



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO
DEPARTAMENTO DE PATOLOGIA E MEDICINA LEGAL



LUCAS MECIANO PEREIRA DOS SANTOS

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

2022

LUCAS MECIANO PEREIRA DOS SANTOS

Balística externa e terminal de projéteis de baixa velocidade em armas de fogo curtas associadas à simulação de lesões em gelatina balística a 10%

Versão Simplificada Pública

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de concentração: Patologia

Opção: Patologia Experimental

Orientador: Prof. Dr. João Paulo Mardegan Issa

Ribeirão Preto

2022

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na publicação
Biblioteca
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto

Santos, Lucas Meciano Pereira 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, 2022.

161 p. : il. 30 cm

Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Patologia.

Orientador: Issa, João Paulo Mardegan.

Versão original

1. Ciências Forenses. 2. Balística Forense. 3. Ferimentos Penetrantes. 4. Ferimentos por Arma de Fogo. 5. Gelatina.

Nome: SANTOS, Lucas Meciano Pereira dos.

Título: Balística externa e terminal de projéteis de baixa velocidade em armas de fogo curtas associadas à simulação de lesões em gelatina balística a 10%.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Patologia Experimental da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências Médicas.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr.

Instituição:

Julgamento:

Prof. Dr.

Instituição:

Julgamento:

Prof. Dr.

Instituição:

Julgamento:

Dedico este trabalho à minha tia-avó

Francisca Helena Braidotti,

que nos deixou logo no início de 2019,

ano em que iniciei os primeiros passos para o Mestrado.

Não conseguiu ver com os olhos terrenos a minha aprovação,

o início da pós-graduação ou a mudança para Ribeirão Preto.

A Tia Lena, porém, conseguiu ver muito mais do que isso,

pois presenciou ainda em Bauru, da casa ao lado, quando eu cursava a Graduação,

todo o esforço, os estudos durante as madrugadas,

as alegrias e também os choros,

dos antigos bastidores que culminaram neste momento.

Sempre feliz, seu sorriso ainda me é fresco na memória.

Saudades Tia.

Cuide bem de todos nós, daí do céu,

junto com a Tia Alzira e com o Antonusco.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

À **DEUS**, por me dar vida e saúde.

Aos meus pais, **RICARDO APARECIDO PEREIRA DOS SANTOS** e **MARIA CLÁUDIA DE OLIVEIRA MECIANO DOS SANTOS**, por serem o baluarte da minha existência e por todo o auxílio com a nova vida em Ribeirão Preto.

Ao Orientador, **PROF. DR. JOÃO PAULO MARDEGAN ISSA**, por todos os auxílios com o projeto de pesquisa, oportunidades em aulas e palestras durante o Mestrado e, principalmente, pelos inúmeros conselhos relacionados à vida acadêmica.

Ao **PROF. DR. FERNANDO CHAHUD**, coordenador do programa de pós-graduação na época de ingresso no Mestrado, por ter acreditado no potencial da pesquisa.

Ao **PROF. DR. FERNANDO SILVA RAMALHO**, atual coordenador do programa de pós-graduação, por acreditar na continuidade dos frutos obtidos com o presente trabalho na aprovação do projeto de Doutorado.

À **BRUNA AMANDA DA CRUZ RATTIS** e à **JANAINA REGINA LÉLLIS**, pela perspicácia inigualável em decifrar o mistério das esferas de chumbo e pelo domínio invejável da Tabela Periódica dos Elementos.

À **JÚLIA GABRIELA DIETRICHKEIT PEREIRA**, por sanar grande parte das dúvidas em relação aos prazos para defesa e estruturação da dissertação.

Ao **FREDERICO GUILHERME FREITAS LOBÃO RODRIGUES GOMES**, pelo auxílio com a matemática dos números e estatísticas da versão original do presente trabalho.

Ao **JOÃO DA CUNHA NETO**, pelo auxílio com os insumos da pesquisa e por dividir as águas do Mestrado sob a mesma orientação literalmente colocando à prova de fogo o principal produto obtido com este trabalho.

Ao **DIOGO AKIO KUMAGAI HASHIMOTO**, pelo auxílio com os softwares que originaram os gráficos que ilustram a sessão de balística terminal deste estudo.

Ao **DR. ROGÉRIO SOMMERHALDER**, por todo o auxílio e suporte na execução dos materiais e métodos nas críticas fases iniciais da pesquisa.

Ao cabo **HEDRAS BERGAMINI DE SOUZA PINTO**, do 11º Batalhão de Ações Especiais de Polícia, da Polícia Militar do Estado de São Paulo, pelo auxílio e acompanhamento durante alguns dos testes realizados na pesquisa.

À **CAMILA DE LUCA ZAMBONINI GIMENES**, por ser o exemplo de eficácia e dedicação ao trabalho que qualquer departamento universitário ou programa de pós-graduação possa almejar.

À **AGÊNCIA USP DE INOVAÇÃO (AUSPIN)** e ao **INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL (INPI)** pelas etapas de análise e validação da patente gerada com o presente trabalho.

À **FLÁVIA O. DO PRADO VICENTIN**, da AUSPIN do *campus* da USP Ribeirão Preto, por todo o imensurável auxílio com a patente.

Ao **MARCO ANTONIO DE MORAES** e ao **DR. MARCELO PEDRO ANTONIO**, por sempre disponibilizarem o estande de tiro do CDP de Pontal-SP para realização dos testes balísticos da pesquisa.

Ao **JOCIMAR ROGÉRIO DOS SANTOS**, o “Balrog”, amigo e conterrâneo de Torrinha-SP, por também disponibilizar o estande *indoor* do Clube de Tiro Castelo.

À **FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (FMRP-USP)**, pela oportunidade de realização do curso de Mestrado Acadêmico.

Ao **DEPARTAMENTO DE PATOLOGIA E MEDICINA LEGAL DA FMRP-USP**, por colocar à disposição a área de concentração em Patologia em seu programa de pós-graduação.

Ao **DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA BÁSICA E ORAL DA FORP-USP**, pelos bons momentos ali passados no Laboratório de Pesquisas Morfológicas, em especial aos amigos **DIMITRIUS LEONARDO PITOL** e **TULIO LOPES** pelas boas gargalhadas.

Ao **PROF. DR. PAULO EDUARDO MIAMOTO DIAS** e ao **PROF. DR. ADEMIR FRANCO DO ROSÁRIO JÚNIOR**, por terem vislumbrado, ainda muito antes do Mestrado, a centelha que em meu peito existia para a carreira acadêmica.

A **TODOS OS ALUNOS DE GRADUAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO** dos mais diversos Centros de Pesquisa ou Instituições de Ensino do Brasil, que corajosamente trabalharam suas dissertações e teses durante os períodos críticos da Pandemia da COVID-19.

A todos os demais amigos e docentes, internos ou externos ao Departamento de Patologia e Medicina Legal da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, meus mais sinceros agradecimentos.

“Não podemos ter muita confiança em nós mesmos porque muitas vezes nos faltam a graça e o discernimento.

Há pouca luz em nós e, por negligência, perdemos esse pouco de luz bem depressa. Frequentemente, não advertimos como é grande a nossa cegueira interior.

Muitas vezes são más as nossas ações e piores as nossas desculpas.

Não raro o que nos move é a paixão, mas julgamos ser zelo.

Censuramos nos outros pequenas faltas e desculpamos as nossas, mesmo as mais graves.

Bem depressa sentimos e nos magoamos com o que dos outros sofremos, mas não consideramos o quanto fazemos sofrer os outros.

Quem examinasse sinceramente as próprias ações, não julgaria com severidade as alheias.”

Tomás de Kempis (1380-1471)

GANDALF: Desde quando as toalhas e pratarias da sua mãe se tornaram tão importantes para você? Eu me lembro de um jovem Hobbit que sempre corria procurando elfos na floresta, que ficava fora até tarde, que chegava em casa após escurecer com um rastro de lama, galhos e vaga-lumes. Um jovem Hobbit que gostaria acima de tudo de saber o que há além das fronteiras do Condado. O mundo não está nos seus livros e mapas. Está lá fora.

BILBO: Eu não posso simplesmente sair para o desconhecido! Eu sou um Bolseiro, de Bolsão.

GANDALF: Não se esqueça que você também é um Tûk. Você sabia que seu tetra-avô Urratouro Tûk era tão alto que podia montar em um cavalo de verdade? Pois é, ele podia. Na Batalha dos Campos Verdes ele enfrentou as tropas de orcs, bateu com sua clava com tanta força que arrancou a cabeça do Rei Orc e a jogou a centenas de metros pelo ar... até que entrou em uma toca de coelho. E então a batalha foi vencida... e assim o jogo de golfe foi inventado.

BILBO: Acho que você inventou isso.

GANDALF: Todas as histórias precisam de um polimento. Você também terá um ou dois relatos das suas façanhas para contar quando voltar.

BILBO: Você pode prometer que eu vou voltar?

GANDALF: Não. E se voltar, não será mais o mesmo.

(O Hobbit: Uma Jornada Inesperada, 2012)

RESUMO

SANTOS, L. M. P. **Balística externa e terminal de projéteis de baixa velocidade em armas de fogo curtas associadas à simulação de lesões em gelatina balística a 10%**. 2022. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto/SP, 2022.

O presente estudo avaliou a balística externa e a balística terminal de projéteis de baixa velocidade (*i.e.*, velocidades menores que 609,6 m/s), disparados por armas de fogo curtas em blocos com dimensões de 40 x 15 x 15 cm, confeccionados por gelatina balística a 10% e previamente armazenados em 4 °C. No campo da balística externa, o presente estudo propôs a avaliação das características de voo dos projéteis utilizados nos testes balísticos, através de dados sobre a velocidade (em m/s) e a energia (J) atingidas em comparação com os valores informados pelos fabricantes das munições analisadas. Já no campo da balística terminal, este estudo traz em sua metodologia a análise da expressividade das cavidades permanentes geradas com os testes em gelatina balística a 10%, a partir da coleta de dados amostrais em relação à penetrabilidade das munições avaliadas e à expansão bidimensional causada pelo projétil no interior do bloco de gelatina após o tiro. Foram utilizados, para coleta amostral de acordo com as munições testadas, os respectivos calibres: 1) 9 mm Luger (9x19); 2) .38 SPL; 3) .40 S&W; 4) .380 ACP; 5) .45 ACP; 6) .22 LR; 7) .454 Casull; 8) .357 Magnum; 9) .357 SIG; e, finalmente, 10) 10 mm AUTO. Em termos de balística externa, observou-se, na prática, que a velocidade não é o fator mais importante a ser considerado na formação de ferimentos balísticos. Em termos de balística terminal, observou-se que tanto munições que variam muito, quanto munições que variam pouco em relação aos valores dos fabricantes, podem igualmente fracassar no teste de alcance das 12” de penetração. Contudo, isto não mostrou ser um padrão, pois observou-se, por exemplo, que algumas munições que apresentaram pouca variação em relação ao fabricante, tiveram, em contrapartida, um excelente desempenho em balística terminal. Ademais, notou-se que munições que fracassaram no teste de alcance das 12” de penetração ainda apresentaram bons valores de expansão vertical média. Algumas munições foram capazes, inclusive, de triplicar os valores de expansão vertical média em seus pontos de expansão vertical máxima. Em termos gerais, os resultados, permitem observar que o modelo de gelatina balística a 10% desenvolvido na pesquisa em questão é um modelo viável e devidamente padronizado para o estudo dos mais diferentes tipos e graus de severidade de lesões balísticas na prática, sem que haja o questionamento ético pelo uso de animais e/ou cadáveres, abrindo portas, inclusive, para um cenário de pesquisas científicas pouco ou quase nada exploradas no âmbito acadêmico brasileiro atualmente.

Palavras-chave: Ciências forenses. Balística forense. Ferimentos penetrantes. Ferimentos por arma de fogo. Gelatina.

ABSTRACT

SANTOS, L. M. P. **External and terminal ballistics of low-velocity projectiles in handguns associated with the simulation of injuries in 10% ballistic gelatin.** 2022. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto/SP, 2022.

The present study evaluated the external ballistics and terminal ballistics of low velocity projectiles (*i.e.*, velocities lower than 2.000 ft/s), fired by short-barrel firearms in blocks measuring 16 x 6 x 6", made of 10% ballistic gelatin previously stored at 4°C. In the field of external ballistics, the present study proposed the evaluation of the flight characteristics of the projectiles used in the ballistic tests, through data on the speed and energy reached in comparison with the values reported by the manufacturers of the same analyzed ammunition. In the field of terminal ballistics, this study brings in its methodology the analysis of the expressiveness of the permanent cavities generated with the tests in 10% ballistic gelatin, from the collection of sample data in relation to the penetrability of the evaluated ammunition and the two-dimensional expansion caused by the projectile inside the gelatin block after the shot. For sample collection according to the tested ammunition, the respective calibers were used: 1) 9 mm Luger (9x19); 2) .38 SPL; 3) .40 S&W; 4) .380 ACP; 5) .45 ACP; 6) .22 LR; 7) .454 Casull; 8) .357 Magnum; 9) .357 SIG; and 10) 10 mm AUTO. In terms of external ballistics, it has been observed, in practice, that speed is not the most important factor to be considered in the formation of ballistic wounds. In terms of terminal ballistics, it was observed that both ammunitions that vary widely and ammunitions that vary little from manufacturers' values can equally fail the 12" penetration range test. However, this did not prove to be a pattern, as it was observed, for example, that some ammunitions that showed little variation in relation to its manufacturer, had, on the other hand, an excellent performance in terminal ballistics. Furthermore, it was noted that ammunition that failed the 12" penetration range test still had good average vertical expansion values. Some ammunitions were even able to triple the average vertical expansion values at their maximum vertical expansion points. In general terms, the results allow us to observe that the 10% ballistic gelatin model developed in this research is a viable and properly standardized model for the study of the most different types and degrees of severity of ballistic injuries in practice, without there being any of the ethical questioning by the use of animals and/or corpses, even opening doors to a little or almost nothing explored scientific research scenario in the Brazilian academic scope nowadays.

Keywords: Forensic sciences. Forensic ballistics. Penetrating wounds. Gunshot wounds. Gelatin.