

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor, o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 27/03/2026.



UNESP - Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara



Paulo Aurélio Roncato

Há um padrão do espargimento sanguíneo em decorrência da arma de fogo e da munição utilizada?

Araraquara

2024



UNESP - Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara



Paulo Aurélio Roncato

Há um padrão do espargimento sanguíneo em decorrência da arma de fogo e da munição utilizada?

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia, Araraquara para obtenção do título de Mestre Odontologia, Área de concentração em Biociências e Ciências Forenses.

Orientadora: Profa. Dra. Mônica da Costa Serra

Araraquara

2024

R769h Roncato, Paulo Aurélio
Há um padrão do espargimento sanguíneo em decorrência da arma de fogo e da munição utilizada? / Paulo Aurélio Roncato. -- Araraquara, 2024
57 p. : tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Odontologia, Araraquara
Orientadora: Mônica da Costa Serra

1. Ciências forenses. 2. Medicina legal. 3. Balística forense. 4. Manchas de sangue. 5. Armas de fogo. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Odontologia, Araraquara.
Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Paulo Aurélio Roncato

Há um padrão do espargimento sanguíneo em decorrência da arma de fogo e da munição utilizada?

Comissão Julgadora

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Odontologia

Presidente e Orientadora: Profa. Dra. Mônica da Costa Serra

2º Examinador: Prof. Dr. Marcelo Gonçalves

3º Examinador: Profa. Dra. Maria José Pinto da Costa

Araraquara, 27 de março de 2024.

DADOS CURRICULARES

Paulo Aurélio Roncato

NASCIMENTO: 14/08/1989 – Monte Aprazível – São Paulo.

FILIAÇÃO: Aurélio Roncato Júnior e Juliana Corrêa Roncato.

2010-2014: Graduação em Terapia Ocupacional pela Universidade de Araraquara, UNIARA, Brasil.

2022- atual: Mestrado em Odontologia (Conceito CAPES 7), Área de concentração em Biociências e Ciências Forenses – Faculdade de Odontologia de Araraquara-FOAR-UNESP.

Orientadora: Profa. Dra. Mônica da Costa Serra.

Bolsista: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES. Brasil.

Dedico este trabalho a Deus e a todos que contribuíram para que eu chegasse até o presente momento pois eu sou resultado do amor, esforço, dedicação, paciência, doação, oração e fé de muitas pessoas. Em especial aos meus pais Aurélio e Juliana, a minha esposa Grazielle meus irmãos Hamilton, Amilcéia e Aurivane aos meus sogros Ailton e Lúcia e a toda minha família e aos meus irmãos na fé.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela história que tem feito na minha vida e de ter me criado com esse espírito inquieto e questionador ter me dado a oportunidade de poder caminhar nessa jornada fantástica e de colocar pessoas tão generosas no meu caminho.

Aos meus pais Aurélio e Juliana pelo amor, carinho, doação, preocupação, zelo e oração por tudo que fizeram por mim sem eles eu não estaria aqui e não seria quem sou. Amo vocês! Obrigado por tudo.

A minha esposa a Dra. Grazielle pelo amor, paciência e inúmeras madrugadas compartilhadas agradeço pelo tempo e conhecimentos doados para que este trabalho pudesse se tornar realidade. Agradeço a Deus por ter uma companheira tão dedicada. Te amo muito!

Um agradecimento especial a minha orientadora a professora Dra. Mônica da Costa Serra pela oportunidade que me proporcionou de abrir as portas para o mundo acadêmico, agradeço a confiança depositada, a paciência exercida, as madrugadas e fins de semana dedicadas a mim e a meu trabalho. Obrigado pelos ensinamentos acadêmicos e pessoais. Obrigado por sempre estar a meu lado me apoiando, aconselhando e sempre atenta a todas as minhas necessidades. Muito obrigado pela generosidade e por acreditar em mim e no meu sonho.

Um agradecimento especial ao professor Dr. Clemente Maia da Silva Fernandes pelas frutuosas trocas e conselhos pessoais e acadêmicos durante a minha jornada que me ajudaram a crescer e evoluir como pessoa e como pesquisador. Obrigado por acreditar em mim e no meu sonho.

Aos meus irmãos Hamilton, Amilcéia e Aurivane que me ajudaram a formar quem sou hoje. Amo vocês! Um agradecimento especial ao Hamilton pela fantástica criação das estruturas necessárias para execução da minha pesquisa experimental. Muito obrigado!!!

Agradeço aos meus sogros Ailton e Lucia pelo incentivo, oração e preocupação e compreensão durante este tempo. Amo vocês!!

Agradeço aos meus cunhados, sobrinhos, sobrinhos netos, primos, amigos pelos momentos felizes durante minha jornada acadêmica. Amo vocês!

Aos meus irmãos da comunidade 1 da Paróquia São Sebastião de Araraquara pelas orações e acolhimentos durante esta jornada.

Aos meus amigos da pós-graduação Gabriel, Joingle, Adriele e Ana obrigado pelo acolhimento, apoio, escuta e pelos conhecimentos pessoais e profissionais trocados durante essa minha jornada. Vocês são fantásticos. Muito obrigado!!!

A Faculdade de Odontologia de Araraquara da Universidade Estadual Paulista FOAr Unesp, pelo acolhimento e suporte que recebi desde o primeiro dia de aula. Muito obrigado!!!

Ao meu Padrinho o professor Dr. Daniel que me incentivou durante minha adolescência a seguir a academia que é uma inspiração para mim.

De maneira especial agradeço a todos que me ajudaram a crescer na vida que já não estão mais neste plano e fizeram sua Páscoa e estão junto de Deus de maneira especial ao meu Padrinho Goiano. Saudades te amo!!!

Por fim, agradeço imensamente o financiamento sem o qual não poderia ter realizado esta pesquisa. À CAPES: O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

Roncato PA. Há um padrão do espargimento sanguíneo em decorrência da arma de fogo e da munição utilizada? [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2024.

RESUMO

A Balística Forense analisa os efeitos do impacto produzido no alvo pelo projétil para determinar a arma e a munição usadas em um ato criminoso. A análise dos espargimentos como resultado do impacto da deflagração de projéteis em um alvo é de crucial importância para instruir a Justiça dentro dos processos penais, sendo apresentada como prova para acusação ou defesa de um processo criminal. Com isso, peritos criminais devem saber interpretar o vestígio hemático à luz do rigor científico. Assim, este trabalho teve como objetivo realizar uma revisão sistemática do espargimento sanguíneo produzido por armas de fogo. A pergunta principal da revisão foi “Há um padrão do espargimento sanguíneo em decorrência da arma de fogo e da munição utilizada?”. Foi realizada uma busca nas bases de dados Embase, Scopus, Pubmed e Web of Science. Nas bases de dados, foram identificadas inicialmente 222 publicações até novembro de 2023. Foram excluídos 212 documentos por não contemplarem os critérios de elegibilidade. Os 10 estudos analisados não dispunham de dados que respondessem a nossa pergunta. Sugerimos a realização de estudos, em especial referentes ao padrão *forward spatter*, que possam claramente elucidar os questionamentos aventados, contribuindo assim para a análise e solução de casos periciais reais.

Palavras-chave: Ciências forenses. Medicina legal. Balística forense. Manchas de sangue. Armas de fogo.

Roncato PA. Is there a pattern of blood spread due to the firearm and ammunition used? [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2024.

ABSTRACT

Forensic Ballistics analyzes the effects of the impact produced on the target by the projectile to determine the weapon and ammunition used in a criminal act. The analysis of spray as a result of the impact of projectile deflagration on a target is of crucial importance to instruct justice within criminal proceedings, being presented as evidence for the prosecution or defense of a criminal case. Therefore, criminal experts must know how to interpret the hematic trace in light of scientific rigor. Therefore, this work aimed to carry out a systematic review of blood spray produced by firearms. The main question of the review was "Is there a pattern of blood spread as a result of the firearm and ammunition used?" A search was carried out in the Embase, Scopus, Pubmed and Web of Science databases. In the databases, 222 publications were initially identified until November 2023. 212 documents were excluded as they did not meet the eligibility criteria. The 10 studies analyzed did not have data that answered our question. We suggest conducting studies, particularly those related to the forward spatter pattern, that can clearly elucidate the questions raised, thereby contributing to the analysis and resolution of real forensic cases.

Keywords: Forensic sciences. Forensic medicine. Forensic ballistics. Blood stains. Firearms.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Ciências Forenses.....	10
1.2 Balística Forense.....	12
1.3 Manchas de Sangue e Hematologia Forense.....	13
2 OBJETIVO	19
2.1 Objetivos Específicos	19
3 PUBLICAÇÃO	20
3.1 Publicação 1	20
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
REFERÊNCIAS	49
APÊNDICE A.....	52

1 INTRODUÇÃO

1.1 Ciências Forenses

As Ciências Forenses (CF) são consideradas como o conjunto de técnicas e conhecimentos científicos das diversas áreas utilizadas para a elucidação de crimes e com finalidade em assuntos legais. Têm o objetivo de conduzir uma análise na qual se possibilitará, a partir do levantamento de dados sobre um crime, esclarecer as circunstâncias nas quais aquele ato ocorreu e quem o cometeu, a fim de colaborar para a aplicação da lei. Com isso, ajudam a evitar condenações injustas, identificar pessoas que estavam em cenas de crimes, levantar hipóteses sobre como se deu o crime naquele contexto e a elucidar o que de fato ocorreu¹.

Historicamente, as Ciências Forenses tiveram início no século XX, quando Edmond Locard (apud Padilha et al.^{2,p.114}) propôs o que ficou conhecido como o Princípio da Transferência, o qual preconiza que “todo contato deixa um rastro”, ou seja, toda interação entre dois agentes (sejam pessoas ou objetos) deixa algum tipo de evidência que pode ser localizada e analisada para a compreensão de como se deu o contexto dessa interação². Tais rastros podem ser impressões digitais, pegadas, secreções, sangue, fotos, áudios, transações bancárias, registros de localização, posts em redes sociais, entre outros.

Como os crimes são bastante complexos, a análise forense é um processo que busca a recuperação e organização das evidências de um fato para se formular conclusões verdadeiras sobre o que ocorreu em um determinado contexto, para tal precisa de uma abordagem multidisciplinar para realizar relações entre as evidências encontradas², com a participação de profissionais de diversas áreas de conhecimento. Por isso, fazem parte das Ciências Forenses áreas como Antropologia, Criminologia, Psicologia, Medicina, Engenharia, entre outras¹.

O profissional que aplica as CF é o chamado perito, que realiza a análise científica dos vestígios deixados nas cenas de crimes, que gera a prova material. É interessante pontuar que desde o século XVI, quando médicos eram chamados para darem o laudo da causa da morte em diversas situações, considerava-se a importância de se solicitar a opinião técnica para o auxílio do esclarecimento dos fatos nos mais diversos casos de crimes. Com isso, somente podem realizar perícias os profissionais com nível acadêmico de graduação e que tenham experiência em um

determinado campo de especialização³. O perito forense tem a confiança pública e dos magistrados, por isso é importante suas conclusões sejam confiáveis e precisas¹.

A mesma diversidade encontrada no número de disciplinas que podem ser aplicadas às CF pode ser encontrada nos métodos empregados para as análises de perícias¹. Velho et al.³ afirmam que não existe um método único para as Ciências Forenses porque cada uma delas tem seu método específico. Mas, de modo geral, o perito precisa filtrar todas as informações que são relevantes no contexto em que o crime ocorreu para a posterior análise; então precisa organizar os dados de acordo com a cronologia e espaço dos fatos para conseguir fazer relações entre as informações e ter uma visão geral do ocorrido, para a partir daí ele poder focar em determinados atores ou momentos. Por fim, o especialista irá reconstruir a narrativa do evento para entender o que aconteceu, quem participou e em que condições os fatos se deram².

Assim, existe um protocolo de análise que leva em consideração: coleta de dados do contexto do crime, ou seja, aquisição de dados públicos disponíveis sobre o evento e que são coletados de diversas fontes; sanitização e filtragem de relevância, que seria o momento de separar o que seria relevante ou não para a análise forense; organização semântica, na qual se busca a organização cronológica e geográfica em relação ao evento, levantando possíveis atores, objetos, lugares, momentos e sentidos relacionados ao evento; mineração do conteúdo, que seria a análise que pode-se chegar dos dados do evento. Nesse processo de coleta de dados, alguns procedimentos das CF podem ser utilizados - como entrevistas de testemunhas, coleta de impressões digitais, análises de padrões de sangue, análise de vestígios de armas de fogo, entre outros².

Oliveira et al.⁴ argumentam que no Brasil a maioria dos crimes violentos contra a vida são realizados com o uso de armas de fogo. Segundo o Anuário Brasileiro de Segurança Pública⁵ de 2023, há 4,4 milhões de armas em estoques particulares no país, e uma em cada três armas está com registro irregular; em 2021, houve 47.503 mortes violentas intencionais no Brasil; destas, 76% foram cometidas com armas de fogo. Estes fatos demonstram que uma das áreas das Ciências Forenses de destaque para elucidação dos crimes no país é a Balística Forense.

1.2 Balística Forense

A Balística corresponde ao estudo de armas de fogo e os seus projéteis, as leis físicas que regem seu movimento, leis químicas de seus resíduos e efeitos que ele produz no alvo⁶. A Balística Forense (BF) analisa os efeitos do impacto produzido no alvo pelo projétil para determinar a arma e a munição usadas em um ato criminoso⁶. Essa ciência pode ser subdividida em interna, que estuda a estrutura das armas e das munições antes do disparo; externa, que estuda as forças físicas do projétil desde o disparo até o choque com o alvo ou até perder força; terminal, que estuda a interação do projétil e o alvo; forense, que estuda as armas e munições em situações de crimes⁷. Ressalta-se que as análises da BF podem auxiliar na obtenção de provas que envolvam crimes violentos, crimes com disparo de arma de fogo e posse ilegal de armas e munição.

O Decreto nº 10.030 de 30/09/2019⁸ considera como arma de fogo o instrumento que:

“[...] arremessa projéteis empregando a força expansiva dos gases, gerados pela combustão de um propelente confinado em uma câmara, normalmente solidária a um cano, que tem a função de dar continuidade à combustão do propelente, além de direção e estabilidade ao projétil.”

As armas de fogo são classificadas quanto à alma do cano (raaiada, quando na fabricação é impressa uma série de sulcos helicoidais paralelas dentro do cano; lisas ou mistas); sistema de carregamento (se são de antecarga, ou seja, realizado pela boca do cano, ou retrocarga, ou seja, carregamento realizado pela extremidade oposta ao cano ou culatra); sistema de inflação (sendo inflação direta, em que se necessita de faíscas de fogo e atrito; inflação elétrica, com sistema de percussão, nos quais se detona um explosivo sensível a choque mecânico por impacto); funcionamento (de tiro unitário ou de repetição, na qual podem ser carregadas dois ou mais disparos consecutivos; estas últimas podem ser não automáticas, semiautomáticas ou automáticas); mobilidade e uso (fixas, móveis, semiportáteis sendo armas pesadas como canhões e armas portáteis que são levadas por uma única pessoa)⁷.

Os principais tipos de armas de fogo são revólveres (arma de repetição, não automática que é carregada com munição em um tambor rotativo, dispondo de cartuchos e um cano); garrucha (um tiro por cano, podem ser antecarga ou retrocarga; o atirador precisa, após o disparo, retirar o estojo e substituí-lo por novo cartucho);

pistolas (arma de repetição semiautomática; tem a armação e cano semelhante ao revólver, mas tem o carregador - que é uma peça alongada que recebe os cartuchos, o ferrolho e o mecanismo, que são peças que atuam diretamente no mecanismo de disparo e repetição); armas longas como espingardas, carabinas, fuzis e submetralhadoras⁷.

Apesar de ser importante citar que existem armas de antecarga, salienta-se que as armas modernas são de retrocarga e que cada arma tem parâmetros específicos de munição para ter seu adequado funcionamento; tais parâmetros são chamados de calibre. Assim, o calibre real de uma arma de fogo de cano de alma raiada é o diâmetro interno do cano, medindo na parte que não foi realizado o raçamento; e o calibre real de uma arma de fogo de cano de alma lisa é a medida médio-anterior do cano, entre a câmara de combustão e o choque⁷. Nas armas de fogo que não tem choque, o calibre real pode ser medido diretamente na boca do cano. Existe o calibre nominal das armas que se refere a todas as formas e dimensões da munição. A unidade da munição das armas de fogo é chamada de cartucho.

1.3 Manchas de Sangue e Hematologia Forense

Mas para além dos exames de balística em situações de crimes que envolvem vítimas, geralmente, nas cenas de crime nas quais houve violência contra pessoas pode-se encontrar vestígios de manchas de sangue⁹. As manchas de sangue de um local de crime também remetem às Ciências Forenses, porque a construção de hipóteses e conclusões podem ser formuladas a partir da observação de padrões das características que se repetem nas manchas. Analisar os padrões de manchas de sangue contribui sobremaneira com a perícia, pois pode desvendar os mecanismos que causaram aqueles determinados padrões¹⁰.

Assim, o estudo combinado da Hematologia Forense Reconstitutiva e da Balística Forense é imprescindível para esclarecer eventos que envolvam a deflagração de um tiro e as possíveis variáveis associadas a tal evento.

Hematologia Forense é a aplicação dos conhecimentos do estudo do sangue na área forense, baseando-se no estudo da morfologia, sorologia e bioquímica do sangue. A área de Hematologia Forense também se preocupa com os requisitos legais para coleta, preservação e análise dos vestígios de sangue¹¹.

No âmbito forense, a hematologia tem duas linhas de pesquisa: reconstrutiva e a de contribuição para identificação de pessoas no campo policial, criminal e civil¹¹. Para este trabalho, o foco será dado a Hematologia Forense Recontrutora.

A Hematologia Forense Recontrutora é definida como a área da hematologia que estuda a forma que as manchas de sangue têm no local do crime¹². O estudo da forma das manchas de sangue pode ajudar na dedução da dinâmica do que ocorreu para a formação ou depósito do sangue sobre uma superfície. Por exemplo, se tais manchas ocorreram em situações de projeção, escoamento, contato, impregnação ou limpeza. Esse tipo de análise pode indicar o contexto em que os fatos ocorreram, assim como a possível arma para a agressão, a localização da vítima e do agressor, os movimentos realizados. Por isso, na análise da hematologia forense recontrutora é importante determinar o ângulo de impacto, o ângulo de direção, as gotas satélites e o ponto de origem¹¹. Esta área dá sua contribuição por poder formular hipóteses que permitem diferenciar o motivo de determinados contextos de crimes como suicídios, homicídios ou acidentes, a depender do tipo e formato do vestígio de sangue; este ramo ainda pode contribuir com a identificação das posições e movimentações das vítimas¹².

Mais especificamente, pode-se analisar que a forma da mancha de sangue depende das características do sangue, assim como o volume de sangue que atinge uma superfície e o tipo da superfície atingida. Por exemplo, uma gota de sangue que cai sobre um piso de cerâmica terá uma forma diferente da mesma gota, com o mesmo volume, distância e ângulo caindo sobre uma superfície de madeira. Por isso que a forma de uma mancha de sangue pode dar indícios sobre o que ocorreu e onde ocorreu para que ela se formasse¹². Outros aspectos de análise das manchas de sangue podem ser outras características físicas como, por exemplo, forma, tamanho e distribuição, com vistas a reconstrução da cena do crime^{13,14}. Para que haja essa reconstrução da dinâmica do crime são necessários conhecimentos sobre matemática (análise de ângulos), física (mecânica) e biologia (hematologia)¹⁴.

A utilização de conhecimentos de várias áreas leva a diferentes métodos para examinar padrões de sangue e determinar o ângulo em que o sangue atingiu a superfície, o cálculo de onde vítima e agressor estavam, a identificação de possíveis objetos envolvidos e, até mesmo, os movimentos que vítima e agressor tiveram no contexto dos fatos, entre outros métodos¹⁵.

Além disso, é possível realizar a comparação das declarações da vítima e do agressor com as manchas de sangue apresentadas no local do crime para se avaliar a convergência das provas, se o incidente em questão foi um homicídio, suicídio ou acidente¹⁴. A pedra angular para um especialista em manchas de sangue realizar todas essas análises é a classificação dos padrões encontrados na cena do crime. Isso é essencial para entender e interpretar as evidências de sangue¹⁶.

Diferentes tipos de padrões podem ser aferidos. Por exemplo, podemos identificar o “*cast-off*” quando o sangue é lançado de um objeto e segue o movimento do objeto, o “padrão de transferência” quando o sangue deixa uma marca parecida com o objeto que tocou, o “gotejamento” quando o sangue cai de uma pessoa ou objeto, e a “piscina” quando o sangue se acumula devido à gravidade¹⁶. Como exemplo, também é possível classificar o gotejamento em: 1) “trilha” são quando o gotejamento das manchas de sangue indicam a direção do deslocamento da fonte do sangue, se esta estava parada ou em movimento, pois dão uma sequência; 2) “arterial”, geralmente há grande quantidade de sangue porque este foi projetado pelas artérias da vítima, contém manchas com forma elíptica e com distribuição ondulatória devido a pressão arterial; 3) “espargimento de dissociação”, na qual a mancha segue o movimento do objeto; 4) “impactadas”, são manchas de sangue em formato de respingos, produzidas devido a impactos de algum instrumento contra a vítima, o agrupamento do sangue ajuda a identificar o instrumento da agressão¹².

Além disso, na mancha de sangue tem-se algumas classificações da sua borda, por exemplo, o que se chama de “coroa” é visualizada como pontos arredondados na borda, indicando que a direção de produção da mancha era perpendicular em relação à superfície que ela atingiu; o que se chama de “cauda” é visualizada como um alongamento fino da mancha e indica que a direção de produção era inclinada em relação à superfície que ela atingiu; chama-se espinhos manchas de sangue com respingos para além da borda, o que indica que essa mancha foi produzida por impacto; quantos mais respingos maior a velocidade de impacto do sangue contra a superfície que ele atingiu.

A partir desses respingos é possível inferir a velocidade e força do impacto, resultando em padrões de baixo, médio e alto impacto¹⁵.

Dentre os padrões que podem ser encontrados em uma cena de crime existem os que são classificados como padrões de “nebulização”, ou *forward spatter*, que são a dispersão de respingos de sangue, causada pelo impacto de uma bala na mesma

direção do projétil; e o *back spatter*, que ocorre quando gotículas de sangue são lançadas de volta em direção ao atirador devido à pressão gerada pelo impacto do projétil^{17,16}. Aqui aparece a importante intersecção da hematologia forense reconstrutora com a balística.

Dentre os estudos que envolvem os padrões de sangue em eventos de tiro, os padrões *back spatter* e *forward spatter* têm sido utilizados como pontos de análise para se entender o comportamento dos aspectos qualitativos e quantitativos do evento. Porém, esses padrões podem ser entendidos como de modo dúbio para um analista de respingos de sangue, como pode-se observar no estudo de Comiskey et al.¹⁸. No citado estudo, especialistas em análise de mancha de sangue observaram disparos através de vídeos de alta velocidade e constataram que os respingos que acompanham a mesma direção do projétil são bem diferentes dos respingos que viajam em direção contrária; com isso, os autores expõem a importância de se avaliar padrões de nebulização com cautela para as posteriores reconstruções de cenas de crime.

Outros trabalhos têm se dedicado ao estudo de padrões de nebulização como modelagem teórica envolvendo *forward spatter*,¹⁹ modelos preditivos envolvendo *back spatter*,²⁰ análise de imagens digitais resultantes de disparos com padrões *forward spatter* para a diferenciação de impactos com instrumentos contundentes²¹, modelagem computacional envolvendo padrões *back spatter* e lesão de crânio²², entre outros estudos.

Segundo Liscio e Ledo¹⁷, existem mais estudos dedicados ao padrão *back spatter* do que com foco de análise ao padrão *forward spatter*, porém os autores não apresentam uma hipótese do motivo dessa diferença. Este fato mostra a importância de se analisar os aspectos metodológicos das pesquisas de ambos os padrões para apontar possíveis diferenças na condução dos estudos e a aplicabilidade de ambos, mas, principalmente, descrever aspectos das pesquisas de análise de *forward spatter* para fomentar a área.

Até o presente momento não encontramos estudos de revisão sistemática envolvendo os padrões de nebulização. Algumas revisões podem ser citadas na área de análise de respingos de sangue como em Attinger et al.²³, que revisaram os conceitos de dinâmica de fluidos e suas implicações dentro da análise forense.

Home et al.²⁴, em uma revisão sistemática, analisaram o uso de softwares que verificam a trajetória de respingos de sangue; porém algo preocupante foi aferido

pelos autores, pois a alta variabilidade experimental para validação do uso desses softwares prejudicou o uso desses instrumentais na aplicação de casos reais. Parâmetros como quantidade de sangue, tipos de materiais utilizados foram muito diversos. Além disso, os softwares foram validados com vistas a eventos de espargimentos envolvendo instrumentos contundentes como, na sua maioria, martelos.

Esse dado constatado por Home et al.²⁴ evidencia a dificuldade de padronização em estudos experimentais na área de Hematologia Forense Reconstutora, principalmente em eventos contundentes. Sendo o projétil de arma de fogo um instrumento classificado como perfurocontundente²⁵, existe a necessidade urgente de se averiguar se existe alguma padronização nos métodos dos estudos envolvendo *forward spatter* e *back spatter* e padrões de sangue.

Essa variabilidade experimental constatada em estudos de Hematologia Forense Reconstutora também é preocupante ao se considerar os aspectos biológicos constituintes do sangue²⁶. Como o sangue é classificado como um fluido pseudoclássico não newtoniano, ele tem comportamento complexo em relação aos outros fluidos, como água por exemplo, e depende da interação com o tipo de material para formar sua morfologia²⁷. Assim, é importante que os estudos possam descrever pormenorizadamente os aspectos e quantidade de sangue utilizados, além de especificar o material da superfície em que este sangue se depositará para a formação da mancha.

Além desses aspectos, existe influência do calibre da arma^{15,28} e do tipo de munição⁸ utilizadas nos estudos, pois alguns autores identificaram que essas variáveis são modificadores dos padrões de nebulização das manchas de sangue, tanto para frente quanto para trás. Assim como a variabilidade de materiais nos estudos experimentais com manchas de sangue também é um fator importante que influencia no processo de atomização do sangue e pode prejudicar conclusões e comparações entre as pesquisas²⁷. Por exemplo, pode-se encontrar diversos materiais utilizados para alvos em pesquisas de Hematologia Forense Reconstutora, citando-se esponjas, espumas de poliuretano, cavidades contendo sangue, gelatina balística, etc^{17,18,21,29}. Da mesma forma, para os anteparos são utilizados diversos materiais como cartolinas de diferentes cores, tamanhos e texturas^{21,29}. Com isso, o formato das manchas de sangue formadas por uma mesma arma com a mesma

munição e ângulo de tiro podem ser totalmente diferentes de um estudo para o outro, a depender dos materiais usados no alvo.

Em suma, sendo o sangue um tipo de vestígio comumente encontrado em cenas de crimes contra a vida e não raramente em outros tipos crimes como, por exemplo, contra o patrimônio, ele exerce um papel crucial como elemento que compõe a materialidade de um crime³⁰. A análise do vestígio de sangue é importante para instruir a justiça dentro dos processos penais, sendo apresentada como prova para acusação ou defesa de um processo criminal. Assim, os peritos responsáveis por tal perícia devem proceder as análises ao rigor do método científico³⁰, para que não haja injustiça por erro técnico relacionado a esse vestígio. Mas devido à complexidade envolvida na análise do vestígio hemático à luz do rigor científico devido à sua complexidade como fluido em termos físico-químicos e seu potencial como conjunto probatório de um fato criminoso, torna-se importante a análise pormenorizada dos procedimentos utilizados em pesquisas da área de Hematologia Forense Reconstitutiva e Balística Forense para identificar possíveis padrões tanto nos materiais utilizados como nas manchas de sangue produzidas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi realizada uma revisão sistemática sobre o espargimento sanguíneo em decorrência das armas e munições utilizadas, e encontrados poucos trabalhos na literatura que investigam os espargimentos *forward spatter* e *back spatter*. Não foram encontrados trabalhos experimentais que respondessem especificamente ao nosso questionamento. Contudo, segundo autores aqui estudados provavelmente a velocidade da munição utilizada tem influência sobre o número de respingos tanto em alvos quanto em gotas em voo, e possivelmente as munições com maior velocidade resultam em mais respingos do que munições com menor velocidade tanto em padrões *forward spatter* quanto em padrões *back spatter*.

Sugerimos a realização de estudos, em especial referentes ao padrão *forward spatter*, que possam claramente elucidar os questionamentos aventados, contribuindo assim para a análise e solução de casos periciais reais.

REFERÊNCIAS*

1. Barros F, Kuhnen B, da Costa Serra M, da Silva Fernandes CM. Ciências forenses: princípios éticos e vieses. *Rev Bioet.* 2021; 29(1): 55-65.
2. Padilha R, Theóphilo A, Andaló FA, Vega-Oliveros DA, Cardenuto JP, Bertocco G et al. Inteligência Artificial e os desafios da Ciência Forense Digital no século XXI. *Estud Av.* 2021; 35(101): 113-38.
3. Velho JA, Geiser GC, Espindula A. Introdução às ciências forenses. *In: Velho JA, Geiser GC, Espindula A. Ciências forenses: uma introdução às principais áreas da criminalística moderna.* 4.ed. atual. ampl. Campinas: Millenium; 2021. p. 1-17.
4. Oliveira Sousa MDP, Silva THC, de Queiroz JF. Análise descritiva e comparativa dos laboratórios de balística forense do centro-oeste brasileiro: aspectos de infraestrutura e gestão. *Rev Bras Segur Publ.* 2023; 17(2): 312-31.
5. Fórum Brasileiro de Segurança Pública. 17º Anuário Brasileiro de Segurança Pública. São Paulo: Fórum Brasileiro de Segurança Pública; 2023 [acesso em 2023 nov 02]. Disponível em: <https://forumseguranca.org.br/wp-content/uploads/2023/07/anuario-2023.pdf>.
6. Muñoz-Granados O. Balística: vida Científica. *Boletín Científico de la Escuela Preparatoria.* 2019; 7(14): 54-5 [acesso em 2023 nov 02] Disponível em: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa4/article/view/4205/6067>.
7. Baruch E, Mansanari S, Moracci JPA. Balística Forense. *In: Velho JA, Geiser GC, Espindula A. Ciências forenses. Uma Introdução às Principais Áreas da Criminalística Moderna.* 4.ed. atual. ampl. Campinas: Millenium; 2021. p. 157- 90.
8. Brasil. Decreto Lei n. 10.030, de 30 de setembro de 2019. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D10030.htm. Acesso em: 02/11/2023.
9. Ventura RM, Da Silva DAN, Vanzeler VN. Hematologia Forense: teste de sensibilidade e especificidade do método de Takayama. *Atas Ciênc Saúde.* 2015; 3(4): 1-20.
10. MA M, Chiarato CG. Análise dos padrões de manchas de sangue: a física e a biologia nas cenas de crimes. *DANVILLE-Rev Cient Fac Gran Tietê.* 2019; 82-90.
11. Rodríguez JN. Aportes de la hematología al campo forense: pruebas de orientación y de certeza. *Rev Skopein.* 2016; 4(13): 32-40.

□ De acordo com o Guia de Trabalhos Acadêmicos da FOAr, adaptado das Normas Vancouver. Disponível no site da Biblioteca: <http://www.foar.unesp.br/Home/Biblioteca/guia-de-normalizacao-atualizado.pdf>

12. Gomes MR. Da breve análise criminológica do transgressor à classificação das manchas de sangue por meio da hematologia forense reconstitutiva [Trabalho de Conclusão de Curso Especialização em Ciências Forenses] Lavras: Centro Universitário de Lavras-UNILAVRAS; 2019.
13. Lee SY, Seo YI, Moon BS, Kim JP, Goh JM, Park NK, et al. Study on development of forensic blood substitute: focusing on bloodstain pattern analysis. *Forensic Sci Int.* 2020; 316:1-2.
14. Silva EFA, Felki AB, Lindholz CG, Egito GTBT. *Biologia Forense*. In: Velho JA, Geiser GC, Espindula A. *Ciências forenses. Uma introdução às principais áreas da criminalística moderna*. 4.ed. atual. ampl. Campinas: Millenium; 2021. p. 225-9.
15. James SH, Kish PE, Sutton TP. *Principles of bloodstain pattern analysis: theory and practice*. Florida: CRC Press; 2005.
16. Bevel T, Gardner RM. *Bloodstain pattern analysis with an introduction to crime scene reconstruction*. 3ª ed. Florida: CRC Press; 2008.
17. Liscio E, Ledo B. Defining Patterns and Behaviors of Forward Spatter Gunshot Misting. *Forensic Sciences*. 2021;1(2):86-101.
18. Comiskey PM, Yarin AL, Attinger D. High-speed video analysis of forward and backward spattered blood droplets. *Forensic Sci Int.* 2017; 276: 134-41.
19. Comiskey PM, Yarin AL, Attinger D. Theoretical and experimental investigation of forward spatter of blood from a gunshot. *Phys Rev Fluids*. 2018; 3(6): 063901.
20. Comiskey PM, Yarin AL, Attinger D. Implications of two backward blood spatter models based on fluid dynamics for bloodstain pattern analysis. *Forensic Sci Int.* 2019; 301: 299-305.
21. Siu S, Pender J, Springer F, Tulleners F, Ristenpart W. Quantitative differentiation of bloodstain patterns resulting from gunshot and blunt force impacts. *J Forensic Sci.* 2017; 62(5): 1166-79.
22. Kwon E, Singh MR, Vallabh RD, Das R, Taylor MC, Fernandez JW. Modelling ballistic cranial injury and backspatter using smoothed particle hydrodynamics. *Comput Methods Biomech Biomed Eng Imaging Vis.* 2018; 8(5):478-91.
23. Attinger D, Moore C, Donaldson A, Jafari A, Stone HA. Fluid dynamics topics in bloodstain pattern analysis: comparative review and research opportunities. *Forensic Sci Int.* 2013; 231(1-3): 375-96.
24. Home PH, Norman DG, Williams MA. Software for the trajectory analysis of blood-drops: a systematic review. *Forensic Sci Int.* 2021; 328: 1-14.
25. Scaglia JAP. Energias lesivas ou vulnerantes. In: Vanrell JP, *Odontologia legal e antropologia forense*. 3ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2019. p. 26-7.

26. D`Ávila AVP, Dias Filho CR, Oliveira WDT. O sangue. In: Ursini AG, D`Ávila AVP, Dias Filho CR, Murrer DOS, Almeida KDA, Pereira PM, et al. Hematologia forense - da identificação à análise de manchas de sangue. Campinas: Millennium; 2022. p. 81-101.
27. Wonder AY. Bloodstain pattern evidence: objective approaches and case applications. San Diego: Elsevier; 2007.
28. Kislov MA, Chauhan M, Stepanov SA, Zolotenkova GV, Pigolkin Y, Brazhnikov Y. Forensic diagnostics of the range of rifled firearm calculated by back spatter over clothing. Med Leg. 2022; 57: 1-7.
29. Attinger D, Liu Y, Faflak R, Rao Y, Struttman BA, De Brabanter K et al. A data set of bloodstain patterns for teaching and research in bloodstain pattern analysis: Gunshot backspatters. Data in Brief. 2019; 22: 269-78.
30. Dias Filho CR, D`Ávila AVP. Introdução. In: Ursini AG, D`Ávila AVP, Dias Filho CR, Murrer DOS, Almeida KDA, Pereira PM, et al., editores. Hematologia forense da identificação à análise de manchas de sangue. Campinas: Millennium; 2022. p. 1-11.