



## **PARECER TÉCNICO SOBRE RESÍDUOS DE TIROS**

### **1 INTRODUÇÃO**

Em 30 de setembro de 2023, o Perito ADENAULE JAMES GEBER DE MELO elaborou o presente Parecer Técnico, no interesse do PROCESSO 0029865-29.2016.8.15.2002, a fim de atender a solicitação do Doutor YURI AZEVEDO HERCULANO para REALIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS BALÍSTICOS, ESPECIFICAMENTE EM RELAÇÃO À DETECÇÃO DE RESÍDUOS DE TIROS, descrevendo e interpretando fielmente os experimentos executados e respondendo aos quesitos formulados, abaixo transcritos:

1. Ao se efetuar um disparo com arma de fogo à distância em um anteparo, é possível encontrar nele os elementos secundários do tiro?
2. Considerando um tiro à distância, é possível que um anteparo que esteja muito próximo da passagem de um projétil, ser atingido pelos os elementos secundários?

### **2 OBJETIVO**

Os experimentos realizados tiveram por objetivo estudar, de modo real, a presença dos elementos secundários do tiro em anteparos de papel de filtro qualitativo, após disparos realizados à distância, através do exame de Residuograma de Chumbo.



## 3 CONSIDERAÇÕES GERAIS

### 3.1 Resíduos de Tiro

Ao se efetuar um tiro, forma-se uma nuvem gasosa onde estão presentes produtos da detonação da mistura iniciadora da espoleta e da carga de projeção contida no estojo ("pólvora"). No momento da detonação, a temperatura no interior da espoleta chega a atingir 2.500°C e os componentes metálicos são volatilizados, saindo da mesma vaporizados. Estes são rapidamente condensados formando partículas esferoides muito pequenas (que variam de 0,1µm a 5µm). Essas partículas apresentam características peculiares, quer pela sua morfologia, quer pela sua composição química. Parte desses resíduos sólidos permanece dentro do cano, ao redor do tambor (no caso de revólveres) e na câmara de percussão da própria arma, porém o restante é projetado para fora, podendo atingir a mão do atirador ou um anteparo<sup>1</sup>.

Todo esse processo - entre a deflagração da massa iniciadora e a expulsão do projétil - acontece em milissegundos, e atinge localmente pressões da ordem de equivalente a 9600kPA e temperaturas entre 1500 a 2000°C. Essa temperatura é suficiente para produzir a vaporização dos principais elementos presentes na munição. Por conta da ação conjunta de temperatura e pressão, ocorre a condensação (como gotículas), resultando na formação de resíduos de tiros no momento do disparo<sup>2</sup>.

O material particulado expelido nos gases contém elementos metálicos oriundos do cano (ferro), estojo (cobre, zinco e níquel), projétil (chumbo, antimônio) e principalmente da carga propulsora, chamada *primer* ou iniciador (chumbo,

<sup>1</sup> MELO, A. J. G. **Marcadores Luminescentes para Detecção de Resíduos de Tiro**. Congresso Brasileiro de Criminalística 20.; Congresso Internacional de Perícia Criminal 3., 2009, João Pessoa. Anais do Congresso.

<sup>2</sup> Melo, A. J. G. **Desenvolvimento de Marcadores Luminescentes para Detecção de Resíduos de Tiros**, Universidade Federal de Pernambuco, 2009.



antimônio e bário), além de componentes da pólvora (orgânicos). Estes elementos são coletivamente chamados de resíduos de tiro<sup>3</sup> (MARTINY, 2007).

### 3.2 Elementos do Tiro

Além do projétil, diversos resíduos sólidos e produtos gasosos (monóxido e dióxido de carbono, vapor de água, óxidos de nitrogênio e outros) são expelidos no momento do tiro<sup>4</sup>. Esses elementos podem ser divididos em *Primário* e *Secundários*.

Como *Elemento Primário* tem-se o projétil expelido pelo cano da arma de fogo, que leva consigo sujidades e fuligem produzidos durante o tiro.

Os *Elementos Secundários*, excetuando-se o projétil, são aqueles expelidos pelo cano da arma de fogo, como chama, gases superaquecidos, fuligem (decorrente da combustão), pólvora semicombusta e combusta, além de microfragmentos do projétil.<sup>5</sup>

## 4 EXPERIMENTOS

Estiveram presentes, de forma integral durante os experimentos, os advogados Dr. Yuri Azevedo Herculano e Dra. Raquel Gomes de Mesquita.

<sup>3</sup> MARTINY, Andrea. **A Introdução da Microscopia Eletrônica de Varredura como Ferramenta para Análises de Resíduos de Tiro no Brasil**. Congresso Nacional De Criminalística 19.; Congresso Internacional de Perícia Criminal 2., 2007, Salvador. Anais do Congresso.

<sup>4</sup> Edson Luis Tocaia dos REIS, E. L. T.; *et al* . **Identificação de Resíduos de Disparos de Armas de Fogo por meio da Técnica de Espectrometria de Massas de Alta Resolução com Fonte de Plasma Indutivo**. Quim. Nova, Vol. 27, No. 3, 409-413, 2004.

<sup>5</sup> JUNIOR, João Bosco Silvino. **Balística Aplicada aos Locais de Crime**. 2 ed. Campinas: Millennium Editora, 2018.



## 4.1 Ambiente

Para uma reprodução mais fiel dos experimentos, foi utilizado um estande de tiro que apresentasse semelhanças com o ambiente do fato. Dessa forma, optou-se por um estande de tiro aberto, com separação lateral das linhas de tiro por muros. O local usado foi a Linha de Tiro 2, do Centro de Treinamento Tático de Pernambuco - CTTPE, localizado na Rodovia BR 408, S/N, Km 101, São Lourenço da Mata, Pernambuco, na data de 21/09/2023.



**Figura 01:** identificação do clube de tiro aberto, usado para realização dos ensaios.



**Figura 02:** vista frontal da Pista 2, usada para realização dos ensaios. É possível observar a disposição dos alvos de papel de filtro entre



## 4.2 Materiais

Foram utilizadas quatro armas de fogo, sendo três pistolas calibres .380, 9mm e .40, e um revólver do calibre .38. As escolhas levaram em consideração a utilização de uma arma do mesmo calibre da utilizada no Fato e, as demais, com a finalidade de verificar a reprodutibilidade dos resultados obtidos, para os tiros com a pistola .380, em relação aos exames de Residuograma de Chumbo, uma vez que, os demais calibres, por possuírem uma maior carga, geram maiores pressões dos gases e, por conseguinte, quantidades mais expressivas de resíduos tiros.



**Figura 03:** pistola de marca Imbel, calibre .380, modelo GCM1.



**Figura 04:** pistola de marca Taurus, calibre 9mm, modelo G2C.



**Figura 05:** pistola de marca Taurus, calibre .40, modelo PT100 P.



**Figura 06:** revólver da marca Taurus, calibre .38 Special, modelo 88.

Por serem do mesmo tipo da utilizado no Fato, os cartuchos de munição utilizados, excetuando-se os de calibre .38 SPL que eram do tipo ogival chumbo nu, foram do tipo expansivo ponta oca +P (EXPO +P), como podem ser vistos nas Figuras abaixo.



**Figura 07:** cartuchos de munição CBC, calibre .380 AUTO EXPO +P.



**Figura 08:** cartuchos de munição CBC, calibre 9mm LUGER EXPO +P.



**Figura 09:** cartuchos de munição CBC, calibre .40 S&W EXPO +P.



**Figura 10:** cartuchos de munição CBC, calibre .38 SPL CHOG.



Como anteparos para os tiros, foram utilizados dezesseis alvos de papel de filtro qualitativo  $80\text{g/m}^2$ , medindo  $25 \times 25\text{ cm}$ , adequados para revelação do Residuograma de Chumbo.



**Figura 11:** um dos alvos de papel de filtro qualitativo  $80\text{g/m}^2$ , medindo  $25 \times 25\text{ cm}$ , usado como anteparo para realização dos tiros.

Antes do início dos experimentos, foram preparadas duas soluções: uma solução-tampão de ácido tartárico e tartarato de sódio e potássio (pH 2,8) e outra de rodizonato de sódio 0,1%, sendo acondicionadas em borrifadores distintos. Ambas utilizadas para os exames de Residuograma de Chumbo.



**Figura 12:** borrifadores usados para revelação dos resíduos de chumbo. O do lado esquerdo, contém a solução-tampão de ácido tartárico e tartarato de sódio e potássio (pH 2,8). O do lado direito, contém a solução de rodizonato de sódio 0,1%. Ambas preparados no momento do uso.

Com o objetivo de evitar possíveis contaminações, luvas nitrílicas de procedimento foram utilizadas durante o manuseio dos materiais e dos exames.



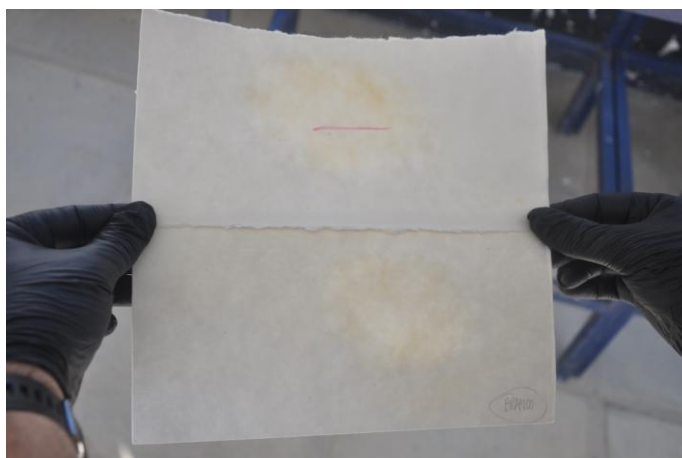
Dessa forma, a cada evento, elas eram descartadas e substituídas por outras.



**Figura 13:** um dos pares de luvas nitrílicas de procedimento, usadas para evitar contaminação nos exames.

## 4.2 Métodos

Inicialmente foram preparadas as soluções tampão (pH 2,8) e rodizonato de sódio (0,1%). Em seguida, foram borrifadas em dois seguimentos distintos de papel de filtro, um para o teste em branco (sem amostra) e o outro contaminado por chumbo, para realização do controle das soluções. Como era esperado, apenas o papel contaminado por chumbo apresentou o resultado positivo no exame de Residuograma de Chumbo.



**Figura 14:** resultado do Teste de Controle das soluções para os exames de Residuograma de Chumbo. O seguimento de papel de filtro superior foi contaminado por chumbo e apresentou resultado positivo. O inferior, sem contaminação por chumbo, apresentou resultado negativo.



Por ocasião do tiro, com a finalidade de avaliar a distância adequada entre a extremidade do cano da arma de fogo e o alvo, é necessário realizar tiros experimentais em distâncias perfeitamente conhecidas.<sup>6</sup> Nesse contexto, foi utilizada a pistola calibre .380 e realizados dez tiros em alvos de papel de filtro sendo desenvolvida a seguinte sistemática:

- a) Dois tiros à curta distância, realizados com os anteparos de papel de filtro situados a 10 cm da extremidade do cano da arma;
- b) Dois tiros à curta distância, realizados com os anteparos de papel de filtro situados a 20 cm da extremidade do cano da arma;
- c) Dois tiros à distância, realizados com os anteparos de papel de filtro situados a 50 cm da extremidade do cano da arma;
- d) Dois tiros à distância, realizados com os anteparos de papel de filtro situados a 70 cm da extremidade do cano da arma;
- e) Dois tiros à distância, realizados com os anteparos de papel de filtro situados a 100 cm da extremidade do cano da arma.

Com os resultados obtidos, foi determinada a realização de tiros à distância para os disparos com as demais armas de fogo (pistola 9mm, pistola .40 e revólver .38). Todos os alvos utilizados foram colocados a uma distância de 100 cm das extremidades dos canos das referidas armas. Foram efetuados dois tiros com cada arma, com a finalidade de se verificar semelhanças em relação à presença e ao comportamento dos elementos secundários nos alvos.

---

<sup>6</sup> ARAGÃO, R. F.; ZARZUELA, J. L.; TOCHETTO, D. (Org.). **Química Legal e Incêndios**. 1 ed. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 1999. 467 p. (Tratado de Perícias Criminalísticas).



**Figura 15:** mostra a disposição alvos de papel de filtro utilizados, com o atirador posicionado, de forma que a extremidade do cano da arma de fogo ficasse a uma distância de 100 cm do alvo. Notar que estes, em número de quatro, estão distribuídos entre os alvos para prática de tiro.

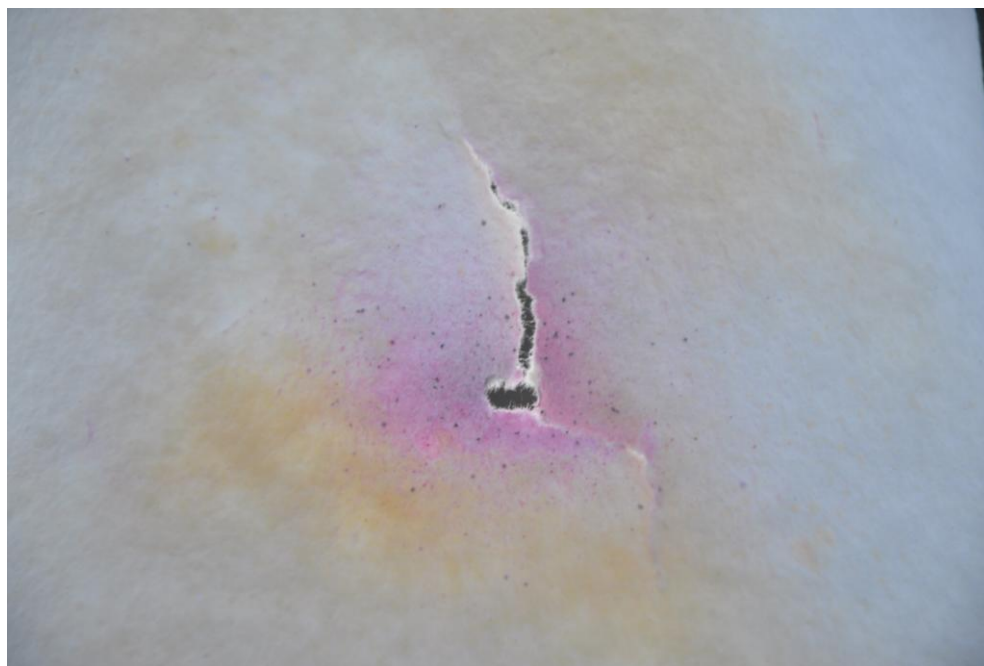
## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Tiros efetuados com a pistola calibre .380.

Nos tiros efetuados a 10 cm do alvo (à curta distância), além do rompimento do papel de filtro pela ação da pressão dos gases expelidos, foram visualizadas zonas de esfumaçamento e tatuagem ao redor do orifício de passagem dos projéteis. Os exames de Residuograma de Chumbo revelaram a presença de chumbo nas bordas do orifício de passagem dos projéteis e nas zonas de esfumaçamento e tatuagem.



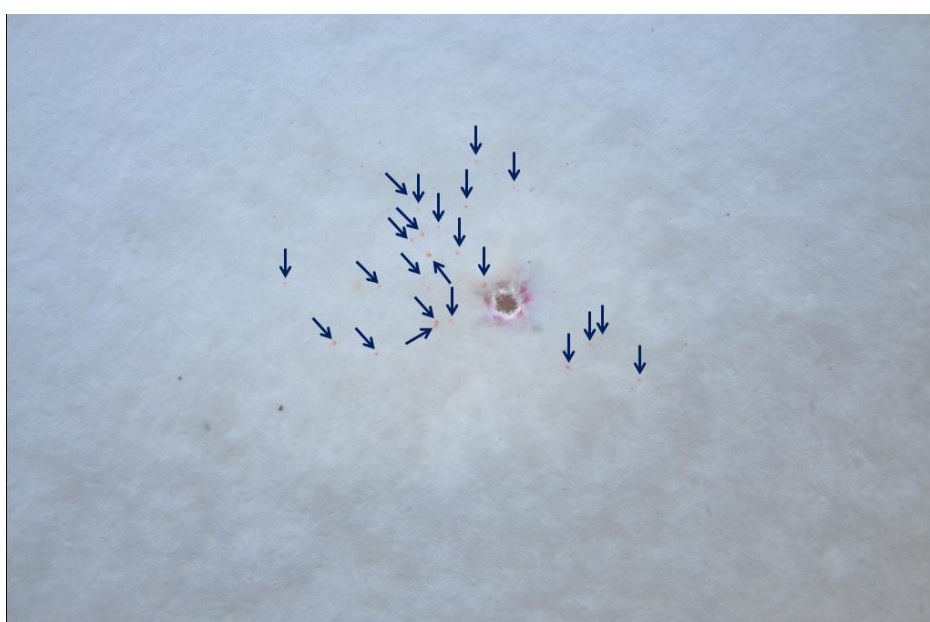
**Figura 16:** além do orifício causado pela passagem do projétil, rompimento do alvo resultante da ação dos gases, são perceptíveis as zonas de esfumaçamento e tatuagem causado, no último item, pela deposição forçada de partículas sólidas decorrentes da pólvora na superfície atingida pelo tiro.



**Figura 17:** O exame de Residuograma de Chumbo revelou, com desenvolvimento de uma coloração violeta, a presença de chumbo nas bordas do orifício de passagem do projétil e nas zonas de esfumaçamento e tatuagem.



Nos tiros efetuados a 20 cm do alvo (à curta distância), foram visualizadas apenas a zona de tatuagem ao redor dos orifícios de passagem dos projéteis. Os exames de Residuograma de Chumbo revelaram a presença deste, nas bordas do orifício de passagem dos projéteis e nas zonas de e tatuagem.

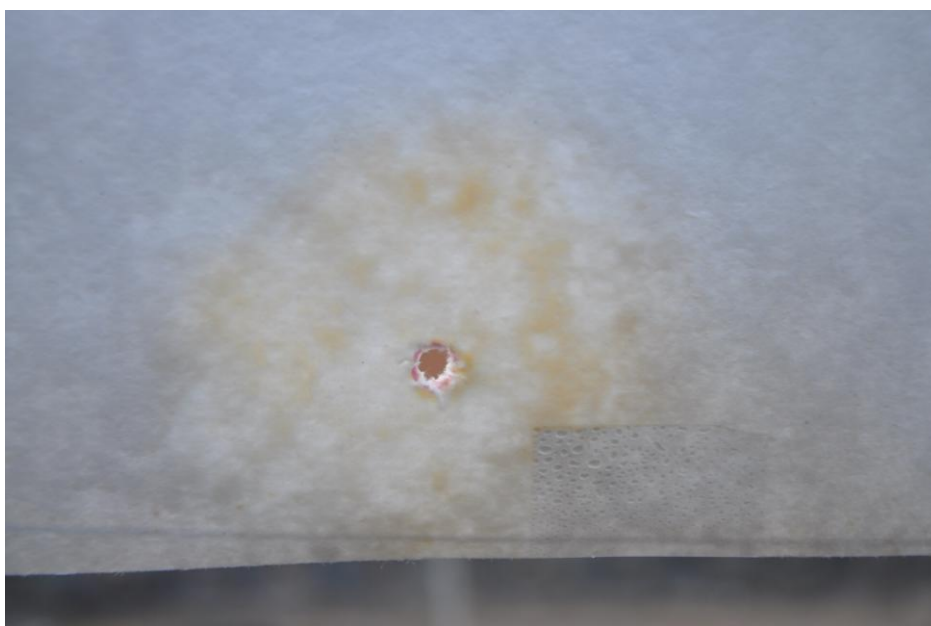


**Figura 18:** O exame de Residuograma de Chumbo revelou, com desenvolvimento de uma coloração violeta, a presença de chumbo nas bordas do orifício de passagem do projétil e na zona de tatuagem. Não foi produzida a zona de esfumaçamento. As setas na cor azul indicam microfragmentos de chumbos incrustados no alvo de papel.

Nos tiros efetuados a 50 cm, 70 cm e 100 cm, foram detectados apenas os orifícios de passagem dos projéteis, não sendo visualizadas as zonas de esfumaçamento e tatuagem. Os exames de Residuograma de Chumbo revelaram a presença deste metal apenas nas bordas do orifício de passagem dos projéteis. Dessa forma ficou claro que, a partir de distâncias iguais ou superiores a 50 cm do alvo, podem ser consideradas como tiro à distância.



**Figura 19:** demonstra a presença de chumbo, através do exame de Residuograma de Chumbo, apenas nas bordas do orifício de passagem do projétil, no tiro efetuado a 50 cm do alvo, revelada pelo desenvolvimento de uma coloração violeta.



**Figura 20:** demonstra a presença de chumbo, através do exame de Residuograma de Chumbo, apenas nas bordas do orifício de passagem do projétil, no tiro efetuado a 70 cm do alvo, revelada pelo desenvolvimento de uma coloração violeta.



**Figura 21:** demonstra a presença de chumbo, através do exame de Residuograma de Chumbo, apenas nas bordas do orifício de passagem do projétil, no tiro efetuado a 100 cm do alvo, revelada pelo desenvolvimento de uma coloração violeta.

## 5.2 Tiros efetuados com a pistola calibre 9mm.

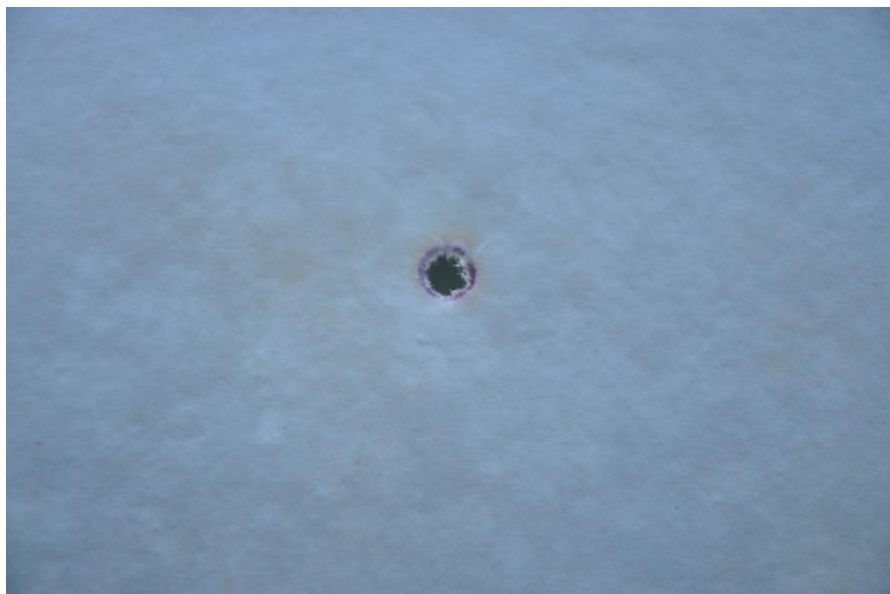
Nos tiros efetuados a 100 cm do alvo (à distância), foram detectados apenas os orifícios de passagem dos projéteis, não sendo visualizadas as zonas de esfumaçamento e tatuagem. Os exames de Residuograma de Chumbo confirmaram a presença deste metal apenas nas bordas do orifício de passagem dos projéteis.



**Figura 22:** demonstra a presença de chumbo, através do exame de Residuograma de Chumbo, apenas nas bordas do orifício de passagem do projétil, no tiro efetuado a 100 cm do alvo, revelada pelo desenvolvimento de uma coloração violeta.

### 5.3 Tiros efetuados com a pistola do calibre .40.

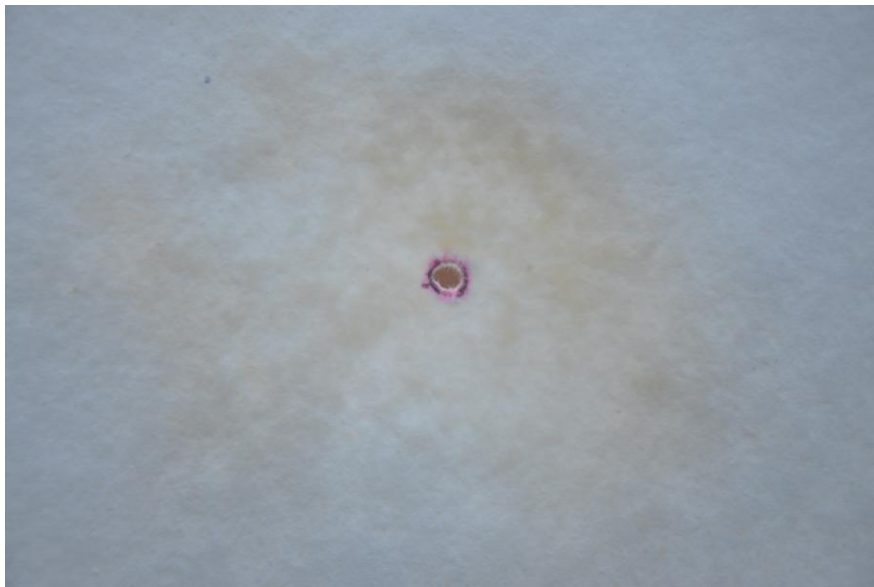
Nos tiros efetuados a 100 cm do alvo (à distância), foram detectados apenas os orifícios de passagem dos projéteis, não sendo visualizadas as zonas de esfumaçamento e tatuagem. Os exames de Residuograma de Chumbo confirmaram a presença deste metal apenas nas bordas do orifício de passagem dos projéteis.



**Figura 23:** demonstra a presença de chumbo, através do Exame de Residuograma de Chumbo, apenas nas bordas do orifício de passagem do projétil, no tiro efetuado a 100 cm do alvo, revelada pelo desenvolvimento de uma coloração violeta.

## 5.4 Tiros efetuados com o revólver do calibre .38 SPL.

Nos tiros efetuados a 100 cm do alvo (à distância), foram detectados apenas os orifícios de passagem dos projéteis, não sendo visualizadas as zonas de esfumaçamento e tatuagem. Os exames de Residuograma de Chumbo confirmaram a presença deste metal apenas nas bordas do orifício de passagem dos projéteis.



**Figura 24:** demonstra a presença de chumbo, através do Exame de Residuograma de Chumbo, apenas nas bordas do orifício de passagem do projétil, no tiro efetuado a 100 cm do alvo, revelada pelo desenvolvimento de uma coloração violeta.

## 6 RESPOSTAS AOS QUESITOS

*1. Ao se efetuar um disparo com arma de fogo à distância em um anteparo, é possível encontrar nele os elementos secundários do tiro?*

Não. De acordo dos experimentos realizados, cujos os resultados obtidos estão em consonância com a literatura, em um tiro à distância os elementos secundários como chama, gases superaquecidos, fuligem (decorrente da combustão), pólvora semicombusta e combusta, além de microfragmentos metálicos, não conseguem atingir o alvo. Apenas as sujidades e fuligem, aderidas a superfície do projétil expelido pelo cano da arma de fogo (elemento primário), podem ser encontradas na orla do orifício de passagem deste.

## Prof. M.Sc Adenaule James Geber de Melo

Membro da Associação Portuguesa de Ciências Forenses  
Membro Pesquisador da Sociedade Brasileira de Ciências Forenses  
Revisor Científico Convidado da Revista Brasileira de Criminalística



Perito Judicial e Assistente Técnico

*2. Considerando um tiro à distância, é possível que um anteparo que esteja muito próximo da passagem de um projétil, ser atingido pelos os elementos secundários?*

Não. De acordo com os resultados obtidos nos experimentos realizados, em um tiro à distância, os elementos secundários não conseguem atingir o alvo. Dessa forma, qualquer corpo, objeto ou anteparo que não esteja situado à curta distância da extremidade do cano de uma arma, independentemente do calibre, não sofrerá os efeitos desses elementos.

É o parecer.

Recife, 26 de setembro de 2023.

  
**Prof. M.Sc Adenaule James Geber de Melo**  
CPF 435.347.084-15  
APCF N°106