

Determinação de Ângulos de Impacto de Manchas de Sangue: Comparação entre Resultados Obtidos por Meio de Processamento Digital de Imagens e por Meio do Método Tradicional

Victor Hugo Costa Dias^{1,2}, João Luiz Azevedo de Carvalho²,

¹Instituto de Criminalística, Polícia Civil do Distrito Federal ²Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília

Introdução e Objetivos

Em cenas de crimes violentos, é usual encontrar diversas manchas de sangue, importantes evidências para a determinação da dinâmica dos eventos. Para definir a área de origem do sangue, isto é, a posição da vítima no momento em que o sangramento foi iniciado, duas informações geométricas sobre cada espargimento de sangue são necessárias: seu ângulo de impacto (α), o ângulo em que a gota de sangue toca a superfície em questão e seu ângulo de direção (γ), a orientação da trajetória da gota. A obtenção do ângulo γ é simples, uma vez que este pode ser medido diretamente com referência ao eixo vertical. Por outro lado, o ângulo α não pode ser medido diretamente, sendo tradicionalmente calculado de acordo com uma fórmula baseada em princípios geométricos^{1,2}.

A abordagem tradicional para encontrar a área de origem do sangue é o "método das cordas", que consiste em medir a largura e comprimento das manchas de sangue de formato elíptico, fixar cordas a cada uma delas e recuperar sua trajetória de acordo com os ângulos γ e α . Depois que esse processo é aplicado a todas as manchas de sangue de interesse, uma região de convergência entre todas as cordas no espaço tridimensional pode ser encontrada. Esta será a região aproximada de origem do sangue^{1,2}. O método descrito pode levar muito tempo para ser aplicado, além de estar sujeito a diversas fontes de imprecisão, uma vez que todas as medidas e fixação das cordas são feitas manualmente^{3,4}.

Levando em consideração o trabalho dispendioso e as imprecisões do método tradicional, novas abordagens para determinação da área de origem baseadas em processamento digital de imagens têm surgido. A expectativa é, portanto, obter resultados mais rápidos e mais precisos, poupando tempo durante o processamento da cena do crime e concomitantemente reduzindo as fontes de erros envolvidas nesse processo. Assim, este trabalho objetiva comparar resultados obtidos pelo método tradicional com resultados obtidos pelo software desenvolvido pelos autores.

Metodologia

Neste trabalho, foi implementado um método de cálculo dos ângulos de impacto de espargimentos de sangue por meio de processamento digital de imagens que exibem as manchas de sangue de interesse, possibilitando a determinação das áreas de origem de forma rápida e satisfatoriamente precisa.

Sobre folhas de papel posicionadas em superfície cuja angulação em relação à vertical era variável, foram pingadas gotas de sangue bovino com a utilização de um conta-gotas, que permanecia orientado na vertical. Três gotejamentos foram produzidos em cada uma das seguintes angulações: 10°, 20°, 30°, 40°, 50°, 60° e 80°. De posse dos gotejamentos produzidos com ângulos de impacto conhecidos, foram utilizados os dois métodos para o cálculo desses mesmos ângulos de impacto. Inicialmente, as medidas de largura e comprimento das manchas elípticas foram tomadas com o uso de um paquímetro digital. Assim, obtiveram-se os ângulos de impacto pelo método tradicional.

Em seguida, as manchas foram fotografadas com uma câmera de 13 MP. A essas imagens, foi aplicado o processamento digital necessário para calcular os ângulos. Os códigos utilizados foram desenvolvidos na linguagem Matlab®. Os processos aplicados às imagens foram, em resumo: retificação, para garantir uma visualização ortogonal; segmentação, para isolar os gotejamentos de sangue do background; ajuste de elipses, para aproximar cada gotejamento por uma figura elíptica; e por fim, cálculo dos ângulos de impacto^{4,5,6}.

Resultados

A abordagem de processamento de imagens foi capaz de calcular os ângulos de impacto de forma satisfatória. Em 11 dos 21 gotejamentos produzidos durante o experimento, os resultados obtidos via software se mostraram mais próximos aos ângulos conhecidos e esperados. Em todos os casos, o software subestimou o ângulo de impacto.

A análise de Bland-Altman aplicada aos resultados mostrou que a diferença média global entre os métodos era de apenas 0,0438, com um intervalo de confiança de 95%. As diferenças observadas não se comportavam de maneira crescente ou decrescente, indicando que o comportamento do método proposto é constante para todas as faixas de valores de ângulos.

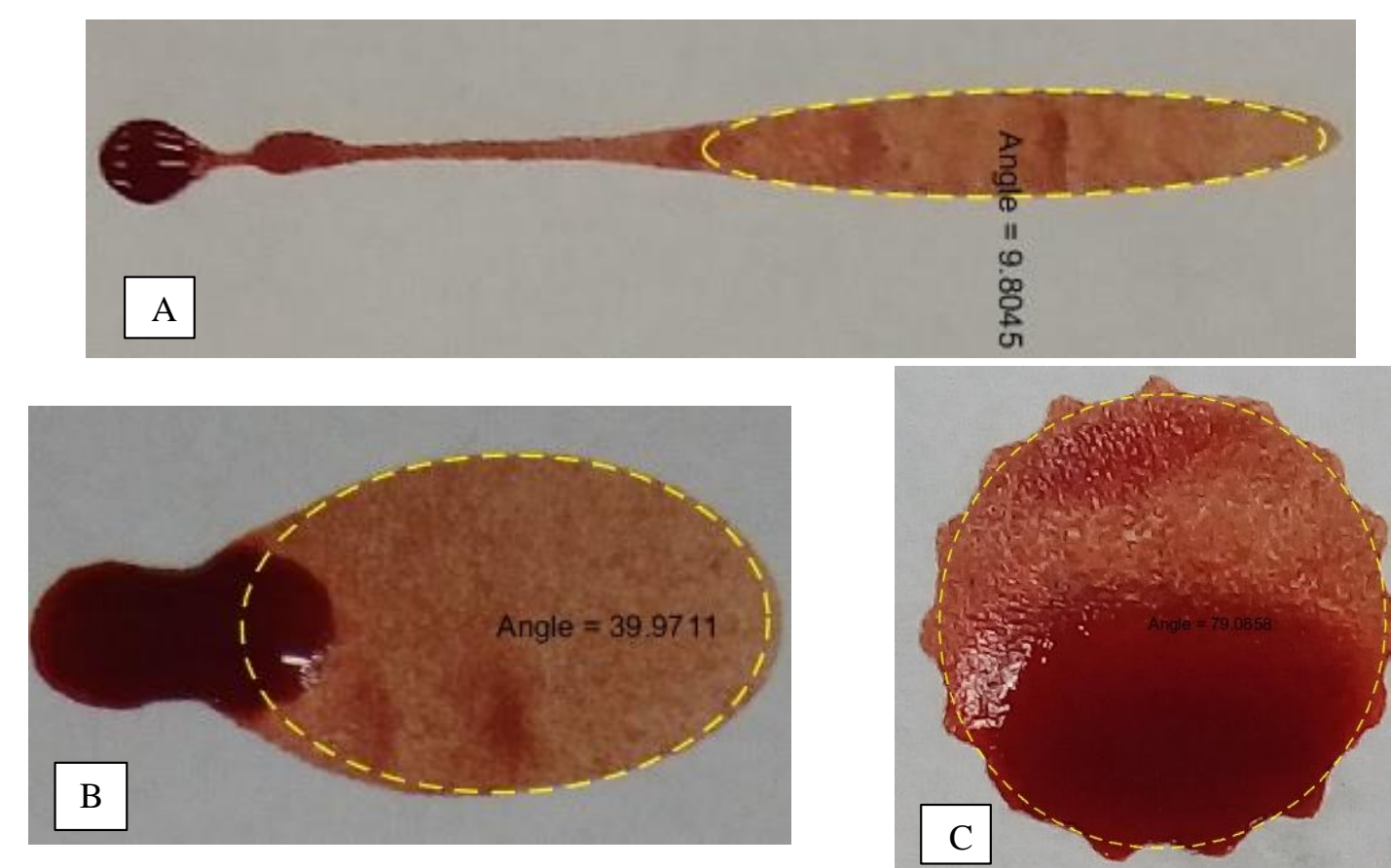


Figura 1: Exemplos dos resultados obtidos com a determinação do ângulo α por meio da abordagem de processamento digital de imagens, exibindo o ajuste de elipses ao espargimento de sangue. A) um espargimento produzido com ângulo conhecido de 10°; B) um espargimento produzido com ângulo conhecido de 40°; C) um espargimento produzido com ângulo conhecido de 80°.

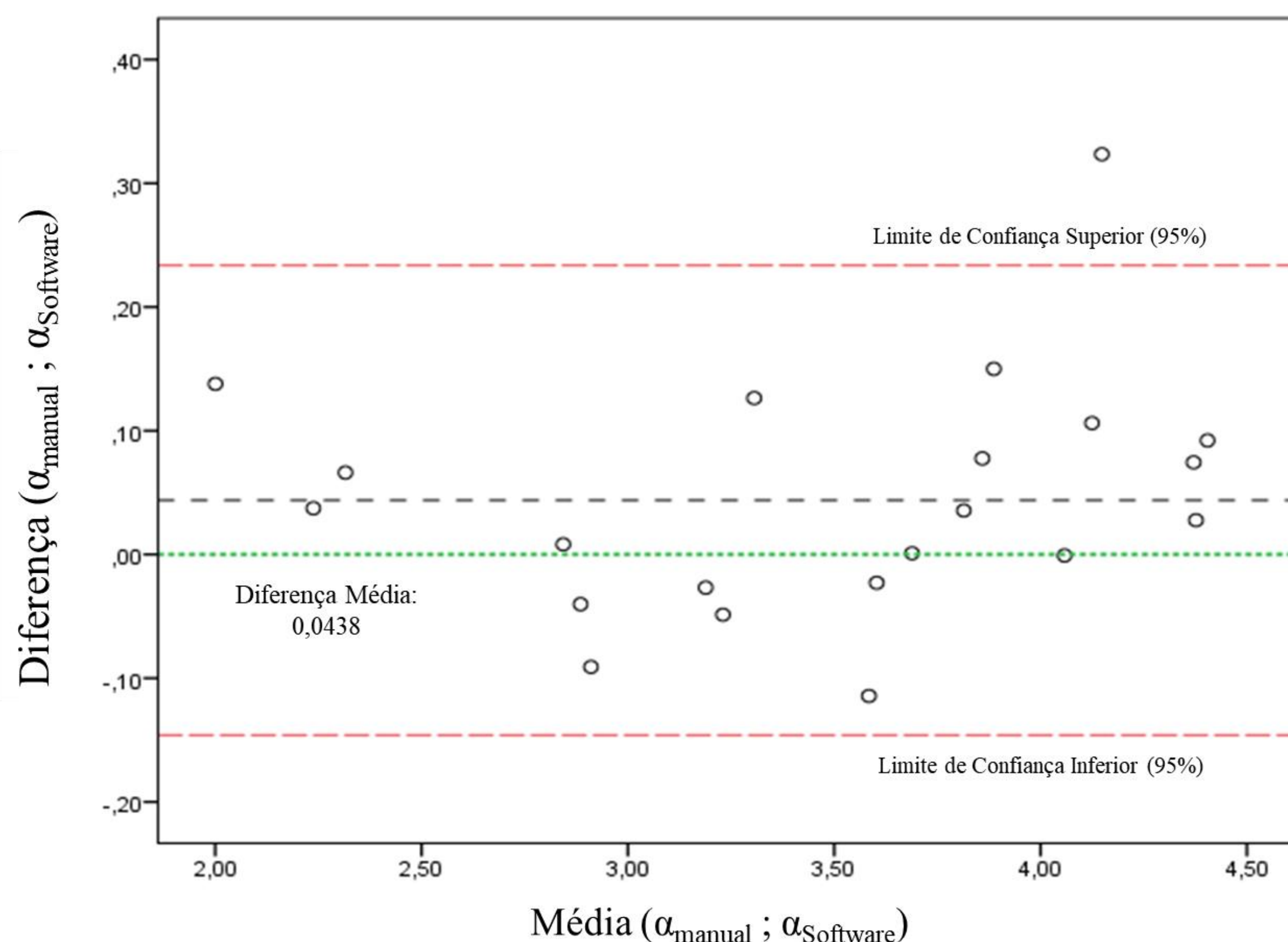


Figura 2: Gráfico de Bland Altman exibindo a comparação entre os resultados fornecidos pelo método manual e pelo método de processamento de imagens proposto.

Conclusões

Os resultados sugerem que utilizar técnicas de processamento de imagens no cálculo de ângulos de impacto pode ser mais eficiente que utilizar a abordagem tradicional. Isso, pois além de produzir resultados que são disponibilizados em segundos, o método proposto apresentou, no experimento inicial conduzido, resultados ligeiramente melhores do que os obtidos com o método tradicional.

Referências

- [1] Eckert, W.G.; James, S.H. Interpretation of Bloodstain Evidence at Crime Scenes. CRC Press, 2nd edition, 1999.
- [2] Bevel, V.T.; Gardner, R.M. Bloodstain Pattern Analysis: With an Introduction to Crime Scene Reconstruction, CRC Press, 2nd edition, 2002.
- [3] Boonkhong, K.; Karnjanadecha, M.; AIYARAK, P. "Impact angle analysis of bloodstains using a simple image processing technique," Songklanakarin J. Sci. Technol., vol. 32, no. 2, pp. 169-173, Apr. 2010.
- [4] Shen, A.; Brostow, G.; Cipolla, R. "Toward automatic blood spatter analysis in crime scenes," Department of Engineering, University of Cambridge.
- [5] Hartley, R.; Zisserman, A. Multiple View Geometry in Computer Vision. Cambridge University Press, 2nd edition, 2003.
- [6] Bradley, D.; Roth, G. "Adapting Thresholding Using the Integral Image," Journal of Graphics Tools. Vol. 12, No. 2, 2007, pp.13-21.