

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIES NA DETERMINAÇÃO DO ÂNGULO DE PROJEÇÃO DE MANCHAS DE SANGUE

LUÃ TIMM SAN MARTIN¹; AMANDA BATISTA AGUIAR²; MELLISE DOS SANTOS FERREIRA³; BRUNA ORLANDO CORRÊA⁴; DIOGO LA ROSA NOVO⁵; CARLA DE ANDRADE HARTWIG⁶

¹Grupo de Pesquisa em Química Analítica e Forense, UFPel – luatimm.quim@gmail.com

²Grupo de Pesquisa em Química Analítica e Forense, UFPel – b.amandaaguiar@gmail.com

³Grupo de Pesquisa em Química Analítica e Forense, UFPel – melliseferreira@gmail.com

⁴Grupo de Pesquisa em Química Analítica e Forense, UFPel – bruna.orlandoc@hotmail.com

⁵Grupo de Pesquisa em Química Analítica e Forense, UFPel – diogo.la.rosa@hotmail.com

⁶Grupo de Pesquisa em Química Analítica e Forense, UFPel – carlahartwig@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

A Hematologia Forense é uma área que busca compreender o sangue e suas propriedades, possuindo caráter multidisciplinar, pois engloba conhecimentos de biologia, matemática, física e química para alcançar seus objetivos (Dias Filho; D'Ávila, 2021). Na perícia forense, investigam-se os vestígios, definidos por Dias Filho e D'Ávila (2021, p. 2) como “todo e qualquer sinal, marca, objeto, situação fática ou ente concreto sensível, potencialmente relacionado a uma pessoa ou a um evento de relevância penal”. Entre eles, o sangue é o mais comum, podendo ser estudado tanto pela Hematologia Forense Identificadora quanto pela Reconstitutora. A primeira busca determinar a presença e a origem do sangue; e a segunda, a compreender o processo ocorrido na cena do crime a partir dos vestígios sanguíneos.

Após estabelecer esses conceitos, é importante destacar a carência de referências e pesquisas relacionadas a essa área, o que dificulta o avanço do conhecimento e a formação de novos pesquisadores. Nesse sentido, Andrade *et al.* (2005) já apontava a ausência de certas áreas relevantes da química no Brasil, evidenciando lacunas no desenvolvimento científico nacional. Tal observação pode ser associada à Hematologia Forense, que ainda carece de referências consolidadas, especialmente no contexto acadêmico brasileiro, quando comparado ao cenário internacional. Conforme salientam Finez e Chiarato (2019, p. 83), “o estudo de padrões de manchas de sangue existe há mais de 100 anos. No Brasil, este estudo é pouco evidenciado quando comparado a países como Estados Unidos, Canadá e França”. Especialmente em relação à temperatura, Brady *et al* (2002) já mencionava à época de sua publicação, a necessidade de estudos que contemplassem as possíveis alterações das características do sangue ao tocar em superfícies aquecidas.

Assim, este estudo teve como objetivo fomentar mais referências para futuras pesquisas, ressaltando a necessidade de desenvolvimento em campos pouco explorados. Para tanto, foi analisado o perfil de manchas de sangue gotejadas sobre materiais variados, em temperatura ambiente e sob aquecimento, buscando compreender a influência da temperatura na determinação do ângulo de projeção, por meio de cálculos matemáticos. Para isso, observaram-se os padrões das manchas, o tempo de secagem e a possível alteração causada pela exposição ao calor. Os valores dos ângulos de projeção obtidos matematicamente foram correlacionados com os resultados experimentais.

2. METODOLOGIA

Os experimentos foram conduzidos utilizando sangue ovino desfibrinado, o qual foi gotejado em três diferentes superfícies: Piso de Porcelanato, Tecido de algodão e Isopor. Os espargimentos de sangue foram criados de forma controlada para que seu ângulo de impacto fosse conhecido. Neste sentido, as superfícies foram posicionadas em uma única angulação, sendo o gotejamento conduzido com a utilização de uma pipeta, que permaneceu orientada verticalmente. A altura dos gotejamentos foi fixada em 30 cm, medidos com trena, e o ângulo selecionado foi 90°. Os gotejamentos foram conduzidos com as superfícies em temperatura ambiente e sob aquecimento, estando estas posicionadas sobre uma chapa de aquecimento ajustada em temperatura de 50 °C. As medições foram realizadas após secagem completa, a qual, no caso das superfícies aquecidas, foi verificada em poucos segundos, dado o calor proporcionado pela chapa de aquecimento. O comprimento e a largura das gotas formadas foram medidos (mm) com paquímetro digital (MTX 316119, Romênia) e utilizados no cálculo do ângulo de impacto segundo a fórmula abaixo (Equação 1), descrita por James, Kish e Sutton (2005), onde W representa a largura da mancha de sangue, e L, representa o seu comprimento. Para cada ângulo, foi realizada repetição de 10 gotas. A pipeta, para cada gotejamento, era esvaziada e preenchida com o sangue por completo e, então, as primeiras gotas eram descartadas, sendo utilizada para análise uma gota na altura média. As características visuais de absorção e espalhabilidade em cada superfície foram também observadas.

$$\arcsin(\alpha) = \left(\frac{W}{L} \right) \quad (\text{Equação 1})$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, apresentam-se os resultados obtidos para as diferentes superfícies sob temperatura ambiente ou expostas a aquecimento de 50 °C, com o objetivo de compreender as alterações no comportamento do sangue diante dessa condição. Observou-se que o aquecimento avaliado não promoveu grande expansão das manchas quando comparado às medidas realizadas após a secagem natural, sob temperatura ambiente. O efeito mais evidente foi a drástica redução no tempo de secagem, uma vez que, sob aquecimento, as manchas apresentaram propriedades e dimensões bastante semelhantes às obtidas em amostras deixadas para secar ao ar. Assim, os valores identificados como “AMBIENTE” correspondem às manchas analisadas após secagem completa sem aquecimento, enquanto os valores identificados como “AQUECIDAS” se referem às manchas submetidas ao aquecimento, cujos resultados mostraram proximidade em função das características físicas observadas.

No que se refere à influência da superfície na análise das manchas, observou-se diferenças significativas entre os materiais utilizados. O porcelanato apresentou maior facilidade para mensuração dos vestígios, já no tecido de algodão a análise mostrou-se mais complexa por ser um material flexível e suscetível a dobras, sendo necessário tensionar o tecido para reduzir irregularidades superficiais. Essa característica introduz variabilidade na

mensuração, uma vez que pequenas deformações no estiramento podem alterar o formato ou a disposição das manchas. O isopor, por sua vez, apresentou limitações distintas. Apesar de sua superfície rígida, sua porosidade gerou leve deformação nas medidas obtidas, comprometendo a definição de estruturas circulares, como as gotas satélites, que tendem a se formar de maneira menos regular. Nesse caso, as medidas se mostraram viáveis, porém com menor fidelidade geométrica quando comparadas aos outros substratos.

Tabela 1 - Medidas experimentais e cálculos de ângulo de projeção para gotejamento em diferentes superfícies (n=10)

ângulo real	menor ângulo	maior ângulo	média ± desvio	concordância	ângulo real	menor ângulo	maior ângulo	média ± desvio	concordância
Piso de Porcelanato (AMBIENTE)					Piso de Porcelanato (AQUECIDAS)				
90°	70,43°	79,59°	74,17° ± 2,66	82,42%	90°	68,28°	84,35°	77,96° ± 5,54	86,63%
Tecido de algodão (AMBIENTE)					Tecido de algodão (AQUECIDAS)				
90°	44,58°	78,01°	64,27° ± 10,8	71,41%	90°	47,44°	77,41°	63,22° ± 10,1	70,24%
Isopor (AMBIENTE)					Isopor (AQUECIDAS)				
90°	47,61°	82,92°	64,29° ± 11,1	71,43%	90°	54,66°	85,20°	73,97° ± 8,66	82,19%

De acordo com os resultados, nota-se que o porcelanato apresentou ligeira melhora na concordância dos ângulos calculados sob 50 °C em comparação à temperatura ambiente, possivelmente em decorrência da característica lisa da superfície. Já no tecido de algodão, ao contrário, verificou-se piora nos valores de concordância, atribuída à natureza têxtil do material e à rápida absorção do sangue. Para o isopor, apesar da maior concordância com o ângulo real obtida sob 50 °C, deve-se considerar a imprecisão das medidas dada a irregularidade do material, comprometendo os resultados. Tais variações reforçam a influência das características físicas das superfícies na formação e medição das manchas de sangue.



Figura A)



Figura B)



Figura C)

Figura 1. Manchas de sangue imediatas, projetadas a 90° a partir de 30 cm de altura, sobre as superfícies de Piso de porcelanato (A), Tecido de algodão (B) e Isopor (C), permitindo observar diferentes perfis de morfologia do vestígio.

4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos demonstram que o aquecimento das manchas de sangue a 50 °C não promoveu alterações significativas na precisão das medidas de ângulo de projeção em comparação à temperatura ambiente. Embora a elevação da temperatura tenha acelerado consideravelmente o processo de secagem, as dimensões das manchas permaneceram semelhantes às observadas em condições de secagem natural. Dessa forma, conclui-se que a temperatura, nesse nível, não interfere diretamente na mensuração dos vestígios, mas pode representar um fator de confusão para o perito ao estimar o tempo de deposição do sangue na cena do crime, caso não sejam realizados testes complementares.

Adicionalmente, verificou-se que as características físicas de cada substrato influenciam de maneira distinta a análise. O porcelanato, por sua superfície plana e rígida, mostrou-se mais favorável à obtenção de medidas estáveis, enquanto o tecido de algodão exigiu maior cuidado metodológico devido à necessidade de tensionamento para reduzir irregularidades. O isopor, por sua porosidade, apresentou deformações nas manchas que dificultaram a definição de estruturas circulares.

Esses achados reforçam a relevância de estudos aplicados à Hematologia Forense Reconstitutora, área ainda pouco explorada no Brasil, especialmente no meio acadêmico. Pesquisas como esta contribuem para ampliar o entendimento das variáveis que podem interferir na análise de vestígios sanguíneos, ao mesmo tempo em que evidenciam a necessidade de aprofundar investigações para consolidar metodologias mais robustas e ampliar o corpo de referências disponíveis na área.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, J. B. et al. **Contribuição à organização da pesquisa em Química e os desafios da interação com outras áreas do conhecimento.** *Química Nova*, Campinas, v. 28, supl., dez. 2005.

BRADY, T. et al. **Extreme Temperature Effects on Bloodstain Pattern Analysis.** I.A.B.P.A. Newsletter, 2002.

DIAS FILHO, C. R, D'ÁVILA, A. V. P. **Hematologia Forense - da Identificação à Análise de Manchas de Sangue.** Campinas: Millennium, 2021.

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, H.S KISH P. E, SUTTON, T. P, **Principles of Bloodstain Pattern Analysis Theory and Practice.** Florida: CRC Press, 2005.