

O PAPEL DA PERÍCIA CRIMINAL EM AÇÕES DE DOMÍNIO DE CIDADES

THE ROLE OF FORENSIC SCIENCE IN CITIES DOMAIN ACTIONS

EL PAPEL DE LA PERICIA PENAL EN LAS ACCIONES DE DOMINIO DE CIUDADES

**Gerard de Oliveira Deokaran^{1*}, Paulo Rogério Ferreira², Ricardo Matias Rodrigues³,
Cristiane Vieira Costa⁴, Alexandro Manguiera Lima de Assis^{5*}, Adriana Santos Ribeiro⁶**

1. Perito Criminal da Polícia Científica de Alagoas, técnico explosivista formado pelo BOPE PMDF, membro da *International Association of Bombs Technicians and Investigators*, mestre em Química dos Materiais pela Universidade Federal de Alagoas com ênfase em detecção de explosivos, doutorando no Programa de Pós-Graduação de Materiais da Universidade Federal de Alagoas.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9545497217701621>

***Aurora para correspondência:** gerarddeokaran@gmail.com

2. Perito Criminal da Polícia Científica de Alagoas, administrador da Partição de Alagoas do Banco Nacional de Perfis Balístico, examinador do SINAB, graduado em Ciências Contábeis e presidente da Associação Alagoana dos Peritos em Criminalística.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6063341226477001>

3. Agente de Polícia Federal, bacharel em Ciências Econômicas, especialista em Ciências Policiais, pós-graduado em Inteligência Competitiva e Contra Inteligência Corporativa, MBA Executivo em Gerenciamento de Crises, professor de pós-graduação no curso de Ciências Policiais e Segurança Multidimensional pela Escola da Magistratura Federal do Paraná (ESMAFE). Coautor do livro: Alpha Bravo Brasil - Crimes Violentos contra o Patrimônio.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6063341226477001>

***Aurora para correspondência:** aline.acm@pf.gov.br

4. Bacharel em Química e Mestra em Química e Biotecnologia pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Atualmente é doutoranda em Materiais na UFAL e servidora pública como técnica de laboratório da UFAL. Realizou estágio no Laboratório de Química Forense do Setor Técnico-Científico da Polícia Federal em Alagoas (2014-2016). É pesquisadora do Laboratório de Eletroquímica, Polímeros e Ciências Forenses da UFAL @lepfor_ufal, atuando na pesquisa de materiais avançados com aplicação inovadora em Ciências Forenses.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1010762676973609>

5. Perito Criminal Federal, atualmente lotado no Setor Técnico-Científico da Polícia Federal em Alagoas. Graduado em Farmácia pela UFPB, com doutorado em Química e Biotecnologia, mestrado em Genética e especialização em Genética Forense pela UFAL. Docente permanente do Programa de Pós-graduação em Materiais do Centro de Tecnologia da UFAL, professor da Pós-graduação da Faculdade de Direito da UFAL, e pesquisador do Laboratório de Eletroquímica, Polímeros e Ciências Forenses da UFAL @lepfor_ufal, atuando na pesquisa de materiais avançados com aplicação inovadora em Ciências Forenses.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4236884921174306>

5. Engenheira Química, Mestre em Química e Biotecnologia (UFAL) e Doutora em Química (UNICAMP). Professora Titular da UFAL com experiência nas áreas de Eletroquímica, Materiais Avançados e Ciência Forense. Docente permanente dos Programas de Pós-graduação em Materiais e em Química e Biotecnologia da UFAL, realizando pesquisas em colaboração com a *University of Leicester*, Polícia Científica do Estado de Alagoas e Polícia Federal.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2753110936126480>



Resumo

Nos últimos anos, grupos criminosos organizados têm atuado em roubos contra instituições financeiras com uso de explosivos. Em resposta, as forças de segurança vêm se especializando através da elaboração prévia de Planos de Defesa que estabelecem a execução dos levantamentos periciais, coleta e envio de vestígios para análises em laboratórios forenses. Dentre essas ações criminosas, destaca-se o Domínio de Cidades, um *modus operandi* para a prática de delitos realizados por criminosos articulados que mobilizam um aparato logístico complexo. O Estado de Alagoas tem investido em treinamentos no combate a esse fenômeno criminal e este artigo apresenta e discute exercícios multidisciplinares em locais de crime coordenados pela Polícia Científica de Alagoas em colaboração com a Universidade Federal de Alagoas e a Polícia Federal. Empregando técnicas inovadoras para busca e análise de vestígios, este estudo de caso objetiva descrever os exames periciais em locais relacionados a ocorrências de Domínio de Cidades e relacionar os seus resultados e pesquisas à dinâmica e autoria das ações criminosas.

Palavras-chave: Domínio de Cidades; Perícia Criminal; Planos de Defesa; Inovação Tecnológica

Abstract

In recent years, organized criminal factions have been carrying out robberies against financial institutions using explosives. Given this, law enforcement agencies have been specializing through the prior preparation of "Defence Plans" that establish the execution of forensic examinations at the crime scene, collection and sending of evidence for analysis in forensic laboratories. Among these criminal actions, the "Cities Domain" stands out, a *modus operandi* for the practice of crimes carried out by articulated criminals who mobilize a complex logistical apparatus. The State of Alagoas (Brazil) has invested in training to combat this criminal phenomenon and this paper presents and discusses multidisciplinary exercises in crime scenes coordinated by the Scientific Police of Alagoas in collaboration with the Federal University of Alagoas and the Brazilian Federal Police. Using innovative techniques for searching and analysing evidence, this case study aims to describe the forensic examinations of the location related to police incidents of the "Cities Domain" and relate their results to the dynamics and authorship of criminal activities.

Keywords: Cities Domain; Forensic Science; Defence Plans; Technological Innovation

Resumen

En los últimos años, facciones criminales organizadas han estado perpetrando robos contra instituciones financieras utilizando explosivos. Ante esta situación, las fuerzas y cuerpos de seguridad se han ido especializando mediante la elaboración previa de "Planes de Defensa" que establecen la ejecución de exámenes forenses en la escena del crimen, la recogida y envío de pruebas para su análisis en laboratorios forenses. Entre estas acciones criminales destaca el "Dominio de Ciudades", un *modus operandi* para la práctica de delitos perpetrados por delincuentes articulados que movilizan un complejo aparato logístico. El Estado de Alagoas (Brasil) ha invertido en capacitación para combatir este fenómeno criminal y este artículo presenta y discute ejercicios multidisciplinares en escenas del crimen coordinados por la Policía Científica de Alagoas en colaboración con la Universidad Federal de Alagoas y la Policía Federal de Brasil. Utilizando técnicas innovadoras para la búsqueda y análisis de evidencias, este estudio de caso tiene como objetivo describir los exámenes forenses relacionados con incidentes policiales del "Dominio de Ciudades" y relacionar sus resultados con la dinámica y autoría de las actividades criminales.

Palabras clave: Dominio de Ciudades; Pericia Penal; Planes de Defensa; Innovación Tecnológica



1. Introdução

No decorrer dos últimos anos, tem-se observado que os grupos criminosos estão atuando em eventos de roubos contra instituições financeiras, dentre estas os bancos cooperativas de créditos e os Setores de Retaguarda de Tesouraria (SERETs), de forma a evitar o confronto contra as forças de segurança de maneira coordenada e, muitas vezes, com uso de reféns para se garantir a efetividade dessas ações e subtrair uma grande quantidade de dinheiro desses estabelecimentos (FRANÇA, 2020).

Em resposta a essas ações, as forças de segurança têm-se especializado através de Planos de Defesa previamente elaborados para repressão desse fenômeno criminal conhecido como Domínio de Cidades, um *modus operandi* criminal para a prática de delitos diversos, tais como: roubos de alta complexidade em bancos, empresas de guarda e transporte de valores, mineradores de pedras e metais preciosos, resgate de detentos em estabelecimentos prisionais, bem como quaisquer outros intentos criminais que subjugam às forças de segurança pública utilizando táticas de guerrilha efetivado por criminosos articulados, comumente usando explosivos e armamento de alto poder destrutivo (MELO et al., 2023; SANTOS et al., 2023).

Esses grupos criminosos que atuam para a prática de roubos complexos, mobilizam um aparato logístico bem complexo e de forma adaptativa, conforme o tipo de alvo a ser atacado. Dessa forma, uma série de vestígios podem ser produzidos devido a essas ações variadas e de grande extensão, tais como, artefatos explosivos e resíduos de pós-explosão, elementos de munição, impressões digito-papilares, fluidos biológicos dos autores, identificação individual seriada de produtos explosivos comerciais, fragmentos gerados pelas ondas de choque dentre outros vestígios (DEOKARAN; ASSIS; RIBEIRO, 2023).

O Estado de Alagoas tem investido nos treinamentos dos seus agentes de segurança pública no combate a esse fenômeno criminal, que é tipicamente brasileiro, e a Polícia Científica tem participado desses eventos em que os peritos oficiais do Estado estão se especializando na produção de provas que contribuem para o estabelecimento da dinâmica, natureza química dos explosivos utilizados e indicação da autoria (ALAGOAS, 2024a).

Dentre as especializações, destaca-se a formação de novos técnicos explosivistas que são os profissionais especializados e autorizados legalmente a atuar em casos de crimes com uso de explosivos. Este profissional é fundamental para garantir a segurança de todos os outros agentes de segurança, pois ele é o responsável pela desativação do artefato explosivo bem como a varredura e liberação do local. Além de equipamentos como o canhão disruptor, sistema de Raio – X, robô, braço robótico, detectores de explosivos e kit de cordas e ganchos, é importante observar a obrigatoriedade do uso de equipamentos de proteção individual (EPIs) necessários para a sua atuação, especialmente o traje antibomba (LEÃO, 2016).

A forma de atuação desse profissional é fundamental para a preservação de vestígios. O técnico explosivista vai priorizar vidas

humanas e bens materiais antes da preservação de vestígios de acordo com a doutrina antibomba, mesmo considerando que muitos vestígios podem ser destruídos ou alterados conforme as técnicas de desativação dos artefatos. Nesse contexto, a integração da equipe pericial com a dos Esquadrões Antibombas e o respectivo acompanhamento de suas ações auxiliam o estabelecimento da dinâmica da ação criminosa o mais próximo da realidade e possibilita ao máximo de preservação de vestígios, assim como a exclusão daqueles considerados ilusórios em relação à explosão (DEOKARAN; ASSIS; RIBEIRO, 2023; MELO et al., 2023; THURMAN, 2017).

Este artigo de estudo de caso apresenta e discute uma proposta interdisciplinar efetiva de exames periciais que podem ser aplicados em locais de crime que envolvam Domínio de Cidades, coordenada pela Polícia Científica de Alagoas em colaboração científica com a Universidade Federal de Alagoas e a Polícia Federal, por meio do emprego de tecnologias inovadoras aplicadas para a detecção de explosivos, assim como para a revelação de impressões digitais latentes em vestígios metálicos e recuperação de DNA de toque. Dessa forma, o presente trabalho discute a importância da contribuição de áreas interdisciplinares em Ciências Forenses na produção de provas técnicas, no qual se destacam as áreas de Genética Forense, Química Forense, Balística Forense, Engenharia Forense e Papiloscopia Forense.

2. Exames periciais em domínios de cidades

Os procedimentos periciais relacionados a Domínio de Cidades envolvem ações do perito desde o seu acionamento, passando pelo planejamento das atividades, execução do levantamento, coleta e encaminhamento dos vestígios e realização de exames complementares até a conclusão do laudo pericial (ALAGOAS, 2024b; DEOKARAN; ASSIS; RIBEIRO, 2023).

O primeiro procedimento a ser realizado é o contato com a Unidade Especializada em Explosivos para saber se a mesma já foi acionada e se encontra no local. Também deve-se efetuar o contato com o Centro de Operações responsável pelo acionamento para obter informações acerca da ocorrência de disparos de arma de fogo, explosões, veículos incendiados, confronto com as forças de segurança e vítimas de morte violenta decorrente da ação dos criminosos e do confronto com a polícia (ALAGOAS, 2013; PEREIRA et al., 2019).

A depender da complexidade e da extensão dos vestígios a equipe pericial pode formar um Sistema de Comando de Incidentes, em que um perito é responsável pelo planejamento e coordenação das ações e os demais peritos devem seguir as orientações e procedimentos definidos no planejamento das atividades. Este passo, apesar de requerer um certo tempo, é fundamental para que os vestígios possam ser analisados de maneira técnica e eficiente, e por fim reduzir o tempo dos levantamentos de cada perito (ALAGOAS, 2024b).

Devido a diversidade dos vestígios produzidos no local, a atuação de uma equipe multidisciplinar de peritos é importante para garantir que o perito especializado em sua respectiva área possa trabalhar de maneira mais atuante na produção de provas periciais a partir dos exames de local de crime. A depender do raio de ação dos criminosos, é necessário dividir a equipe pericial onde cada perito deve realizar a comunicação ao comando do incidente ou ao gerente responsável pela função de ligação de forma que todo o trabalho seja coordenado e que haja a preservação da cadeia de custódia dos vestígios (ALAGOAS, 2024b).

2.1 Balística Forense

Com base nos locais de Domínio de Cidades e nos exercícios de simulação destas ações, os elementos de munição mais comumente encontrados são os estojos de munição de arma de fogo, geralmente de grosso calibre, decorrentes de disparos de arma de fogo dos criminosos contra as forças de segurança. E os disparos também podem ocorrer com a finalidade de amedrontar a população, inibindo, por exemplo, a realização de filmagens e o registro de imagens.

Os estojos são parte integrante dos cartuchos de munição, possuindo áreas de contato tanto com os dedos dos autores quanto com a estrutura da arma (percutor), oferecendo meios para a identificação dos autores através de exames de DNA ou confrontos papiloscópicos, por exemplo, possibilitando dessa forma a elucidação da dinâmica dos fatos delituosos através da determinação do posicionamento dos atiradores e da individualização do armamento utilizado (TOCHETTO, 2016).

A fim de realizar exames de Balística Forense, após a coleta dos estojos no local de crime, estes vestígios devem ser avaliados no laboratório de balística, por meio de exame de Identificação de Elementos de Munição (IEM) que fornece informações quanto ao

tipo de munição utilizada. O exame de Confronto Balístico poderá indicar através da identificação indireta, de forma genérica, o quantitativo de armas utilizadas e, principalmente, a individualização do armamento (BRASIL, 2013).

Havendo a apreensão do armamento ou a coleta deste no local dos levantamentos periciais, o armamento é enviado ao Laboratório de Balística para os exames de Identificação, Eficiência e Funcionamento (IEF). Nestes exames são efetuados disparos com arma de fogo, produzindo elementos de munição padrões, estojos e projéteis, em que, com a utilização de microcomparador balístico será realizada a busca em nível microscópico de características identificadoras. Dentre essas características destaca-se as microestrias que são marcas produzidas pelo percutor da arma de fogo na base das cápsulas de espoletamento dos estojos entre os elementos de munição questionados, coletados no local de crime, e os elementos de munição padrões produzidos no Laboratório de Balística. Desta forma o perito concluirá, diante das convergências ou divergências constatadas, se os elementos de munição questionados, estojos, foram percutidos e, posteriormente, ejetados pela arma recebida para exame. Sendo assim, a arma de fogo é um vestígio que pode indicar a autoria do crime (RABELLO, 1995; TOCHETTO, 2016).

No III Simpósio de Análise de Cenários, evento parte do programa de capacitação em Segurança Pública de Alagoas, que ocorreu no Estado de Alagoas no ano de 2022 foi realizada uma simulação de ação Domínio de Cidades nos municípios de Santana do Ipanema e Arapiraca em que foi realizado o levantamento técnico pericial no município de Arapiraca e 06 (seis) estojos de munição de arma de fogo coletados no local foram encaminhados ao setor de Balística Forense para exames de comparação balística. Uma das armas utilizada no exercício, um fuzil FAL, código de série AJA05458, também foi encaminhado para o referido setor (Figura 1).

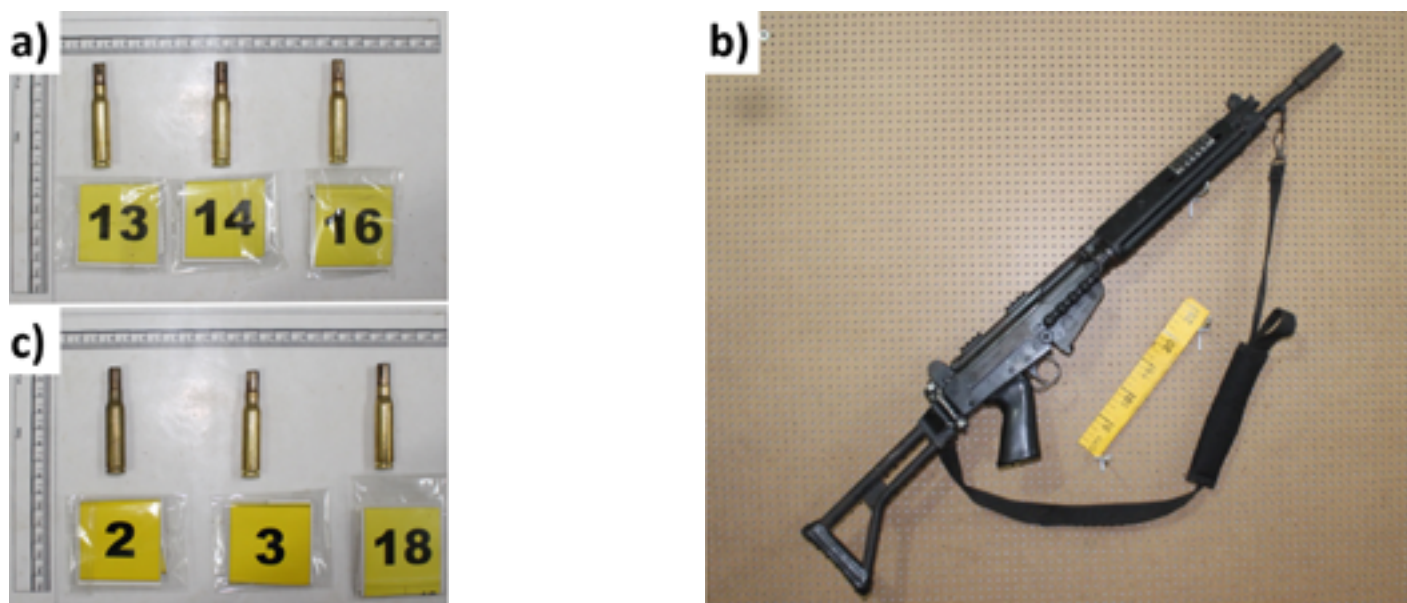


Figura 1: a) e b) Estojos questionados recebidos para exame; c) fuzil recebido para exame. Fonte: os autores.

O material coletado foi submetido a dois tipos de exames no Laboratório de Balística: IEM que forneceu informações quanto ao tipo de munição utilizada, e Confronto Balístico que permitiu identificar a arma de fogo utilizada no exercício de simulação, através da análise microscópica de microestrias produzidas pela marca de percussão realizada pelo percussor de arma de fogo nas cápsulas de espoletamento dos estojos questionados, coletados no local dos levantamentos.

Foram realizados disparos com a arma encaminhada em ambiente controlado para a produção de elementos de munição padrões (estojos padrões). Estes estojos foram comparados aos estojos coletados no local da ação buscando elementos convergentes ou divergentes nas microestrias analisadas nas cápsulas de espoletamento dos estojos analisados. Os elementos de munição, estojos questionados e estojos padrões, foram submetidos a uma análise microscópica, no microcomparador balístico Leica Microsystems Modelo FS M e após os exames contatou-se que:

- a. Os estojos questionados nº 02 e nº 03, diante das convergências constatadas, foram percutidos por uma mesma arma de fogo (Figura 2), porém não foram percutidos pelo fuzil recebido para exame;
- b. Os estojos questionados nº 13 e nº 14, diante das convergências constatadas, foram percutidos por uma mesma arma de fogo (Figura 3), porém não foram percutidos pelo fuzil recebido para exame.
- c. Os estojos questionados nº 02 e nº 03 e os estojos questionados nº 13 e nº 14, diante das divergências constatadas, foram percutidos por armas de fogo distintas.
- d. O estajo questionado nº 16 e o estajo padrão, diante das convergências constatadas, estes foram percutidos pelo fuzil recebido para exame (Figura 4).
- e. Diante das divergências constatadas, o estajo questionado nº 18 não é compatível com os estojos 02, 03, 13, 14, 16 e o estajo padrão.

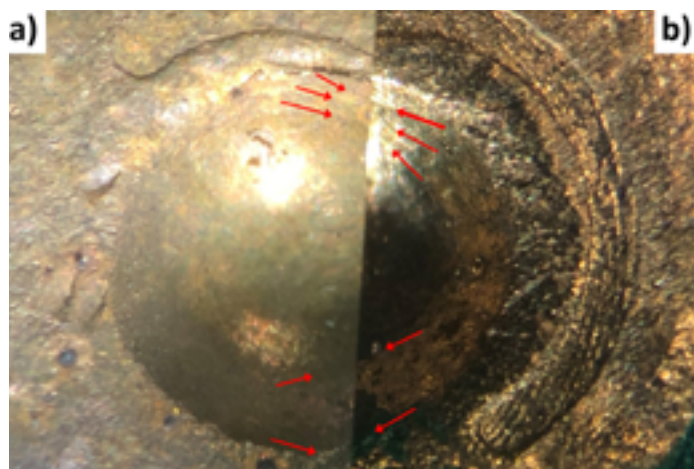


Figura 2: a) estajo questionado 02; b) estajo questionado 03. As setas indicam a convergência entre os estojos. Fonte: os autores.

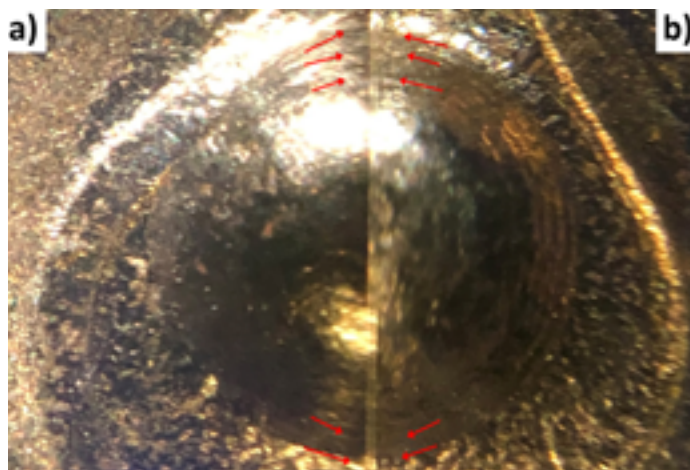


Figura 3: a) estajo questionado 13; b) estajo questionado 14. As setas indicam a convergência entre os estojos. Fonte: os autores.

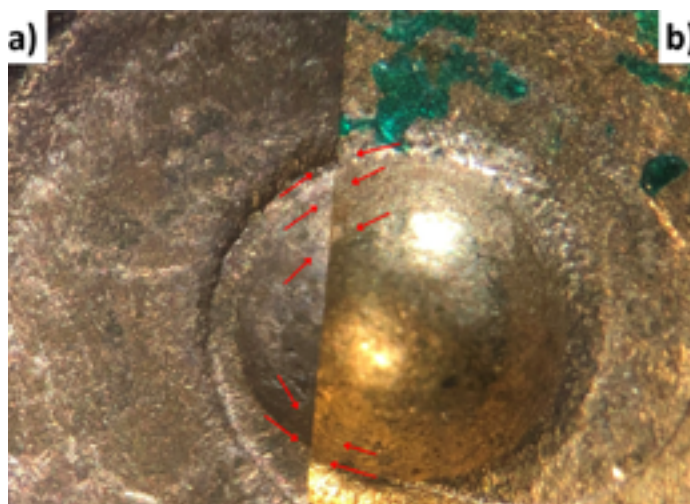


Figura 4: a) estajo padrão 13; b) estajo questionado 16. As setas indicam a convergência entre os estojos. Fonte: os autores.

Diante dos resultados constatados foi possível concluir que os elementos de munição coletados – estojos questionados, foram percutidos e ejetados por 04 (quatro) armas de fogo distintas. A análise do confronto balístico entre o estajo questionado nº 16 e os estojos padrões, identificou que uma destas armas de fogo utilizadas no exercício de simulação se tratava do fuzil FAL, **código de série AJA05458, coletado** no local dos levantamentos.

A fim de robustecer os resultados, para a comprovação da eficiência do sistema de análise balística foi realizado também um ensaio entre duas estações de escaneamento de elementos de munição balísticos, estabelecidos no Instituto de Criminalística de Maceió/AL e Instituto de Criminalística de Belém/PA. O objetivo do teste seria alimentar o banco de dados, observar a correlação entre os elementos de munição e realizar as análises periciais. Foram utilizados como amostras, 02 (dois) estojos que pertenceram a cartuchos de munição do calibre 7,62mmx51mm, estojos produzidos por um Fuzil FAL.

Após a inserção dos elementos de munição no banco de dados balísticos, IBIS® (*Integrated Ballistic Identification System*), foi gerada a correlação entre os 02 (dois) estojos inseridos em capitais distintas (Figura 5). As análises periciais nas imagens forneceram meios para distinguir elementos

identificadores (microestrias) convergentes no interior das cápsulas de espoletamento (Figura 6), dessa forma foi possível constatar que os estojos foram percutidos pela mesma arma de fogo que poderia ser utilizada pelos criminosos em Estados diferentes.

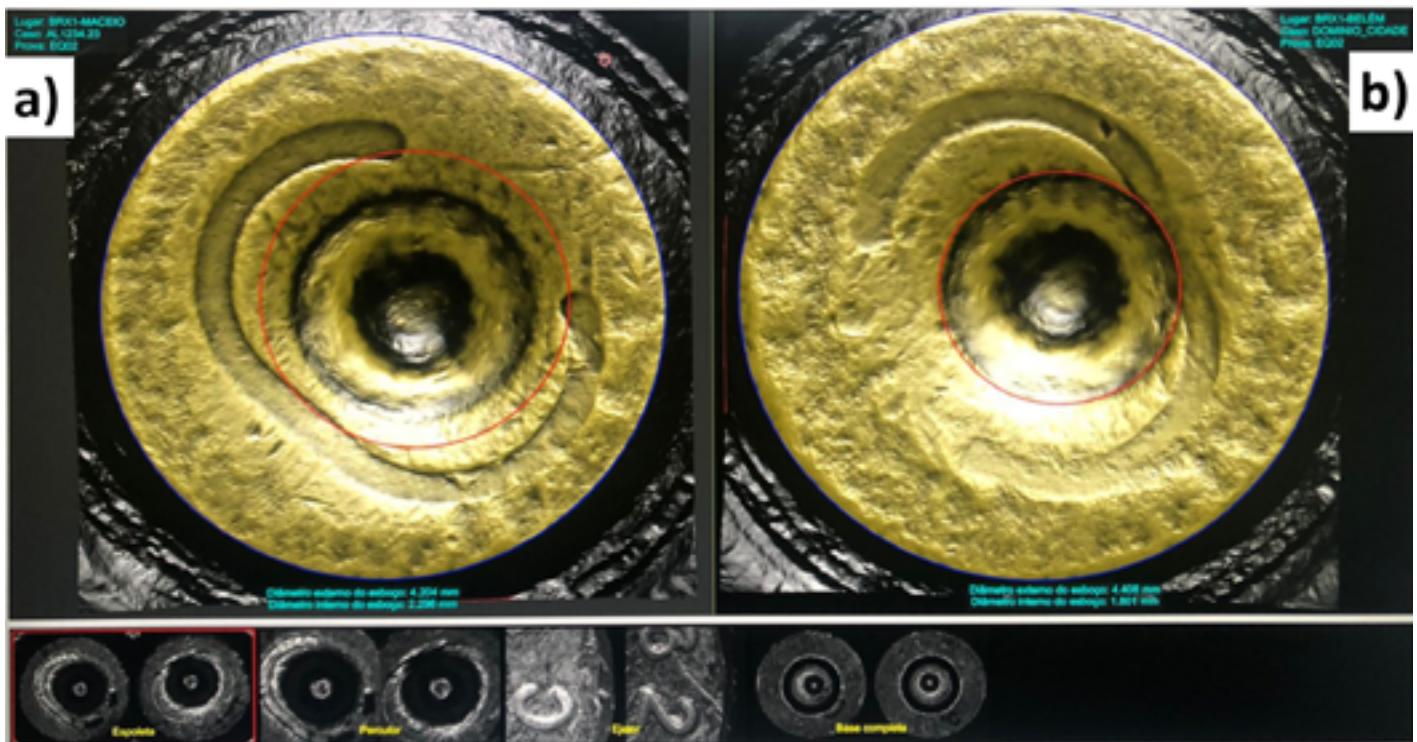


Figura 5: Convergências constatadas entre estojos padrões. a) estojo cadastrado no Estado de Alagoas; b) estojo cadastrado no Estado do Pará. Fonte: os autores.

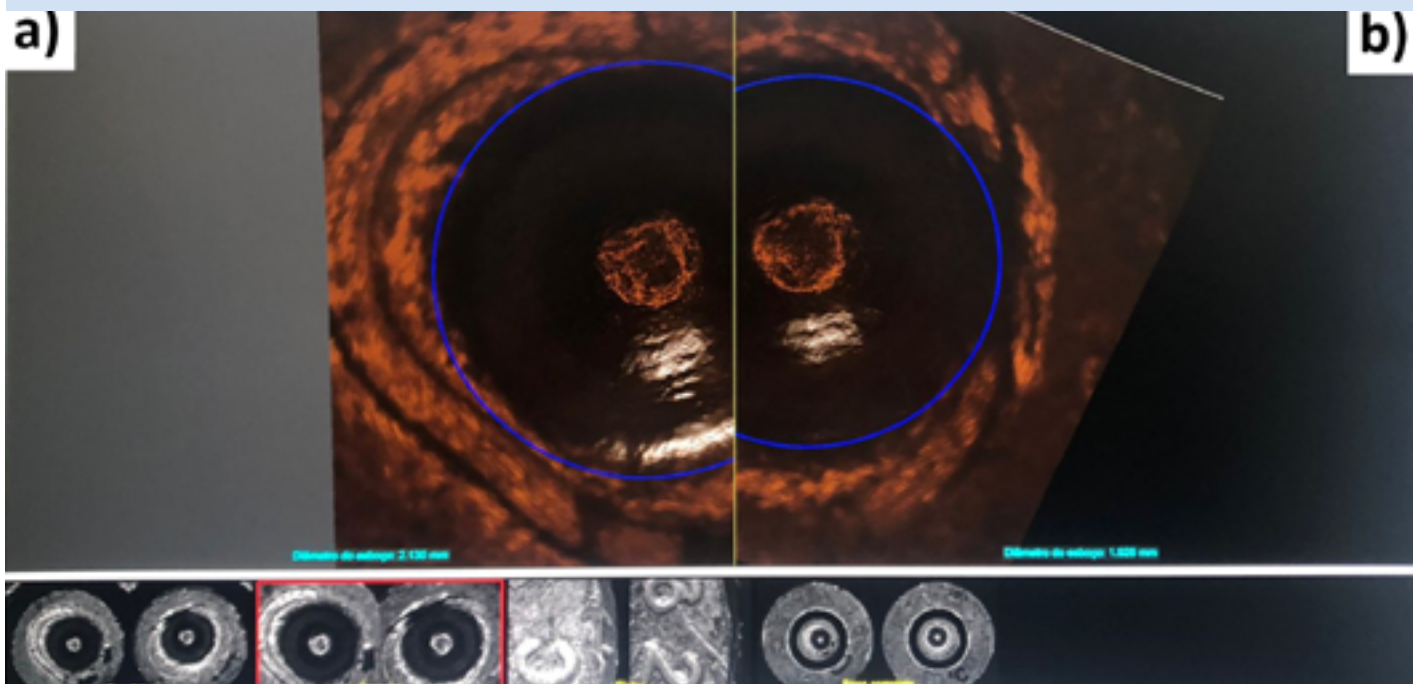


Figura 6: Convergências constatadas das microestrias localizadas no interior das cápsulas de espoletamento nos estojos padrões. a) estojo cadastrado no Estado de Alagoas; b) estojo cadastrado no Estado do Pará. Fonte: os autores.

2.2 Química Forense

Os exames de Química Forense aplicados em perícias criminais de Domínio de Cidades têm por objetivo identificar substâncias explosivas relacionadas na Portaria COLOG nº 118 do Exército Brasileiro em que são classificadas de acordo com o seu grau de restrição pelo Decreto Lei nº 1030 de 2019 (BRASIL, 2019a, 2019b). Estes exames são fundamentais para estabelecer a natureza química dos explosivos utilizados pelos criminosos, podendo assim contribuir para o estabelecimento da dinâmica de propagação das ondas de energia decorrentes das reações de detonação ou deflagração dos explosivos utilizados.

Nesse caso, a definição metodológica das análises químicas depende tanto da ação dos criminosos quanto do trabalho do técnico explosivista no local de crime em que algumas situações o

perito criminal somente analisará resíduos de pós-explosão. Técnicas inovadoras de detecção de explosivos e de resíduos pós explosão têm sido empregadas no Estado de Alagoas em colaboração técnico-científica envolvendo a Universidade Federal de Alagoas (UFAL), a Polícia Científica de Alagoas e a Polícia Federal, a partir do desenvolvimento de novos sensores portáteis e de baixo custo para detecção rápida de explosivos nitroaromáticos (SANTOS et al., 2021). Um dos sensores desenvolvidos pelo Laboratório de Eletroquímica, Polímeros e Ciências Forenses (LEPFor) da UFAL foi testado em superfícies metálicas, como cartuchos de munição, de forma a simular resíduos de explosivos em terminais de autoatendimento ou cofres de bancos, em que foi observada a detecção do explosivo em menos de 10 segundos após o contato da superfície contaminada com o sensor (Figura 7).

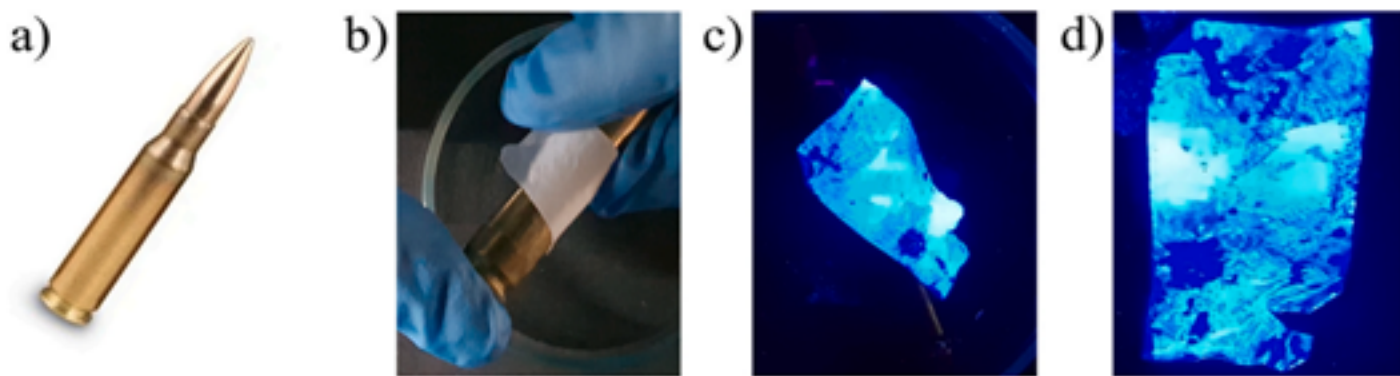


Figura 7: Imagens de a) cartucho contaminado com resíduos de explosivo, b) Sensor em contato com a superfície do cartucho, c) Sensor usado no cartucho imediatamente após o contato com a superfície e d) aproximadamente 5 min após a remoção da manta na superfície do cartucho. As imagens c) e d) estão sob luz UV (365 nm). Fonte: reproduzido de Santos et al. (2021) com permissão de Elsevier.

Um outro tipo de sensor de explosivos também foi desenvolvido pelo LEPFor, empregado durante o III Simpósio de Análise de Cenários do Estado de Alagoas, permitiu a detecção de explosivos tanto nos dedos do criminoso que confeccionou a carga explosiva do exercício, quanto a detecção de resíduos de pós explosão analisados após a desativação do artefato explosivo. A resposta do

sensor foi observada *in loco* poucos segundos após o contato do dedo do técnico explosivista que manipulou o artefato (Figura 8) na superfície do sensor, possibilitando a aquisição de uma dupla prova relacionada à identificação e reconhecimento do material explosivo presente no local, além da identificação dos autores da ação criminosa.

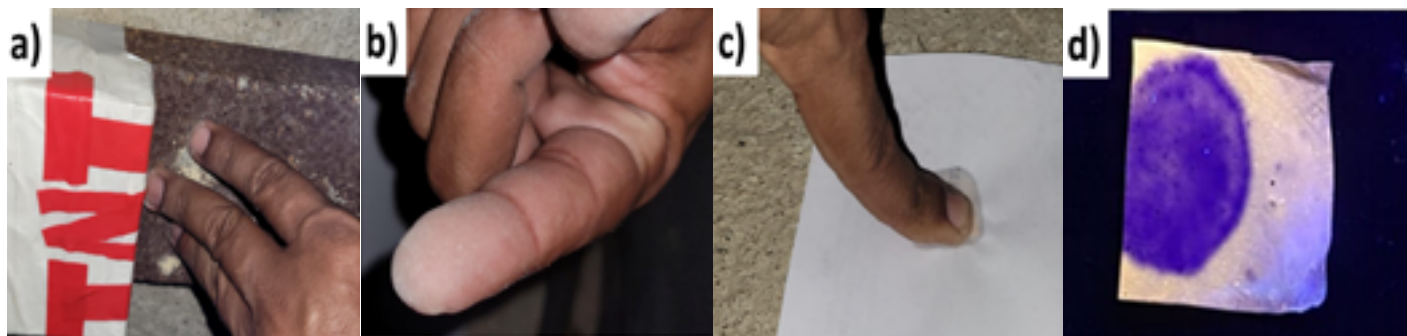


Figura 8: a) Contaminação do dedo com explosivo; b) dedo contaminado; c) toque do dedo contaminado no sensor; d) revelação do dedo contaminado com explosivo sob luz UV (365 nm). Fonte: os autores.



Figura 9: Momento da explosão do artefato na simulação de ocorrência. Fonte: imagem gentilmente cedida pelo BOPE – PMAL (Batalhão de Operações Policiais Especiais da Polícia Militar de Alagoas).



Figura 10: a) Sensor com resíduos de pós-explosão sob luz visível; b) detecção de resíduos de pós-explosão in loco; c) revelação de resíduos de pós-explosão com o sensor sob luz UV (365nm). Fonte: os autores.

Após este teste, o artefato explosivo foi levado ao local em que a equipe antibomba o desativou por destruição com uso de contra carga (Figura 9) e após a desativação foi realizada a pesquisa de resíduos de pós-explosão para explosivos utilizando o sensor.

Durante a pesquisa de resíduos de pós-explosão, com emprego do sensor, na região onde ocorreu a detonação da carga explosiva composta por trinitrotolueno (TNT) e tetranitrato de pentaeritritol (PETN), foram revelados resíduos de TNT, indicando

a presença do alto explosivo utilizado na carga principal do artefato (Figura 10), demonstrando que o sensor **é apropriado para buscas** de resíduos de pós-explosão.

Diante destes resultados, o sensor proposto mostrou ser capaz de detectar, de maneira rápida e eficiente, resíduos de explosivos em baixas concentrações durante buscas de artefatos explosivos, realizar levantamento nas mãos dos suspeitos que manipularem os materiais explosivos além de responder para resíduos de pós-explosões,



demonstrando assim que ele pode gerar uma dupla prova em uma investigação forense.

Técnicas de coleta de material explosivos foram implementadas e empregadas nos V e VI Estágios de Planos de Defesa realizados no Estado de Alagoas nos anos de 2022 e 2023 em que essas coletas foram realizadas por técnicos explosivistas em conjunto com peritos criminais por meio de desmontagem do artefato explosivo por uso de contra carga com água (Figura 11a) de forma que a coleta do material é segura e não interfere na preservação da cadeia de custódia (Figuras 11b e 11c).

Esses materiais coletados foram analisados no Laboratório de Química Forense e foi detectada a presença tanto de baixos explosivos

quanto de altos explosivos utilizados pelos criminosos do exercício (TWGFEX, 2014). Esses resultados foram possíveis especialmente devido a preservação de vestígios pelos técnicos explosivistas durante a desativação dos artefatos em que foi empregada desativação específica para desmontagem dos dispositivos explosivos.

As medidas de preservação foram fundamentais para o estabelecimento do sistema de iniciação do explosivo em que uma parte do sistema iniciador foi coletado e analisado por Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR), com uso do Espectrômetro de Infravermelho com Transformada de Fourier com metodologia de Reflectância Total Atenuada (ATR).

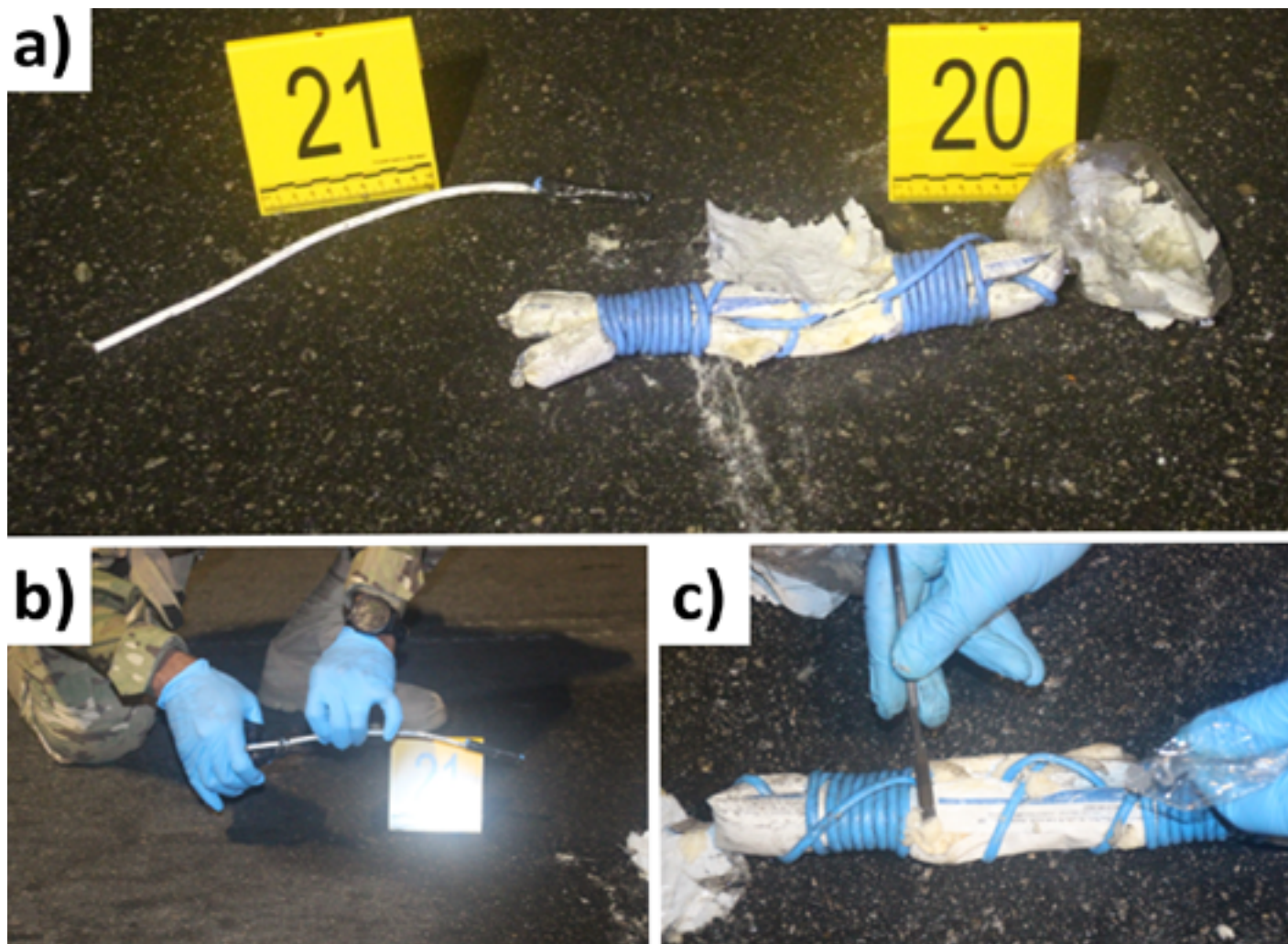


Figura 11: a) Artefato explosivo desmontado com uso de contra carga; b) coleta do sistema de iniciação para análise química; c) coleta da carga principal do artefato explosivo. Fonte: os autores.

Após as análises de FTIR, foi detectada a presença de duas bandas características do nitrato de potássio (Figura 12), agente oxidante presente na composição de pólvoras mecânicas. A banda na região de aproximadamente 1762 cm^{-1} corresponde a banda à vibração do ânion NO_3^- , e a banda na região de aproximadamente 1370 cm^{-1} corresponde ao estiramento assimétrico da ligação

N-O (MARTÍN-ALBERCA et al., 2016). As análises químicas de FTIR da amostra coletada da carga principal identificaram a presença de alto explosivo terciário (nitrato de amônio) responsável pela destruição de obstáculos, tais como paredes, cofres e estruturas reforçadas em instituições bancárias (Figura 13). A banda média na região de aproximadamente 3260 cm^{-1} (o pico da banda aparece

em 3210 cm^{-1}) corresponde ao estiramento assimétrico do NH_4^+ , a banda na região de aproximadamente 1435 cm^{-1} (o pico da banda aparece em 1310 cm^{-1}) corresponde a deformação assimétrica do NH_4^+ , a banda na região de aproximadamente 1046 cm^{-1} corresponde ao estiramento simétrico do NO_3^- , a banda na região de aproximadamente 830 cm^{-1} corresponde a deformação fora do plano do NO_3^- , e a banda fraca na região de aproximadamente 715 cm^{-1} corresponde a deformação no plano do NO_3^- (THÉORÉT; SANDORFY, 1964). A preservação foi fundamental para a análise inequívoca da substância característica além de proporcionar agilidade da resposta dos exames (AGRAWAL, 2010).

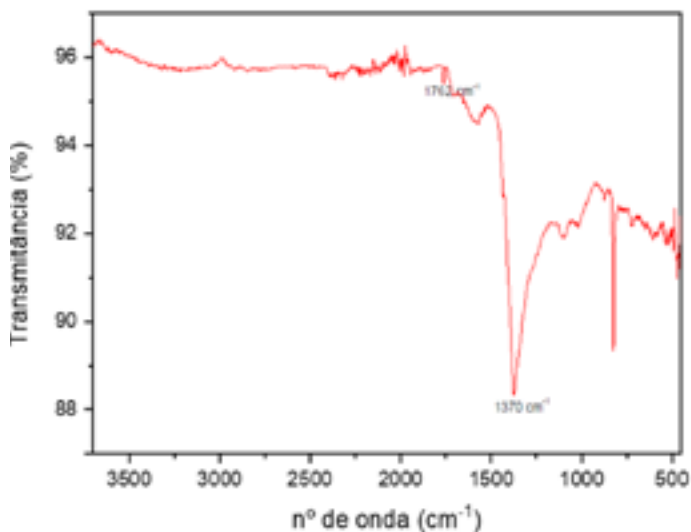


Figura 12: Espectro no infravermelho evidenciando a presença de nitrato de potássio no sistema de iniciação. Fonte: os autores.

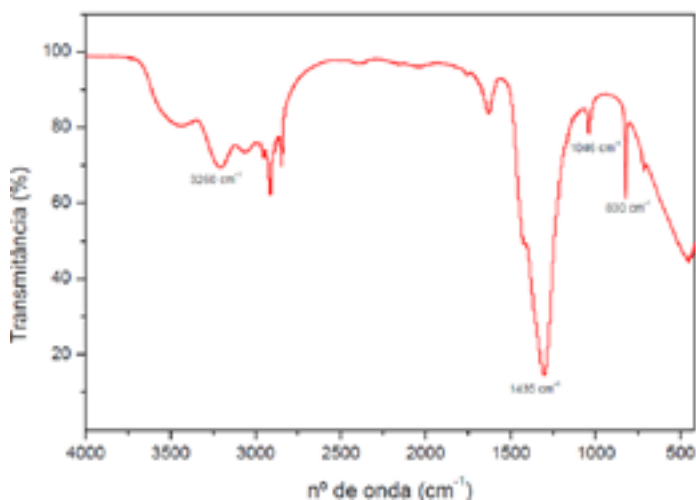


Figura 13: Espectro no infravermelho demonstrando a presença de nitrato de amônio na carga principal. Fonte: os autores.

2.3. Papiloscopia Forense

A pesquisa de impressões digito-papilares em locais de crime relacionados a Domínio de Cidades pode ser fundamental para indicação de autoria das ações criminosas. Os exames consistem em uso de técnicas reveladoras de impressões latentes (CHAMPOD et al., 2016; RAMOTOWSKI, 2021); coleta, registro das impressões e confronto da impressão coletada com impressões registradas em Banco de Dados (BÉCUE; ELDRIDGE; CHAMPOD, 2020; ENFSI, 2015; IFRG, 2014).

O grupo de pesquisa do Laboratório de Eletroquímica, Polímeros e Ciências Forenses da UFAL (LEPFor), em conjunto com a Polícia Federal e com a Polícia Científica de Alagoas, vem desenvolvendo técnicas inovadoras de revelação de impressões digito-papilares com a possibilidade de preservação e recuperação de DNA de toque visando exames subsequentes (ALVES et al., 2024; ASSIS, 2021; ASSIS et al., 2022, 2017; ASSIS; COSTA; RIBEIRO, 2020; COSTA, 2020; COSTA et al., 2020a, 2020b; DE ASSIS; DEOKARAN; RIBEIRO, 2024; MAZZINI JUNIOR et al., 2020).

Algumas dessas pesquisas também foram empregadas no VI Estágio de Plano de Defesa realizado no Estado de Alagoas em 2023. Para revelar possíveis impressões digitais latentes, o polímero condutor poli(3,4-etilenodioxitiofeno), PEDOT, foi depositado eletroquimicamente sobre os cartuchos de munição coletados no local aplicando um potencial elétrico constante na superfície do estojo de munição. Costa et al. (2020a e 2020b) propõem um processo que consiste em um novo conceito para revelação de impressões digitais latentes depositadas em superfícies metálicas baseado no uso do material sebáceo presente nas impressões digitais como *template* ou “máscara”, através do qual um polímero condutor é depositado sobre a superfície metálica a partir da passagem de uma corrente elétrica (ou aplicação de uma diferença potencial elétrico), formando uma imagem em “negativo” da impressão digital. A metodologia proposta tem como premissa o fato de que as impressões digitais contêm material não condutor suficiente para formar uma camada isolante na superfície do metal, evitando a deposição eletroquímica do polímero condutor na região onde o material sebáceo está presente.

Dentre as vantagens do método eletroquímico, a variação das condições experimentais do processo de deposição eletroquímica permite o controle das propriedades e da espessura dos filmes poliméricos e, consequentemente, o ajuste do contraste visual entre a superfície metálica e a impressão digital revelada, permitindo sua análise para fins de identificação forense (ASSIS et al., 2022; COSTA et al., 2020a; LYRA et al., 2021).

De acordo com a metodologia proposta por Costa et al. (2020b), os autores utilizaram como reagentes o monômero 3,4-etilenodioxitiofeno (EDOT), perclorato de lítio (LiClO_4) como eletrólito e água como solvente. A deposição do polímero sobre a superfície contendo a impressão digital latente promoveu comportamentos distintos entre a região da impressão digital e a superfície exposta ao processo eletroquímico resultando na revelação da impressão digital. Os resultados mostraram que é

possível revelar impressão digital latente depositada sobre estojo de munição através de eletrodeposição do PEDOT mesmo após a deflagração da munição. Este resultado segue sendo investigado pelo grupo de pesquisa, visando procedimentos de validação da metodologia.

2.4. Genética Forense

A pesquisa de materiais biológicos que contenham DNA em locais de crime relacionados a Domínio de Cidades é fundamental para indicação de autoria das ações criminosas. Os exames consistem em uso de técnicas reveladoras de fluidos biológicos, tais como, saliva, pelos, sangue latente, sêmen e gorduras (BURRILL; DANIEL; FRASCIONE, 2019; BUTLER, 2010, 2012).

Técnicas de pesquisa de fluidos biológicos foram implementadas e empregadas nos V e VI Estágios de Planos de Defesa realizados no Estado de Alagoas nos anos de 2022 e 2023 em que essas técnicas foram realizadas por peritos criminais do Estado em alguns materiais utilizados pelos criminosos do exercício e que foram deixados nos locais periciados, seguindo protocolos internos e aqueles preconizados em Genética Forense (BUTLER, 2012; TANG et al., 2020).

A busca de vestígios biológicos nesses materiais foi realizada inicialmente com uso de luz forense e filtros específicos, visando detectar marcas de contato constituídas de resíduos oriundos da pele das mãos dos criminosos. Após a pesquisa e indicação da possível localização (Figura 14), o material biológico foi coletado através da técnica do suabe umedecido, foram realizadas coletas com suabe nas regiões reveladas e as amostras foram enviadas para o Laboratório de Genética Forense para procedimentos de

extração, quantificação, amplificação e genotipagem adequados à pesquisa de DNA de toque, ou seja, à recuperação e análise de DNA em baixas concentrações (SESSA et al., 2019; TANG et al., 2020; TEMPLETON; LINACRE, 2014).

Após análise genética, os resultados apontaram a presença de uma mistura de perfis genéticos no material coletado (Figura 15). Esse cenário sugere a possibilidade de futuros exames de confronto com suspeitos das ações ilícitas ou até mesmo com o Banco Nacional de Perfis Genéticos.

No VI Estágio de Plano de Defesa, foram implementadas técnicas de pesquisa de DNA de toque em artefatos explosivos, realizada por técnico explosivista antes da desativação do explosivo e após a identificação. Nesses casos, o técnico procedeu a coleta de material biológico adequada à doutrina antibomba. Treinamentos realizados mostraram que é possível realizar a coleta de material biológico com uso de robô, garantido ainda mais a integridade física do técnico responsável pela desativação do explosivo.

Após a desmontagem do artefato explosivo, o invólucro do material foi coletado e enviado ao Laboratório de Genética Forense para pesquisa e coleta de material biológico e possíveis confrontos de material genético. Os resultados dos exames não mostraram perfil genético ou perfil de mistura, indicando que possivelmente a ação da água utilizada na desativação, ou outro fator inerente ao procedimento, pode ter influenciado na preservação de material genético. Outras técnicas de desativação por contra carga podem ser empregadas e pesquisadas com fins de preservação de material genético.

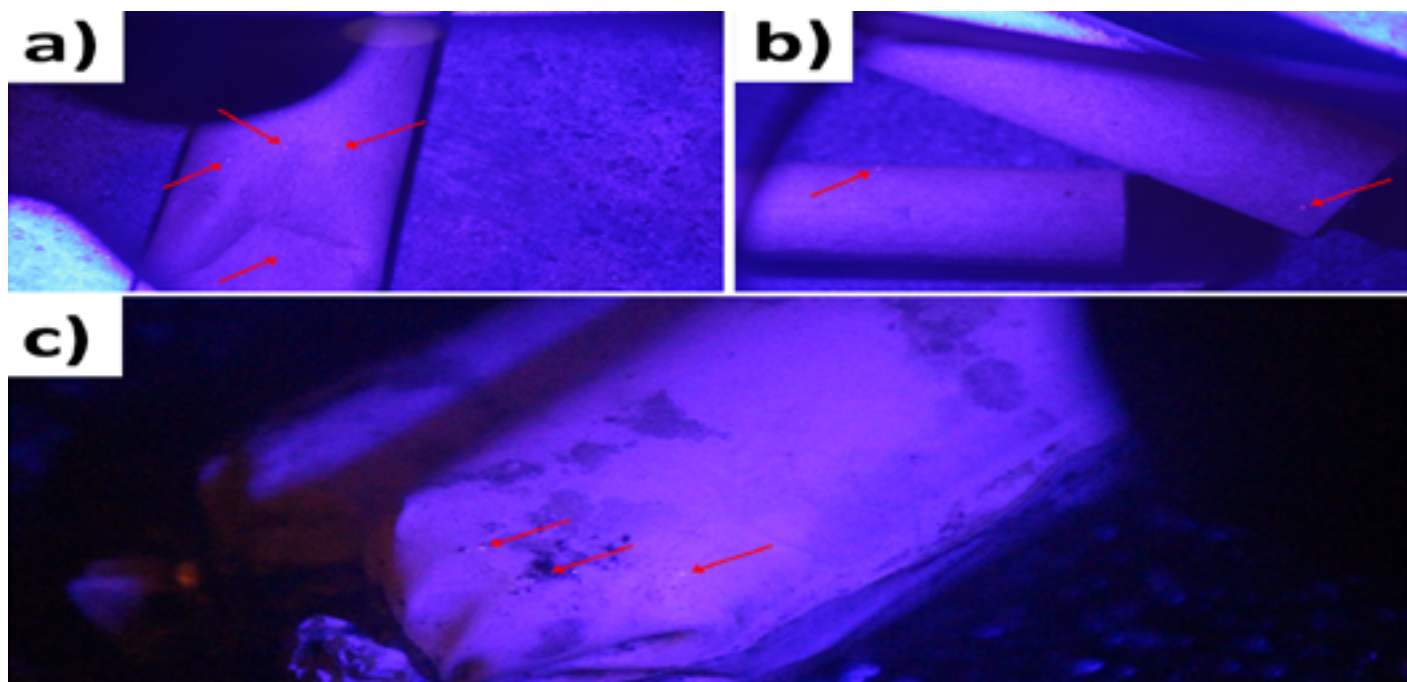


Figura 14: a) e b) Artefatos pirotécnicos irradiados sob luz de 555 nm e filtro laranja, indicando regiões a serem investigadas para recuperação de material biológico para exame de DNA. c) emulsão explosiva analisada sob luz de 555 nm e filtro laranja. As setas indicam regiões que podem ser alvo de coleta de material biológico para análise genética. Fonte: os autores.

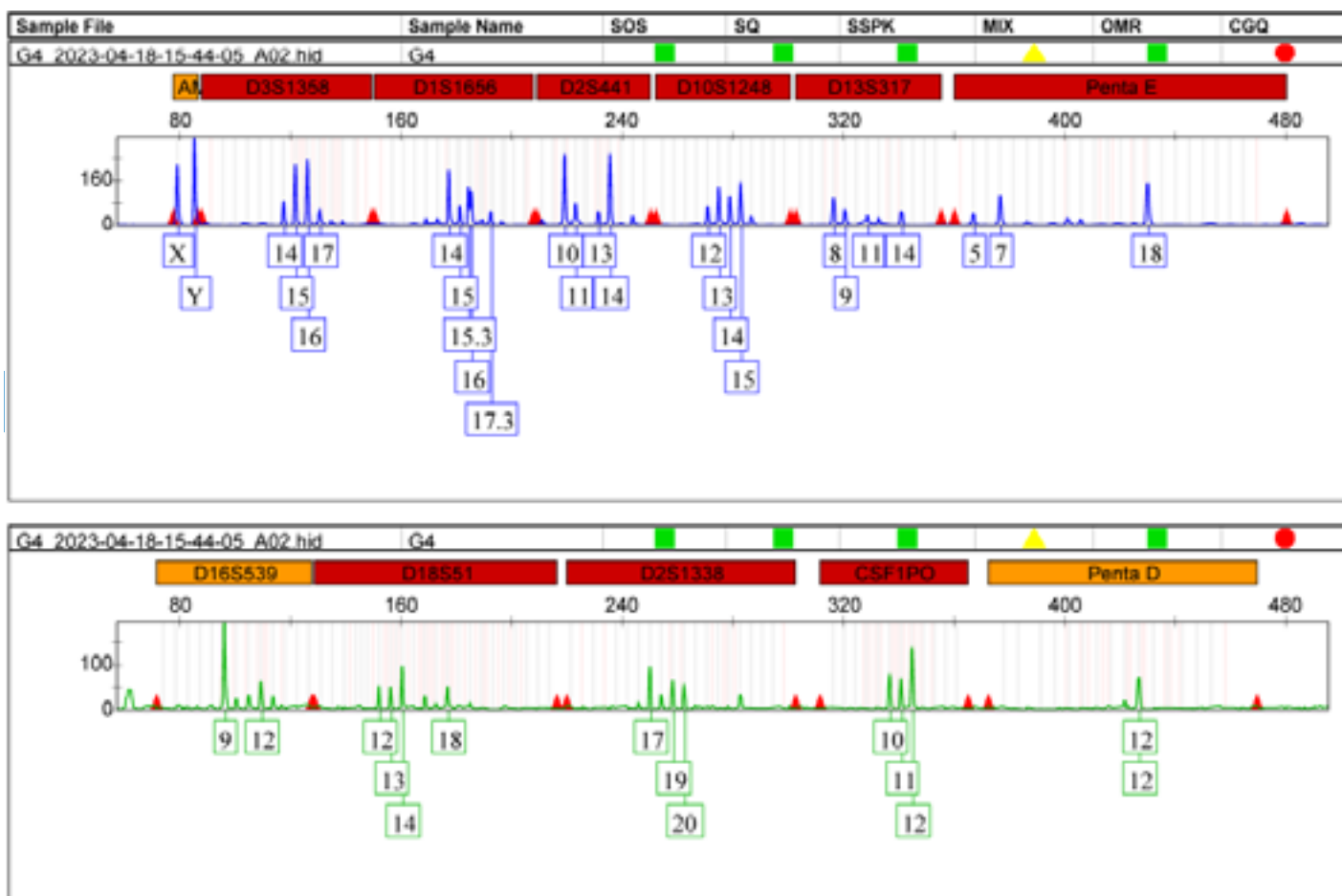


Figura 15: Trecho de eletroferograma que apresenta perfil de mistura de material genético. Fonte: os autores.

3. Conclusão

A sequência dos exercícios realizados no Estado de Alagoas mostrou a evolução das técnicas periciais empregadas para estabelecimento da dinâmica, indicação da autoria e identificação da natureza química dos explosivos utilizados. Os resultados mostraram a importância da integração da Universidade com as forças de segurança devido a implementação de técnicas inovadoras que permitem identificar os vestígios de maneira mais precisa.

As simulações realizadas reforçam a importância da capacitação do profissional técnico explosivista, promovendo a preservação e coleta adequadas de elementos materiais conforme a doutrina antibomba (DINIZ, 2020). Esta conduta se mostra fundamental para a produção de provas tecnicamente embasadas, relacionadas a origem e natureza do explosivo utilizado bem como as relacionadas à autoria da ação criminosa.

Foi observada a evolução da preservação da cadeia de custódia durante os exercícios realizados uma vez que o Domínio de Cidades é um crime complexo e de grande extensão, sendo que o isolamento e preservação dos vestígios são etapas com maior grau de dificuldade. As técnicas de desativação de explosivos

implementadas nesses exercícios foram imprescindíveis para a preservação de vestígios que foram encaminhados aos respectivos setores de perícia criminal para realização de exames complementares necessários para robustecer as provas obtidas durante as investigações forenses.

Dessa forma, fica demonstrado ser fundamental que a equipe pericial promova a troca de informações com a equipe antibomba responsável pela desativação do artefato explosivo desde o seu acionamento até a conclusão dos exames em que o próprio técnico explosivista pode auxiliar a equipe pericial na busca, identificação e coleta de materiais explosivos, resíduos de pós explosão e sistemas de iniciação de explosivos.

4. Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer à FAPEAL – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (processo 60030.0000001635/2022) pelo auxílio financeiro; à Secretaria de Segurança Pública do Estado de Alagoas pelas atividades e treinamentos proporcionados nos exercícios de Plano de Defesa, em especial ao secretário Flávio Saraiva Silva e o tenente coronel PM Raumário J. Santos; aos peritos criminais da Polícia Científica

do Estado de Alagoas Manoel Messias Moreira Melo Filho, Ivan E. A. Pereira, Marek H. F. Ekert, Thalmanny F. Goulart, Ken Ichi Namba, em especial à perita criminal Rosana Coutinho, atualmente Perita Geral da POLC/AL; ao perito criminal federal Lehy S. Santos; ao perito criminal Tarcísio A. A. Carvalho da Polícia Científica do Estado do Pará; às pesquisadoras do LEPFor – UFAL Meclycia S. Alves, Jeane C.S. Melo, Jeane Melo e Anna Paula A. L. Santos; aos técnicos explosivistas do BOPE da PM Alagoas tenente coronel Alexandre Braga, 1º tenente Fernando T. Santos, 2º sargento Cleder S. Silva, 3º sargentos Wagner F. A. Santos, Wilson A. F. Silva, Antônio C. S. Epifânio e Rafael S. Santana; aos demais policiais e servidores do Estado de Alagoas que solicitadamente contribuíram para este trabalho.

5. Conflito de interesse

Alexandro Manguiera Lima de Assis é membro da Comissão Editorial da revista *Perícia Federal* (editor-chefe) e não participou do processo de revisão por pares e das decisões editoriais relacionadas à publicação do presente artigo.

6. Referências

AGRAWAL, J. P. **High Energy Materials: Propellants, Explosives and Pyrotechnics**. 1. ed. Weinheim: WILEY-VCH Verlag & Co, 2010.

ALAGOAS. Secretaria de Estado de Defesa Social - Portaria no 220/GS/2013. Estabelece normas e procedimentos para o trato de explosivos, bombas e incendiários no âmbito da estrutura da Secretaria de Estado da Defesa Social do Estado de Alagoas. Em: **Diário Oficial do Estado de Alagoas**. 28 fev 201 ed. Maceió: Governo do Estado de Alagoas - Imprensa Oficial Graciliano Ramos, 2013.

ALAGOAS. Polícia Científica de Alagoas - Portaria SSP no 0181/2024, de 07 de fevereiro de 2024. Em: **Diário Oficial do Estado de Alagoas**. ano 112, n ed. Maceió: Governo do Estado de Alagoas - Imprensa Oficial Graciliano Ramos, 2024a. p. 31–32.

ALAGOAS. Polícia Científica do Estado de Alagoas - Portaria POL-CAL no 520/2024, de 29 de abril de 2024. Em: **Diário Oficial do Estado de Alagoas**. ano 112, n ed. Maceió: Governo do Estado de Alagoas - Imprensa Oficial Graciliano Ramos, 2024b. p. 53–55.

ALVES, M. S. et al. Latent fingerprint enhancement by Ag nanoparticle electrodeposition on metal surfaces. **Electrochimica Acta**, v. 484, p. 143925, abr. 2024.

ASSIS, A. M. L. **Evaluation of dual forensic evidence from DNA analysis of fingerprints developed by polypyrrole electrodeposition**. Thesis—[s.l.] Federal University of Alagoas, 2021.

ASSIS, A. M. L. et al. From nanomaterials to macromolecules: Innovative technologies for latent fingerprint development. **WIREs Forensic Science**, v. 5, n. 2, p. e1475, 2022.

ASSIS, A. M. L.; COSTA, C. V.; RIBEIRO, A. S. Forensic electrochemistry applied to latent fingerprint development. **Revista Brasileira de Ciências Policiais**, v. 11, n. 3, p. 49–67, 30 set. 2020.

ASSIS, A. M. L. DE et al. Materiais inovadores para revelação de impressões digitais. **Perícia Federal**, v. 1, n. 40, p. 10–14, 2017.

BÉCUE, A.; ELDRIDGE, H.; CHAMPOD, C. Interpol review of fingerprints and other body impressions 2016–2019. **Forensic Science International: Synergy**, v. 2, p. 442–480, 2020.

BRASIL. **Procedimento Operacional Padrão: Perícia Criminal**. Brasília: Ministério da Justiça - Secretaria Nacional de Segurança Pública, 2013.

BRASIL. **Exército Brasileiro. Portaria/EB no 118 - COLOG, de 04 de outubro de 2019**. [s.l.] Diário Oficial da União 195: 15, 2019a.

BRASIL. **Decreto no 10.030, de 30 de setembro de 2019. Aprova o Regulamento de Produtos Controlados**. Brasília: Diário Oficial da União. Brasília, Seção 1, Ed. Extra B, 2019b.

BURRILL, J.; DANIEL, B.; FRASCIONE, N. A review of trace “Touch DNA” deposits: Variability factors and an exploration of cellular composition. **Forensic Science International: Genetics**, v. 39, n. May 2018, p. 8–18, 2019.

BUTLER, J. M. **Fundamentals of Forensic DNA Typing**. 1. ed. USA: Academic Press Elsevier, 2010.

BUTLER, J. M. **Advanced Topics in Forensic DNA Typing: Methodology**. 1. ed. USA: Elsevier, 2012.

CHAMPOD, C. et al. **Fingerprints and other ridge skin impressions**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2016.

COSTA, C. V. **Inovação em Biometria Forense: Polímeros Condutores Aplicados a Revelação de Impressões Digitais Latentes**. Dissertação: Instituto de Química e Biotecnologia - Universidade Federal de Alagoas, 2020.

COSTA, C. V. et al. Bilayer systems based on conjugated polymers for fluorescence development of latent fingerprints on stainless steel. **Synthetic Metals**, v. 262, p. 116347, abr. 2020a.

COSTA, C. V. et al. A low-potential electrochemical method for fast development of latent fingerprints on brass cartridge cases by electrodeposition of poly(3,4-ethylenedioxythiophene). **Nano Select**, v. 1, n. 4, p. 405–412, 31 out. 2020b.

DE ASSIS, A. M. L.; DEOKARAN, G. DE O.; RIBEIRO, A. S. Emerging Trends in Nanotechnology for Forensic Science. Em: **Advances in Fabrication and Investigation of Nanomaterials for Industrial Applications**. Cham: Springer International Publishing, 2024. p. 51–70.

DEOKARAN, G. O.; ASSIS, A. M. L. DE; RIBEIRO, A. S. Perícias Criminais voltadas para o Plano de Defesa de Alagoas em situações de “Domínio de Cidades”. Em: **Superando desafios em Segurança Pública: a inovação como ferramenta de transformação em Alagoas**. 1. ed. Maceió: Cepal - Companhia de Edição, Impressão e Publicação de Alagoas, 2023. p. 88–102.

DINIZ, A. G. A Prática Docente no Curso de Técnico Explosivista Policial da PMDF. **Revista Brasileira de Operações Antibombas**, v. 1, n. 1, p. 126–136, 2020.

ENFSI. Best Practice Manual for Fingerprint Examination ENFSI-BPM-FIN-01. **European Network of Forensic Science Institutes**, v. 01, n. November, p. 1–60, 2015.

FRANÇA, L. F. M. F. **Alpha Bravo Brasil - crimes violentos contra o patrimônio**. 1. ed. Curitiba: CRV, 2020.

IFRG. International Fingerprint Research Group - Guidelines for the Assessment of Fingerprint Detection Techniques. **Journal of Forensic Identification**, v. 64, n. 2, p. 174–200, 2014.

LEÃO, D. J. A. **Operações antibombas: uma introdução à doutrina e organização dos esquadrões de bombas e ao enfrentamento aos crimes envolvendo bombas e explosivos**. 1. ed. Brasil: Ícone, 2016.

LYRA, A. C. F. et al. Functionalization of pyrrole derivatives as a way to improve their solubility in aqueous medium for applying in latent fingerprints development. **Forensic Chemistry**, v. 26, n. October, p. 100373, 2021.

MARTÍN-ALBERCA, C. et al. Study of consumer fireworks post-blast residues by ATR-FTIR. **Talanta**, v. 149, p. 257–265, mar. 2016.

MAZZINI JUNIOR, E. G. et al. Fluorescent polymer nanofibers based on polycaprolactone and dansyl derivatives for development of latent fingerprints. **Journal of Applied Polymer Science**, n. e49804, 2020.

MELO, V. B. DE et al. Plano de Defesa: uma estratégia para lidar com crime de alta complexidade sob a perspectiva da modalidade “Domínio de Cidades”. Em: **Superando desafios em Segurança Pública: a inovação como ferramenta de transformação em Alagoas**. 1. ed. Maceió: Cepal - Companhia de Edição, Impressão e Publicação de Alagoas, 2023. p. 30–44.

PEREIRA, I. E. DE A. et al. **Manual de Solicitação de Perícia**. 1. ed. Maceió: Governo do Estado de Alagoas - Imprensa Oficial Graciliano Ramos, 2019.

RABELLO, E. **Balística Forense**. 3. ed. Porto Alegre: Sagra D C Luzzato, 1995.

RAMOTOWSKI, R. S. **Lee and Gaensslen's Advances in Fingerprint Technology**. 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 2021.

SANTOS, A. P. L. A. et al. A “turn-off” fluorescent sensor based on electrospun polycaprolactone nanofibers and fluorene(bisthiophene) derivative for nitroaromatic explosive detection. **Forensic Science International**, v. 329, p. 111056, 2021.

SANTOS, R. J. et al. **Superando desafios em Segurança Pública: a inovação como ferramenta de transformação em Alagoas**. 1. ed. Maceió: Cepal - Companhia de Edição, Impressão e Publicação de Alagoas, 2023.

SESSA, F. et al. Touch DNA: impact of handling time on touch deposit and evaluation of different recovery techniques: An experimental study. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 9542, 2 dez. 2019.

TANG, J. et al. Touch DNA in forensic science: The use of laboratory-created eccrine fingerprints to quantify DNA loss. **Forensic Science International: Synergy**, v. 2, p. 1–16, 2020.

TEMPLETON, J. E. L.; LINACRE, A. DNA profiles from fingerprints. **BioTechniques**, v. 57, n. 5, p. 259–266, 2014.

THÉORÉT, A.; SANDORFY, C. Infrared spectra and crystalline phase transitions of ammonium nitrate. **Canadian Journal of Chemistry**, v. 42, n. 1, p. 57–62, 1 jan. 1964.

THURMAN, J. T. **Practical Bomb Scene Investigation**. 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 2017.

TOCHETTO, D. **Balística Forense, Aspectos Técnicos e Jurídicos**. 8. ed. Campinas: Millennium, 2016.

TWGFEX. **Laboratory Explosion Group Standards & Protocols Committee. Recommended Guidelines for Forensic Identification of Post-Blast Explosive Residues**. 1. ed. Washington DC: National Institute of Justice, 2007.

TWGFEX. **Laboratory Explosion Group Standards & Protocols Committee. Recommended Guidelines for Forensic Identification of Intact Explosives**. 1. ed. Washington DC: National Institute of Justice, 2014.

COMO CITAR ESTE ARTIGO

DEOKARAN, G. O. et al. The role of forensic science in cities domain actions. *Perícia Federal*, v. 1, n. 54, p. 37–50, 2024. <https://doi.org/10.29327/266815.1.54-1>

