

## DETERMINAÇÃO DO ÂNGULO DE IMPACTO DE ESPARGIMENTOS DE SANGUE: UMA ABORDAGEM FORENSE EM SITUAÇÕES PERICIAIS

**AUGUSTO CARDOZO ARGONDIZZO<sup>1</sup>; MARCELO DE ÁVILA LEÃO<sup>2</sup>; ISABELLE FERNANDES DOS PASSOS<sup>3</sup>; BRUNA ORLANDO CORRÊA<sup>4</sup>; CARLA DE ANDRADE HARTWIG<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Pelotas – argondizzzo@gmail.com*

<sup>2</sup>*Universidade Federal de Pelotas – marcelodeavilaleao@hotmail.com*

<sup>3</sup>*Universidade Federal de Pelotas – isabellefpassos@gmail.com*

<sup>4</sup>*Universidade Federal de Pelotas – bruna.orlandoc@hotmail.com*

<sup>5</sup>*Universidade Federal de Pelotas – carlahartwig@yahoo.com.br*

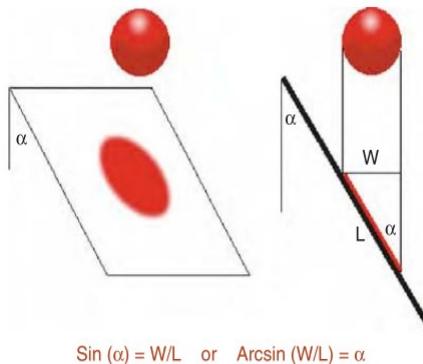
### 1. INTRODUÇÃO

Cerca de 7 a 8% do peso corpóreo de um adulto é composto pelo sangue, e esta mistura coloidal formada por células e plasma desempenha, entre outras funções, o transporte de oxigênio dos alvéolos às células e a retirada de resíduos metabólicos formados pelas reações químicas celulares (KARA, 2011; PASSAGLI, 2019). Em locais de morte violenta o sangue constitui uma das principais evidências encontradas, sendo citado por Passagli (2019) como o componente mais rico em informações para este tipo de investigação.

Neste contexto, dentro das Ciências Forenses, define-se a Hematologia Forense como a área da ciência que busca estudar as manchas de sangue provenientes de cenas de crime. Esta subdivide-se em Hematologia Forense Identificadora e Hematologia Forense Reconstitutora, de acordo com o objetivo das análises conduzidas (JAMES; KISH; SUTTON, 2005).

Enquanto a Hematologia Forense Identificadora dedica-se à realização de testes de identificação hemática, tipo sanguíneo, e orientação de exames periciais posteriores, a Hematologia Forense Reconstitutora visa reconstituir a dinâmica de um crime através da análise do formato, tamanho e distribuição de manchas de sangue (JAMES; KISH; SUTTON 2005). Assim, uma das informações que pode ser extraída da análise de manchas de sangue, em um contexto de Hematologia Forense Reconstitutora, é o ângulo de impacto da gota de sangue com a superfície, que é descrito matematicamente como a função inversa do seno da razão entre as medidas de comprimento e largura da gota (JAMES; KISH; SUTTON 2005), conforme exemplificado na Figura 1. Este fator é importante, considerando o conhecimento de que, quando a gota cai de um ângulo de 90º em uma superfície, de forma passiva e sob a ação da gravidade, ela adquire um formato circular. Entretanto, à medida que este ângulo vai se alterando, a gota tende a adquirir um formato elíptico. Nesse contexto, a determinação do ângulo de impacto é uma etapa essencial na determinação da área de origem, permitindo estimar a posição de onde o sangue foi projetado (BEVEL; GARDNER, 2008).

Ademais, os estudos em Hematologia Forense devem também considerar as características da superfície sobre a qual o sangue é gotejado, as quais podem influenciar no formato das manchas e, consequentemente, em seu estudo. No caso de uma superfície rugosa, as manchas originadas podem adquirir formato de bordas em espinhos, assim como também é descrita a ocorrência do fenômeno de absorção em superfícies têxteis, ou com temperatura mais elevada (FINEZ; CHIARATO, 2019).



$$\sin(\alpha) = W/L \quad \text{or} \quad \arcsin(W/L) = \alpha$$

Figura 1: Relação do ângulo de impacto com as medidas referentes à largura e comprimento da gota.

Fonte: Adaptado de James; Kish; Sutton, 2005

Assim, tendo em vista as diferentes superfícies em que o perito pode encontrar sangue depositado em uma cena de crime, este trabalho teve como objetivo a realização de experimentos visando averiguar a exatidão e precisão do cálculo do ângulo de impacto de gotas de sangue em quatro superfícies diferentes. Os gotejamentos foram realizados em ângulos variados, a partir de uma mesma altura.

## 2. METODOLOGIA

Os experimentos foram conduzidos utilizando sangue ovino desfibrinado, o qual foi gotejado em quatro superfícies: tecido de algodão, madeira tipo MDF (*Medium Density Flipboard*), madeira rugosa e cerâmica. Os espargimentos de sangue foram criados de forma controlada para que o seu ângulo de impacto fosse conhecido. Neste sentido, as superfícies foram posicionadas em angulação variável e mensurável em relação à horizontal, sendo o gotejamento conduzido com a utilização de um conta-gotas, que permaneceu orientado na posição vertical. A altura dos gotejamentos foi fixada em 100 cm, enquanto os ângulos foram variados, e, para suas medições foi utilizada trena (3m) e transferidor de 180 graus, respectivamente. Para os materiais foram avaliados os ângulos de 30, 45, 70 e 90º. Especialmente no caso do tecido de algodão, para possibilitar a condução do experimento, fixou-se o tecido à um bastidor e, após gotejamento, deixou-se em posição vertical para secagem. O comprimento e a largura das gotas foram medidos com régua milimetrada e utilizados para calcular o ângulo de impacto segundo a fórmula abaixo, descrita por JAMES; KISH; SUTTON (2005), onde W representa a largura da mancha de sangue, e L representa o seu comprimento. Todos os experimentos foram realizados em quadruplicata.

$$\arcsin(\alpha) = \left( \frac{W}{L} \right)$$

Também foi aferida a massa de 20 gotas de sangue dispensadas pelo conta-gotas utilizado nos experimentos, com o objetivo de verificar possíveis variações que pudessem interferir nos resultados obtidos. As gotas de sangue foram pesadas individualmente em uma balança analítica (Bioscale, modelo FA-2204B-

BI), sendo gotejadas sobre a superfície de um vidro relógio e tendo anotados as respectivas massas.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontram-se apresentados os resultados obtidos com a condução dos experimentos para a altura de 100 cm. No geral, os resultados obtidos a partir da aplicação da fórmula matemática demonstram pouca exatidão em comparação com os ângulos reais, exceto em casos pontuais, como os obtidos para cerâmica nos ângulos de 70 e 90º, e para o tecido de algodão e a madeira tipo MDF no ângulo de 30º. A dificuldade em determinar o comprimento e a largura das gotas em ângulo agudos é um dos fatores que contribui para a baixa exatidão dos valores calculados. Outra possível explicação, é o uso da régua milimetrada para aferir o comprimento e a largura das gotas, o que limita a exatidão da medida a uma casa decimal.

Tabela 1: Medidas experimentais e cálculos de ângulo de projeção para gotejamentos em diferentes superfícies (n=4).

Ângulo conhecido	Menor ângulo calculado	Maior ângulo calculado	Ângulos calculados (média ± desvio padrão)
Tecido de algodão			
30	30	36,9	32,4 ± 3,5
45	36,9	43,6	39,1 ± 3,1
70	54,9	90	71,5 ± 18,0
90	66,4	90	78,2 ± 13,6
Madeira - MDF			
30	24,9	30	27,3 ± 2,2
45	24,9	41,8	37,6 ± 8,4
70	43,2	90	63,0 ± 19,9
90	57,4	90	76,6 ± 16,2
Madeira rugosa			
30	48,6	53,1	53,2 ± 3,8
45	59	90	69,1 ± 14,4
70	39,1	69,6	51,2 ± 13,1
90	43,4	90	61,1 ± 21,6
Cerâmica			
30	60	64,6	62,2 ± 2,5
45	57	64,1	60,425 ± 2,9
70	67,8	69,9	69,0 ± 0,9
90	89,9	90	90 ± 0,1

O tipo de superfície também irá interferir na deposição da gota. Percebe-se que a madeira rugosa apresenta os piores resultados, tanto para precisão quanto para exatidão, fato atribuído à irregularidade do material e consequente irregularidade da gota de sangue depositada. Em contrapartida, a cerâmica obteve os resultados mais precisos devido a facilidade em determinar o comprimento e a largura da gota. Ao avaliar a precisão em relação aos ângulos a serem determinados, as avaliações dos ângulos de 70 e 90º demonstraram ter a pior precisão, excetuando-se quando avaliado na cerâmica.

Por último, a massa média obtida para as gotas de sangue dispensadas a partir do conta-gotas foi de 0,0662 g. Estes valores apresentam uma pequena variação (0,0594 a 0,0781 g), de modo que este não deve ser um fator de interferência nos resultados dos experimentos.

#### 4. CONCLUSÕES

Os dados apresentados, obtidos a partir de situações experimentais em condições controladas, permitiram observar as dificuldades relacionadas à determinação do ângulo de impacto de gotas de sangue em superfícies variadas, com exatidão e precisão satisfatória, mesmo utilizando fórmula matemática específica. De forma geral, para a maioria das superfícies, verificou-se resultados menos precisos nos experimentos conduzidos em ângulos maiores.

Outro fator relevante observado foi a interferência da superfície para a reprodutibilidade dos cálculos, sendo que quanto mais irregular esta for, mais difícil será a determinação do ângulo de impacto, com consequências diretas nos valores de exatidão e precisão. Assim, em situações periciais não controladas, acredita-se que a determinação dos ângulos de impacto das gotas de sangue possa ser ainda mais dificultada, devendo portanto, ser considerada em um contexto junto às demais evidências.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEVEL, T., GARDNER, R. M. **Bloodstain Pattern Analysis With an Introduction to Crime Scene Reconstruction** 3er ed. Boca Raton: CRC Press, 2008.

FINEZ, M. A., CHIARATO, C. G. Análise dos padrões de manchas de sangue: a física e a biologia nas cenas de crimes. **Revista Científica da Faculdade Grân Tietê**, São Paulo, p. 82-89, 2019.

JAMES, S. H., KISH, P. E., SUTTON, T. P. **Principles of bloodstain pattern analysis: theory and practice**. Florida: CRC Press, 2005.

KARA, R. **Blood: physiology and circulation**. New York: Britannica Educational Publishing, 2011.

PASSAGLI, M. Vestígios e evidências biológicas de interesse Forense na investigação da cena do crime, In: STUMVOLL, V. P. **Criminalística**. Campinas: Millenium, 2019. Cap. 5, p. 81-151.