



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 (raiada, 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 Reconstitutiva, 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 Reconstitutiva 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 Reconstitutiva, 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.

2 OBJETIVO

O objetivo geral deste estudo é realizar uma revisão sistemática sobre o espargimento sanguíneo produzido por armas de fogo.

2.1 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos, este estudo pretende, nos estudos encontrados:

- Verificar os tipos de armas utilizadas;
- Verificar os tipos de munições utilizadas;
- Levantar a origem do sangue utilizado;
- Identificar o suporte empregado como receptáculo do sangue;
- Mostrar as distâncias empregadas entre o atirador e a fonte de sangue;
- Mostrar as distâncias empregadas entre a fonte de sangue e o alvo;
- Verificar o número de respingos;
- Verificar o tamanho dos respingos;
- Verificar a dispersão dos respingos de sangue nos alvos.

3 PUBLICAÇÃO

Foi realizado durante o meu mestrado uma revisão sistemática dedicada a entender se as armas e munições utilizadas podem interferir na configuração geral dos espargimentos sanguíneos.

3.1 Publicação^{1*}

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

Resumo: A Balística forense tem como objetivo analisar as armas de fogo, munições e todo o contexto cognoscível que podem interagir com vistas há poder determinar a arma e a munição usadas em um fato de interesse da justiça. A análise dos espargimentos faz parte do espócio da hematologia forense que tem como objetivos identificar e analisar respingos de sangue que possam dentro de um contexto criminal. A deflagração de projéteis de arma de fogo está intimamente relacionada a eventos de derramamento de sangue resultando em dois tipos de espargimentos sanguíneos os chamados *forward spatter* e *back spatter*. Este trabalho teve como propósito realizar uma revisão sistemática do espargimento sanguíneo produzido por armas de fogo. A pergunta elaborada para a 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 PubMed, Embase, Scopus e Web of Science. Configuraram-se 222 publicações até novembro de 2023. Foram excluídos 212 textos por não atenderem aos critérios estabelecidos. 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-chaves: Ciências forenses. Medicina legal. Balística forense. Manchas de sangue. Armas de fogo.

¹ Artigo formatado segundo as normas do periódico *Forensic Science International* para o qual pretende-se submeter.

1 Introdução

Um dos vestígios mais recorrentes em uma cena de crime é o sangue. O sangue tem comportamento físico complexo sendo influenciado pela temperatura, tipo de material que interage, tipo de impacto que sofre. As áreas responsáveis pelo estudo do vestígio hemático são chamadas de hematologia forense identificadora e reconstrutora as quais tem o papel mister de coletar, analisar e interpretar os vestígios de sangue presentes em uma cena de crime. Parte da perícia passa pela incumbência da análise morfológica do vestígio de sangue onde padrões de manchas e respingos são analisados pelo seu tamanho, formato, quantidade dispersão e são classificados [1],[2],[3] segundo critérios estabelecidos por diferentes sistemas de classificação estabelecidos na literatura.

A interpretação correta das eventuais manchas encontradas na cena de um crime podem ajudar um perito a estimar a posição relativa da vítima em relação ao atirador, estimar deslocamentos que foram propositalmente realizados para alterar a cena em questão, estimar a altura relativa da queda de uma gota e estimar o número de golpes deferidos e tipo de arma empregada [1]. Dois padrões em especial podem ser encontrados para análise em uma cena de crime os padrões *back spatter* e *forward spatter*. Essas duas formas de manchas de sangue que podem ser vistas em uma eventual perícia são definidas como sangue ejetado para trás ao qual vai contra a direção de um projétil e sangue ejetado para frente ao qual vai na mesma direção do projétil em um evento de disparo de arma de fogo em uma eventual vítima.[2] Outra área forense que engloba o escopo desse tipo pericia é a balística forense ao qual tem como atribuição estudar as armas e suas munições sua trajetória e impacto em diferentes anteparos[4].

As armas de fogo são constituídas geralmente de três partes fundamentais a coronha (cabo), a armação(corpo) e cano onde os gases impulsionarão o projétil para sua saída. Elas podem ser classificadas por várias especificações: pelo comprimento do cano curto ou longo, segundo o acabamento interior do cano lisas ou raiadas, segundo seu funcionamento de repetição, automática, semiautomática, segundo seu manuseio armas de mão (pistola, revolver) ou de ombro (fuzil, carabina) e por fim, seu calibre que pode ser expresso em milímetros (9 mm), centésimos de polegadas (0.357) e décimos de polegadas (0.38) ou em sistema Gauge (.12) [5],[6].

Além das armas de fogo as munições são constituídas por uma estrutura chamada de cartucho que envolve estojo (corpo) espoleta (base) e carga (pólvora) e na parte superior do estojo é acoplado o projétil. Os projéteis geralmente são compostos de formatos diferentes ogivais, ogivais ponta plana, ogivais totalmente encamisados, semi-encamisados com pesos variados e constituídos geralmente de chumbo. Os projéteis são disparados através do acionamento da espoleta dentro da arma que irá inflamar a pólvora e produzir gases que irão impulsionar o projétil [5].

Os motes que envolvem a área da balística forense são diversos, mas a categoria de estudos que circunda a interação dos padrões *back spatter* e *forward spatter* com o impacto de projéteis tem sido pouco perscrutada. Contudo, alguns autores têm associado algumas evidências observadas em suas pesquisas sobre a influência da velocidade do projétil com o número de gotas produzidas tanto em voo quanto no alvo [7],[8]. Com as observações expostas, este trabalho tem como objetivo realizar uma revisão sistemática da literatura inquirindo a seguinte questão: Há um padrão do espargimento sanguíneo em decorrência da arma ou munição utilizada?

2 Materiais e Métodos

Esta revisão sistemática foi conduzida de acordo com as diretrizes Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) [9].

Pergunta-chave da Pesquisa

A pergunta principal da revisão foi “Há um padrão do espargimento sanguíneo em decorrência da arma de fogo e da munição utilizada?”. A questão foi elaborada a partir da estratégia PICO [10], que identifica elementos fundamentais para a elaboração de uma pergunta de pesquisa e guia a busca bibliográfica. PICO é um acrônimo das palavras População/Problema, Intervenção, Controle/Comparação e Outcomes (resultados). Parte da ideia de se explicitar na pergunta a população ou o problema que será tratado; a intervenção de interesse com este problema ou população apresentada nos textos de busca; o controle ou a comparação que foi realizada em diferentes intervenções levantadas nos textos e os resultados esperados.

No Quadro 1 está apresentada a estratégia PICO utilizada para a condução da presente revisão sistemática.

Quadro 1. Estratégia PICO utilizada para a condução da revisão sistemática	
P	Alvos com respingos de sangue oriundos de testes de disparos com armas de fogo
I	Disparo em receptáculo com sangue
C	Não aplicável
O	Variações nos padrões de espargimento sanguíneo

Busca bibliográfica

Conforme é possível observar no quadro 1, a população ou problema de interesse a ser verificado neste trabalho foi a análise de respingos de sangue oriundos de testes com disparos com armas de fogo. A intervenção de interesse no caso foram trabalhos que tenham utilizado disparos de armas de fogo contra receptáculos com sangue. Ainda que existam diferenças entre os trabalhos com relação aos aparatos utilizados como receptáculo para o sangue ou nos tipos de armas e munições utilizadas, em todos a intervenção sempre foi a mesma, ou seja, disparos em um receptáculo com sangue. Assim, neste trabalho não há comparações entre intervenções ou a utilização de um grupo controle para análises, com isso, não se aplicam dados referentes à comparação/controle na estratégia PICO para serem descritos na pergunta. Por fim, como *Outcomes*, ou resultados esperados, espera-se observar possíveis variações nos padrões de espargimento sanguíneo, a depender das questões de método na condução das intervenções.

Para a condução deste estudo, foram selecionadas as seguintes bases de dados: Embase, PubMed, Scopus e Web of Science. As publicações utilizadas para análise neste estudo foram até novembro de 2023 e foram atualizadas conforme a necessidade da pesquisa. Os termos de busca foram combinados utilizando os operadores booleanos "AND" e "OR". Os artigos relevantes foram selecionados com base em descritores em língua inglesa indexados no Medical Subject Headings (MeSH), bem como acrônimos relevantes não indexadas (conforme listado no Quadro 2).

Quadro 2. Busca estratégica realizada nas principais bases de dados (Query Box).		
Base	N	Busca estratégica (Query Box)
PUBMED	N= 43	((("Forensic Ballistics"[Mesh] OR (Ballistic*, Forensic) OR (Ballistics) OR (Forensic Ballistic)) OR ("Firearms"[Mesh] OR (Shotguns) OR (Guns) OR (Rifles))) AND ("Blood Stains"[Mesh] OR (Blood Stain) OR (Stain*, Blood))
EMBASE	N= 46	('ballistics'/exp OR 'ballistics' OR 'forensic ballistics' OR 'wound ballistics') OR ('firearm'/exp OR 'firearm' OR 'firearms') AND ('blood stain'/exp OR 'blood stain' OR 'blood staining' OR 'blood stains')
SCOPUS	N= 104	(((forensic AND ballistics) OR (firearms)) AND (blood AND stain) AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Blood Stain") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Blood Stains") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Ballistics") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Bloodstain Pattern Analysis") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Firearm") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Forensic Ballistics") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Firearms") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Bloodstains") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Gunshot"))
WEB OF SCIENCE	N=29	(((forensic AND ballistics) OR (firearms)) AND (blood AND stain)

Fonte. Elaboração pelos autores do estudo.

Critérios de elegibilidade

Após a triagem dos estudos identificados, foram aplicados os seguintes critérios de elegibilidade predefinidos:

Inclusão: Foram incluídos estudos que avaliassem o padrão de espargimento sanguíneo em alvos (receptáculo ou alvo final), provocados por disparos de armas de fogo, publicados em língua inglesa.

Exclusão: Foram excluídos estudos que não avaliassem o padrão de espargimento sanguíneo em alvos (receptáculo ou alvo final), provocados por disparos de armas de fogo, revisões de literatura, publicações em anais, comunicações curtas, cartas ao editor, bem como artigos que não estivessem disponíveis para leitura na íntegra, artigos em outro idioma que não a língua inglesa,

artigos com ênfase apenas em aspectos balísticos, artigos em que os objetivos não fossem estudar os espargimentos sanguíneos em voo ou nos alvos.

Dois pesquisadores avaliaram, de forma independente, os títulos e respectivos resumos dos estudos levantados. Os artigos julgados relevantes com base no título e resumo tiveram seus textos completos lidos de forma independente, e foram avaliados conforme os critérios de seleção. Em caso de divergências nas avaliações, um acordo foi alcançado após discussão entre ambos os pesquisadores. Havia a previsão de um terceiro pesquisador com experiência no assunto realizar as avaliações em caso de discordância entre os dois pesquisadores, porém não houve tal necessidade tendo em vista consenso nos levantamentos dos textos.

Os mesmos dois investigadores revisaram independentemente todos os estudos e extraíram os dados usando uma tabela padronizada criada no Microsoft Excel. Os dados extraídos foram:

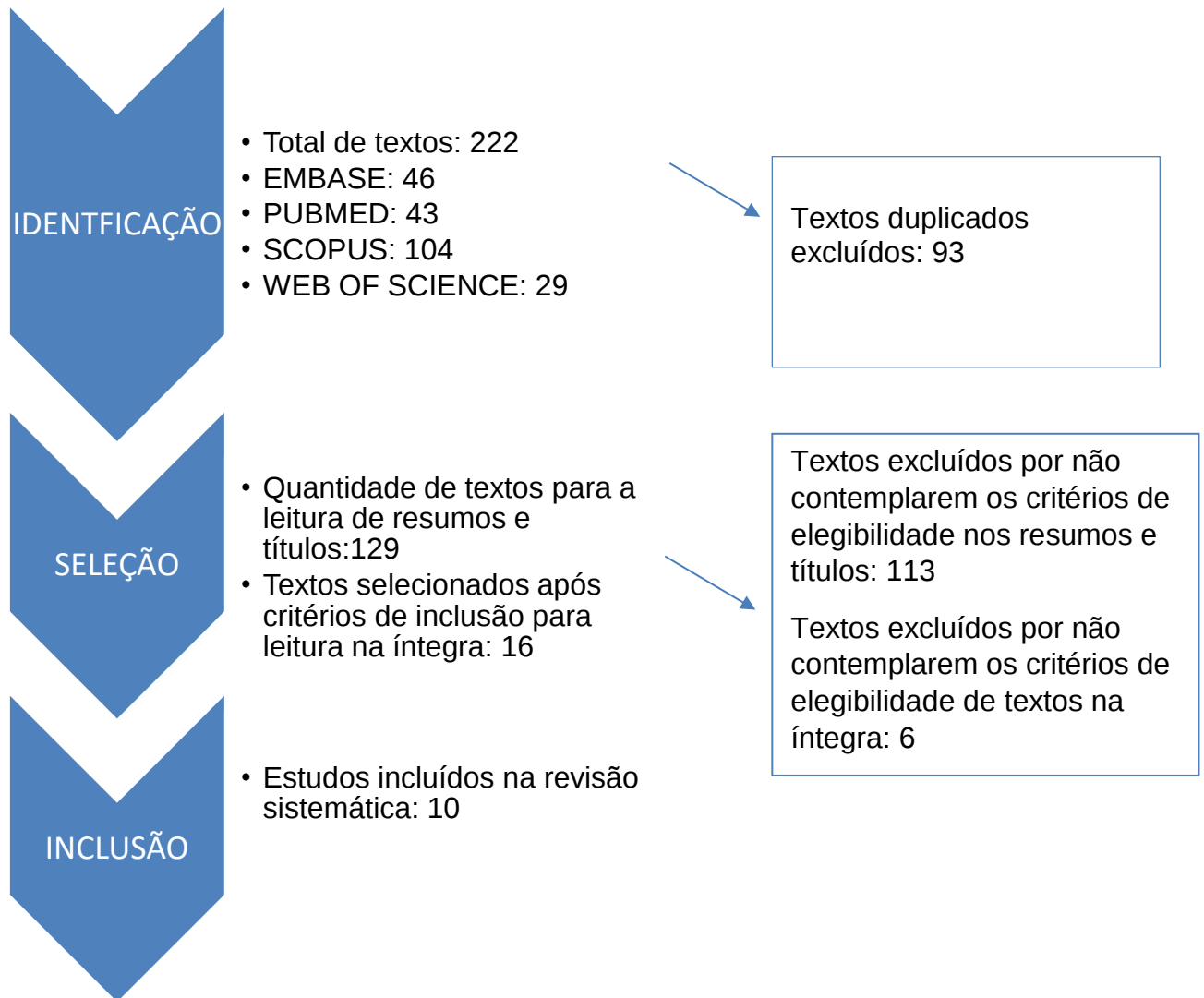
- a) Nome dos autores, ano da publicação e título do artigo e local de realização do estudo;
- b) Tipos de armas utilizadas;
- c) Tipos de munições utilizadas;
- d) Origem do sangue utilizado;
- e) O suporte empregado como receptáculo do sangue;
- f) Distâncias entre o atirador e a fonte de sangue;
- g) Distâncias entre a fonte de sangue e o alvo;
- h) Número de respingos;
- i) Tamanho dos respingos;
- j) Dispersão dos respingos de sangue nos alvos;
- k) Temperatura do sangue;
- l) Tipo de sangue;
- m) Temperatura do local;
- n) Peso do projétil;
- o) Velocidade do projétil;
- p) Quantidade de disparos;
- q) Tipo de padrão;
- r) Anglo de impacto/ trajetória;
- s) Velocidade das gotas;
- t) Quantidade de sangue;

u) Tipo de anteparo.

As publicações encontradas nas bases de dados eletrônicas foram incluídas no programa Rayyan (<https://www.rayyan.ai/>), uma plataforma de gerenciamento de publicações que auxilia em pesquisas do tipo revisão sistemática e metanálise. As informações inseridas na plataforma foram compartilhadas por ambos os pesquisadores que fizeram a triagem dos estudos, que a utilizaram para excluir todas as publicações que não atendiam aos critérios de elegibilidade e identificá-las por meio de etiquetas de identificação.

3 Resultados

Ao todo, foram levantados 222 textos a partir do uso das palavras-chave nas bases de dados utilizadas para a busca. O fluxograma a seguir apresentado ilustra as etapas deste estudo, com os quantitativos respectivos:



Conforme se observa no fluxograma, foram encontrados 46 textos na base de dados EMBASE, 43 textos na PUBMED, 104 textos na SCOPUS e 29 textos na WEB OF SCIENCE. Com o apoio da plataforma Ryan, foram identificados 93 estudos duplicados dentre as diferentes bases de dados pesquisadas, assim, tais textos foram excluídos e restaram 129 textos para leitura de títulos e resumos. Após a leitura dos títulos e resumos, foram excluídos 113 textos com a aplicação dos critérios de exclusão porque, na maioria dos textos, não havia o foco no espargimento sanguíneo como resultado das investigações, ou abordaram apenas somente elementos balísticos ou apenas aspectos hematológicos. Com tais exclusões, 16 textos foram selecionados para leitura na íntegra.

Após a leitura dos textos completos, foram ainda excluídos 6 textos de acordo com os critérios de exclusão; com isso, 10 artigos que contemplavam todos os critérios de elegibilidade foram selecionados para a realização da presente revisão sistemática.

A tabela 1 apresenta os dados dos artigos selecionados:

Tabela 1 Nomes de autores, ano de publicação e título dos artigos selecionados para a revisão sistemática

Nome dos autores	Ano	Título do artigo
S. Siu; J. Pender; F. Springer; F. Tulleners; W. Ristenpart	2017	Quantitative Differentiation of Bloodstain Patterns Resulting from Gunshot and Blunt Force Impacts
P.M. Comiskey; A.L. Yarin; D. Attinger	2017	High-speed video analysis of forward and backward spattered blood Droplets
R. Billich; P. Horáková; J. Zeman; P. Kubový; F. Lopot; K. Jelen	2017	Trajectory of Blood Drops in an Experimental Model with the Use of a Firearm
S. N. Kunz; H. Brandtner; H. J. Meyer	2015	Characteristics of Backspatter on the Firearm and Shooting Hand—An Experimental Analysis of Close range Gunshots
G. E. Radford; M. C. Taylor; J. A. Kieser; J. N. Waddell; K. A. J. Walsh; J. C. Schofield; R. Das; E. Chakravorty	2016	Simulating backspatter of blood from cranial gunshot wounds using pig models
C. Rossi; L. D. Herold; T. Bevel; L. McCauley; S. Guadarrama	2018	Cranial Backspatter Pattern Production Utilizing Human Cadavers
M.A. Kislov; M. Chauhan; S.A. Stepanov; G.V. Zolotenkova; Yul. Pigolkin; Y. Brazhnikov	2022	Forensic diagnostics of the range of rifled firearm calculated by back spatter over clothing
B. Karger; R. Nüsse; G. Schroeder; S. Wiistenbecker; B. Brinkmann	1996	Backspatter from experimental close-range shots to the head I. Macrobackspatter
B. Karger; R. Nüsse; H. D. Troger; B. Brinkmann	1997	Backspatter from experimental close-range shots to the head II. Microbackspatter and the morphology of bloodstains
B. Karger; R. Nüsse; T. Bajanowski	2002	Backspatter on the Firearm and Hand in Experimental Close-Range Gunshots to the Head

Fonte: Elaboração pelos autores do estudo

4 Discussão

Contexto geral

A maioria dos estudos selecionados foi publicada na segunda década dos anos 2000, indicando que há poucas publicações específicas sobre o mote em estudo, e que existe um aumento de interesse na área pela investigação em balística forense e hematologia forense reconstitutiva nos últimos anos. Apenas os trabalhos de Karger et al [11],[12],[13] foram publicados nos anos 90 e início dos anos 2000. As pesquisas tiveram no mínimo a colaboração de três autores e no máximo sete. Os títulos apresentaram predominância de estudos referentes ao padrão *back spatter*; com dois trabalhos dedicados ao padrão *forward spatter* - o estudo de Comiskey et al. [8], publicado em 2017, e o estudo de Siu et al. [7], publicado em 2017. .

Siu et al. [7] realizaram uma pesquisa para averiguar quantitativamente padrões de espargimento sanguíneo em eventos de tiro e instrumentos contundentes. O principal objetivo foi desenvolver um método utilizando técnicas de análise de imagens digitais para a diferenciação dos padrões em alvos, mais especificamente, com a verificação das características morfológicas como número de respingos e tamanho das gotas de sangue no espargimento.

Comiskey et al. [8] observaram e analisaram respingos em voo para frente e para trás em eventos de disparos de projéteis em alvos (receptáculos) através da análise de velocimetria de imagem de partículas (VIP) e software de análise de partículas, para medir as velocidades dos respingos bem como as distribuições do número de gotas.

O artigo de Bilichi et al. [14] não explicita claramente qual padrão os autores pesquisaram. Não obstante, os autores deflagraram disparos em um ambiente experimental constituído de uma câmara fechada de madeira e saco plástico pendurado contendo sangue, para avaliar a trajetória de voo das gotas de sangue.

Kislov et al. [15] construíram um experimento para verificar o alcance de uma arma de fogo através do exame de características morfológicas de vestígios de sangue em roupas. As pesquisas de Karger et al. [11],[12],[13] abarcavam disparos de projéteis na cabeça de bezerros vivos para analisar as características morfológicas em alvos diversos, haja visto, partes do corpo humano, armas e papel branco.

Kunz et al [16] pesquisaram o comportamento de respingos após os disparos de projéteis de armas de fogo em esponjas encharcadas de sangue e observaram as características dos respingos na arma, mãos e braços do atirador.

Rossi et al. [17] observaram o comportamento de respingos de sangue em alvos após disparos em cadáveres com as cabeças infundidas em sangue bovino desfibrinado e esponjas encharcadas de sangue; constataram que os padrões de sangue eram diferentes em número de manchas e dispersão.

Radford et al. [18] realizaram um estudo de disparos de projéteis em porcos vivos e cabeças de porcos abatidos com objetivo de observar o comportamento tanto dos respingos quanto da estrutura anatômica dos animais.

O sangue e suas influências

Nos experimentos realizados pelos pesquisadores existem variáveis que devem ser consideradas para medição e controle quando confeccionado um experimento com respingos de sangue. No escopo das variáveis coletadas neste trabalho, o tipo do sangue, sua temperatura, origem e quantidade utilizada, o local do estudo e a temperatura ambiente são de fundamental importância para o comportamento do sangue em voo até sua chegada em um alvo, conforme se observa no tabela 2.

Tabela 2 Características do sangue utilizado: tipo de sangue, quantidade, temperatura, origem, local do estudo e temperatura ambiente

Texto	Sangue			Características ambiente estudo		
	Tipo de sangue	Quant. (ml)	Temp. (°C)	Origem do sangue	Local do estudo	Temp. Ambiente (°C)
Siu et al., 2017	Suíno	41ml	37	NI	Laboratório de Ciências Forenses	NI
Comiske et al., 2017	Humano	NI	NI	NI	Laboratório de Ciências Forenses e Instituto de Ciência e Pesquisa Ambiental	NI
Billich et al., 2017	Suíno	100 ml	NI	Matadouro Sedlcany	Casa particular campo de tiro	NI
Kunz et al., 2015	Bovino	400 ml	NI	NI	NI	NI
Radford et al., 2016	Suíno	NI	NI	NI	NI	NI
Rossi et al., 2018	Bovino	700 ml; 200 ml; 250 ml	NI	NI	Centro de Ciência Forense Aplicada e Campo de Armas de Fogo	de 10,5 a 13,3
Kislov et al., 2022	Caprino	10 ml	NI	NI	Campo de tiro fechado	NI
Karger et al., 1996	Bovino	NI	NI	NI	Campo de tiro ao ar livre	NI
Karger et al., 1997	Bovino	NI	NI	NI	NI	NI
Karger et al., 2002	Bovino	NI	NI	NI	NI	NI

Quant. = quantidade; Temp. = Temperatura; NI = Não informado

Fonte: Elaboração pelos autores do estudo.

A temperatura ambiente foi aferida apenas no trabalho de Rossi et al. [17], e variou de 10,5°C a 13,3°C. Comiskey et al. [8] descrevem como temperatura ambiente sem sua aferição precisa. A temperatura do ambiente é uma variável importante de ser controlada, pois tem influência direta nas propriedades físicas do sangue - principalmente na sua viscosidade [19], que corresponde à resistência de um líquido em movimento. Esta resistência pode alterar a formação das gotas em voo e, conseqüentemente, as manchas de sangue no alvo [20]. Ou seja, quanto mais viscoso o sangue menor é a sua capacidade de fluir [20]. A temperatura do sangue foi apresentada apenas no estudo de Siu et al. [7] com 37 graus Celsius; esta variável também tem influência na viscosidade do sangue [19].

Os tipos de sangue utilizados para os estudos foram: suíno em Siu et al. [7], Bilichi et al. [19] e Radford et al. [18]; humano em Comiskey et al. [8]; bovino em Karger et al. [11],[12],[13], Rossi et al. [17], Kunz et al [16] e caprino em Kislov et al. [15].

O sangue suíno tem similaridade de propriedades físicas com o sangue humano [21]. Assim, o comportamento dos respingos de sangue em voo e sua morfologia em alvos podem ser considerados equivalentes para sangue suíno e humano. O sangue bovino e o caprino também possuem proximidade e validade como substrato na experimentação de respingos de sangue, entre outros tipos de sangue de animais como cavalos e cachorros [1].

O local de estudo dos trabalhos selecionados dividiu-se em lugares externos e internos. A influência do ar é um fator que pode interferir o comportamento das gotas de sangue em voo [22]. Por isso, a escolha de realizar um experimento em um espaço interno ou externo com a presença de uma corrente de ar mais forte ou mais estável deve ser ponderada.

As quantidades de sangue informadas foram 41ml no estudo de Siu et al. [7], 100 ml no trabalho de Bilichi et al. [14], 400 ml em Kunz et al [16], 700ml e 200 ml infundidos na cabeça de dois cadáveres e 250 ml embebidos em uma esponja em Rossi et al. [17] e 10ml na pesquisa de Kislov et al. [15]. Observa-se uma variabilidade de quantidades nos diferentes estudos, tanto de *back spatter* como de *forward spatter*. Não encontramos consenso sobre qual quantidade seria ideal para os trabalhos em hematologia forense reconstitutiva. Não obstante, segundo James et al. [1], o impacto de uma força mecânica sobre um recipiente ou superfície contendo determinado volume de sangue pode gerar quantidades divergentes de respingos em função da variação do volume. Desse modo, diferentes volumes de sangue geram quantidades díspares de respingos em um determinado alvo. Rossi et al. [17] observaram que um dos cadáveres que teve a cabeça infundida por 200 ml de sangue em seu estudo produziu poucos respingos no alvo, em comparação ao outro cadáver no qual foram infundidos 700ml de sangue. Os pesquisadores acreditam que a explicação mais provável para esse fato é a menor quantidade de sangue infundida na cabeça do cadáver com menor volume.

No que concerne à variável de origem do sangue, a mesma foi relatada apenas por Bilichi et al. [14], que o adquiriram em um matadouro, e por Karger et al. [11],[12],[13] que utilizaram bezerros vivos.

O sangue pode ser influenciado por vários elementos como o ar, a temperatura do ambiente, a temperatura do sangue e a quantidade utilizada. Esses componentes podem alterar o comportamento dos respingos em voo, influenciando na quantidade de gotas que viajam sobre o ar e consequentemente na quantidade atingida em um alvo. Por isso, é importante levar em consideração o controle dessas variáveis em experimentos que envolvam espargimento sanguíneo ocasionados por tiros, o que não tem sido descrito satisfatoriamente nos experimentos levantados neste trabalho.

Os aparatos experimentais e suas influências

A seguir, o **Tabela 3** apresenta as variáveis dos aparatos experimentais empregados nos estudos analisados.

Tabela 3 Variáveis dos aparatos experimentais empregadas nos estudos analisados, distâncias, receptáculos e tipo de anteparo

Texto	Distâncias (cm)		Receptáculo	Tipo de alvo/ Anteparo
	Atirador/receptáculo	Receptáculo/alvo		
Siu et al., 2017	200	30,5	Esponja, pedestal de madeira	Papel plotter branco
Comiske et al., 2017	1 a 182	NI	Esponja (nua, fita e silicone)	NI
Billich et al., 2017	200	NI	Câmara de madeira	Papel branco
Kunz et al., 2015	De 0 a 45	De 0 a 45	Esponja envolta em plástico	Mãos; braços e arma
Radford et al., 2016	0 e 120	38 e 86	Porcos vivos; Cabeça de porco	Papel banco
Rossi et al., 2018	NI	45,72	Cadáveres humanos; esponjas	NI
Kislov et al., 2022	5 a 100	NI	Tecido	Substrato de papelão grosso
Karger et al., 1996	de 0 a 10	60	Bezerros vivos	Papel branco
Karger et al., 1997	de 0 a 10	60	Bezerros vivos	Papel branco
Karger et al., 2002	de 0 a 10	De 0 a 10	Bezerros vivos	Arma de fogo; Luvas; Mangas da roupa

Cm= centímetros; NI = Não informado

Fonte: Elaboração pelos autores do estudo

Siu et al. [7] utilizaram esponjas de poliéster amarelo e pedestal de madeira (uma plataforma de compensado na altura da cintura fixada em uma viga vertical de madeira 4×4). A distância do atirador em relação às esponjas foi de 200 centímetros em todos os disparos, as distâncias entre as esponjas e o anteparo variou de 30 cm a 120 cm e o alvo final era constituído de papel plotter branco.

Comiskey et al. [8] utilizaram várias configurações de receptáculos como esponja nua, esponja coberta com fita, esponja coberta de silicone. As distâncias do atirador em relação às esponjas variaram de 1 a 182 cm. O estudo analisou os respingos em voo, por isso, não há uma distância da esponja em relação ao alvo final. Bilichi et al. [14] construíram uma câmara de madeira com dimensões: 2m x 2m x 2m, e em seu interior foi pendurado um saco plástico contendo sangue. A distância entre o atirador e o saco plástico foi de 200 cm. A distância entre o saco plástico e as paredes da câmara que foram cobertas com folhas de papel não foi informada.

Kunz et al [16] realizaram um experimento sobre o padrão *back spatter* e selecionaram como receptáculo esponjas automotivas universais feitas de poliuretano e envoltas em sacos plásticos Ziploc. As distâncias variaram de 0 a 45 cm. Rossi et al. [17] utilizaram esponjas 3M e dois cadáveres humanos doados para a pesquisa, colocados em duas molduras retangulares confeccionadas em madeira de construção. As molduras de madeira foram estabilizadas em ambas as extremidades por vigas metálicas para o suporte dos cadáveres, e um colar cervical foi usado para apoiar o pescoço de cada cadáver. As distâncias entre o atirador e o receptáculo não foram informadas, e entre o receptáculo e o alvo final foi de 45,72 cm; o material utilizado no alvo final não foi especificado.

Karger et al. [11],[12],[13] utilizaram bezerros vivos; as distâncias do atirador ao receptáculo (cabeça dos bezerros) variaram de 0 a 10 cm. As distâncias do receptáculo (cabeça dos bezerros) em relação ao alvo final foram de 0 a 60 cm ou de 0 a 10 cm. Os alvos finais eram constituídos de papel branco ou outros tipos de alvos como: arma de fogo, luvas e mangas da roupa do atirador. Radford et al. [18] utilizaram animais, no caso porcos vivos e cabeças de porcos abatidos. As distâncias do atirador em relação aos receptáculos foram de 0 cm e 120 cm e as distâncias dos receptáculos em relação ao alvo final foram de 38 cm e 86 cm e o alvo final era composto de papel banco.

Por fim, Kislov et al. [15] utilizaram um tecido de chita grossa de algodão de ponto simples com densidade de 142 g/m². A distância do atirador em relação ao

receptáculo variou de 5 a 100 cm e não foram informadas as distâncias da fonte de sangue quanto ao alvo. O alvo final foi constituído de substrato de papelão grosso.

A maioria dos receptáculos foi constituída por esponjas embebidas em sangue. As esponjas possuem constituição divergente do tecido humano, não se assemelhando com nenhuma estrutura do corpo humano [23]. Rossi et al. [17] verificaram que os padrões *back spatter* produzidos por esponjas encharcadas eram diferentes dos padrões *back spatter* produzidos por disparos nas cabeças de cadáveres. As diferenças encontradas foram no número de respingos e tamanho das gotas. Essas diferenças, segundo os autores, constituem a heterogeneidade dos tecidos humanos. As esponjas, por outro lado, possuem um tecido mais homogêneo em relação à complexidade dos tecidos humanos.

Kunz et al [16] enfatizam de forma favorável o uso de esponjas revestidas com plástico como receptáculos para simular respingos de sangue. Também, Rossi et al. [17] salientam que o uso de esponjas para os experimentos e outros materiais e animais não humanos são necessários para a pesquisa e treinamento para estudo de respingos de sangue.

Outra importante variável é a distância do atirador em relação ao receptáculo. Comiskey et al. [8] observaram que cobrir a esponja com fita adesiva evita o aparecimento de respingos para trás. Radford et al. [18] observam que a distância pode influenciar na propagação dos gases da arma de fogo em relação à distância tomada consequentemente alterando a trajetória em voo das gotas com a alteração das distâncias. Karger et al. [13]. também observam que a distância da arma em relação ao alvo influencia na deposição de respingos na arma de fogo e na mão, para padrões *back spater* mais especificamente, quanto maior a distância menos respingos atingirão a arma ou a mão do atirador.

Kislov et al. [15] verificaram uma redução na quantidade de pequenos respingos ao ampliar a distância do disparo. Além disso, foi observado que a morfologia dos respingos de sangue dependeu da distância do disparo. Os tipos de alvos finais foram constituídos de papel branco, armas e partes do corpo humano. O tipo de material utilizado no alvo final pode influenciar nas características morfológicas dos padrões de manchas de sangue devido a sua rugosidade influenciando na deformação da mancha em relação ao grau de rugosidade da superfície que é depositada [22]. Uma superfície com maior rugosidade pode diminuir o diâmetro das manchas de sangue [6].

Foi possível observar, nos estudos analisados, que os diferentes tipos de materiais selecionados para os receptáculos e alvos finais, tanto em pesquisas envolvendo padrões *back spatter* como *forward spatter*, influenciaram na forma como os padrões se comportaram tanto em voo quanto na sua aparência no alvo final. Mais precisamente, alterações no número de gotas em voo devido ao material utilizado - como esponjas nuas, que produzem mais respingos em voo do que esponjas cobertas com silicone [8]. A quantidade de gotas no alvo devido à distância: quanto maior a distância do receptáculo em relação ao alvo final, menos gotas atingirão o alvo [16]. Por fim, no tamanho dos respingos devido à rugosidade do alvo: quanto maior a rugosidade, menor o diâmetro da gota.

Armas e munições e suas influências ao sangue

O tabela 4 apresenta as variáveis balísticas empregadas nos experimentos levantados.

Tabela 4 Características das armas, munições, velocidade e peso do projétil e quantidades totais de disparos deflagrados por experimento

Nome dos autores	Armas	Munições /Calibre	Velocidade do Projétil (m/s)	Peso do projétil (grãos)	Quant. disparos
Siu et al., 2017	Pistola Colt 1911 Pistola Sig Sauer 9mm P226 Revólver Smith & Wesson MD 66	Jaqueta totalmente metálica FMJ/0,45 e FMJ/9mm; Ponta oca encamisada JHP/0.357	425 (.357); 350 (9 mm); 250 (0.45)	110 (0.357) 115 (9mm) 230 (0.45)	NI
Comiskey et al., 2017	NI	.22; .44	NI	NI	NI
Billich et al., 2017	Pistola Taurus .357 magnum	Magnum .357 FMJ	342	NI	NI
Kunz et al., 2015	Heckler & Koch USP 9×19 mm	9 × 19 mm Geco®, munição de ponta redonda com jaqueta totalmente metálica	NI	8,0	22
Radford et al., 2016	Pistola Glock 17, 9 × 19 mm Fuzil Marlin 60	Cartucho American Eagle, FMJ 9 × 19 mm; munição de fuzil longo calibre .22 de ponta redonda, chumbo	NI	115 (Eagle); 40 (.22)	NI
Rossi et al., 2018	Pistola 1911 calibre .45	Winchester Silvertip 0.45 ACP Hollow Point com carga propulsora diminuída;	228.6 (Winchester); 289.56 (Hornady .45)	185 (Winchester); 230 (Hornady .45)	3

		Hornady .45 Auto+P XTP®			
Kislov et al., 2022	Pistola Glock 17/Luger 9 mm	Cartuchos 9x19 Parabellum	NI	NI	132
Karger et al., 1996	Pistola SIG P210 de 9 mm	9x19 mm Parabellum cartuchos full metal jacket (FMJ) jaqueta totalmente metálica; A-1 9 x 19 mm Parabellum Action-1	372 (FMJ); 432 (A-1)	7,5 (FMJ); 5,4 (A-1)	9
Karger et al., 1997	9 Pistola SIG P210 de 9 mm	9 x 19 mm Parabellum (= Luger) cartuchos (FMJ) jaqueta totalmente metálica; A-1 9 x 19 mm Parabellum Action-1	NI	NI	9
Karger et al., 2002	10 Pistola SIG P210 de 9 mm	9 x 19 mm Parabellum (= Luger) cartuchos (FMJ) jaqueta totalmente metálica; A-1 9 x 19 mm Parabellum Action-1	NI	NI	9

m/s= metros por segundo; Quant. = quantidade; NI = Não informado

Fonte: Elaboração pelos autores do estudo

A tabela 5 apresenta as variáveis qualitativas e quantitativas dos respingos depois de atingidos pelos projéteis.

Tabela 5 Características do tipo de padrão, número e tamanho dos respingos.

Texto	Tipo de padrão	Número de respingos	Tamanho dos respingos (mm)
Siu et al., 2017	<i>Forward spatter</i>	37,617(0.45); 40,721(9mm); 103,556(0.357)	0,4 e 0,5 0,27 1 a 3
Comiske et al., 2017	<i>Forward spatter</i>	100 a 375 (Forward);	NI em mm*
Billich et al., 2017	<i>Back spatter</i>	50 a 225 (Back)	
Kunz et al., 2015	NI	NI	De 0.001 a 0.01
Radford et al., 2016	<i>Back spatter</i>	De 10 a 50	1 a 4
Rossi et al., 2018	<i>Back spatter</i>	De 21 a 200	0,5 a 7
Kislov et al., 2022	<i>Back spatter</i>	1978 (1 cadáver) 2254 (esponja) 3218 (esponja)	0,5 a 4
Karger et	<i>Back spatter</i>	NI	NI
		De 31 a 478	0.5 a 3

al., 1996

Karger et al., 1997 *Back spatter* De 31 a 1370 0.5 a 10

Karger et al., 2002 *Back spatter* 2 a 52 (arma) 1 a 10
1 a 12 (luvas)
1 a 24 (manga)

*único texto que informou tamanho dos respingos em medida de área: 00,125 a 0,75mm² (*Forward*) e 0,125 a 0,25mm² (*Backspatter*). O presente trabalho optou por apresentar as medidas lineares em mm, informadas pelos demais artigos da área.

NI = Não informado

Fonte: Elaboração pelos autores do estudo

A tabela 6 apresenta as variáveis quantitativas dos respingos.

Tabela 6 Características do angulo de impacto, velocidade e dispersão dos respingos

Texto	Ângulo de impacto/trajetória(°)	Velocidade de gotas (m/s)	Dispersão dos respingos (cm)
Siu et al., 2017	NI	NI	NI
Comiske et al., 2017	De 7 a 57	10 a 50 (<i>forward</i>) 2,5 a 15 (<i>back</i>)	NI
Billich et al., 2017	NI	NI	NI
Kunz et al., 2015	NI	NI	NI
Radford et al., 2016	NI	NI	NI
Rossi et al., 2018	NI	NI	NI em cm*
Kislov et al., 2022	NI	NI	NI em cm**
Karger et al., 1996	10 a -10	10 a 100	De 7 a 119
Karger et al., 1997	NI	NI	De 0 a 70
Karger et al., 2002	NI	NI	NI

*Os autores descrevem como “maior concentração de respingos”

** Os autores descrevem em mm² em medida de área

NI = Não informado

Fonte: Elaboração pelos autores do estudo

Os tipos de armas utilizadas foram em sua maioria foram pistolas 9 mm, conforme se observa nos trabalhos de Siu et al. [7], Kunz et al [16], Radford et al. [18], Kislov et al. [15] e Karger et al. [11],[12],[13]. Também foram utilizadas pistolas .45 e

revólver .357 em Siu et al. [7], e fuzil .22 em Radford et al. [18]. O uso de armas curtas na maioria dos estudos converge com o fato de que muitos exames realizados em balística forense são em armas portáteis como revólveres e pistolas.[4]

Karger et al. [11],[12],[13] utilizaram munições 9 mm JTM (jaqueta totalmente metálica) e 9 mm Parabellum Action-1 não encamisada. Os pesos e as velocidades médias dos projéteis foram informados apenas por Karger et al. [11] de 7,5 grãos (g) (JTM) e 5,4 g (A-1) e 372m/s(JTM); 432 m/s(A-1). Karger et al. [11] encontraram números diversificados de respingos a cada disparo deflagrado, que variaram de 31 a 478. Os tamanhos dos respingos variaram de 0.5 a 3 mm e a dispersão das gotas de sangue sobre o alvo com distâncias máximas de cada gota em uma faixa que variou de 81 cm a 119 cm, com ângulos de 10^0 a -10^0 e de 10 a 100 metros por segundo (m/s) de velocidades iniciais.

Karger et al. [12] analisaram o número de micro respingos (manchas<0.5 mm) que foi de uma faixa de 53 a 1370 e número de macro respingos (manchas>0.5 mm) que variou de 31 a 478, com tamanhos em uma faixa de <0.5 a 10 mm, com dispersão geral no alvo de papel branco de 0 a 70 cm. No trabalho de Karger et al. [13] o número de respingos foi variado de 2 a 52 (arma); 1 a 12 (luvas); 1 a 24 (manga) com tamanhos de gotas que variaram de 1 a 10 mm. A quantidade de disparos foi de nove disparos nos três estudos.

Kislov et al. [15] utilizaram munição cartuchos 9 × 19 Parabellum. O peso e a velocidade da munição não foram informados. A quantidade total de disparos foi de 132. Não foram informados o número de respingos e os diâmetros,, A dispersão variou de 31,15mm² a 40mm² (valores médios) não foram informados o ângulo e velocidade. Radford et al. [18] utilizaram cartuchos American Eagle, JTM 9 × 19 mm; com peso de 115 g e munição de fuzil calibre .22 de ponta redonda com peso de 40 g. As velocidades dos projéteis e quantidade de disparos não foram comunicadas. Os pesquisadores encontraram quantidades totais variadas de respingos após cada disparo em uma quantidade que variou de 21 a 70 no macacão do atirador e mais de 200 no papel em uma sequência de 2 disparos, com diâmetros em uma faixa que variou de <0,5 a 7 mm, e sem informações do ângulo, dispersão e velocidade.

Kunz et al [16] usaram munição 9 mm de ponta redonda JTM, com peso de 8,0 g e com 22 disparos no total. A velocidade do projétil não foi declarada. Os autores definiram alguns parâmetros para analisar as quantidades e diâmetros dos respingos de sangue os números de respingos variaram entre mão e arma de fogo com

quantidades >50, 25 a 50, 10 a 25, <10 e nenhum, em relação aos diâmetros respingos maiores que 4 mm foram definidos como gotas de sangue, na faixa entre 1 e 4 mm como respingos e <1 mm de micro respingos. Dispersão, ângulo e velocidade não foram informados.

Comiskey et al. [8] informaram apenas o calibre da munição .22 e 44., velocidade, peso e quantidade de disparos não foram comunicados. Os pesquisadores estudaram os padrões em voo em relação ao número de respingos, diâmetros quadrados, ângulos médios e as velocidades das gotas de padrões ejetados para frente e para trás e constataram variações entre eles. Com quantidades de 100 a 375 (*forward*); 50 a 225 (*back*) e diâmetros 0,125mm² a 0,75 mm² (*forward*); 0,125 a 0,25mm² (*backspatter*) com ângulos médios $27 \pm 9^\circ$; $57 \pm 7^\circ$; $28 \pm 9^\circ$; $57 \pm 7^\circ$; 12° e $30 \pm 18^\circ$ com velocidade das gotas por experimento de 10 a 25m/s *forward* (7Aa1)2,5 a 15m/s *backspatter*(7Aa1); 25 a 50 m/s *forward* (7Ab1); 25 a 10m/s *backspatter* (7Ab1); 17,5 a 27,5m/s *forward*(7Cb3); 10 a 25m/s *forward* (7Db1); 10 a 45m/s *forward* (7Db2); 5 a 10m/s *backspatter* (7Db2) sem a informação da dispersão.

Bilichi et al. [14] utilizaram projétil Magnum .357 JTM, com velocidade de 342 metros por segundo m/s, e sem informação do peso do projétil. Os autores não especificaram qual padrão estava sendo estudado - se *back spatter* ou *forward spattter* ou ambos e não foram informados o número de respingos, com diâmetro de respingos de 0.001 a 0.0011 mm sem informação de dispersão, anglo de impacto e velocidade da gota..

Siu et al. [7] utilizaram munições JTM/0.45, JTM /9 mm, ponta oca encamisada e 0.357JHP/ ponta oca encamisada com velocidades médias de 425 m/s(.357); 350 m/s (9 mm); 250 m/s(.45) com pesos de 230 g(0.45);115 g (9 mm); 110 g (0.357) e sem informação da quantidade total de disparos. Os pesquisadores estudaram o padrão *forwad spatter* em alvos. O número total de respingos por calibre em eventos de três disparos seguidos foi de 37.617 (0.45); 40.721(9mm); 103.556 (0.357) com variação de diâmetros médios de 0,4 e 0,5 mm e diâmetros de 0,27 mm a 3 mm.

Rossi et al. [17] utilizaram munições .45 ACP Hollow Point com peso de 185 grãos e velocidade de 228,6 metros por segundo m/s e munição Hornady .45 Auto+P com peso de 230 grãos e velocidade de 289,6 m/s com o total de três disparos. Os números de respingos totais foram de 1978 (1 cadáver, Winchester,185 modificado); 2254 (esponja Winchester modificado; 3218 (esponja Hornady .45 230gr XTP com diâmetros de <0,5 a >4 mm com dispersão de maior concentração no centro do alvo

no disparo com o cadáver e maior concentração na parte inferior do alvo no experimento com as esponjas e ângulo e velocidade sem informação.

O comportamento do sangue é dependente do fenômeno de disparo de uma arma de fogo, que lança um projétil que irá se chocar com um receptáculo contendo sangue, e o líquido hemático se espalhará em um alvo final.

Os projéteis correspondem à principal força responsável pelo deslocamento do líquido hemático e sua projeção em um alvo. O impacto de um projétil de arma de fogo em um receptáculo contendo sangue transmite sua energia de impacto, e diferentes tamanhos de gotas serão dissipadas no ar. Quanto maior sua energia, maior será a quantidade de gotas que serão dissipadas[17].

Além disso, Siu et al. [7] verificaram que impactos tanto de instrumentos contundentes quanto de projéteis de armas de fogo produzem quantidades elevadas de gotas em alvos finais. Contudo, em relação aos tamanhos das manchas depositadas nos alvos, existe uma relação inversamente proporcional: quanto maior a energia dissipada menor serão os diâmetros das gotas nos alvos.[1]. Consequentemente, a forma de dispersão dos padrões será diferente. O ângulo de impacto e trajetória são variáveis que estão interligadas, sua constituição abrange a linha de trajetória da gota e o plano da superfície ao qual a gota impacta [22]. O ângulo de impacto é importante para estabelecer o chamado ponto de convergência para a estimativa da posição relativa do atirador em relação à posição da vítima.

A forma como os respingos se comportaram em voo e no alvo final é dependente de diferentes fatores (como temperatura do ambiente, temperatura do sangue, distâncias, receptáculos, etc). Contudo, o cerne deste trabalho persegue a hipótese da influência exercida pelo uso de armas e munições no espargimento dos respingos de sangue. Os estudos analisados não possuíam como objetivo verificar especificamente a influência das armas e munições, contudo, alguns autores apontaram questões e observações a serem consideradas sobre esta temática.

Rossi et al. [17] argumentam que as diferenças de velocidades dos projéteis entre as munições Winchester Silvertip 185 grãos .45 ACP Hollow Point modificada e a munição Hornady .45 Auto+P 230 grão XTP® com velocidades de 228,6 metros por segundo m/s e 289 m/s influenciaram no tamanho e na quantidade das manchas. Além disso, os autores relataram que provavelmente a mudança do calibre da munição ou da arma em outros experimentos podem alterar os respingos tanto em objetos inanimados (esponjas) como nos cadáveres utilizados.

Comiskey et al. [8] verificaram que nos três experimentos em que apareceram gotículas respingadas para frente e para trás (*forwarded* e *back spatter*), sempre houve mais gotículas respingadas para frente do que para trás. Os experimentos 7Aa1 e 7Ab1, diferiram apenas quanto ao calibre do projétil, o experimento 7Ab1, possuía o calibre maior, assim produziu mais gotículas tanto nos respingos para frente quanto para trás. O projétil de calibre .44 usado no experimento 7Ab1 resultou em uma velocidade média geral maior para gotículas respingadas para frente e para trás.

Siu et al. [7] observaram que o número absoluto de gotas de sangue nos padrões de disparos correlacionou-se com a velocidade do projétil. O projétil de maior velocidade de calibre 0.357 produziu duas vezes mais gotas do que o projétil de menor velocidade 0.45.

Algumas variações nas quantidades de respingos encontrados pelos autores [7],[8],[11],[17], foram associadas às munições, de forma mais específica às velocidades dos projéteis. As munições são chamadas de cartuchos, possuem forma geralmente cilíndrica, constituídas por material totalmente metálico, papelão ou plástico. Sua constituição básica envolve o estojo, espoleta e carga. Na parte inferior do cartucho encontra-se o chamado culote onde se localiza a espoleta que obtém o combustível para a queima da pólvora. Já na parte superior do cartucho é acoplado o projétil [5].

Basicamente, o mecanismo de disparo de uma arma de fogo funciona da seguinte maneira: o percussor da arma de fogo bate na espoleta, a espoleta inflama a pólvora, a queima da pólvora gera uma grande quantidade de gases e com isso, o projétil é impulsionado da arma de fogo [5]. Os projéteis geralmente são feitos de chumbo e têm a anatomia geral que engloba a ponta que pode ter vários formatos, corpo geralmente cilíndrico e base que será encaixado no cartucho e estará sujeita a ação dos gases durante a queima da pólvora. As pontas dos projéteis são variadas: ogival (ponta mais comum), ogival ponta plana, ponta oca (aumenta quando se choca em um alvo expansivo) entre outras [25].

As pontas podem ser totalmente encamisadas e feitas de cobre, níquel ou aço e podem ser abertas na base e fechadas na ponta (projéteis sólidos) ou fechadas na base e abertas na ponta (projéteis expansivos). Os projéteis sólidos são usados para defesa pessoal e militar; têm maior capacidade de penetração e alcance. Os projéteis expansivos também podem ser utilizados para o mesmo propósito, mas, ao atingir um alvo, podem aumentar o poder vulnerante [25].

O calibre das armas e projéteis pode ser expresso em centésimos de polegada tanto com duas casas decimais como 0.38, 0.45 com três casas .380, .357 ou em milímetros 7,65 mm ou ainda em Gauge - como exemplo da espingarda 12. Os projéteis podem ser classificados como de baixa energia - com velocidades que podem ir de 100 a 500 m/s, e alta energia com velocidades de 500 a 1.200 m/s na saída do cano [5]. Alguns autores [7],[8],[11],[17] observaram evidências de que a velocidade dos projéteis pode estar associada ao número de respingos de sangue tanto em voo quanto nos alvos, à carga de pólvora utilizada e também à anatomia geral do projétil e seu peso. O peso dos projéteis é aferido em grãos, medida utilizada para calcular a sua massa e também da quantidade de pólvora (1 grão equivale a 64,8 miligramas) [25].

O peso do projétil do calibre 0.357 foi o mais leve testado por Siu et al.[7]. O mesmo produziu mais respingos em relação ao do calibre 0.45, o projétil mais pesado. Já o peso da munição Hornady .45 Auto+P 230 grão, testada no estudo de Rossi et al. [17], foi o projétil mais pesado que produziu mais respingos. Mas vale destacar que a especificação +P significa que a munição possui uma carga extra de pólvora, a principal responsável pelo movimento do projétil. Os autores modificaram propositalmente a munição Winchester Silvertip 185 grãos .45 ACP Hollow Point, diminuindo sua quantidade de pólvora, para que os danos ao cadáver não fossem grandes.

Comeskey et al. [8] não especificaram os detalhes das munições, porém, observaram que o projétil de maior velocidade (0.357) produziu mais manchas do que o 0.45.

Outra constatação importante apontada por Karger et al. [11] é que a munição de jaqueta totalmente metálica causou um número superior de manchas de sangue do que a munição A-1, que é uma variação da munição totalmente metálica que se diferencia principalmente pelo seu design. As munições foram disparadas por uma pistola 9 mm sob condições experimentais equitativas. Pesos e velocidades médias (dos 10 disparos) não foram muito divergentes: 7,5 g (JTM) e 5,4 g (A-1) e 372 m/s(JTM); 432 m/s(A-1). As especificações das munições foram semelhantes; os autores atribuíram as diferenças constatadas pelo design dos projéteis como possíveis alterações no número de respingos. O projétil Action-1 tem ação deformante quando em contato com o tecido animal, e geralmente o projétil se deforma em forma

de cogumelo. A ponta expandida do projétil A-1, quando atinge o alvo pode dificultar a propulsão inversa de líquidos e pedaços de outros tecidos, segundo os autores.

Nos trabalhos de Siu et al. [7] e de Comiskey et al. [8], em que foram estudados os padrões *forward spatter* pode-se observar que as diferenças de velocidades dos projéteis influenciaram na quantidade de respingos tanto em voo quanto nos alvos. Já nas pesquisas envolvendo o padrão *back spatter*, as velocidades dos projéteis influenciaram na quantidade de respingos de sangue. Outrossim, foi observado por Karger et al. [11] que a morfologia geral do projétil também pode influenciar na quantidade de respingos, pelo menos, nos respingos *back spatter*.

A partir dos estudos analisados, entendemos que provavelmente o tipo de munição pode influenciar na quantidade de respingos produzidos em um impacto de projétil de arma de fogo tanto em padrões *back spatter* quanto *forward spatter*. Sobretudo, o constituinte da munição evidencia a quantidade de pólvora, que provavelmente influencia na velocidade dos projéteis. Pode-se sugerir que existe uma correlação entre a quantidade de respingos de sangue com a velocidade dos projéteis.

Sem embargo, estudar a forma de ação dos projéteis através da sua morfologia (ogival ponta plana, ponta oca) e aplicação (projétil de expansão, precisão) pode ser também importante, na busca de eventual associação entre a quantidade de respingos de sangue e a morfologia e aplicação dos projéteis.

5 Conclusão

O presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão sistemática de estudos que investigaram o espargimento sanguíneo produzido por armas de fogo. A baixa quantidade de artigos selecionados indica que existem poucos trabalhos na área ao longo dos anos, o que evidencia a necessidade de realizar mais estudos de espargimentos sanguíneos com disparos de projéteis de armas de fogo. Não foram encontrados trabalhos experimentais que respondessem especificamente ao nosso questionamento. Além disso, os dez estudos levantados demonstraram uma alta variabilidade nas variáveis dos experimentos, como, por exemplo, diferentes origens do sangue utilizado, diferentes receptáculos e alvos, o que prejudica uma comparação entre os experimentos e a generalização dos resultados. Considerando ainda o grande número de variáveis envolvidas, como aspectos relacionados às condições biológicas do sangue ou a quantidade de sangue utilizada e aspectos relacionados à

balística, observou-se que alguns autores negligenciam a descrição de aspectos importantes para o comportamento do sangue nos estudos, o que pode prejudicar as conclusões realizadas sobre os padrões de espargimento sanguíneo.

Pesquisas futuras devem levar em consideração que o sangue é um líquido de comportamento complexo de grande importância forense, pois é um dos vestígios mais recorrentes em cenas de crimes. Com os textos apurados pode-se elencar que vários fatores podem influenciar o líquido hemático tanto em voo quanto na sua fixação em um alvo final e devem ser descritos pormenorizadamente: a temperatura do ambiente, a temperatura do sangue e a quantidade utilizada e a influência do ar. Além dessas variáveis, os materiais utilizados como receptáculos (constituídos por esponjas, sacos de plástico, animais vivos, cadáveres), as distâncias do atirador em relação ao receptáculo e do receptáculo em relação ao alvo final, e a rugosidade deste, também podem influir no diâmetro das gotas, no número de respingos e devem ser descritos a fim de se possibilitar a replicação dos resultados.

Por fim, pode existir uma influência significativa entre as diferentes velocidades dos tipos de munições em relação à quantidade do número de respingos no alvo que deve ser estudada em pesquisas futuras, pois esses estudos podem auxiliar tanto peritos de balística forense quanto de hematologia forense reconstrutora a compreenderem melhor os fenômenos que estão interligados e assim, melhorar o trabalho de perícia para ajudar a justiça e a sociedade.

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.

6 Referências

- [1] James SH, Kish PE, Sutton TP. Principles of Bloodstain Pattern Analysis: Theory and Practice. Florida: CRC Press; 2005.
- [2] Bevel T, Gardner RM. Bloodstain Pattern Analysis with an Introduction to Crime Scene Reconstruction. 3ª ed. Florida: CRC Press; 2008.
- [3] Wonder AY. Bloodstain pattern evidence: objective approaches and case applications. San Diego: Elsevier; 2007.
- [4] 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.

- [5] Scaglia JAP. Lesões produzidas por arma de fogo e seus projéteis. In: Vanrell JP, Odontologia legal e antropologia forense. 3ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2019. p. 38-44.
- [6] Hulse-Smith L, Mehdizadeh N Z, Chandra S. Deducing drop size and impact velocity from circular bloodstains. J. Forensic Sci. 2005; 50(1), 54-63. DOI: <https://doi.org/10.1520/JFS2003224>.
- [7] 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.
- [8] Comiskey PM, Yarin AL, Attinger D. High-speed video analysis of forward and backward spattered blood droplets. Forensic Sci Int.2017;276:134-41.
- [9] Page MJ, Moher D, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. BMJ. 2021;372. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmj.n160>.
- [10] Santos C M D C, Pimenta C A D M, Nobre M R C. A estratégia PICO para a construção da pergunta de pesquisa e busca de evidências. Rev. Latino-Am. Enfermagem.2007; 15(3) 508-11.
- [11] Karger B, Nüsse R, Brinkmann B, Schroeder G, Wüstenbecker S. Backspatter from experimental close-range shots to the head: I. Macrobackspatter. Int J Legal Med,1996,109, 66-74. DOI: <https://doi.org/10.1007/bf01355519>.
- [12] Karger B, Nüsse R, Tröger H D, Brinkmann B. Backspatter from experimental close-range shots to the head: II. Microbackspatter and the morphology of bloodstains. Int J Legal Med,1997,110, 27-30. DOI: 10.1007/BF02441022. DOI: <https://doi.org/10.1007/bf02441022>.
- [13] Karger B, Nüsse R, Bajanowski T. Backspatter on the firearm and hand in experimental close-range gunshots to the head. Am J Forensic Med Pathol, 2002,23(3), 211-213. DOI: <https://doi.org/10.1097/00000433-200209000-00001>.
- [14] Billich R, Horáková P, Zeman J, Kubový P, Lopot F, Jelen K. Trajectory of Blood Drops in an Experimental Model with the Use of a Firearm. Indian J Med Forensic Med Toxicol, 2017 11(1):239-249. DOI: <http://dx.doi.org/10.5958/0973-9130.2017.00049.4>
- [15]. 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. Legal Medicine. 2022;57: 1-7.
- [16] Kunz S N, Brandtner H, Meyer H J. Characteristics of backspatter on the firearm and shooting hand—an experimental analysis of close-range gunshots. J Forensic Sci, 2015, 60(1), 166-170. DOI: <https://doi.org/10.1111/1556-4029.12572>.
- [17] Rossi C, Herold L D, Bevel T, McCauley L, Guadarrama S. Cranial backspatter pattern production utilizing human cadavers. J Forensic Sci, 2018,63(5), 1526-1532. DOI: <https://doi.org/10.1111/1556-4029.13713>.
- [18] Radford G E, Taylor M C, Kieser J A, Waddell J N, Walsh K A J, Schofield J C Chakravorty E. Simulating backspatter of blood from cranial gunshot wounds using pig

- models. *Int J Legal Med*, 2016,130, 985-994. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00414-015-1219-x>.
- [19] Kim S, Ma Y, Agrawal P, Attinger D. How important is it to consider target properties and hematocrit in bloodstain pattern analysis? *Forensic Sci Int*. 2016; 266: 178-184. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2016.05.015>.
- [20] 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.
- [21] Windberger U, Bartholovitsch A, Plasenzotti R, Korak K J, Heinze G. Whole blood viscosity, plasma viscosity and erythrocyte aggregation in nine mammalian species: reference values and comparison of data. *Exp. Physiol*. 2003; 88(3), 431-440. DOI: <https://doi.org/10.1113/eph8802496>.
- [22] Dias Filho CR, D`Ávila AVP. Aspectos fundamentais da análise morfológica de manchas de sangue. 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: Editora Millennium; 2022. p. 167-212.
- [23] Liscio E, Ledo B. Defining Patterns and Behaviors of Forward Spatter Gunshot Misting. *Forensic Sciences*. 2021;1(2):86-101.
- [24] Smith F R, Buntsma N C, Brutin D. Roughness influence on human blood drop spreading and splashing. *Langmuir* 2018; 34(3), 1143-1150.
DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.7b02718>.
- [25] Tribunal, De Justiça Do Estado Do Amazonas. Manual de armamento e manuseio seguro de armas de fogo. 2012. Disponível em: https://www.tjam.jus.br/phocadownloadpap/manuseio_seguro_arma_fogo-mar_2012.pdf.

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.

APÊNDICE A – METODOLOGIA

1. Materiais e Métodos

Esta revisão sistemática foi conduzida de acordo com as diretrizes Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)¹.

1.2 Pergunta-chave da Pesquisa

A pergunta principal da revisão será “Há um padrão do espargimento sanguíneo em decorrência da arma de fogo e da munição utilizada?”. A questão foi elaborada a partir da estratégia PICO², que identifica elementos fundamentais para a elaboração de uma pergunta de pesquisa e guia a busca bibliográfica. PICO é um acrônimo das palavras População/Problema, Intervenção, Controle/Comparação e Outcomes (resultados). Parte da ideia de se explicitar na pergunta a população ou o problema que será tratado; a intervenção de interesse com este problema ou população apresentada nos textos de busca; o controle ou a comparação que foi realizada em diferentes intervenções levantadas nos textos e os resultados esperados.

No Quadro 1 está apresentada a estratégia PICO utilizada para a condução da revisão sistemática.

Quadro 1 - Estratégia PICO utilizada para a condução da revisão sistemática	
P	Alvos com respingos de sangue oriundos de testes de disparos com armas de fogo
I	Disparo em receptáculo com sangue
C	Não aplicável
O	Variações nos padrões de espargimento sanguíneo

Fonte: Elaboração própria.

1.3 Busca bibliográfica

Conforme é possível observar no quadro 1, a população ou problema de interesse a ser verificado neste trabalho é a análise de respingos de sangue oriundos de testes com disparos com armas de fogo. A intervenção de interesse no caso será trabalhos que tratam de métodos que tenham utilizado disparos de armas de fogo

contra receptáculos com sangue. Ainda que existam diferenças entre os trabalhos com relação aos aparatos utilizados como receptáculo para o sangue ou nos tipos de armas e munições utilizadas, em todos a intervenção sempre será a mesma, ou seja, disparos em um receptáculo com sangue. Assim, neste trabalho não haverá comparações entre intervenções ou a utilização de um grupo controle para análises, com isso, não se aplica dados referentes à comparação/controle na estratégia PICO para serem descritos na pergunta. Por fim, como Outcomes ou resultados esperados, espera-se observar possíveis variações nos padrões de espargimento sanguíneo a depender das questões de método na condução das intervenções.

Para a condução deste estudo, foram selecionadas as seguintes bases de dados: Embase, o buscador de pesquisa do PubMed, Scopus e Web of Science. As publicações utilizadas para análise neste estudo foram até novembro de 2023 e foram atualizadas conforme a necessidade da pesquisa. Os termos de busca foram combinados utilizando os operadores booleanos "AND" e "OR". Os artigos relevantes foram selecionados com base em descritores em língua inglesa indexados no Medical Subject Headings (MeSH), bem como acrônimos relevantes não indexadas (conforme listado no Quadro 2).

Quadro 2 - Busca estratégica realizada nas principais bases de dados (Query Box)		
Base	N	Busca estratégica (Query Box)
PUBMED	N= 43	((("Forensic Ballistics"[Mesh] OR (Ballistic*, Forensic) OR (Ballistics) OR (Forensic Ballistic)) OR ("Firearms"[Mesh] OR (Shotguns) OR (Guns) OR (Rifles))) AND ("Blood Stains"[Mesh] OR (Blood Stain) OR (Stain*, Blood)))
EMBASE	N= 46	('ballistics'/exp OR 'ballistics' OR 'forensic ballistics' OR 'wound ballistics') OR ('firearm'/exp OR 'firearm' OR 'firearms') AND ('blood stain'/exp OR 'blood stain' OR 'blood staining' OR 'blood stains')
SCOPUS	N= 104	((forensic AND ballistics) OR (firearms)) AND (blood AND stain) AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Blood Stain") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Blood Stains") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Ballistics") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Bloodstain Pattern Analysis") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Firearm") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Forensic Ballistics") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Firearms") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Bloodstains") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Gunshot"))
WEB OF SCIENCE	N=29	((forensic AND ballistics) OR (firearms)) AND (blood AND stain)

Fonte. Elaboração pelos autores do estudo.

1.4 Critérios de elegibilidade

Após a triagem dos estudos identificados, foram aplicados os seguintes critérios de elegibilidade predefinidos:

- a) **Inclusão:** Foram incluídos estudos que avaliassem o padrão de espargimento sanguíneo em alvos (receptáculo ou alvo final), provocados por disparos de armas de fogo, publicados em língua inglesa.
- b) **Exclusão:** Foram excluídos estudos que não avaliassem o padrão de espargimento sanguíneo em alvos (receptáculo ou alvo final), provocados por disparos de armas de fogo, revisões de literatura, publicações em anais, comunicações curtas, cartas ao editor, bem como artigos que não estivessem disponíveis para leitura na íntegra, artigos em outro idioma que não a língua inglesa, artigos com ênfase apenas a

aspectos balísticos, artigos em que os objetivos não eram estudar os espargimentos sanguíneos em voo ou nos alvos.

Dois pesquisadores avaliaram, de forma independente, os títulos e respectivos resumos dos estudos levantados. Os artigos julgados relevantes com base no título e resumo tiveram seus textos completos lidos de forma independente, e foram avaliados conforme os critérios de seleção. Em caso de divergências nas avaliações, um acordo foi alcançado após discussão entre ambos os pesquisadores. Havia a previsão de um terceiro pesquisador com experiência no assunto realizar as avaliações em caso de discordância entre os dois pesquisadores, porém não houve tal necessidade tendo em vista consenso nos levantamentos dos textos.

Os mesmos dois investigadores revisaram independentemente todos os estudos e extraíram os dados usando uma tabela padronizada criada no Microsoft Excel. Os dados extraídos foram:

- a) Nome dos autores, ano da publicação e título do artigo e Local de realização do estudo;
- b) Tipos de armas utilizadas;
- c) Tipos de munições utilizadas;
- d) Origem do sangue utilizado;
- e) O suporte empregado como receptáculo do sangue;
- f) Distâncias entre o atirador e a fonte de sangue;
- g) Distâncias entre a fonte de sangue e o alvo;
- h) Número de respingos;
- i) Tamanho dos respingos;
- j) Dispersão dos respingos de sangue nos alvos;
- k) Temperatura do sangue;
- l) Tipo de sangue;
- m) Temperatura do local;
- n) Peso do projétil;
- o) Velocidade do projétil;
- p) Quantidade de disparos;
- q) Tipo de padrão;
- r) Anglo de impacto/ trajetória;
- s) Velocidade das gotas;
- t) Quantidade de sangue;

u) Tipo de anteparo.

As publicações encontradas nas bases de dados eletrônicas foram incluídas no programa Rayyan (<https://www.rayyan.ai/>), uma plataforma de gerenciamento de publicações que auxilia em pesquisas do tipo revisão sistemática e metanálise. As informações inseridas na plataforma foram compartilhadas por ambos os pesquisadores que fizeram a triagem dos estudos, que a utilizaram para excluir todas as publicações que não atendiam aos critérios de elegibilidade e identificá-las por meio de etiquetas de identificação.

REFERÊNCIAS

1. Page MJ, Moher D, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021; 372(160): 1-36.
2. Santos CMD, Pimenta CADM, Nobre MRC. A estratégia PICO para a construção da pergunta de pesquisa e busca de evidências. *RLAE*. 2007; 15(3): 508-11.

Não autorizo a publicação deste trabalho pelo prazo de até 2 anos após a data de defesa

(Direitos de publicação reservado ao autor)

Araraquara, 27 de março de 2024.

Paulo Aurélio Roncato