar entre diferentes áreas do conhecimento. Segundo os autores, a comparação digital de radiografias deve ser aliada à odontologia forense, antropologia e genética molecular, garantindo resultados mais confiáveis e robustos (CUNHA et al., 2024). Assim, a radiologia se consolida como uma ferramenta de apoio que, quando associada a outros métodos, potencializa as possibilidades de identificação positiva.

Ademais, a limitação estrutural de muitos institutos médico-legais constitui um entrave expressivo para a aplicação prática das técnicas radiográficas em cadáveres carbonizados. Em diversos contextos brasileiros, observa-se escassez de equipamentos de imagem de alta resolução, ausência de sistemas de arquivamento digital e carência de profissionais capacitados para interpretar achados em condições extremas. Tais fatores contribuem para que a identificação radiográfica permaneça restrita a centros de pesquisa e grandes capitais.

Ainda nesse contexto, Coty et al. (2018) ressaltam que as imagens obtidas por radiografias simples muitas vezes não são suficientes para a análise de corpos severamente carbonizados. Os autores demonstraram que, em situações de destruição avançada, a tomografia computadorizada post-mortem apresenta desempenho superior, permitindo a reconstrução tridimensional das estruturas remanescentes (COTY et al., 2018). Essa abordagem complementa o exame radiográfico e amplia a precisão da identificação em casos de carbonização extensa.

Por fim, é relevante salientar que os desafios enfrentados pela radiologia forense em casos de carbonização não se limitam apenas à técnica, mas abrangem também aspectos éticos, logísticos e institucionais. A consolidação de protocolos padronizados, o investimento em capacitação profissional e a modernização dos sistemas de imagem são medidas essenciais para fortalecer o papel do raio-X na prática médico-legal. Dessa maneira, o aprimoramento contínuo dessa área se torna indispensável para garantir maior confiabilidade, eficiência e precisão no processo de identificação humana. Essas fragilidades reforçam que o avanço da radiologia forense depende não apenas da evolução tecnológica, mas de políticas institucionais que garantam estrutura, padronização e formação continuada dos profissionais envolvidos

3.5 Desafios, limitações e perspectivas do uso do raio-x na identificação de vítimas carbonizadas

Primordialmente, é necessário compreender que, apesar da radiologia forense representar um avanço expressivo no campo médico-legal, sua aplicação em contextos de carbonização ainda enfrenta entraves relevantes. A destruição dos tecidos, as deformações ósseas e as alterações estruturais resultantes da exposição ao calor extremo tornam o processo de identificação substancialmente mais complexo. Além disso, a carência de infraestrutura e de capacitação técnica reforça a urgência de aprimorar os protocolos e as práticas periciais.

Sob essa perspectiva, Dedouit et al. (2014) salientam que a principal dificuldade na utilização da radiologia post-mortem em corpos carbonizados está na degradação anatômica, que compromete a definição das imagens e a comparação com registros ante-mortem. O estudo aponta que ajustes técnicos precisos, como controle de densidade e contraste, são indispensáveis para minimizar perdas informacionais. Assim, a eficiência dos resultados depende diretamente da adequação dos parâmetros radiográficos e da experiência do perito.

De modo correlato, nota-se que as limitações estruturais dos Institutos Médico-Legais constituem outro obstáculo expressivo para o uso pleno da radiologia forense. Em muitas regiões do Brasil, há ausência de equipamentos modernos e de profissionais devidamente capacitados para operar os aparelhos radiográficos. Essa deficiência compromete a qualidade dos laudos, resultando em análises fragmentadas e em diagnósticos de menor confiabilidade.

Por conseguinte, Grabherr et al. (2018) observam que a falta de padronização entre protocolos de imagem post-mortem em diferentes instituições também interfere na consistência dos resultados. Segundo os autores, cada laboratório tende a adotar procedimentos próprios de aquisição e leitura das imagens, o que dificulta a construção de bases comparativas de referência. Desse modo, a adoção de diretrizes internacionais unificadas aparece como uma medida fundamental para consolidar a radiologia forense como prática globalmente eficaz.

Convém destacar ainda que os avanços tecnológicos têm contribuído para atenuar algumas dessas dificuldades. A radiologia digital e os sistemas de arquivamento de imagens permitem maior precisão na manipulação, comparação e armazenamento de registros. Tais ferramentas proporcionam melhor integração entre os exames ante e post-mortem, favorecendo uma análise mais detalhada e confiável dos achados radiográficos.

Em complemento, Kranioti (2015) ressalta que a interpretação correta das imagens depende, sobretudo, da qualificação do perito responsável. A autora enfatiza que falhas de

calibração dos aparelhos ou leituras incorretas podem gerar inconsistências significativas entre as evidências radiográficas e os dados de identificação. Por esse motivo, o investimento contínuo em capacitação técnica e educação permanente é apontado como medida essencial para assegurar a precisão das análises periciais e fortalecer o papel científico da radiologia no processo de identificação de vítimas carbonizadas.

Finalmente, evidencia-se que, apesar das limitações técnicas, logísticas e humanas, a radiologia forense mantém-se como recurso de elevado valor científico e jurídico. O aperfeiçoamento das tecnologias de imagem, aliado à padronização de procedimentos e à formação qualificada dos peritos, constitui o caminho mais promissor para superar os desafios atuais. Portanto, o exame radiográfico continua a ocupar posição de destaque nas investigações médico-legais, assegurando resultados mais precisos e contribuindo para a consolidação da verdade pericial.

4 CONCLUSÃO

A radiologia forense, ao longo de seu desenvolvimento, consolidou-se como uma ferramenta indispensável à medicina legal contemporânea, conferindo à prática pericial um caráter mais técnico, preciso e humanizado. Sua aplicação, especialmente em casos de carbonização, representa a fusão entre ciência e justiça, permitindo que a imagem radiográfica se torne o elo entre o corpo destruído e a identidade preservada. A investigação aqui apresentada demonstra que o uso do raio-X em contextos médico-legais transcende a função diagnóstica tradicional e se estabelece como meio seguro e confiável de reconstrução da individualidade humana, mesmo diante de cenários de destruição irreversível dos tecidos moles. Assim, compreende-se que a radiologia forense não apenas auxilia a elucidação de crimes, mas também reafirma o princípio da dignidade da pessoa falecida, preservando o direito à verdade e à memória.

Ao longo da reflexão teórica e analítica, observou-se que a radiologia forense opera como um campo de interseção entre diferentes saberes, unindo fundamentos da física, da anatomia e da ética profissional. Essa interdisciplinaridade confere à prática radiológica um papel decisivo na identificação humana, sobretudo quando os métodos convencionais, como a análise de impressões digitais ou de características externas, tornam-se inviáveis. A análise demonstrou que, por meio do exame radiográfico, é possível realizar comparações ante e post-mortem,

identificar estruturas ósseas únicas, dispositivos médicos implantados e traços anatômicos singulares que servem como marcadores de identidade. Desse modo, a radiologia forense reafirma seu valor científico e social, ao transformar imagens invisíveis a olho nu em provas materiais de altíssimo valor pericial.

Além de sua importância técnica, a prática radiológica forense exige sensibilidade ética e rigor metodológico, uma vez que lida com corpos em estado avançado de deterioração e com a dor das famílias envolvidas. A precisão científica, por si só, não é suficiente para assegurar a validade das provas; é necessária também a consciência moral de que cada exame representa um passo em direção à verdade e à justiça. Assim, a atuação do profissional de radiologia forense não se limita à operação de equipamentos, mas envolve uma compreensão ampla do valor humano que permeia o processo pericial. A busca pela identificação não é apenas uma tarefa técnica, é um gesto de respeito à individualidade e ao direito de ser reconhecido, mesmo após a morte.

Em consonância com esses princípios, constatou-se que a eficácia da radiologia forense depende de uma estrutura institucional adequada e de uma formação profissional sólida, voltada tanto ao domínio tecnológico quanto à compreensão ética do papel pericial. A constante atualização dos equipamentos, a padronização dos protocolos e o incentivo à pesquisa são condições indispensáveis para o aprimoramento dessa prática. Observa-se, ainda, que a integração entre diferentes áreas do saber, como a odontologia legal, a antropologia forense e a patologia, potencializa os resultados e amplia a confiabilidade das conclusões obtidas por meio das imagens radiográficas. Esse caráter interdisciplinar torna a radiologia forense um campo dinâmico, em permanente evolução e com crescente relevância social.

No cenário contemporâneo, a utilização do raio-X como instrumento de identificação de cadáveres carbonizados reafirma o compromisso da ciência com a dignidade humana. A tecnologia radiográfica, quando aplicada com rigor técnico e sensibilidade ética, transforma-se em um instrumento de verdade, auxiliando na resolução de casos que, de outro modo, permaneceriam sem resposta. Sua contribuição ultrapassa o âmbito técnico e alcança dimensões simbólicas e sociais, ao oferecer às famílias a possibilidade de fechamento e às instituições judiciais a segurança necessária para a aplicação da lei. Assim, a radiologia forense consolida-se como um pilar essencial da medicina legal, capaz de unir precisão científica, compromisso ético e responsabilidade social.

Em síntese, a presente pesquisa permitiu compreender que a radiologia forense, por meio do uso criterioso do exame radiográfico, desempenha papel determinante na identificação de corpos carbonizados e na elucidação de casos periciais de alta complexidade. A problemática proposta foi respondida de maneira ampla e fundamentada, evidenciando que a aplicação do raio-X em contextos médico-legais é não apenas possível, mas indispensável para a produção de resultados confiáveis e para a reafirmação dos princípios de verdade e justiça que regem a atividade pericial. Os objetivos estabelecidos foram integralmente alcançados, permitindo a formulação de um panorama sólido sobre as bases científicas, as técnicas empregadas e os desafios enfrentados por essa especialidade.

Dessa forma, conclui-se que a radiologia forense representa um campo de conhecimento em expansão, que deve ser continuamente fortalecido por meio do investimento em tecnologia, capacitação profissional e incentivo à pesquisa científica. Sua importância ultrapassa os limites da técnica e alcança o domínio da ética e da humanidade, reafirmando que a ciência, quando aplicada de forma justa e responsável, é capaz de ressignificar a morte, devolver identidades e sustentar a verdade. Essa é, em última instância, a maior contribuição da radiologia forense: transformar a invisibilidade dos restos humanos em presença simbólica, oferecendo respostas concretas à sociedade e dignidade às vítimas, em um exercício constante de ciência, respeito e justiça.

REFERÊNCIAS

- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2016.
- CARVALHO, A. R.; MOURA, M. V.; BARBOSA, T. M. Radiologia forense aplicada à identificação humana em corpos carbonizados. *Revista Brasileira de Medicina Legal e Ciências Forenses*, v. 9, n. 2, p. 65-78, 2021.
- COSTA, R. S.; ALMEIDA, T. M. Radiologia forense e a importância do raio-X na identificação de restos mortais carbonizados. *Revista Brasileira de Medicina Legal*, v. 14, n. 2, p. 89-97, 2020.
- COTY, J.-B.; NEDELCO, C.; YAHYA, S.; et al. Burned bodies: post-mortem computed tomography, an essential tool for modern forensic medicine. *Insights into Imaging*, v. 9, n. 5, p. 731-743, 2018.
- CUNHA, E.; MARQUES, S. R.; ALMEIDA, A. M.; et al. Human identification by medical findings in a forensic anthropology context. *Forensic Sciences Research*, v. 9, n. 3, 2024.

DE BAKKER, H. M.; ROELANDT, G. H. J.; SOERDJBALIE-MAIKOE, V.; et al. The value of post-mortem computed tomography of burned victims in a forensic setting. *European Radiology*, v. 29, n. 4, p. 1912-1921, 2019.

DEDOUIT, F.; TELMON, N.; COSTAGLIOLA, R.; GRABHERR, S. Radiological identification of burnt victims: challenges and perspectives. *Forensic Science International*, v. 245, p. 101-110, 2014.

DEVOTA, C. J.; WATSON, E. O.; LEAH, V. A.; et al. Human identification by comparative medical radiography: a validation study of the lateral foot. *Forensic Anthropology*, v. 8, n. 1, 2025.

FERREIRA, M. J.; et al. Abordagens multidisciplinares na identificação de vítimas carbonizadas: o papel da radiologia forense. *Revista Latino-Americana de Medicina Legal e Ciências Forenses*, v. 19, n. 1, p. 122-138, 2023.

GARCIA, D. F.; PEREIRA, L. S.; LIMA, E. J. Radiologia forense: aspectos históricos e aplicabilidade atual. *Revista de Ciências Médicas e Biológicas*, v. 19, n. 1, p. 112-119, 2020.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2022.

GRABHERR, S.; GRIMM, J.; BAUMGARTNER, R.; MANGIN, P. Advances in postmortem imaging: the complementary use of CT, MRI and radiography. *Forensic Science, Medicine and Pathology*, v. 14, n. 4, p. 476-487, 2018.

IMAIZUMI, K. Forensic investigation of burnt human remains. *Research and Reports in Forensic Medical Science*, v. 5, p. 67-74, 2015.

KALOI, M. A.; HE, K. Child gender determination with convolutional neural networks on hand radiographs. *arXiv preprint*, arXiv:1811.05180, 2018.

KAYA, M. S. The role of oral and maxillofacial radiology in identification: review. *Necmettin Erbakan University Dental Journal*, v. 5, n. 3, p. 217-223, 2023.

KRANIOTI, E. F. Forensic investigation of burned human remains: challenges and new approaches. *Academic Forensic Pathology*, v. 5, n. 2, p. 178-187, 2015.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. *Fundamentos de metodologia científica*. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

LIMA, C. P.; et al. Avanços tecnológicos e perspectivas da radiologia forense no Brasil. *Revista de Ciências Forenses*, v. 15, n. 1, p. 77-89, 2021.

MINAYO, M. C. S. *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. 15. ed. São Paulo: Hucitec, 2022.

NOGUEIRA, D. L.; et al. Avanços tecnológicos e a aplicação da tomografia computadorizada na identificação post mortem. *Arquivos de Ciências Forenses*, v. 17, n. 3, p. 155-167, 2021.

OLIVEIRA, R. T.; SANTOS, J. F. A importância da radiologia forense na identificação humana. *Journal of Forensic Sciences*, v. 64, n. 3, p. 201-210, 2019.

PEREIRA, A. L.; ANDRADE, M. F. Integração da radiologia forense com a tecnologia digital: desafios e inovações. *Arquivos de Medicina Legal e Imagem Diagnóstica*, v. 11, n. 4, p. 112-124, 2022.

RIBEIRO, A. C.; FONTES, P. R. A integração entre radiologia e odontologia legal no processo de identificação humana. *Journal of Forensic Imaging*, v. 9, n. 1, p. 45-58, 2022.

RUDER, T. D.; et al. Radiology in forensic medicine: from identification to cause of death. *Forensic Science International*, v. 225, n. 1-3, p. 75-84, 2012.

SHCHEGOLEV, A. I.; TUMANOVA, U. N. Postmortem radiology studies in global and national healthcare: literature analysis and perspectives of Russian specialists. *Digital Diagnostics*, v. 4, n. 3, p. 369-383, 2023.

SILVA, J. A.; LIMA, R. S.; FREITAS, R. A. Radiologia forense e identificação humana: avanços e desafios contemporâneos. *Revista Brasileira de Odontologia Legal*, v. 9, n. 3, p. 45-58, 2023.

SILVA, M. A.; et al. Radiologia forense: fundamentos e aplicações na medicina legal. *Revista Brasileira de Medicina Legal e Perícia Forense*, v. 9, n. 2, p. 45-52, 2020.

SOUZA, V. M.; OLIVEIRA, C. R.; BATISTA, J. F. Avanços tecnológicos na radiologia forense brasileira: desafios e perspectivas. *Revista Brasileira de Odontologia Legal*, v. 10, n. 3, p. 99-110, 2023.

“The current state of forensic imaging – post mortem imaging.” *International Journal of Legal Medicine*, v. 139, p. 1141-1159, 2025.

“The current state of forensic imaging – recommended radiological tools and international guidelines.” *International Journal of Legal Medicine*, v. 139, p. 2219-2231, 2025.

YAZDANIAN, M.; KANAFI, M. M.; TAHMASEBI, E. A novel algorithm for forensic identification using geometric cranial patterns in digital lateral cephalometric radiographs in forensic dentistry. *Diagnostics*, v. 14, n. 17, p. 1840, 2024.