EGAS MONIZ SCHOOL of HEALTH & SCIENCE | INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

JORNADAS CIENTÍFICAS EGAS MONIZ

Balística Terminal de Projéteis FMJ e JHP: Análise Comparativa em Modelo Híbrido

Filipa Tavares [1], Rui Cristóvão[3], João Simões[1,2], Alexandra Figueiredo[1,2]

[1]Egas Moniz School of Health & Science, Campus Universitário, Quinta da Granja, Monte de Caparica,2829-511 Caparica, Portugal

[2]Egas Moniz Center for Interdisciplinary Research (CiiEM), Egas Moniz School of Health & Science, Campus Universitário, Quinta da Granja, Monte de Caparica,2829-511 Caparica, Portugal

[3]Departamento de Armas e Explosivos da Polícia de Segurança Pública (PSP), Rua de Artilharia 1, n.º 21, 1269-003 Lisboa

Introdução

A balística terminal forense analisa a interação entre projéteis e tecidos biológicos, considerando a transferência de energia, penetração e dinâmica da lesão [1-4]. A gelatina balística a 10% constitui um simulador amplamente utilizado, permitindo avaliar a trajetória e profundidade de penetração dos projéteis [1,3-6].

Contudo, a sua homogeneidade limita a representação da complexidade anatómica dos tecidos humanos. Os modelos híbridos, integrando gelatina e tecidos suínos, poderão constituir uma alternativa experimental económica, permitindo aproximar as condições de ensaio das interfaces biológicas, nomeadamente pele e estruturas ósseas [1,6-11].

Objectivos

Objetivo geral

Desenvolver e avaliar preliminarmente um simulador híbrido de baixo custo, constituído por gelatina balística a 10%, pele e estruturas ósseas suínas, para a análise comparativa do comportamento terminal de projéteis 9 mm FMJ e JHP.

Objetivos específicos

- Avaliar a aplicabilidade do simulador híbrido;
- Comparar o comportamento terminal dos projéteis FMJ e JHP;
- Analisar a profundidade de penetração e retenção;
- Caracterizar a deformação e deflexão dos projéteis;
- Avaliar a influência dos tecidos suínos relativamente à gelatina homogénea.

Materiais e Metodologia

Desenho Experimental

- Estudo quantitativo e comparativo, com desenho fatorial 2 x 2.
- Projéteis: FMJ e JHP.
- Modelos experimentais: gelatina balística homogénea e simulador híbrido (gelatina, pele e estruturas ósseas suínas).
- Amostragem: até 120 ensaios, com 30 por condição experimental.

Variáveis em Análise

- Principal: profundidade de penetração (mm).
- Secundárias: retenção, deflexão, deformação e fragmentação dos projéteis.

Análise Estatística

- ANOVA fatorial 2 x 2, quando aplicável, para avaliar os efeitos do tipo de projétil, do modelo experimental e da respetiva interação na profundidade de penetração.
- Análise das variáveis secundárias através de métodos adequados à sua natureza e distribuição.
- Nível de significância: 5%.
- Intervalo de confiança: 95%.

Equipamento utilizado



Figura 1: Arma de fogo curta do tipo pistola: Glock 19 Gen 4



Figura 2: A) Munição 9x19mm do tipo Full Metal Jacket (FMJ); B) Munição 9x19mm do tipo Jacketed Hollow Point (JHP)

Simulador híbrido

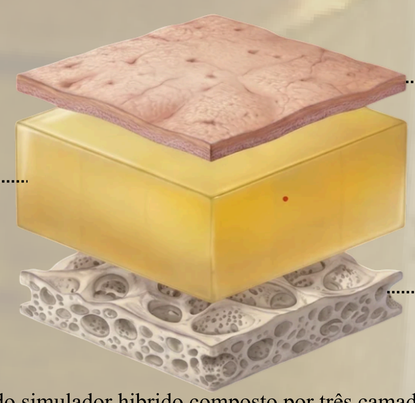

Figura 3: Representação esquemática do simulador hibrido composto por três camadas para simulação de tecidos: Camada Frontal (pele suína com epiderme e derme), Matriz Base (bloco de gelatina balística a 10%) e Estrutura interna (estrutura óssea de origem suína).

Resultados esperados

- **Efeitos Previstos:**
  - **Diferenciação Balística:** Identificação de variações na profundidade de penetração, deformação morfológica e deflexão da trajetória em função da munição (FMJ vs. JHP) e do meio de ensaio.
  - **Influência de Barreiras Teciduais:** Avaliação do impacto da pele e estrutura óssea no simulador híbrido por comparação com a gelatina homogénea.
  - **Integridade do Projétil:** Análise da taxa de retenção no bloco e verificação de cenários de fragmentação.
- **Contributo do Estudo:**
  - **Validação Metodológica:** Comprovação da reprodutibilidade e consistência de um modelo experimental de baixo custo.
  - **Aplicação Forense:** Disponibilização de dados empíricos para suporte à interpretação médico-legal e reconstituição de cenários de disparo.
- **Resultados baseados em expectativas teóricas, sujeitos a validação após ensaios e tratamento estatístico.**

ODS

ODS 3 - Saúde de Qualidade: Contribuir para o conhecimento sobre lesões balísticas e apoiar a sua interpretação médico-legal e clínica.

ODS 12 - Produção e Consumo Sustentáveis: Promover o aproveitamento de subprodutos de origem animal, reduzindo o desperdício e privilegiando alternativas experimentais mais sustentáveis.

ODS 16 - Paz, Justiça e Instituições Eficazes: Reforçar a investigação forense através da produção de dados científicos que apoiem a análise pericial e a justiça.

Bibliografia

[1] Neto J da C. Performance em balística terminal de munições de uso policial: análise baseada no Protocolo do FBI. Ribeirão Preto; 2024. [2]Lisboa WM. Análise de impactos balísticos em corpos de prova de concreto: caracterização do material e identificação, análise e classificação dos danos [Internet]. 2023. Disponível em: http://www.bdtd.uerj.br/roteiro_uerj_web.pdf [3]dos Santos LMP, da Cunha MR, Reis CHB, Buchaim DV, da Rosa APB, Tempest LM, et al. The use of human tissue surrogates in anatomical modeling for gunshot wounds simulations: an overview about "how to do" experimental terminal ballistics. Front Bioeng Biotechnol. 24 de Janeiro de 2025;13. doi:10.3389/fbioe.2025.1536423 [4]Santos LMP dos. Balística externa e terminal de projéteis de baixa velocidade em armas de fogo curtas associadas à simulação de lesões em gelatina balística a 10%. [Ribeirão Preto]: Universidade de São Paulo; 2022. doi:10.11606/D.17.2022.tde-29092022-175202 [5]Motrycz G, Helnarska KJ. Comparison of the properties of synthetic and animal ballistic gelatine in forensic investigations = Porównanie właściwości syntetycznej i zwierzęcej żelatyny balistycznej w badaniach kryminalistycznych. Archives of Forensic Medicine and Criminology. 9 de Fevereiro de 2026;75(4):273. doi:10.4467/16891716AMSIK.25.020.23212[6]Evans JJ, Bost A, Muci-Küchler KH, DeVeaux LC. Factors affecting use of ballistics gelatin in laboratory studies of bacterial contamination in projectile wounds. Mil Med Res. 25 de Dezembro de 2018;5(1):16. doi:10.1186/s40779-018-0164-7 [7]Carr DJ, Stevenson T, Mahoney PF. The use of gelatine in wound ballistics research. Int J Legal Med. 25 de Novembro de 2018;132(6):1659-64. doi:10.1007/s00414-018-1831-7 [8] Mabbott A, Carr DJ, Champion S, Malbon C. Comparison of porcine thorax to gelatine blocks for wound ballistics studies. Int J Legal Med. 4 de Setembro de 2016;130(5):1353-62. doi:10.1007/s00414-015-1309-9 [9] von See C, Rana M, Stoetzer M, Kokemueller H, Ruecker M, Gellrich NC. Designing the ideal model for assessment of wound contamination after gunshot injuries: a comparative experimental study. BMC Surg. 10 de Dezembro de 2012;12(1):6. doi:10.1186/1471-2482-12-6 [10]Herr N, Chatzaraki V, Gascho D, Lux C, Thali MJ, Bolliger SA. The effect of longitudinal loading under weight-bearing conditions on ballistic long bone fracture patterns - an experimental study on porcine femora. Int J Legal Med. 28 de Setembro de 2026;140(5):3151-61. doi:10.1007/s00414-026-03822-0 [11]Fernandes JPF. BALÍSTICA TERMINAL: ESTUDO DO COMPORTAMENTO DE PROJÉTEIS NA ESTRUTURA DE VIATURAS [Internet]. [Lisboa]: Instituto Superior de Ciências Policiais e Segurança Interna; 2019 [citado 30 de Setembro de 2026]. Disponível em: http://hdl.handle.net/10400.26/30333