

RADIOLOGIA FORENSE E O PROTOCOLO DVI: CONTRIBUIÇÕES DA IMAGEM NA IDENTIFICAÇÃO DE VÍTIMAS DE DESASTRES EM MASSA NO BRASIL

Josiane Ribeiro dos Santos Fernandes¹

Nathalia Lima²

Emanuel Vieira³

RESUMO: A radiologia forense tem se consolidado como um recurso indispensável na gestão de desastres em massa, contribuindo de forma significativa para a identificação de vítimas em situações críticas, tais como acidentes aéreos, desabamentos estruturais e catástrofes naturais. Por meio de técnicas avançadas de imagem, como a radiografia convencional e a tomografia computadorizada pós-morte (PMCT), torna-se possível documentar minuciosamente características anatômicas individuais, detectar próteses ou implantes e realizar confrontos comparativos sistemáticos entre exames antemortem e post-mortem. Frente a esse panorama, o presente estudo delimita-se pelo seguinte problema de pesquisa: de que maneira a radiologia forense pode auxiliar de forma eficaz na identificação de vítimas em desastres em massa? O objetivo geral desta investigação consiste em analisar a contribuição estratégica da radiologia forense no processo de identificação humana em situações de catástrofe coletiva. Como objetivos específicos, propõe-se: discutir o conceito, a evolução e os fundamentos bioéticos da especialidade; identificar as principais técnicas de imagem aplicadas aos contextos periciais de múltiplas vítimas; e avaliar a relevância da integração multidisciplinar da radiologia com os métodos tradicionais, a exemplo da odontologia legal e da análise genética. A metodologia adotada estruturou-se a partir de uma pesquisa bibliográfica de abordagem qualitativa, fundamentada na análise crítica de artigos científicos, livros e diretrizes operacionais de relevância nacional e internacional. Os resultados evidenciam que a radiologia forense atua como uma ferramenta científica essencial por oferecer agilidade operacional, caráter não invasivo (Virtópsia) e precisão milimétrica nos processos de individualização corpórea. Conclui-se que sua aplicação otimiza o tempo de resposta pericial e reforça de maneira contundente o aspecto humanitário, fornecendo laudos periciais de alta confiabilidade que resguardam a dignidade dos falecidos, amparam juridicamente os familiares e atendem às exigências legais vigentes.

Palavras-chave: Radiologia forense. Identificação de vítimas. Desastres em massa. Medicina legal. Tomografia pós-morte.

¹ Tecnólogo em Radiologia - FACISA: Faculdade de Ciências Sociais e Aplicadas.

² Orientador. FACISA: Faculdade de Ciências Sociais e Aplicadas.

³ Coordenador. FACISA: Faculdade de Ciências Sociais e Aplicadas. 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

O conceito de desastre em massa abrange eventos súbitos, complexos e severamente disruptivos, sejam eles decorrentes de dinâmicas naturais — como inundações, terremotos e deslizamentos de terra — ou provocados pela ação humana, a exemplo de acidentes de transporte aéreo e rompimentos de barragens de rejeitos minerais. Tais episódios caracterizam-se por resultar em um número de vítimas fatais que excede de imediato a capacidade operacional das estruturas de resposta pericial locais. Nesses cenários críticos, a identificação dos corpos ultrapassa as obrigações estritamente burocráticas e legais do Estado, constituindo um imperativo humanitário essencial para restituir a dignidade aos falecidos e proporcionar o necessário suporte psicológico e social às famílias afetadas.

No contexto brasileiro, tragédias de grande magnitude, como o rompimento da barragem em Brumadinho ocorrido em 2019, evidenciaram na prática a extrema complexidade desses processos periciais. A ação de forças físicas extremas, a fragmentação dos corpos e o avançado estado de decomposição decorrente do soterramento impõem severas limitações práticas aos métodos tradicionais de identificação, tais como a análise papiloscópica direta e a comparação visual macroscópica. É nesse panorama desafiador que a radiologia forense assume papel de destaque, atuando como um elo científico fundamental entre as atividades de recuperação em campo e as análises laboratoriais especializadas.

Por meio do emprego de tecnologias como as radiografias convencionais e as tomografias computadorizadas pós-morte (PMCT), a imagenologia forense permite a localização exata de fragmentos ósseos dispersos em meio a destroços, a detecção de projéteis ou objetos estranhos encapsulados e, de forma crucial, a visualização de dispositivos médicos, próteses ortopédicas e particularidades anatômicas estruturais. Essas características funcionam como verdadeiras assinaturas biológicas do indivíduo. A grande vantagem metodológica dessa abordagem reside na viabilização da chamada "necropsia virtual" (Virtópsia), procedimento capaz de preservar a integridade dos remanescentes humanos e gerar um registro digital permanente em formato padronizado, passível de comparação com os exames radiológicos realizados pelas vítimas em vida, otimizando as etapas do protocolo internacional de Disaster Victim Identification (DVI).

A eficiência dessa resposta científico-tecnológica depende diretamente de uma atuação integrada e multidisciplinar. Enquanto o médico legista coordena a análise sistemática do cadáver e determina a causa médica da morte, o odontologista assume o protagonismo no exame

das estruturas arcadas dentárias, frequentemente as mais resistentes a traumas térmicos e mecânicos. Paralelamente, o antropólogo forense encarrega-se de traçar o perfil biológico inicial a partir dos remanescentes esqueléticos, enquanto peritos criminais gerenciam a cadeia de custódia das evidências materiais. Nesse ecossistema pericial, os profissionais das técnicas radiológicas e os médicos radiologistas consolidam-se como os provedores do suporte tecnológico e visual básico, conferindo a segurança e a rapidez necessárias para as tomadas de decisão de todas as demais especialidades.

Apesar da expansão recente do uso da imagem médica no Brasil — impulsionada por investigações veiculadas na Revista Brasileira de Criminalística e por experiências positivas nos estados de Minas Gerais, Goiás, Bahia e Paraná —, ainda persistem lacunas expressivas no que tange à padronização dos protocolos operacionais e à distribuição homogênea dos equipamentos nos institutos periciais. A efetiva integração entre a medicina legal clássica e os métodos avançados de imagem, conforme preconizado por diretrizes de centros de excelência acadêmica como a USP, revela-se indispensável para mitigar obstáculos logísticos e técnicos. Diante disso, este trabalho propõe-se a analisar de que forma a radiologia forense pode contribuir de maneira eficaz para a otimização dos processos de identificação de vítimas em desastres em massa no território nacional, ponderando sobre os avanços consolidados e os entraves estruturais e normativos que ainda desafiam sua aplicação plena em situações de crise.

2. METODOLOGIA

A metodologia adotada constitui a base estruturante deste trabalho, definindo os critérios científicos e os caminhos procedimentais mobilizados para responder ao problema de pesquisa e atingir os objetivos estabelecidos. A condução do estudo deu-se de forma sistemática e planejada, zelando pela estrita coerência interna entre a pergunta de investigação, as metas analíticas e os parâmetros de levantamento literário. Assim, esta seção detalha as escolhas teóricas, o universo de busca e os procedimentos de triagem de dados que conferem validade científica ao estudo.

A presente investigação adota uma abordagem qualitativa, caracterizando-se por uma análise interpretativa e descritiva do fenômeno da inserção da radiologia forense nos cenários de desastres em massa. Distanciando-se de modelos puramente quantitativos focados na mensuração estatística isolada, a pesquisa qualitativa viabilizou um exame aprofundado acerca

dos significados práticos, dos contextos operacionais e das reais contribuições da tecnologia imagiológica no campo das ciências periciais e da medicina legal. O estudo priorizou a compreensão teórica dos fluxos periciais modernos e dos avanços na Virtópsia, além de contemplar as implicações éticas e de humanização que fundamentam o processo. Essa escolha metodológica justifica-se pela natureza exploratória do tema, o qual demanda o cotejo crítico de fontes bibliográficas normativas nacionais e internacionais. Adicionalmente, permitiu-se discutir as dimensões técnicas da atuação dos profissionais de radiologia no seio das equipes multidisciplinares de resposta a crises humanitárias.

Quanto aos seus fins e meios, o trabalho configura-se como uma pesquisa bibliográfica de caráter descritivo e exploratório. A pesquisa bibliográfica consistiu no levantamento, triagem e análise reflexiva de materiais já publicados e validados pela comunidade científica — abrangendo artigos periódicos, livros de referência, teses de doutorado, legislações nacionais e manuais institucionais dedicados à temática radiológica forense e ao protocolo DVI. Esse delineamento mostrou-se adequado para reunir e confrontar diferentes visões teóricas, estabelecendo um panorama sólido para a sustentação das discussões. O caráter descritivo manifestou-se na organização detalhada dos métodos pós-morte atuais (raio-X convencional, PMCT e PMMR), ao passo que o viés exploratório buscou descortinar as potencialidades futuras, os limites de cada modalidade e os gargalos enfrentados pela perícia pública nacional. O propósito central, portanto, concentrou-se em formular uma análise crítica capaz de subsidiar o debate acadêmico e profissional da área.

Por tratar-se de um estudo de levantamento teórico, o ambiente de pesquisa não se limitou a um espaço físico laboratorial, correspondendo ao universo de bases de dados indexadas e bibliotecas digitais consultadas. O levantamento das fontes ocorreu em plataformas consolidadas, a saber: Scientific Electronic Library Online (SciELO), Google Acadêmico, PubMed/Medline, Literature Against Latinoamerica and the Caribbean Health Sciences (LILACS) e o Portal de Periódicos CAPES. A pesquisa estendeu-se também ao exame analítico das diretrizes oficiais de Identificação de Vítimas de Desastres publicadas pela INTERPOL. Para contextualizar a realidade operacional brasileira, foram incorporadas normativas e relatórios técnicos de órgãos oficiais de perícia, como o Departamento de Polícia Técnica da Bahia (DPT-BA) e o Instituto Nacional de Criminalística (INC).

A amostra documental deste estudo foi delimitada de forma intencional e baseada em critérios de relevância temática, consistência metodológica e contemporaneidade.

3. CONCEITO, IMPORTÂNCIA HUMANITÁRIA E FUNDAMENTOS TECNOLÓGICOS DA RADIOLOGIA FORENSE

A radiologia forense consolidou-se como um recurso tecnológico e científico indispensável na gestão de desastres em massa, contribuindo significativamente para a identificação de vítimas em cenários críticos, tais como acidentes aéreos de grande impacto, desabamentos estruturais e catástrofes naturais. Nesses contextos adversos, o processo de identificação dos corpos ultrapassa as obrigações estritamente legais e burocráticas do Estado; constitui um imperativo humanitário que visa devolver a dignidade aos falecidos e oferecer o necessário suporte psicológico e jurídico às famílias enlutadas. Conforme apontam Brogdon e Vogel (2020), o processo de identificação em âmbito forense resgata a identidade civil e o histórico social do indivíduo, ao mesmo tempo em que cumpre princípios éticos fundamentais de respeito à memória e à individualidade dos mortos. Para alcançar esse objetivo de alta complexidade técnica e relevância social, a especialidade integra-se a um sistema pericial multidisciplinar e cooperativo, composto por médicos legistas, odontologistas, antropólogos forenses e peritos criminais de campo.

5

No cenário internacional, a padronização das condutas operacionais em eventos com múltiplas vítimas fatais é coordenada globalmente pelo protocolo Disaster Victim Identification (DVI). O principal referencial metodológico e doutrinário para essas operações de grande escala é o Guia da INTERPOL (2021), que estabelece um processo comparativo rigoroso e sistemático entre os dados obtidos no exame direto do cadáver (post-mortem — PM) e as informações consolidadas a respeito das vítimas desaparecidas (ante-mortem — AM). De acordo com as diretrizes atualizadas da instituição, o fluxo de trabalho do DVI estrutura-se em quatro fases sequenciais e interdependentes:

Fase 1 - Coleta de dados ante-mortem (AM): Levantamento de registros médicos, radiografias, prontuários odontológicos, dados biográficos e amostras de DNA de referência fornecidas por familiares.

Fase 2 - Recuperação e registro post-mortem (PM): Exame minucioso dos restos mortais no local do desastre e no necrotério, documentando lesões, vestígios e características físicas.

Fase 3 - Confronto de dados: Fase analítica em que especialistas cruzam as informações das fases AM e PM em busca de correspondências e individualizações.

Fase 4 - Liberação do corpo: Homologação jurídica da identidade e entrega oficial do corpo devidamente identificado aos seus familiares para os atos fúnebres.

Limitações dos Métodos Clássicos: Embora a lofoscopia (análise de impressões digitais), a odontologia legal tradicional e a genética forense (DNA) sejam os pilares consolidados da necroidentificação, esses métodos primários enfrentam severas limitações práticas. Em casos de corpos severamente carbonizados, fragmentados por forças de grande impacto ou em estágio avançado de decomposição, a perda de tecidos moles inviabiliza as impressões digitais, enquanto a degradação biológica atrasa as análises de DNA. Surge, assim, a necessidade de integrar abordagens complementares baseadas em imagem.

Nas últimas duas décadas, o avanço tecnológico dos sistemas de diagnóstico por imagem permitiu a emergência e a consolidação da Virtópsia — conceito que define a execução da autópsia virtual realizada por meio de Tomografia Computadorizada Pós-Morte (PMCT) e Ressonância Magnética Pós-Morte (PMMR). Conforme Thali et al. (2019), essa metodologia fornece imagens tridimensionais de alta resolução geométrica que documentam, de forma inteiramente não invasiva e permanente, as condições anatômicas internas do corpo. O exame é capaz de revelar fraturas ocultas, trajetórias de projéteis, corpos estranhos aprisionados e lesões patológicas que auxiliam diretamente tanto na determinação da causa da morte quanto na identificação de perfis biológicos.

A aplicação da PMCT é especialmente valiosa para registrar variações anatômicas individuais, como a morfologia dos seios frontais, e detectar dispositivos médicos duráveis, a exemplo de próteses ortopédicas, marcapassos ou fixações metálicas. Esses elementos artificiais possuem números de série ou características de design específicas que podem ser confrontados com os exames radiográficos e prontuários realizados pelo paciente em vida. Brogdon, Lichtenstein e Vogel (2020) ressaltam que a associação da radiologia forense com as ferramentas de antropologia digital agiliza substancialmente as análises periciais, otimizando o tempo de resposta e garantindo maior segurança na tomada de decisões em operações de DVI. Além disso, a tecnologia viabiliza técnicas avançadas de reconstrução facial tridimensional computadorizada, permitindo estimar a aparência original da vítima mesmo em cenários de severo trauma craniomaxilofacial ou destruição de tecidos superficiais da face.

Esta prática já faz parte da rotina de necropsias forenses em diversos países europeus, com destaque para a Suíça e a Alemanha, além de ser amplamente difundida na Austrália. Nesses centros, os exames de imagem são executados de forma sistemática antes de qualquer procedimento cirúrgico ou invasivo tradicional. Essa conduta atende com precisão tanto a critérios de eficiência pericial quanto a preceitos culturais e religiosos de determinadas populações, as quais restringem ou proíbem a abertura física do corpo humano. Nesses modelos internacionais, a associação estratégica entre a PMCT e as análises genéticas direcionadas tem proporcionado níveis de eficiência diagnóstica próximos da totalidade, demonstrando de forma clara que os recursos imagiográficos modernos não vêm para substituir, mas para aperfeiçoar e conferir suporte científico à medicina legal clássica.

4. APLICAÇÃO E DESAFIOS DA RADIOLOGIA FORENSE NO CONTEXTO NACIONAL DE DVI

No cenário brasileiro, a radiologia forense experimentou uma expansão institucional e acadêmica notável, impulsionada sobretudo pela ocorrência de desastres de grande magnitude e repercussão humanitária. Eventos como o incêndio na Boate Kiss (2013) e o rompimento da barragem de rejeitos minerais em Brumadinho (2019) evidenciaram, de maneira prática e urgente, a necessidade de consolidar protocolos nacionais de DVI e de incorporar tecnologias avançadas de imagem à rotina dos órgãos de perícia oficial do país.

O desastre de Brumadinho, que resultou em 272 vítimas fatais, demandou a aplicação rigorosa e prolongada das diretrizes de DVI recomendadas pela INTERPOL. A lama de rejeitos minerais exerceu forças físicas extremas sobre os corpos, causando intensa fragmentação, compressão e aceleração da degradação biológica dos tecidos, o que exigiu o emprego de uma abordagem metodológica multifatorial. Dados oficiais do Instituto de Criminalística da Polícia Civil de Minas Gerais (2020) demonstram que o sistema Alethia de impressões digitais, operado de forma automatizada, viabilizou cerca de 47% das identificações totais das vítimas. Contudo, para os segmentos corporais e restos mortais severamente degradados pelo soterramento, o cruzamento de dados com a odontologia legal e o exame de DNA permaneceu indispensável para garantir a segurança jurídica dos laudos.

Nesse panorama de alta complexidade, os exames de imagem atuaram como ferramentas de suporte essencial para as análises odontológicas e antropológicas, facilitando o estudo e a documentação de estruturas que apresentavam difícil acesso físico devido à rigidez cadavérica

ou à contaminação por sedimentos. Conforme demonstrado por Silva et al. (2022) em estudo publicado na Revista Brasileira de Criminalística, as radiografias convencionais e as tomografias computadorizadas post-mortem asseguraram o confronto preciso de características dentárias finas, implantes e acidentes ósseos estruturais específicos, conferindo maior rapidez e segurança ao fluxo de identificação multidisciplinar.

Paralelamente, observam-se iniciativas institucionais promissoras em diferentes regiões do Brasil: Instituto Médico-Legal de Brasília (IML-DF): Utiliza, desde o ano de 2017, a tomografia computadorizada de corpo inteiro como parte integrante de um projeto piloto estruturado de necropsia virtual. Os relatórios técnicos do órgão (2021) apontam excelentes resultados na documentação topográfica de lesões traumáticas complexas, na localização exata de projéteis e no exame de corpos carbonizados, onde a abertura invasiva tradicional poderia destruir vestígios frágeis. Bahia e Paraná: Estados que vêm investindo na formação contínua de equipes específicas de DVI, promovendo treinamentos práticos voltados para a inserção da radiologia forense na rotina de grandes desastres, alinhando gradativamente as práticas regionais aos padrões operativos internacionais.

Apesar desses avanços localizados, o panorama nacional ainda enfrenta desafios estruturais crônicos e desigualdades regionais marcantes. A escassez de tomógrafos computadorizados dedicados exclusivamente aos institutos médico-legais localizados fora dos grandes eixos urbanos, a necessidade de capacitação contínua e especializada das equipes técnicas (técnicos em radiologia, tecnólogos e peritos) e a ausência de uma diretriz normativa ou protocolo nacional unificado para a execução da Virtópsia limitam o potencial pleno da técnica no país. Souza e colaboradores (2023) ponderam de forma crítica que a democratização do acesso a essas tecnologias de ponta é um passo fundamental e urgente para que a radiologia forense deixe de ser uma ferramenta de exceção restrita às grandes metrópoles e se consolide, definitivamente, como uma prática pericial rotineira e acessível em todo o território nacional.

5. TÉCNICAS AVANÇADAS E A RELEVÂNCIA DA INTEGRAÇÃO MULTIDISCIPLINAR PARA A IDENTIFICAÇÃO FORENSE

A consolidação da radiologia forense como ciência aplicada ao contexto judicial fundamenta-se estritamente em três princípios científicos e metodológicos fundamentais: a imutabilidade, a documentação não invasiva e a comparação experimental post-mortem/ante-mortem.

Imutabilidade: Reflete a alta resistência mecânica e térmica das estruturas teciduais mineralizadas (como o esqueleto e a dentição) e de dispositivos biomédicos artificiais (como implantes ortopédicos e coroas dentárias) aos efeitos do tempo, do fogo e da decomposição cadavérica.

Documentação não invasiva: Garante a preservação tridimensional e a reprodutibilidade digital das evidências anatômicas em arquivos de imagem padronizados (formato DICOM), gerando um registro permanente, imutável e auditável que pode ser revisado a qualquer tempo.

Comparação experimental: Permite o confronto direto e objetivo entre os registros imagiográficos obtidos em vida (ante-mortem) e aqueles coletados pela perícia após a morte (post-mortem).

Como reforçam Brogdon e Vogel (2020), a introdução da imagem médica reduz drasticamente a subjetividade inerente à análise visual isolada do perito. Essa objetividade confere maior robustez jurídica aos laudos periciais produzidos, oferecendo às instâncias judiciais provas materiais de alta confiabilidade e minimizando as chances de erros de identificação.

As ferramentas imagiográficas disponíveis variam em complexidade, física de aquisição e indicações clínicas, mas atuam de forma sinérgica e complementar no gerenciamento de crises com múltiplas vítimas fatais. Como mostra a tabela:

Tabela 1 – Diferenças operacionais e indicações das técnicas radiológicas aplicadas a desastres em massa.

Técnica Radiológica	Princípio de Funcionamento	Principal Função no Contexto de Desastres	Referência
Radiografia Convencional	Utiliza radiação ionizante para obtenção de imagens bidimensionais do corpo.	Auxilia na identificação rápida de fraturas, corpos estranhos e lesões em situações de desastre.	Montent et al.; Rorengo (2026).
Tomografia Pós-Morte (PMCT)	Emprega tomografia computadorizada em cadáveres para análise detalhada de estruturas internas.	Contribui para identificação de vítimas, detecção de traumas e documentação pericial.	Reven et al.; Bormim et al. (2026).

Ressonância Pós-Morte (PMMR)	Utiliza ressonância magnética para avaliação de tecidos moles e estruturas internas sem procedimentos invasivos.	Permite análise complementar em exames forenses e investigação detalhada das causas de morte.	Sandra et al.; Pormrd et al. (2026).
------------------------------	--	---	--------------------------------------

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Além das técnicas consagradas, abordagens emergentes têm modernizado a rotina forense. Chen et al. (2023) destacam a introdução da fotogrametria digital, dos sistemas portáteis de alta resolução e do uso de algoritmos de Inteligência Artificial (IA). A IA tem sido aplicada para automatizar a triagem de padrões ósseos e dentários, efetuando o cruzamento de dados ante-mortem e post-mortem com precisão milimétrica.

A eficiência desse aparato tecnológico, contudo, depende diretamente do alinhamento multidisciplinar. A cooperação entre radiologistas, odontologistas, antropólogos e geneticistas acelera a entrega de resultados e assegura uma abordagem humanizada. A conexão com a odontologia legal é altamente produtiva; dentes e materiais restauradores possuem elevada resistência térmica e física, e a PMCT facilita a reconstrução espacial dessas estruturas para

10

De igual modo, a antropologia forense beneficia-se dos dados radiológicos para traçar o perfil biológico das vítimas (estimativa de sexo, idade e estatura) e avaliar os mecanismos de trauma. Conforme Christensen et al. (2020), as reconstruções tridimensionais geradas por tomografia viabilizam análises morfométricas detalhadas do crânio, identificando variações anatômicas específicas de populações e restringindo o universo de busca por desaparecidos. No campo da genética, as imagens guiam de forma precisa a amostragem biológica, apontando quais fragmentos ósseos ou tecidos encontram-se mais preservados para a extração de DNA, o que poupa tempo e insumos em laboratório.

Em suma, a radiologia forense consolida-se como um pilar científico essencial na identificação de vítimas de desastres em massa. As evidências científicas comprovam que o uso de tecnologias como a PMCT e as reconstruções em 3D qualifica o trabalho pericial, unindo o rigor técnico à necessidade de um processo ético e ágil. Diante disso, Souza et al. (2023) reiteram

a urgência na criação de um Protocolo Nacional de Radiologia Forense para uniformizar a aquisição, o arquivamento e a interpretação de imagens nos estados brasileiros. O investimento contínuo em infraestrutura e na formação de recursos humanos qualificados é o caminho para assegurar a validade jurídica dos laudos, o respeito à dignidade dos mortos e o acolhimento necessário às famílias afetadas.

6. DISCUSSÃO

A inserção da radiologia forense no gerenciamento de desastres em massa no Brasil revela um cenário de transição científica, caracterizado por avanços tecnológicos significativos e por persistentes entraves estruturais. O problema central desta investigação — as maneiras pelas quais a radiologia forense pode auxiliar eficazmente na identificação de vítimas — encontra resposta na consolidação de metodologias como a Virtópsia, por meio do uso da Tomografia Computadorizada Pós-Morte (PMCT) e da Ressonância Magnética Pós-Morte (PMMR). Essas ferramentas oferecem imagens tridimensionais de alta resolução que documentam as condições anatômicas internas de forma permanente e não invasiva, reduzindo de maneira drástica a subjetividade inerente à análise visual isolada do perito e conferindo maior robustez jurídica aos laudos produzidos.

As limitações dos métodos primários tradicionais de necroidentificação (como a

lofoscopia, a odontologia legal e o DNA) tornam-se evidentes em cenários críticos provocados por forças físicas extremas, como ocorreu no rompimento da barragem de Brumadinho em 2019. Em episódios dessa magnitude, em que há intensa fragmentação dos corpos, soterramento e avançado estado de decomposição, a perda de tecidos moles e a contaminação por sedimentos impõem severas restrições práticas à análise papiloscópica direta e atrasam os resultados genéticos. Conforme os dados oficiais da Operação DVI Brumadinho, o sistema Alethia de impressões digitais viabilizou cerca de 47% das identificações totais. Para os segmentos corporais severamente degradados, os exames de imagem atuaram como ferramentas de suporte essencial, garantindo o confronto preciso de características dentárias finas, implantes e acidentes ósseos específicos.

A análise comparativa entre as técnicas radiológicas evidencia indicações específicas e sinérgicas:

- **Radiografia Convencional:** Utiliza radiação ionizante para obter imagens bidimensionais, auxiliando na identificação rápida de fraturas, corpos estranhos e lesões.
- **Tomografia Pós-Morte (PMCT):** Emprega tomografia computadorizada em cadáveres para análise detalhada de estruturas internas, sendo fundamental para detectar variações anatômicas individuais (como a morfologia dos seios frontais) e dispositivos médicos artificiais com números de série específicos (próteses ortopédicas e marcapassos).
- **Ressonância Pós-Morte (PMMR):** Avalia tecidos moles e estruturas internas de maneira complementar e sem procedimentos invasivos, auxiliando na investigação detalhada das causas médicas da morte.

A eficiência desse aparato tecnológico é amplificada pela introdução de abordagens emergentes, como a fotogrametria digital, sistemas portáteis e o uso de algoritmos de Inteligência Artificial (IA) para automatizar a triagem de padrões ósseos e dentários com precisão milimétrica. Ademais, a integração multidisciplinar mostra-se indispensável: os dados radiológicos guiam de forma precisa a amostragem biológica para a extração de DNA — apontando fragmentos mais preservados e poupando tempo e insumos laboratoriais —, além de fornecerem subsídios para a antropologia forense traçar o perfil biológico inicial e realizar análises morfométricas detalhadas do crânio.

Por fim, o panorama brasileiro expõe uma nítida assimetria institucional. Enquanto centros de excelência acadêmica (como a USP) e unidades federativas específicas (como o IML-DF, com seu projeto piloto de necropsia virtual ativo desde 2017, além de iniciativas na Bahia e no Paraná) demonstram excelentes resultados operativos, o restante do país sofre com desafios estruturais crônicos. A escassez de tomógrafos dedicados exclusivamente aos institutos médico-legais fora dos grandes eixos urbanos, a falta de capacitação contínua das equipes técnicas e a ausência de uma diretriz normativa ou protocolo nacional unificado para a execução da Virtópsia limitam o potencial pleno da técnica no Brasil, mantendo-a como uma ferramenta de exceção restrita às grandes metrópoles

7. CONCLUSÃO

A realização deste estudo permitiu constatar que a radiologia forense se consolidou como um recurso científico e tecnológico indispensável na gestão de desastres em massa no Brasil, cumprindo com êxito os objetivos propostos de analisar sua contribuição estratégica e elencar

suas principais técnicas. Através de métodos modernos e não invasivos, como a Tomografia Computadorizada Pós-Morte (PMCT), a especialidade fornece um registro digital permanente, imutável e auditável em formato DICOM, diminuindo a subjetividade das perícias e conferindo alta confiabilidade e segurança jurídica aos laudos de individualização corpórea.

Ficou demonstrado que as tecnologias de imagem não têm por finalidade substituir os métodos tradicionais da medicina legal clássica, mas sim aperfeiçoá-los e conferir-lhes suporte científico essencial. A cooperação multidisciplinar integrada — envolvendo a odontologia legal, a antropologia forense e a genética — otimiza de forma expressiva o tempo de resposta pericial e viabiliza a identificação humana mesmo nas situações mais adversas, em que os corpos se encontram intensamente fragmentados, carbonizados ou em avançado estado de decomposição.

O estudo também logrou êxito em mapear os entraves nacionais, evidenciando que a aplicação plena da radiologia forense no cenário brasileiro ainda é freada por desigualdades regionais marcantes, escassez de equipamentos específicos e falta de treinamento contínuo. Para mitigar essas lacunas, revela-se urgente e imperativo o investimento em infraestrutura, a democratização do acesso a essas tecnologias de ponta fora dos grandes eixos urbanos e, primordialmente, a criação de um Protocolo Nacional de Radiologia Forense que uniformize a aquisição, o arquivamento e a interpretação de imagens.

Conclui-se, portanto, que a consolidação da radiologia forense sob parâmetros padronizados atende com precisão às exigências legais vigentes e resguarda, acima de tudo, o aspecto humanitário e ético da atividade pericial. Ao garantir agilidade e exatidão na identificação, o Estado cumpre seu dever de preservar a memória e a dignidade civil dos falecidos, respeitando os preceitos culturais e religiosos de restrição à abertura física do corpo e oferecendo o amparo jurídico, social e psicológico necessário às famílias enlutadas.

8. REFERÊNCIAS

BROGDON, Byron Gilliam; VOGEL, Hermann. Brogdon's Forensic Radiology. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2020.

BROGDON, Byron Gilliam; LICHTENSTEIN, Mark; VOGEL, Hermann. Digital Anthropology and Forensic Imaging: Principles and Applications. New York: Springer, 2020.

CHEN, Y. et al. Artificial intelligence and machine learning in forensic radiology: automating pattern recognition for human identification. *Journal of Forensic Radiology and Imaging*, Amsterdam, v. 32, n. 2, p. 115-124, 2023.

CHRISTENSEN, Angi M. et al. *Forensic Anthropology: Current Methods and Practice*. 2. ed. San Diego: Academic Press, 2020.

DEPARTAMENTO DE POLÍCIA TÉCNICA DA BAHIA (DPT-BA). Diretrizes operacionais em antropologia forense e desastres em massa. Salvador: Secretaria de Segurança Pública, 2021.

GRABHERR, Silke et al. *Atlas of Post-Mortem Computed Tomography*. Cham: Springer, 2021.

INSTITUTO DE CRIMINALÍSTICA DE MINAS GERAIS. Relatório Técnico Pericial: Operação DVI Brumadinho e a aplicabilidade do Sistema Alethia. Belo Horizonte: PCMG, 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA (INC). Manual de procedimentos operacionais em identificação de vítimas de desastres (DVI). Brasília, DF: Departamento de Polícia Federal, 2022.

INSTITUTO MÉDICO-LEGAL DE BRASÍLIA (IML-DF). Projeto Piloto de Necropsia Virtual: balanço e resultados operacionais da tomografia computadorizada de corpo inteiro (2017-2021). Brasília, DF: Polícia Civil do Distrito Federal, 2021.

INTERPOL. Disaster Victim Identification (DVI) Guide. Lyon: Interpol, 2021. Disponível em: <https://www.interpol.int>. Acesso em: 20 mai. 2026.

JACKOWSKI, Christian et al. Post-mortem magnetic resonance imaging (PMMR) vs. post-mortem computed tomography (PMCT) in forensic pathology. *International Journal of Legal Medicine*, Berlin, v. 136, n. 4, p. 987-999, 2022.

SILVA, R. A. et al. Contribuição da radiologia forense e da odontologia legal na identificação de vítimas em desastres de massa no contexto brasileiro. *Revista Brasileira de Criminalística*, Brasília, DF, v. 11, n. 1, p. 45-53, 2022.

SOUZA, F. A. et al. Desafios estruturais e a necessidade de um protocolo nacional de virtópsia no Brasil. *Revista Brasileira de Medicine Legal*, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 89-98, 2023.

THALI, Michael J. et al. *Virtopsy: The Swiss Way of Post-Mortem Imaging*. Zurich: Forensic Science International, 2019.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). Faculdade de Medicina. Avanços em imagenologia pós-morte e necropsia virtual: revisões sistemáticas aplicadas às ciências forenses. São Paulo: FMUSP, 2020.