

INFLUÊNCIA DO PERFIL DE ABSORÇÃO DE SUPERFÍCIES TÊXTEIS NA DETERMINAÇÃO DO ÂNGULO DE PROJEÇÃO DE MANCHAS DE SANGUE

LUÃ TIMM SAN MARTIN¹; GABRIELE OLIVEIRA LASSANCE²; CATARINA FERREIRA SANTOS MORAES³; BRUNA ORLANDO CORRÊA⁴; DIOGO LA ROSA NOVO⁵; CARLA DE ANDRADE HARTWIG⁶

¹Universidade Federal de Pelotas – luatimm.quim@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – gabrielelassance@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – cj.ta@hotmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – bruna.orlandoc@hotmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas – diogo.la.rosa@hotmail.com

⁶Universidade Federal de Pelotas – carlahartwig@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

O sangue é um dos principais e mais importantes tipos de evidências físicas encontradas em uma cena de crime e morte, associada a investigação forense (James; Kish; Sutton, 2005). Sob a denominação de Hematologia Forense, os estudos envolvendo sangue se dividem de acordo com o seu objetivo em: Identificadora, quando se identifica a presença de sangue e sua origem; e Reconstutora, quando se busca definir a dinâmica do evento através dos vestígios de sangue na cena de crime (Dias Filho; D'Ávila, 2021).

Assim, no contexto da Hematologia Forense Reconstutora, é fundamental o estudo dos padrões das manchas de sangue (Dias Filho; D'Ávila, 2021) como um estudo multidisciplinar, abrangendo campos como Biologia, Física e Matemática, em conjunto de uma análise detalhada das roupas, armas e outros objetos possivelmente ligados à esta evidência física. Desta forma, busca-se reconstruir a cena para possivelmente responder questionamentos como: Onde, Como e Que evento ocorreu ou não na cena, tendo por base os padrões de manchas de sangue (James; Kish; Sutton, 2005)

Entretanto, por mais importante que seja o estudo e pesquisa na área da Hematologia Forense Reconstutora, segundo Dias Filho e D'Ávila (2021) “No Brasil, poucos cursos de formação para carreiras periciais, mesmo aqueles específicos para Perito Criminal, abordam o tema com propriedade. São poucos os especialistas e, portanto, também são escassos os questionamentos acerca do tema quando utilizado em análises periciais”. Isto se deve, em partes, ao extenso número de variáveis e interferências associadas a este tema, o que eleva a complexidade dos estudos relacionados. Como exemplo, pode ser mencionado as características da superfície sobre a qual o sangue é gotejado, as quais podem influenciar no formato das manchas e, conseqüentemente, em seu estudo. Especialmente no caso de superfícies têxteis, tem-se descrita a ocorrência do fenômeno de absorção, o qual pode gerar perfis de manchas diferenciados e que dificultam a determinação do ângulo de projeção, utilizando cálculos matemáticos (Finez; Chiarato, 2019).

Assim, o estudo tem como objetivo analisar o perfil de manchas de sangue gotejadas em diferentes angulações sobre tipos de tecidos variados, buscando conhecer a influência das superfícies têxteis na determinação do ângulo de projeção utilizando cálculos matemáticos. Para isso, foram observados e comparados os padrões das manchas, o tempo de secagem, e a capacidade de absorção dos tecidos em contato com o sangue, e correlacionados os valores de ângulos de projeção obtidos matematicamente com a construção experimental.

2. METODOLOGIA

Os experimentos foram conduzidos utilizando sangue ovino desfibrinado, o qual foi gotejado em três diferentes tecidos: cetim, TNT (tecido não tecido) e *jeans*. Os espargimentos de sangue foram criados de forma controlada para que seu ângulo de impacto fosse conhecido. Neste sentido, as superfícies foram posicionadas em angulações variadas e mensuráveis em relação à horizontal, sendo o gotejamento conduzido com a utilização de uma pipeta, que permaneceu orientada verticalmente. A altura dos gotejamentos foi fixada em 30 cm, enquanto os ângulos foram variados e, para suas medições, foi utilizado uma trena e um transferidor de 180 graus. Foram avaliados os ângulos de 20°, 50°, 70° e 90°, sendo os tecidos, posicionados em uma moldura de madeira com pés ajustáveis e pregos para sua fixação, promovendo a tensão adequada e ausência de contato com outras superfícies. As medições foram imediatas ao gotejamento e após secagem completa, em seus respectivos ângulos. O comprimento e 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 uma amostragem 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 tecido foram também observadas.

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

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, encontram-se apresentados os resultados obtidos com a condução dos experimentos, com o objetivo de verificar o espalhamento e a absorção de manchas de sangue nos tecidos variados e sua interferência na visibilidade e na estimativa do ângulo de impacto por meio de cálculo matemático. Conforme descrito na metodologia, foram analisados três tipos de tecidos diferentes (cetim, TNT e *jeans*) em quatro ângulos distintos, utilizando uma metodologia simples e econômica, com pipetas, equipamentos de medição e um suporte para garantir a replicabilidade do teste.

Considerando que foram utilizados tecidos com composições e tipos de fibras diferentes, como era esperado, foram observadas diferenças nos parâmetros de absorção e espalhabilidade, os quais acarretaram em variações nas medidas das estimativas de ângulo de projeção. O cetim, com perfil de absorção e espalhabilidade mais diferencial em relação aos demais, absorveu rapidamente, com maior visibilidade no comprimento da mancha, porém a delimitação das gotas se tornou mais difícil em ângulos maiores, como 70° e 90°. O TNT, com baixa absorção e espalhabilidade, facilitou a visualização do impacto,

no entanto a presença de gotas satélite dificultou a medição, especialmente em ângulos maiores. No *jeans*, a absorção foi lenta e observou-se maior formação de gotas satélite, principalmente nos ângulos maiores. Ainda, em ângulos baixos, o rápido escoamento trouxe complexidade à medição. A Figura 1, apresenta exemplos de manchas de sangue projetadas nos três tipos de tecido.

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	concor dância	ângulo real	menor ângulo	maior ângulo	média ± desvio	concor dância
CETIM (IMEDIATAS)					CETIM (SECAS)				
20°	11,41°	13,38°	12,33° ± 0,64	61,65%	20°	10,44°	13,97°	10,69° ± 1,09	53,45%
50°	31,44°	38,63°	33,76° ± 2,43	67,52%	50°	25,40°	35,00°	30,23° ± 2,98	60,46%
70°	56,00°	84,92°	73,33° ± 9,22	104,76%	70°	34,38°	47,30°	42,02° ± 4,63	60,03%
90°	71,39°	62,70°	77,80° ± 5,26	86,44%	90°	71,39°	82,92°	79,70° ± 3,25	88,56%
TNT (IMEDIATAS)					TNT (SECAS)				
20°	13,01°	16,83°	14,67° ± 1,31	73,35%	20°	12,94°	19,35°	16,15° ± 1,63	80,75%
50°	23,06°	49,36°	32,26° ± 7,19	64,52%	50°	26,70°	64,35°	37,16° ± 11,01	74,32%
70°	47,27°	57,08°	52,33° ± 3,45	74,76%	70°	26,70°	79,09°	62,22° ± 8,13	88,89%
90°	49,41°	81,86°	66,52° ± 9,03	73,90%	90°	62,70°	80,99°	69,54° ± 7,17	77,27%
JEANS (IMEDIATAS)					JEANS (SECAS)				
20°	10,13°	32,18°	18,30° ± 5,76	91,5%	20°	13,19°	38,08°	21,53° ± 7,19	107,65%
50°	30,04°	60,64°	47,74° ± 8,24	95,48%	50°	34,00°	63,13°	50,17° ± 8,44	100,34%
70°	54,87°	72,89°	65,76° ± 5,32	93,94%	70°	41,99°	76,69°	63,67° ± 9,28	90,96%
90°	56,44°	81,47°	68,30° ± 8,51	75,89%	90°	54,15°	82,09°	69,61° ± 8,90	77,34%

Com relação à estimativa de ângulo de projeção a partir do cálculo matemático, pode-se observar que, de forma geral, para cetim foram obtidas melhores concordâncias com o valor real quando analisados os ângulos maiores. Em oposição, para o *jeans*, as melhores concordâncias foram observadas para os menores ângulos. O TNT, por sua vez, apresentou os menores valores de concordância em relação ao ângulo real, de forma generalizada. Ainda, quando comparados os valores referentes às medidas feitas de modo imediato e em manchas secas, observou-se que as medidas após secagem mostraram, em geral, resultados melhores quanto à estimativa de ângulo, para os tecidos TNT e *jeans*. No entanto, para cetim, percebeu-se uma discreta redução da concordância entre ângulo real e calculado após a secagem. Estes comportamentos podem ser atribuídos às características dos tecidos, as quais influenciam no perfil das manchas de sangue formadas.

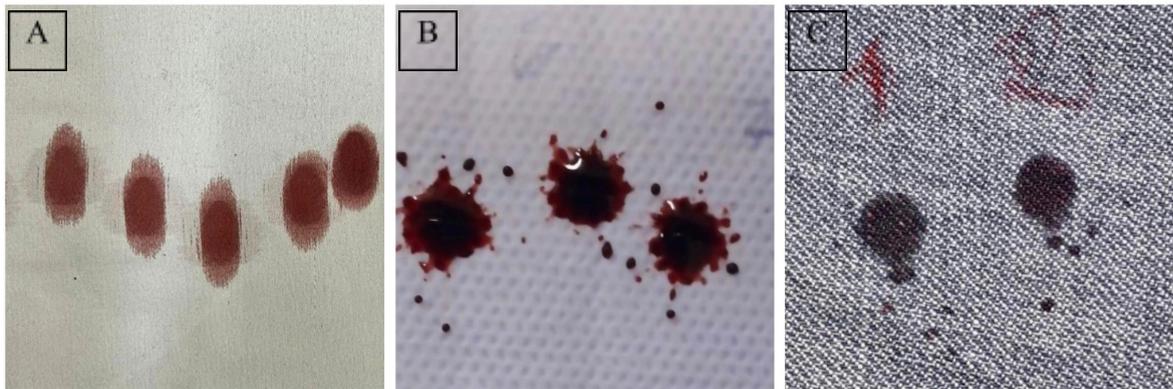


Figura 1. Manchas de sangue imediatas, projetadas sobre as superfícies de cetim, 50° (A), TNT, 90° (B) e jeans, 70° (C), permitindo observar diferentes perfis de absorção e espalhabilidade.

4. CONCLUSÕES

Conclui-se que a absorção e a espalhabilidade de líquidos em tecidos variam significativamente de acordo com a composição e a tecelagem de cada material. O estudo demonstrou que cetim, TNT e *jeans* apresentam comportamentos distintos frente à absorção de sangue, o que impacta diretamente na precisão da medição do ponto de impacto, especialmente em diferentes ângulos. O cetim, com sua rápida absorção, apresentou maior dificuldade de delimitação em ângulos elevados, enquanto o TNT, com baixa absorção, facilitou a visualização do impacto, porém a presença de gotas satélites exigiu maior cuidado. O *jeans*, por sua vez, teve uma absorção mais lenta, com espalhamento significativo do sangue ao redor do impacto. De maneira geral, os resultados deste estudo, ainda preliminar, indicam que a interação entre o ângulo de impacto e o tipo de tecido deve ser considerada em estudos de Hematologia Forense Reconstructora.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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 Grã 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.