

A QUÍMICA FORENSE COMO FERRAMENTA NA ELUCIDAÇÃO DE CRIMES BALÍSTICOS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Jackson Pereira Arruda¹

Francisco Wirley Paulino Ribeiro²

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar um referencial bibliográfico baseado em artigos científicos publicados entre 2010 e 2025, além de livros, revistas, monografias, dissertações e periódicos acadêmicos, abordando a Química Forense como ferramenta na elucidação de crimes balísticos. A pesquisa destaca a relação direta entre a Química Forense e sua importância para a investigação criminal, evidenciando como a análise científica contribui para a compreensão da dinâmica dos disparos e para a identificação de armas, munições e possíveis suspeitos. Nesse contexto, são discutidos fatores relevantes que justificam a pertinência do tema, considerando o papel central dos vestígios deixados em eventos envolvendo armas de fogo. Serão abordadas técnicas analíticas fundamentais para a investigação balística, com ênfase na análise de pólvora, projéteis e estojos, os quais fornecem informações indispensáveis para a reconstrução de crimes e para o trabalho pericial.

Palavras-chave: Química Forense; Elucidação; Investigação Criminal; Balística.

ABSTRACT

This work aims to present a bibliographic reference based on scientific articles published between 2010 and 2025, as well as books, magazines, monographs, dissertations, and academic journals, addressing Forensic Chemistry as a tool in the elucidation of ballistic crimes. The research highlights the direct relationship between Forensic Chemistry and its importance for criminal investigation, demonstrating how scientific analysis contributes to understanding the dynamics of gunshots and to the identification of weapons, ammunition, and possible suspects. In this context, relevant factors justifying the pertinence of the topic are discussed, considering the central role of traces left in events involving firearms. Fundamental analytical techniques for ballistic investigation will be addressed, with emphasis on the analysis of gunpowder, projectiles, and casings, which provide indispensable information for crime reconstruction and for expert work.

Keywords: Forensic Chemistry; Clarification; Criminal Investigation; Ballistics.

¹ Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB; Discente do Curso de Licenciatura em Química; Instituto de Ciências Exatas e da Natureza – ICEN; E-mail: jacksonarruda44@gmail.com;

² Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB; Orientador/Docente do Curso de Licenciatura em Química; Instituto de Ciências Exatas e da Natureza – ICEN; E-mail: wirley.ribeiro@unilab.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A Química Forense é uma área da ciência que se dedica ao auxílio e embasamento jurídico, que tem como base produzir provas materiais concretas, por meio de análises químicas orgânicas, inorgânicas, toxicológicas, de matrizes criminais, que são elas: drogas, venenos, resíduo de incêndio ou disparo com arma de fogo, impressões digitais, documentos e até datação de tintas. Nesse contexto, destaca-se que métodos analíticos empregados na detecção de resíduos de disparo mostram-se eficientes para a identificação desses vestígios (SANTOS *et al.*, 2024, p. 5).

Dessa forma, a química forense na balística, existem distintas maneiras como a química pode ser importante nesse contexto, como análise de resíduos de pólvora, analisar também resíduos deixados nas mãos, roupas e em outros materiais que possam estar no local do disparo se tratando de uma arma de fogo. A balística forense surge para que crimes com armas de fogo não fiquem sem identificação dos culpados, se valendo de conhecimentos de diversas áreas como química, física, odontologia e medicina legal (REIS *et al.*, 2004).

Além disso, a Química Forense pode investigar a trajetória de projéteis e estojos, fazendo uma investigação em que se faz uma comparação de projéteis e estojos encontrados na cena do disparo com amostras que já são conhecidas na perícia forense, por meio dessa análise pode-se buscar a identificação da arma de fogo utilizada no crime. Em suma a química forense pode atuar, na identificação de padrões de danos causados por projéteis de arma de fogo em objetos e estruturas, assim pode-se reconstruir eventos e tentar solucionar a dinâmica na qual o crime foi causado. De acordo com Delmanto (2000), o crime, sob uma perspectiva analítica, pode ser compreendido como a transgressão de um bem jurídico tutelado pelo direito penal. Por outra expressão, trata-se de um ato social ilícito que compromete a segurança e o desenvolvimento da sociedade. Assim, a busca pela elucidação de condutas delituosas de relevância jurídica encontra respaldo nos princípios e métodos da ciência forense.

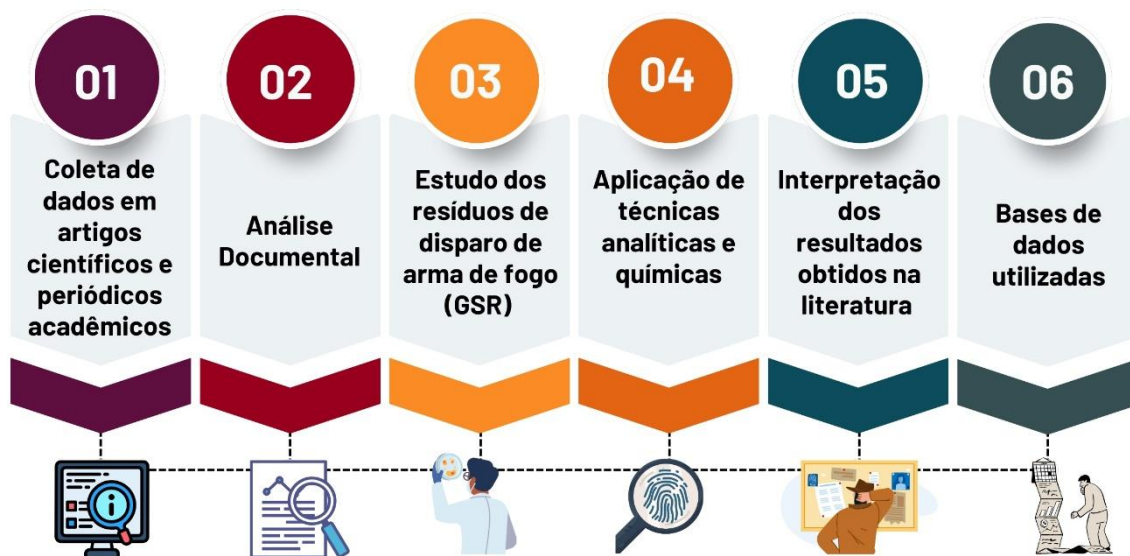
Nesse sentido, o presente trabalho tem como a principal finalidade demonstrar por meio de artigos científicos dos anos de 2010 a 2025, assim como em livros, revistas, monografias, dissertações e periódicos acadêmicos como a química forense tem um papel relevante e valioso na elucidação de crimes balísticos, por meio das significativas técnicas químicas analíticas, na análise dos mais diversos materiais deixados na cena de um crime como projéteis, pólvora e estajo. À vista disso, a química vem com essa missão de solucionar e contribuir de forma meritória com as ciências forenses.

2. METODOLOGIA

A metodologia empregada neste presente trabalho baseou-se em uma pesquisa de caráter bibliográfico, limitando-se como foco principal a química forense aplicada a elucidação de crimes balísticos. Primeiramente, foram pesquisadas e selecionadas publicações científicas em periódicos acadêmicos, como artigos científicos dos anos de 2010 a 2025, livros, monografias e dissertações. De forma geral, todo esse material foi encontrado disponível em bases e plataformas digitais como SciELO, Revista Brasileira de Criminalística, Portal de Periódicos da CAPES e Revista Virtual de Química. Nesse sentido, enfatizando também importantes informações sobre técnicas de análise química de resíduos de disparo de arma de fogo (GSR), tais como pólvora, projéteis, estojos e cartuchos. Além disso, destaca-se que as palavras-chave utilizadas para orientar a pesquisa e a seleção do material foram: química forense; elucidação; investigação criminal; e balística.

Dessa forma, a pesquisa considerou aspectos, especificamente qualitativos de fundamentações químicas, viabilizando a compreensão das aplicações da química forense na investigação criminal, englobando análise de componentes como orla de escoriação, rodizonato de sódio, técnicas de microespectroscopia na região do infravermelho por transformada de fourier (FTIR), cromatografia líquida, métodos de imagem tridimensional (3D) e explorando a eletroforese capilar. Os métodos utilizados para compor a pesquisa estão representados na (figura 1).

Figura 1 – Metodologia utilizada na pesquisa.



Fonte: Próprio autor, 2025.

Assim, os dados obtidos foram organizados de acordo com as diferentes técnicas analíticas empregadas na química forense, destacando-se a identificação de resíduos inorgânicos, como chumbo (Pb), bário (Ba) e antimônio (Sb), e resíduos orgânicos provenientes de disparos, a análise da composição de pólvoras negra e sintética, bem como o estudo da constituição de cartuchos e espoletas de armas de fogo modernas.

Ademais, foram analisadas as aplicações práticas de cada técnica, considerando suas vantagens, limitações e confiabilidade na investigação balística. Também foram examinadas metodologias de coleta de vestígios em cenas de crime, incluindo o uso de fitas adesivas e testes colorimétricos, além do papel do perito químico na triagem, análise e emissão de laudos técnicos.

Em síntese, a pesquisa adotou uma abordagem sistemática para correlacionar os procedimentos laboratoriais com a prática forense, permitindo reconstruir eventos balísticos e estabelecer conexões entre projéteis, armas e autores de crimes. A metodologia contemplou a interpretação de resultados obtidos por técnicas instrumentais avançadas e sua aplicação na identificação do número de disparos, distância do disparo e características da arma utilizada. A análise integrada das evidências químicas, aliada à revisão de literatura, possibilitou a compreensão da importância da química forense como ferramenta essencial na elucidação de crimes balísticos, reforçando seu papel na criminalística e na proteção da sociedade.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

A química forense desempenha um papel crucial na investigação criminal, fornecendo métodos analíticos avançados para a análise de evidências em crimes balísticos. Para o autor Reis (2021, p. 2), “A química forense surgiu como um elo entre a ciência pura e o direito penal, contribuindo para a objetividade da prova criminal. Seu papel vai além da análise laboratorial; trata-se de uma ferramenta investigativa que busca a verdade por meio da ciência [...]”.

Desse modo, serão abordadas as técnicas como FTIR, cromatografia líquida, métodos de imagem tridimensional (3D) e eletroforese capilar. Agregando que “a Química Forense é um dos procedimentos padronizados na Cadeia de custódia, que segundo a Lei nº 13.964 pode ser definido como um documento cronológico (sequencial), que objetiva analisar, controlar e identificar evidências objetivando a solução do crime.” (SANTOS et al., 2021, p. 18). Na cena de um crime o procedimento que se é cabível e padrão é, conforme descrito:

O isolamento do local, geralmente feito com a famosa "fita zebra", é mais do que uma barreira física; é uma barreira psicológica. Ela transforma um espaço comum em um santuário investigativo, comunicando a todos a seriedade da situação e a necessidade de respeito aos vestígios. A doutrina costuma classificar os locais em imediato (o núcleo do evento), mediato (áreas adjacentes, como rotas de fuga) e relacionado (um local distante, mas conectado ao fato, como o carro do suspeito). (VELHO, 2017, apud MANJINSKI JUNIOR et al., 2025, p. 12).

Após o adequado isolamento e preservação do cenário, torna-se possível aplicar os métodos científicos que sustentam a análise técnica das evidências. Nesse contexto, as principais técnicas analíticas empregadas na química forense balística serão descritas a seguir, destacando sua relevância para a identificação e interpretação dos vestígios.

3.1 A Microespectroscopia na Região do Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR)

A microespectroscopia na região do infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) tem sido uma ferramenta crucial no campo da espectroscopia de imagem química desde o início dos anos 1990. Este método permite a aquisição de espectros e informações espaciais simultaneamente, o que é essencial para identificar espécies químicas na amostra e mapear sua distribuição. Segundo Ferreira et al. (2016, p. 38),

Além disso o infravermelho pode identificar diversos compostos como explosivos, combustíveis, produtos tóxicos e etc. Os aparelhos baseados nesta técnica utilizam diversos tipos de cristais, o infravermelho então identifica a radiação subsequente através da vibração das moléculas ao qual se expõem e assim pode afirmar com precisão que tipo de material se trata (MACHADO, 2013).

Vale ressaltar que Bojko (2008), realizou estudos sobre a interseção de linhas de composições químicas diferentes, escritas e impressas em papel. Ele investigou a capacidade do FTIR que é uma técnica analítica amplamente utilizada na química forense para a identificação e caracterização de substâncias, foi usado para distinguir entre diferentes tipos de tinta de canetas esferográficas e impressoras a laser e ink-jet. A análise revelou a possibilidade de identificar a distribuição espacial dos materiais usando frequências características específicas das composições químicas das tintas.

Essa aplicação demonstra elevada relevância na química forense voltada para a área da balística, pelo motivo de que essa mesma técnica pode ser utilizada com o objetivo de identificar e comparar resíduos de disparo, como pólvoras, projéteis e também componentes metálicos, levando a uma possibilidade de se saber qual a origem de

materiais encontrados nas cenas de crimes balísticos. Somando a isso, o uso do FTIR habilita analisar de maneira não destrutiva vestígios microscópicos, sendo assim, ele garante a não destruição da amostra e mantém sua integridade e coopera para o estabelecimento de conexões entre suspeitos, tal qual, armas e locais de crime, configurando-se, um mecanismo de grande plenitude na investigação forense, sendo-se basilar na elucidação de crimes balísticos.

3.2 Métodos de Imagem Tridimensional (3D)

Os métodos de imagem tridimensional (3D) embora ainda bastante recente, têm se transformado na química forense como uma ferramenta de grande valor, sendo aplicada de forma eficiente na balística, pois é um recurso que oferece múltiplas funcionalidades, que proporcionam precisão, reprodutibilidade e uma gama de detalhes na análise de armas, projéteis, estojos e cena de crime. Como pontua a Pefoce (2025) que “[...] é essencial e recomendável recorrer a tecnologias avançadas, como scanners 3D e softwares de modelagem facial, que oferecem uma precisão maior nas reconstruções, ampliando assim a gama de informações a serem analisadas.”

A representação 3D oferece vantagens aplicáveis sobretudo para a criminalística, como a documentação precisa de vestígios, particularmente em criação de réplicas impressas em 3D configurando-se em análise comparativa de elementos balísticos. Somando-se a isso, ao digitalizar projéteis e estojos, é possível observar precisão com as marcas produzidas pelos equipamentos que compõem uma arma, que são pelo cano, agulha percussora e até mesmo pelo extrator e ejetor. Esses componentes, cruciais para a balística forense, possuem capacidade para serem avaliados de maneira ampliada e repetitiva sem haver nenhuma degradação do vestígio original.

3.3 Cromatografia Líquida (HPLC ou LC)

Costa e Rodrigues (2025, p. 49), destacam que, “A cromatografia é um método de separação de substâncias químicas de uma amostra que acontece em uma coluna cromatográfica [...] com uma fase estacionária (líquida ou sólida) e com uma fase móvel (líquida, gasosa ou de fluido supercrítico)”. Na balística forense, a cromatografia líquida faz a execução de um papel essencial na detecção e caracterização de componentes químicos de uma arma de fogo, sendo em munições e resíduos de disparo, a HPLC surge como sendo uma das melhores técnicas para identificar compostos que são orgânicos. Ela faz uma função que auxilia de forma contundente a perícia forense, como fazendo estimativa de tipo e marca de munição, análise química de propelentes e pólvoras e detecção de marcadores químicos inseridos por fabricantes.

3.4 Eletroforese Capilar (CE)

A eletroforese capilar (CE) é um método de separação baseado na migração diferencial de espécies carregadas em um campo elétrico. Além de sua alta eficiência analítica, a CE permite detectar íons presentes em quantidades extremamente pequenas, o que é fundamental na análise de resíduos de disparo (GSR). A técnica possibilita a identificação de marcadores inorgânicos característicos de munições, contribuindo para estabelecer vínculos entre o suspeito, a arma e o local do crime. Assim, a CE se torna uma ferramenta valiosa na balística forense ao fornecer resultados rápidos, específicos e confiáveis para a reconstrução dos eventos relacionados ao disparo. De acordo com CHARLES et al. (2020, p. 421):

No passado, foram despendidos esforços consideráveis no desenvolvimento de técnicas analíticas capazes de identificar os níveis de ânions inorgânicos presentes. Os íons nitrito e nitrato podem ser usados como ferramentas de triagem para investigar resíduos de disparo de arma de fogo (GSR, na sigla em inglês), devido ao fato de serem os principais componentes inorgânicos desses resíduos. Como um método de separação de alta velocidade, a eletroforese capilar demonstrou oferecer abordagens promissoras, eficazes e econômicas para a separação de uma grande variedade de substâncias, incluindo aquelas encontradas em análises forenses [...].

Em síntese, esses resultados representam um avanço significativo na análise forense de GSR, proporcionando maior especificidade e confiabilidade na identificação de resíduos de disparos de armas de fogo.

3.5 Importância da Química Forense na Elucidação de Crimes Balísticos

De acordo com o pensamento de Tochetto (2015), balística forense é universalmente utilizada para a análise e a identificação das armas de fogo, dos projéteis, dos explosivos e de todos os elementos que os envolve. Com base nisso, a química forense atua de maneira que permite a identificação do tipo de arma, o autor do crime, à distância e direção do disparo e analisar toda a natureza do crime por meio dos vestígios de substância deixada no local, como a pólvora.

A química forense tem relevância central na elucidação de crimes balísticos, utilizando como os principais recursos para a identificação de armas e suspeitos, o reconhecimento no projétil utilizado, no estojo e também na pólvora excretada. Na investigação o projétil da arma de fogo que foi disparado está como o principal elemento da munição que é viável para uma mais rápida identificação, a partir dele é possível identificar a arma utilizada no crime e seu calibre.

Com isso, os projéteis são considerados os que possuem maiores montantes de características que podem instruir para melhores investigações. Pois, eles permitem a formação de um vínculo que une uma conduta entre a lesão ou perda patrimonial feito por um ou mais tiros da arma utilizada na ação, fazendo-se comumente a submissão a exames de caráter pericial. OLIVEIRA (2016, p. 193) afirma que:

Geralmente o projétil encontra-se no corpo da vítima ou no local do crime, sendo mais comum o primeiro caso. Em qualquer das hipóteses, o perito balístico irá examinar o projétil, verificando seu peso, formato, comprimento, diâmetro, composição, calibre, raiamento, estriações laterais finas e deformações. O calibre da arma serve para demonstrar a medida do cano, a raição indica o tipo de arma e a estriação lateral fina individualiza a arma.

3.6 Orla de Escoriação de um tiro com arma de fogo

A Orla de Escoriação (ou também pode ser chamada de anel de condução) é definida como um sinal típico detectado ao redor do orifício de entrada de um projétil disparado por uma arma de fogo, que também se define por:

Quando ocorre a passagem do projétil, ele gerará uma primeira orla, chamada orla de enxugo conforme supracitado, podendo gerar uma segunda orla, que é a orla de escoriação, ao redor do orifício de entrada, gerando o arrancamento traumático da epiderme com exposição da derme sem, contudo, ultrapassá-la, cabendo ratificar que a orla de escoriação não é formada pela rotação do projétil, podendo estar presentes também quando dos disparos de projéteis oriundos de armas de alma lisa (JusBrasil, 2020).

Na (figura 2), é possível ver como fica o local de ferimento no corpo da vítima causado por um tiro disparado a meia distância.

Figura 2: Orla de Escoriação em uma vítima de um ferimento por arma de fogo.



Fonte: JusBrasil, 2020.

Para tanto, na análise balística tem se visto avanços notáveis na identificação de armas de fogo e munições. Técnicas como espectrometria de massa e análise de isótopos têm sido empregadas para rastrear a origem das balas e estabelecer conexões entre crimes

aparentemente não relacionados. Além disso, métodos de imagem tridimensional estão revolucionando a reconstrução de cenas de crime e a análise de padrões de disparo. De acordo com OLIVEIRA (2016, p. 184-185)

A identificação direta é quando o exame é realizado na própria arma com suas características e qualidades próprias. Já a identificação indireta ocorre quando é realizada diante de um estudo comparativo das características gerais e peculiares como também das deformações impressas pela arma nos elementos de sua munição (espoleta, projétil). Alguns autores entendem que existem três categorias fundamentais de identificação: genérica, específica e individual.

O resíduo resultante do disparo de uma arma de fogo, que também é conhecido como *Gunshot Residue* (GSR) em inglês, é formado por partículas geradas durante o disparo, que são resultantes da combustão da mistura iniciadora e do propelente (BLAKEY et al., 2018). À vista disso,

As pistolas semi-automáticas, por sua própria constituição, não expõem resíduos na mesma quantidade dos revólveres. Os resíduos gerados saem pela janela do extrator e pelo próprio cano. Outros tipos de arma longas, como espingardas, carabinas metralhadoras, além dos resíduos nas mãos, deixam vestígios em outras partes do corpo e nas vestes do atirador (OLIVEIRA, 2016, p. 191).







Na (figura 3) está a representação de uma pistola semi-automática e na (figura 4) a sua ficha técnica.

Figura 3 – Nomenclatura da pistola semi-automáticas Taurus TH9c - 9mm.



Fonte: Taurus, 2024.

Figura 4 - Ficha técnica pistola Taurus TH9c - 9mm.

DIMENSÕES			DADOS TÉCNICOS	
	mm	in		
Comprimento Total:	174	6,85	 CALIBRE	9mm (9x19)
Altura Total:	127 / 148 *	5 / 5,83 *	 CAPACIDADE	13+1 / 17+1 *
Largura:	34	1,33	 COMP. CANO	90mm 3,54"
MIRAS			 AÇÃO	SA/DA
Novak 3 pontos - Tritium			 PESO	690g - 24,33oz 710g - 25oz *
SEGURANÇA			 MATERIAL + ACABAMENTO	Aço carbono Teniferizado
Trava de percussor				
Trava manual e desarmador do cão				
Indicador de munição na câmara				
OUTROS				
Retém do carregador - ambidestro				
Trilho Picatinny/MIL-STD-1913				
2 carregadores de 15 cartuchos e 1 carregador de 18 cartuchos				
Municiador para carregador				
Acessório para acabamento do carregador 17 cartuchos				
* com prolongador de carregador				

Fonte: Taurus, 2024.

A pistola tem características que são de uma arma curta, como trava de segurança, trava do gatilho e trava do ferrolho, tem capacidade de Munição de 07 a 18 cartuchos em média, acondiciona sua munição em um carregador, colocado na empunhadura da arma e umas das suas principais funções é que após cada disparo os estojos vazios são arremessados para fora da arma, através da janela de ejeção. No (quadro 1) são descritas as distâncias e como o tiro é definido de uma arma de fogo.

Quadro 1 – Considerações sobre as distâncias do disparo de arma de fogo.

Modalidade do disparo	Distância em centímetros
Tiro a distância	60 – 70
Tiro a curta distância	10 – 50
Tiro à queima-roupa	até 10
Tiro encostado	0 (zero)

Fonte: Adaptado de Silveira et al, 2025.

Em razão disso, a análise de resíduos de disparo de armas de fogo, particularmente de munições sem metais pesados, está se tornando importante na balística forense. Métodos como cromatografia líquida são preferidos devido à sua sensibilidade e especificidade, em comparação com a eletroforese capilar, que é menos viável para

amostras reais devido à decomposição dos resíduos ao longo do tempo. No entanto, devido aos procedimentos complexos de preparação de amostras, essas técnicas podem não ser aplicáveis para análises de rotina, mas podem ser úteis em estudos recentes de disparos.

A munição é uma prova crucial na balística forense, que é composta por projétil, estojo, carga de projeção e carga de inflamação. No momento da ação ao disparar uma arma, resíduos sólidos e gasosos são expelidos juntamente com o projétil dando início a balística de transição, que analisa o comportamento do projétil durante o período em que começa o seu movimento fora da arma, porém, ainda é influenciado pelos gases remanescentes do disparo (Silvino Júnior, 2021). As circunstâncias causadas pelos projéteis de arma de fogo (PAF) são classificadas segundo Albuquerque Neto (2021, p. 8):

O trauma por PAF é avaliado como um trauma penetrante, o que equivale a um mecanismo de trauma significativo e pode ser classificado como um trauma maior quando: os parâmetros vitais se encontram alterados; a anatomia da lesão é de ferimento penetrante em região craniana, cervical, torácica, abdominal e de extremidades proximais ao cotovelo e joelho; há uma combinação de traumas; e quando há paralisia de um ou mais membros.

A identificação do atirador é frequentemente realizada através dos resíduos de tiro (GSR), sendo a carga de inflamação responsável por iniciar a combustão da pólvora contida no estojo e expulsar o projétil pelo cano da arma. A mistura iniciadora da carga de inflamação contém elementos como estífnato de chumbo, nitrato de bário, trissulfeto de antimônio, entre outros. Os resíduos inorgânicos produzidos por disparos de armas de fogo contêm marcadores químicos como Pb, Sb e Ba, provenientes da espoleta. A coleta adequada dos resíduos GSR é de fundamental importância para a obtenção de resultados confiáveis. Estudos recentes têm se concentrado no aprimoramento desses métodos, buscando aumentar a eficiência e a precisão na coleta dos resíduos (PEREIRA, 2022).

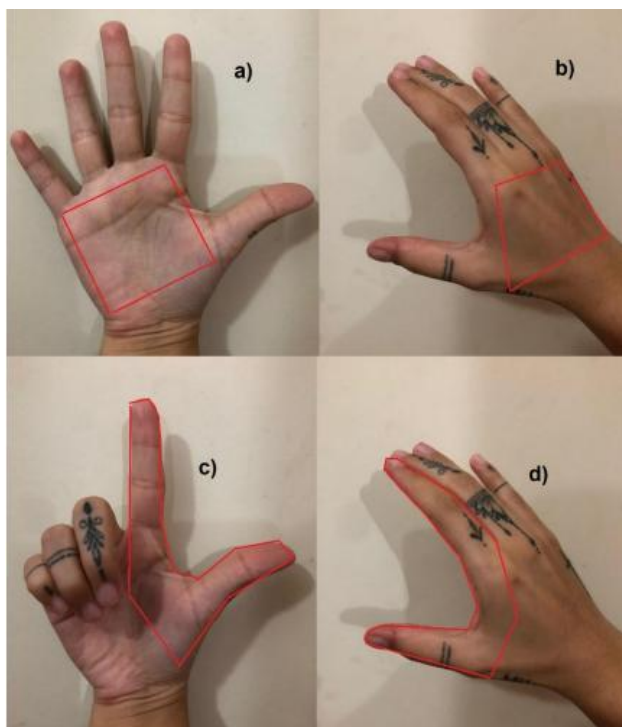
Além disso, a análise da pólvora, que pode ser negra (com fumaça) ou sintética (sem fumaça), é relevante. A pólvora negra, composta por carvão, salitre e enxofre, inflama rapidamente, resultando em uma combustão intensa e produção de fuligem. A pólvora sintética é um substituto moderno da pólvora negra, contendo aditivos específicos que contribuem para a vida útil da munição.

Esses aditivos incluem nitrocelulose como oxidante, nitroglicerina, ftalato de dimetila ou butila, e glicerina como plastificantes, além de outros estabilizantes e aditivos orgânicos. Alguns desses compostos são relevantes para a identificação de resíduos de

tiro, pois são exclusivamente utilizados na fabricação de munições. Esses compostos têm sido empregados como marcadores na análise de GSR orgânicos encontrados no estojo ou nas mãos do atirador após a combustão da pólvora, proporcionando uma ferramenta valiosa para a investigação forense.

Na (figura 5) está ilustrado como fica a distribuição de GSR nas mãos de um atirador. No ato de acontecimento de um crime ao utilizar armas pequenas como pistolas e revólveres, a deposição dos GSR nas mãos ocorre nas regiões da palma (a), dorso (b), pinça-palmar (c) e pinça-dorsal (d), (Salino, 2021).

Figura 5 - Região de espalhamento de GSR após a efetuação de um disparo com uma arma de fogo.



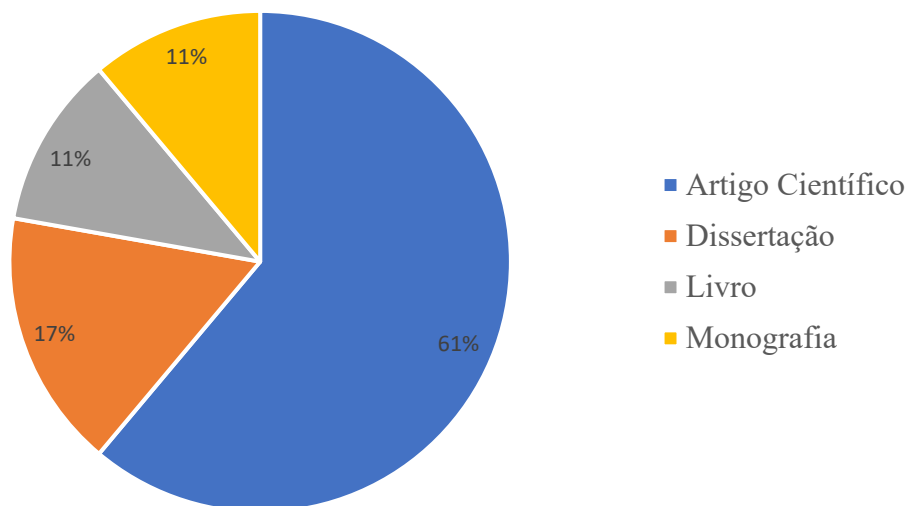
Fonte: Salino, 2021.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presente pesquisa foi desenvolvida levando em consideração os procedimentos por etapas, onde se busca de forma coerente mostrar que a química forense é uma aliada de grande valor nas ciências forenses, pois a química desempenha uma função crucial na montagem de como ocorreu um determinado crime. No caso o principal foco da pesquisa é mostrar a relevância que a química forense tem para desvendar crimes cometidos por meio de armas de fogo, como pistolas, revólveres, espingardas, fuzis, metralhadoras ou qualquer outra arma de fogo.

A partir disso, foram analisados 18 trabalhos relacionados ao tema da química forense como ferramenta na elucidação de crimes balísticos. Entre os trabalhos estão 11 artigos científicos, 3 dissertações, 2 livros e 2 monografias. O material utilizado na pesquisa está representado no (gráfico 1) com suas devidas porcentagens.

Gráfico 1: Dados do material bibliográfica utilizado na pesquisa.



Fonte: Próprio autor, 2025.

Somado a isso, com base na literatura bibliográfica a investigação criminal utilizando as técnicas químicas é um fator decisivo para com êxito apurar, desvendar, esclarecer e solucionar crimes balísticos. A atuação do perito químico em uma cena de crime balístico, é baseada em cuidados e uma série de técnicas específicas e profissionais. Na (figura 6) é descrito sobre os procedimentos iniciais, no local de um crime. O fluxograma descrito logo abaixo mostra a importância da química para a perícia forense, desde coletas, triagem, análise e laudo técnico.

Por isso, a química é uma ciência essencial que contribui de forma complementar para desvendar crimes balísticos e trazer respostas rápidas para a população em diversos crimes que necessitam da ajuda do perito químico. É valioso destacar conforme afirma Reis (2021, p. 6) que “o perito químico precisa considerar variáveis como tempo de exposição, via de administração e metabolismo individual antes de emitir conclusões”.

Além disso, a atuação do perito químico em crimes balísticos vai muito além da simples identificação de resíduos ou substâncias presentes na cena do crime. A análise química permite reconstruir eventos, correlacionar evidências com armas específicas e determinar a dinâmica do disparo, oferecendo subsídios técnicos indispensáveis para a

investigação policial. Dessa forma, o conhecimento químico aplicado à balística contribui diretamente para a robustez das provas periciais e para a tomada de decisões judiciais mais precisas e fundamentadas

Figura 6 – Fluxograma da atuação do perito químico.



Fonte: Próprio autor, 2025.

No (quadro 2), são destacadas algumas técnicas analíticas utilizadas na pesquisa e suas aplicações:

Quadro 2 – Técnicas analíticas utilizadas.

Nome da Técnica	Aplicação
1 - Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR ou FTI)	Utilizada na caracterização de compostos orgânicos presentes em pólvoras, resíduos de disparo (GSR) e tintas.
2 - Métodos de Imagem Tridimensional (3D)	Permite comparar marcas de estriamento e impactos com alta precisão.
3 - Cromatografia Líquida (HPLC ou LC)	Análise de resíduos orgânicos da pólvora e aditivos usados na fabricação de munições.

4 - Eletroforese Capilar (CE)	Análise simultânea de resíduos inorgânicos (Pb, Zn, Cu, Ca, Fe) e orgânicos de disparos de armas de fogo.
--------------------------------------	---

Fonte: Próprio autor, 2025.

4.1 Balística Forense

A Balística Forense teve sua origem na Medicina Legal, mais especificamente na Traumatologia Forense, e posteriormente consolidou-se como um importante ramo da Criminalística. Conforme Brandão et al., (2024, p. 6) “As lesões típicas resultantes de PAF são um dos assuntos primordiais na medicina legal, devido à ampla variedade de tipos de lesões que, quando identificadas, fornecem evidências cruciais e respostas para os casos em investigação”.

Em função disso, esse campo dedica-se à análise científica de vestígios e indícios relacionados direta ou indiretamente ao uso de armas de fogo e munições em ocorrências delituosas. Envolve o estudo dos efeitos provocados pelos disparos, a caracterização dos projéteis e estojos, bem como a identificação do possível atirador. Seu principal objetivo é comprovar a ocorrência de infrações penais e esclarecer as circunstâncias e a dinâmica em que tais eventos ocorreram.

Na cena de um crime balístico, a química forense tem um papel crucial na análise do ocorrido e como foi sua projeção. A (figura 7) mostra uma cena fictícia de um cenário de um crime balístico. Na cena é possível perceber a perícia fazendo todos os procedimentos cabíveis quando se é destinada a uma missão de um ocorrido de crime balístico. E quanto aos resíduos GRS é,

Portanto, o tipo de arma e o calibre da munição utilizados em algumas pistolas e revólveres, aliada à composição química das munições utilizadas nas armas favoreceram o acúmulo de resíduos nas mãos dos peritos e técnicos e permitiram detectar com mais facilidade os resíduos metálicos dos disparos. É evidenciado que os fatores quantidade de disparos realizados, tipo de arma utilizada (revólveres liberam mais GSR do que pistolas), calibre da arma, mistura iniciadora (padrão ou NTA) e projétil (encamisado ou chumbo nu) também interferem na obtenção e detecção desses resíduos (GARCIA *et al.*, 2024, p. 818-819).

É importante destacar que somente a perícia forense tem permissão para realizar os procedimentos com o corpo da vítima quando este já se encontra sem vida. A polícia não pode tocar no corpo, sua função é isolar a área e aguardar a chegada dos peritos ao local da ocorrência, e além de impedir que a população, em um momento de muita

turbulência, se aproximar da vítima. Isso porque, se as pessoas, se aproximarem muito podem acabar dificultando o trabalho da perícia, porque no momento que fica muito vicinal ao corpo, pode estar apagando provas concretas da pessoa que praticou o crime e em determinados casos, pode até mesmo ser julgada por as únicas impressões encontradas no local.

No cenário do Brasil, é comum ver em manchetes de jornais, nas redes sociais e mídias, assuntos englobando um cenário de crime cometido por meio de arma de fogo. Logo, mesmo antes da polícia chegar ao local para isolar a área, a população, em um momento movida pela curiosidade, começa a se acercar da vítima, e na maioria dos casos é para tentar ver se conhece ou para somente observar a situação, mas essas práticas trazem prejuízos e atrasos a perícia forense, pois podem fazer a contaminação da cena, alteração e perda de vestígios, dificuldade na reconstrução do crime e destruição de provas.

Figura 7 – Cena fictícia de um crime balístico.



Fonte: https://ccs2.ufpel.edu.br/wp/wp-content/uploads/2024/08/Screenshot_20240814-164950_Gallery.jpg

No ambiente de ocorrência de um crime balístico a química forense atua na identificação de resíduos de disparo, analisando metais e compostos presentes em projéteis e armas. Por meio de técnicas químicas, determina-se a distância e o número de disparos. Esses conjuntos de resultados auxiliam na reconstrução do crime e na identificação do autor do disparo.

4.2 Projéteis de uma arma de fogo e sua identificação

Na investigação forense, e tendo a química forense como analista de uma cena de crime, a química compreende o projétil de uma arma como o principal elemento que fornece um leque de estudos que possam levar a investigar suspeitos e esclarecer casos balísticos, como a composição química do projétil, que permite fazer com que seja feita após a imersão de técnicas analíticas a identificação do calibre da arma, e também pode-se identificar o fabricante da munição. Com isso, a análise química do projétil ou dos seus fragmentos permite que seja feita a revelação dos elementos utilizados na fabricação, logo, é uma maneira que ajuda a determinar a origem e o tipo.

4.3 Estorjo de uma arma de fogo e sua importância no cenário de um crime

O estorjo de uma arma é onde são armazenados os componentes da munição antes que seja feito um eventual disparo, nele contém informações valiosas para a química forense, como a espoleta e normalmente traz marcações do seu fabricante, boca da cápsula, depois do disparo a bala sai e o estorjo é ejetado ou ele também pode ficar na câmara, ficando com marcas ímpar que registram a interação com a arma, ele contribui na ligação de cenas, informações sobre o tipo de munição e resíduos químicos e orgânicos que corroboram para identificação da pólvora (por exemplo, chumbo, bário e estrôncio), e sequência de disparos, ajudando a reconstruir cenas para identificar a posição do atirador e distância do alvo.

4.4 Cartuchos de uma arma de fogo

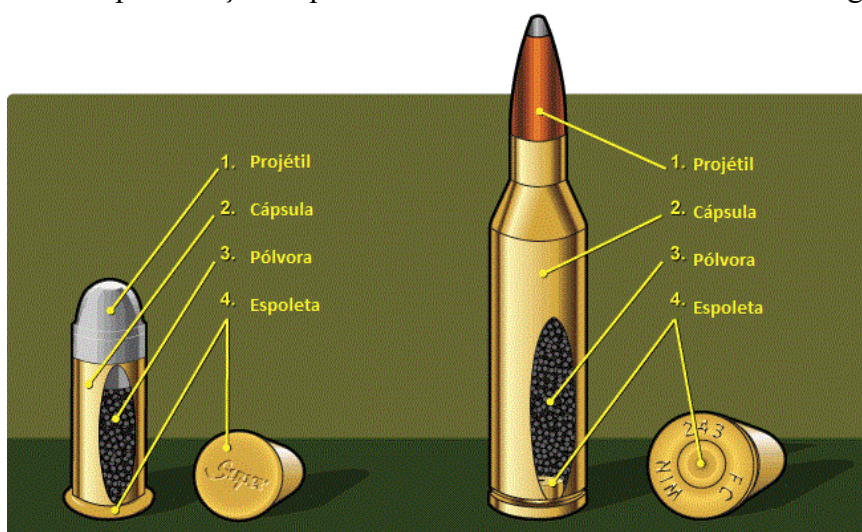
Os cartuchos modernos empregados em fuzis, armas curtas e espingardas funcionam segundo o mesmo princípio básico. Em sua constituição há um estorjo, que é frequentemente de latão, outro metal maleável, ou combinações de metal e plástico (ou latão com papel encerado), ele que abriga a pólvora propulsora e uma espoleta responsável por inflamar a carga. Ao ser deflagrada, essa carga impulsiona um projétil: em cartuchos para fuzis e muitas armas curtas, trata-se, na maioria das vezes, de uma única bala de chumbo ou de liga; já nos cartuchos de espingarda, é comum encontrar centenas de pequenas esferas de chumbo ou de uma liga metálica macia.

Para tanto, na grande maioria das vezes os cartuchos das armas modernas adotam um de dois tipos de espoleta: de fogo circular (*rimfire*) ou de fogo central (*centerfire*). Na espoleta de fogo circular, o composto iniciador encontra-se incorporado à borda da base do estorjo; a ignição ocorre quando essa borda é esmagada entre o percussor e a face da câmara. Já as espoletas de fogo central são pequenos invólucros metálicos normalmente de latão, contendo o iniciador; nelas há uma superfície interna (bigorna/anvil) contra a

qual o percussor comprime o composto para promover a detonação. Diferentemente das *rimfire*, as espoletas de fogo central não são parte do estojo, sendo assentadas em um rebaixo central na base (a bolsa); permanecem firmes apenas por contato com as paredes desse rebaixo, por isso o ajuste correto é essencial.

Mediante isso, os resíduos gerados pela queima da pólvora e pela detonação do composto iniciador são expelidos da arma sob a forma de uma nuvem quente e veloz de vapores através das aberturas do sistema de disparo. Dessa forma, ao entrar em contato com a atmosfera, esses vapores se resfriam e se condensam em partículas muito finas. Simultaneamente, são lançadas partículas parcialmente queimadas e não queimadas do propelente, além de fragmentos da mistura iniciadora. O conjunto desses resíduos sólidos é conhecido como GSR (*gunshot residue*) e tende a se depositar em superfícies próximas ao ponto de disparo — por exemplo, nas mãos e roupas do atirador, no alvo (se estiver próximo) e em anteparos. Na (figura 8) está a representação da estrutura de cartuchos de uma arma de fogo.

Figura 8 – Representação esquemática de cartuchos de uma arma de fogo.



Fonte: <https://armassim.blogspot.com/2014/02/cartuchos-modernos.html>

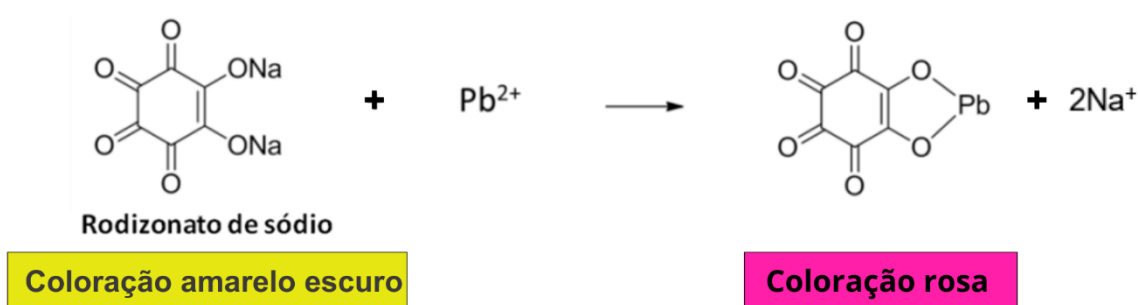
4.5 Rodizonato de Sódio

O rodizonato de sódio é empregado em testes colorimétricos qualitativos voltados à detecção de vestígios de chumbo (Pb) e, em alguns casos, de bário (Ba). Esse método é simples, rápido e de baixo custo, podendo ser aplicado diretamente na cena do crime. O procedimento consiste em coletar amostras utilizando fita adesiva aplicada na mão do atirador e, posteriormente, borrifar uma solução de rodizonato de sódio sobre um papel filtro onde a fita foi fixada. Quando há presença de Pb ou Ba, formam-se complexos coloridos: rosa para o rodizonato de chumbo (Figura 9) e laranja para o rodizonato de

bário (Figura 10), evidenciando o resultado positivo (ROMÃO et al., 2011; DESTEFANI, 2014; COSTA, 2016).

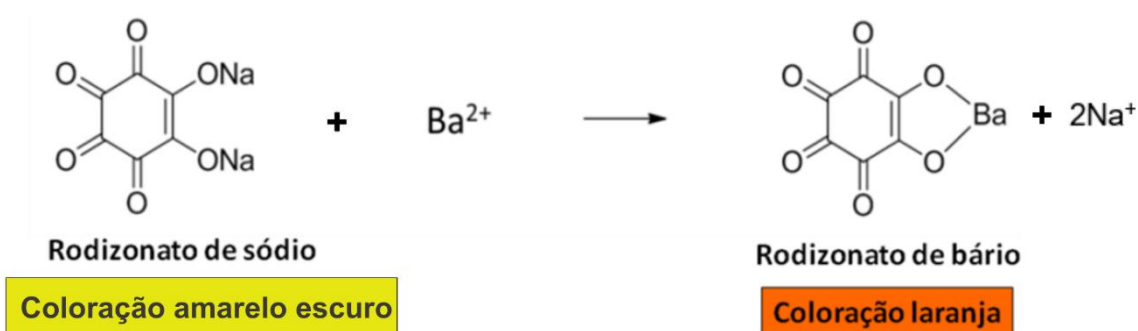
No entanto, esse ensaio apresenta como limitação a possibilidade de resultados falso-positivos, pois ele apenas sinaliza a presença dos metais mencionados, sem comprovar que o indivíduo realizou um disparo com arma de fogo. A detecção de Pb e Ba pode estar relacionada a diversas outras fontes, como tintas, resíduos de solda, entre outros materiais (ROMÃO et al., 2011; DESTEFANI, 2014; COSTA, 2016). Nesse contexto, torna-se indispensável o uso de técnicas instrumentais mais precisas para a correta identificação do atirador.

Figura 9 – Formação do complexo entre rodizonato de sódio e chumbo.



Fonte: adaptado de Garcia, 2024.

Figura 10 – Formação do complexo entre rodizonato de sódio e bário.



Fonte: adaptado de Garcia, 2024.

Para embasar o estudo desenvolvido na pesquisa, foram selecionados com base no referencial bibliográfico utilizado, um artigo para cada técnica analítica analisada, levando em consideração maiores aprofundamentos na técnica. Esse processo permitiu identificar as contribuições mais relevantes e recentes na área. Além disso, garantiu-se a

inclusão de fontes consistentes e metodologicamente sólidas. Os resultados dessa análise encontram-se descritos no (quadro 3) abaixo:

Quadro 3: Técnicas analíticas na balística forense com base nos artigos selecionados.

Revista	Autores/Ano	Técnica Química Analítica Utilizada	Resultados Obtidos
Acta de Ciências e Saúde.	Ferreira et al. (2016, p. 38).	A Microespectroscopia na Região do Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR).	O Infravermelho pode identificar diversos compostos como explosivos, combustíveis, produtos tóxicos e etc. Os aparelhos baseados nesta técnica utilizam diversos tipos de cristais, o infravermelho então identifica a radiação subsequente através da vibração das moléculas ao qual se expõem e assim pode afirmar com precisão que tipo de material se trata no campo da balística forense.
Revista Eletrônica Pefoce.	Pefoce (2025).	Métodos de Imagem Tridimensional (3D).	Os scanners 3D e softwares de modelagem facial, que oferecem uma precisão maior nas reconstruções, ampliando assim a gama de informações a serem analisadas.
Revista Brasileira de Criminalística.	Costa e Rodrigues (2025, p.49).	Cromatografia Líquida (HPLC ou LC).	A cromatografia se destaca porque é um método de separação de substâncias químicas de uma amostra que acontece em uma coluna cromatográfica [...] com uma fase estacionária (líquida ou sólida) e com uma fase móvel (líquida, gasosa ou de fluido supercrítico). HPLC destaca-se como uma das técnicas mais eficientes para identificar compostos orgânicos nesses materiais. Assim como, em resíduos de disparo de arma de fogo.
Interpol International Forensic Science.	Charles et al. (2020, p. 421).	Eletroforese Capilar (CE).	Íons nitrito e nitrato são importantes marcadores para identificar resíduos de disparo (GSR). A eletroforese capilar, por ser rápida e eficiente, mostra-se uma técnica promissora e econômica para separar esses e outros compostos usados em análises forenses.

Fonte: Próprio autor, 2025.

De forma integrada, os resultados analisados permitem concluir que a química forense, aliada a técnicas analíticas e a técnicas instrumentais modernas, transforma vestígios invisíveis a olho nu em provas materiais concretas, contribuindo diretamente

para a responsabilização de autores de crimes armados e para a proteção da sociedade. Nesse contexto, destaca-se também a utilização do rodizonato de sódio, reagente clássico e amplamente aplicado na detecção de resíduos de disparo, embora apresente limitações.

Em última análise, observa-se que o avanço contínuo das metodologias de análise química, associado ao desenvolvimento tecnológico de equipamentos periciais, tem ampliado significativamente a capacidade da criminalística em investigar, esclarecer e reconstruir crimes envolvendo armas de fogo. Assim, fica evidente que a química forense não apenas complementa, mas fundamenta grande parte das conclusões periciais na área da balística.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, conclui-se que a química forense é de fundamental importância nas ciências forenses, pois é peça essencial na engrenagem para montar todas as pistas e solucionar os casos mais onerosos que existem no meio forense balístico. Com base na análise bibliográfica realizada, a pesquisa desenvolvida nesse trabalho mostra de forma clara e prudente que as técnicas químicas são partes precípuas na elevação das mais refinadas técnicas utilizadas na área forense. É relevante e em caráter primordial a magnitude do perito químico para solucionar crimes cometidos por meio balístico.

A balística é um dos principais elementos envolvidos nos crimes mais violentos e de difícil solução. Diante desse desafio, a química forense se destaca pela precisão e pela aplicabilidade de seus métodos, técnicas e recursos, atuando com eficiência na proteção da sociedade e na elucidação dos principais crimes relacionados ao contexto balístico.

Entretanto, é importante reconhecer de forma responsável e cuidadosa, que as técnicas químicas, embora sejam altamente precisas, mesmo assim, podem apresentar limitações em determinados cenários analíticos. O surgimento dessas imprecisões pode estar relacionados a aspectos como, por exemplo, interferências ambientais, complexidade das amostras ou sensibilidade dos métodos empregados.

Por fim, ressalta-se que o constante aprimoramento das técnicas analíticas, aliado à capacitação contínua dos peritos químicos, é indispensável para garantir análises cada vez mais precisas e seguras. Assim, fortalece-se o papel da química forense como ferramenta imprescindível na elucidação de crimes balísticos e na consolidação da justiça dentro do contexto pericial.

6. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE NETO, Antonio Tiago Guerra de. **Balística: o uso de armas de fogo para o Direito**. Fortaleza: Centro Universitário Estácio do Ceará, 2021. 16 p. Disponível em: <https://meuartigo.com/>. Acesso em: 16 nov. 2025.

BLAKEY, L. S. et al. Fate and Behavior of Gunshot Residue-A Review. **Journal of Forensic Sciences**, v. 63, n. 1, p. 9-19, 2018.

Bojko, K.; Roux, C.; Reedy, B. J.; J. Forensic Sci. 2008, 53, 1458.

BRANDÃO, B. R. T. M. et al. Que tiro foi esse? Uma revisão sistemática da literatura sobre as lesões típicas causadas por projéteis de arma de fogo. **Revista Gestão e Conhecimento**, p. 1–26, 2024. ISSN 1677-9762. Disponível em: <https://ojs.revistagc.com.br/ojs/index.php/rgc/article/view/321/299>. Acesso em: 28 nov. 2025.

CHARLES, Sébastien; GEUSENS, Nádia; VERGALITO, Emeline; NYS, Bart. **Revisão da Interpol**. *Ciência Forense Internacional: Sinergia*, v. 2.

COSTA, L. R. M.; RODRIGUES, I. V. A elucidação de casos criminais a partir das análises forenses: uma análise das técnicas utilizadas mundialmente em crimes. **Revista Brasileira de Criminalística**, v. 14, n. 1, p. 46-69, 2025. DOI: <http://dx.doi.org/10.15260/rbc.v14i1.911>. Disponível em: <https://revista.rbc.org.br/index.php/rbc/article/view/911/483>. Acesso em: 18 nov. 2025.

CRISTÓVÃO DA CRUZ, W. GESTÃO DE PESSOAS: UM ESTUDO ACERCA DO RECRUTAMENTO E SELEÇÃO DE PESSOAL. **Revista OWL (OWL Journal)**, [S. l.], v.1, n. 1, p. 14–29, 2023. Disponível em: <https://www.revistaowl.com.br/index.php/owl/article/view/6>. Acesso em: 03 de julho de 2024.

DELMANTO, Celso; DELMANTO, Roberto; DELMANTO JÚNIOR, Roberto; DELMANTO, Fábio Machado de Almeida. **Código Penal comentado**. 5. ed. Rio de Janeiro: Renovar, 2000.

FERREIRA, Adriane Guedes. Química forense e técnicas utilizadas em resoluções de crimes. **Acta de Ciências e Saúde**, v. 2, n. 5, p. 32–44, 2016.

GARCIA, M. H. B. et al. Método qualitativo para coleta de resíduos de disparo de arma de fogo (GSR) das mãos do atirador e análise colorimétrica. **Revista Virtual de Química**, v. 16, n. 6, p. 812-820, 2024. DOI: 10.21577/1984-6835.20240042. Disponível em: <https://rvq-sub.s bq.org.br/index.php/rvq/article/view/4348>. Acesso em: 04 nov. 2025.

MANJINSKI JUNIOR, Geraldo; MANJINSKI, Everson. Dinâmica dos crimes, preservação do local e cadeia de custódia da prova. In: _____. **Balística: o uso de armas de fogo para o Direito**. **Revista Teias do Conhecimento, Ponta Grossa**, v. ?, p. 10-27, 2025. DOI: 10.5212/RevTeiasConhecimento.2025.25408. Disponível em: <https://revistas2.uepg.br/index.php/teias>. Acesso em: 12 jul. 2025.

OLIVEIRA, Gabriel Ferreira de. Uso da balística forense na elucidação de crimes. **Acta de Ciências e Saúde**, v. 2, n. 5, p. 182–197, 2016. Disponível em: <https://revista.fajopa.edu.br/index.php/actacienciaseaude>. Acesso em: 2 nov. 2025.

PEFOCE. Da cena ao laboratório: como a Pefoce transforma evidências em provas. **Editável – Revista Eletrônica Pefoce**, ano 1, n. 1, jan. 2025. Disponível em: <https://www.pefoce.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/28/2025/01/Revista-Eletronica-Pefoce-em-Cena-Ano01-No01.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2025.

PEREIRA, Rosângela Mendes. Aplicação das técnicas de exames residuo gráfico e metalográfico em análises periciais. 2022. 43 f. **Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química) – Universidade Federal do Ceará**, Fortaleza, 2022.

Disponível em:

https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/68186/3/2022_tcc_rmpereira.pdf. Acesso em: 25 nov. 2025.

REIS, Aryane Rodrigues dos. A Química Forense na Elucidação Criminal: Aplicações Científicas na Investigação Judiciária. **RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O Saber**, São Paulo, Ano I, v. 1, p. 2, 2021. Disponível em:

file:///C:/Users/camil/Downloads/Artigo_A+Qu%C3%ADmica+Forense+na+Elucida%C3%A7%C3%A3o+Criminal+Aplica%C3%A7%C3%B5es+Cient%C3%ADficas+na+Investiga%C3%A7%C3%A3o.pdf. Acesso em: 20 nov. 2025.

SALINO, Amanda Côrte Manso. Desenvolvimento de método cromatográfico para determinação de novos marcadores na identificação de resíduos de disparos de arma de fogo: uma ferramenta imprescindível para êxito das elucidações de homicídio. 2021. **Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) – Instituto de Química, Universidade Federal Fluminense**, Niterói, 2021. Disponível em:

https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/22983/MFC%202020.2_Amanda%20C%C3%B4rte%20Manso%20Salino.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 25 nov. 2025.

SANTOS, Caio Delano Couto et al. **Química forense: a ciência e sua importância para a sociedade**. Ciências Exatas e Tecnologia, v. 16, n. 16, p. 16-23, 2021.

SANTOS, Patrícia Daniele Silva dos; FIGUEIREDO, Alisson de Lima; GARCIA, Maicon Henrique Braz; ASSAKAWA, Amanda Cabriotti; SANTOS-JUNIOR, Oscar de Oliveira. Método qualitativo para coleta de resíduos de disparo de arma de fogo (GSR) das mãos do atirador e análise colorimétrica. **Revista Virtual de Química**, v. 16, n. 6, 2024. DOI: 10.21577/1984-6835.20240042. Disponível em: <https://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/4775/1187>. Acesso em: 27 nov. 2025.

Silveira LX, Tomé AA, Souza ITD. Balística e lesões por arma de fogo com foco em armas de disparo único: uma revisão sistemática. **Persp Med Legal Pericia Med**. Vol. 10, 2025; 250953.

SILVINO JÚNIOR, J. B. **Balística aplicada aos locais de crime**. 3. ed. Campinas: Editora Millennium, 2021.

TAURUS ARMAS. Fichas Técnicas Pistolas. **Taurus compromisso com excelência, 2024**. Disponível em: <https://taurusarmas.com.br/download/detalhes/fichas-tecnicas-pistolas>. Acesso em: 20 nov. 2025.

TOCHETTO, D. **Balística forense: conceitos e definições**. 2015. Disponível em: <https://www.protecta.net.br/news/balistica-forense/>. Acesso em: 29 out. 2025.

VASCONCELLOS, Eduardo. Lesões e mortes por projéteis de arma de fogo. **JusBrasil**, 25 dez. 2020. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/artigos/lesoes-e-mortes-por-projetteis-de-arma-de-fogo/1149983124>. Acesso em: 1 nov. 2025.