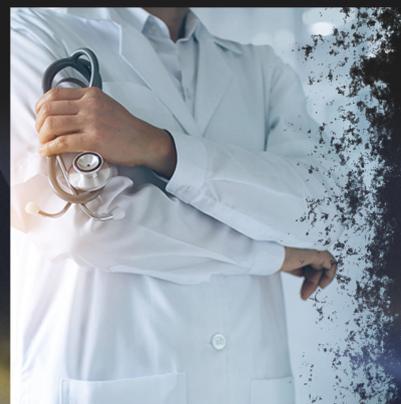


Prof. Dr. João Paulo Mardegan Issa

Tratado de **BALÍSTICA**

Bases Técnico-Científicas, Médico-Legais
e Aplicações Periciais



TRATADO DE BALÍSTICA

Bases Técnico-Científicas, Médico-Legais e Aplicações Periciais

Organizador

João Paulo Mardegan Issa

Título: Tratado de Balística: Bases Técnico-Científicas,
Médico-Legais e Aplicações Periciais

Autor: João Paulo Mardegan Issa

Produção editorial: Rafael Rodrigues

Revisão de texto: Marta Donila

Diagramação: Mauricio Tramonti

Capa: Paulo Roberto R. Salomão



1ª edição

© 2023 Santos Publicações Ltda.

Todos os direitos reservados à Santos Publicações Ltda. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida, armazenada ou transmitida por quaisquer que sejam os meios – mecânico, fotocópia, eletrônico ou outros –, sem a prévia permissão do Editor.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Tratado de balística : bases técnico-científicas, médico-legais e aplicações periciais /
organização João Paulo Mardegan Issa. – 1. ed. – São Paulo : Santos Publica-
ções, 2023.

Vários autores.
Bibliografia.
ISBN 978-65-84536-49-4

1. Balística 2. Balística forense 3. Balística forense – Brasil – Estudo de casos I.
Issa, João Paulo Mardegan.

23-144244

CDU-343.983

Índices para catálogo sistemático:

1. Balística forense : Direito penal 343.983

Aline Grazielle Benitez – Bibliotecária – CRB-1/3129



Rua Apeninos, 664 – Paraíso | CEP 01533-000 – São Paulo

Tel.: (11) 5574-1200 | www.santospub.com.br

Autor



João Paulo Mardegan Issa

Professor Doutor, Associado nível 3, Universidade de São Paulo (USP). Pesquisador, Professor e Escritor na área de Balística e Anatomia Humana junto às Faculdades de Medicina (FMRP), Odontologia (FORP) e Direito (FDRP).

Graduação, especialização e mestrado pela Universidade de São Paulo (FORP-USP). Doutorado em Ciências Médicas pela Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRP-USP) com estágio no exterior pela McGill University (Canadá). Pós-doutorado pela Universidade de São Paulo (USP). Pós-doutorado pelo Princess Margaret Hospital da University of Toronto (Canadá). Pesquisador e coordenador da linha de pesquisa em Balística Forense no Departamento de Patologia e Medicina Legal da FMRP-USP. Orientador e supervisor de alunos de iniciação científica, mestrado, doutorado e pós-doutorado na área. Coordenador e revisor de periódicos científicos nacionais e internacionais. Coordenador de livros e capítulos já publicados. Professor visitante em universidades e instituições de ensino no Brasil e no exterior com cursos ministrados nesta temática. Docente coordenador de convênios entre a USP e instituições internacionais. Inventor nº 2 da Patente BR 10 2021 026401 2 (gelatina balística a 10% padrão FBI) em parceria com Lucas Meciano Pereira dos Santos (Depositante: Universidade de São Paulo; Procurador: Agência USP de Inovação). Perito judicial cadastrado no Tribunal de Justiça do Estado de São Paulo (TJSP) na área de erros médicos e assistente técnico em situações envolvendo a Balística.

Colaboradores



Ademir Franco

Cirurgião-dentista pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR). Especialista em Odontologia Legal pela Associação Brasileira de Odontologia – Seção Goiás (ABO-GO). Mestrado, doutorado e pós-doutorado em Odontologia Legal pela Katholieke Universiteit Leuven, na Bélgica. Professor convidado nas Universidades de Turim, na Itália, e Sechenov, na Rússia. Professor de graduação e pós-graduação na Faculdade São Leopoldo Mandic de Campinas-SP. Coordenador de cursos de especialização, mestrado e doutorado em Odontologia Legal na Faculdade São Leopoldo Mandic de Campinas/SP.



André Montanini Alves

Graduado em Odontologia pela Universidade Federal de Goiás – FO-UFG (1989-1993). Perito Criminal de Classe Especial do Instituto de Criminalística Leonardo Rodrigues em Goiânia (desde 1998). Especialista em Ortodontia e Ortopedia Facial pela Escola de Especialização Odontológica da Associação Brasileira de Odontologia – EEO/ABO-GO (2001-2004). Especialista em Perícia Criminal pela Universidade Paulista – UNIP (2009-2010). Professor da disciplina de Ortodontia da Universidade Paulista – UNIP no curso de graduação em Odontologia (2008). Professor da disciplina de Balística Forense no curso de especialização em Perícia Criminal do Incurso (2013-2019). Palestrante em congressos de Criminalística da Associação Brasileira de Criminalística (ABC). Credenciado no Sistema de Comparação Balística Evofinder concedido pela ScannBI Technology.



Carlos Antonio Vicentin Junior

Assistente técnico pericial, perito judicial e docente. Pesquisador no grupo de pesquisa DGP-CNPq de “Antropologia Forense e Identificação de Pessoas”, do Departamento da Polícia Federal. Mestrando em Patologia pelo Departamento de Patologia e Medicina Legal da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP-USP) e especialista em Antropologia Forense e Direitos Humanos pela Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP). Especialista em Ciências Forenses pela Faculdade Casa Branca (FACAB). Graduado em Física Médica pelo Departamento de Física da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (FFCLRP) da Universidade de São Paulo (USP), com bolsa de iniciação científica na área de Medicina Nuclear, cedida pela FMRP-USP no Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto (HCRP). Licenciado em Física pela Universidade de Franca (UNIFRAN).



Duliano Gomes de Souza

Especialista em Balística pela Universidade Católica de Santa Catarina. Graduado em Direito pelo Centro Universitário IESB de Brasília/DF (2019). Graduado em Arquivologia pela Universidade de Brasília (UnB – 2001). Atualmente é agente da Polícia Federal. Possui profundo conhecimento em armamento, tiro e Balística. É professor da disciplina de armamento e tiro, professor de abordagem e tutor pela Academia Nacional de Polícia de Brasília/DF. Academicamente, foi bolsista do PIBIC, desenvolveu pesquisa orientada durante a graduação, participou do Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão da UnB, apresentou trabalhos e publicou artigos em congressos de iniciação científica e ainda em encontros da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC). Foi conferencista em congressos internacionais sobre o gerenciamento eletrônico de documentos.



Fabio Ferreira Real

Bacharel em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2002). MBA em Gestão Empresarial pela Fundação Getúlio Vargas, em parceria com a Ohio University - EUA (2009). Especialista em Gestão em Sistemas de Vigilância de Mercado de Segurança de Produtos pela Universitat Pompeu Fabra - Espanha (2013). Mestre em Ciências Mecânicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2014). Doutor em Ciências Mecânicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (Brasil) e pela Université Paris-Est (França). Pesquisador do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro). Coordenador de Normatização e Metrologia no Ministério da Justiça e Segurança Pública.



Giuliano Roberto Gonçalves

Graduação em Fisioterapia pela Uniararas/FHO. Pós-graduação em Osteopatia pelo Centro Universitário UniMetrocamp. Pós-graduação em Geriatria pela Unicamp. Pós-graduação em Fisioterapia Neurofuncional Adulta e Infantil pela Uniararas/FHO. Mestre em Biologia Celular e Estrutural, área de concentração em Anatomia, pela Unicamp. Doutorado em andamento na área de Neurologia pela Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp.



Grasielle Karpstein

Graduada em Odontologia pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUC-PR (2008). Mestre em Odontologia com área de concentração em Radiologia pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUC-PR (2011). Pós-graduada em Perícia Criminal e Ciências Forenses pelo Instituto de Pós-graduação e Graduação - IPOG (2016). Pós-graduada em Saúde Pública pela UNOPAR (2017). Possui curso de extensão em Radiologia Forense e Autópsia Virtual pela Universidade de Zurich (2019). Pós-graduanda em Odontologia Legal pela Faculdade São Leopoldo

Mandic de Campinas/SP. Docente do curso técnico em Radiologia com ênfase em Radiodiagnóstico do TECPUC (2013-2022) pelo Grupo Marista de Ensino. Professora e coordenadora dos cursos da área de Radiologia e Imaginologia da VETA - Escola de Pós-graduação de Curitiba/PR (2018-2022). Docente da disciplina de Propedêutica Clínica do curso de Odontologia da Unicesumar de Curitiba/PR (2019-2020). Docente do curso preparatório para residência em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial (CTBMF). Docente convidada do curso de especialização em Implantodontia do Sindicato dos Odontologistas do Estado do Paraná (SOEPAR). Membro da Kenyon - International Emergency Service. Membro da Associação Brasileira de Radiologia Odontológica (ABRO). Membro da Associação Brasileira de Ética e Odontologia Legal (ABOL). Membro da Associação Internacional de Pesquisa Odontológica (IADR - Oral & Maxillofacial Surgery Group). Possui 13 anos de experiência clínica em Radiologia Odontológica. Sócia-Proprietária da DOCOL Radiologia de Curitiba/PR.



Jade Fonsêca Ottoni de Carvalho

Enfermeira graduada pela Universidade de Brasília (UnB). Especialista em Urgência e Trauma pelo Programa de Residência Multiprofissional da Secretaria de Estado de Saúde do Distrito Federal (SES-DF). Especialista em Enfermagem Forense titulada pela Sociedade Brasileira de Enfermagem Forense (SOBEF). Mestre em Enfermagem pelo Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde (PPG-CS-FS) da UnB, com linha de pesquisa em Bioética no âmbito das Ciências Forenses. Docente de graduação no Centro Universitário do Distrito Federal (UDF). Instrutora do Grupo Especializado de Atendimento ao Trauma (GEAT). Membro da Academy of Forensic Nursing (AFN).



João da Cunha Neto

Delegado de Polícia do Estado de Santa Catarina. Bacharel em Direito pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Especialista em Gestão de Segurança Pública pela Universidade do Sul de Santa Catarina (Unisul). Especialista em Balística Aplicada ao Direito pelo Centro Universitário Católica/SC. Aluno de mestrado do Departamento de Patologia e Medicina Legal da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRP-USP), com linha de pesquisa em balística terminal. Coordenador da disciplina de Armamento, Munição e Tiro-Balística da ACADEPOL/PCSC. Instrutor de tiro credenciado pela Polícia Federal. Atirador esportivo. Parecerista e palestrante.



Joaquim Simões Neto

Capitão da Polícia Militar do Estado de São Paulo (PMESP). Bacharel em Medicina pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUCCamp). Mestre e Doutor pela Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP). Diretor da Faculdade de Medicina da PUC Campinas. Especialista em Cirurgia do Trauma pela Sociedade Brasileira de Atendimento Integrado ao Traumatizado (SBAIT). Diretor e Coordenador do Tactical Combat Casualty Care no Brasil pela National Association of

Emergency Medical Technicians (NAEMT). Instrutor de Pré-Hospital Trauma Life Support (PHTLS). Instrutor de Advanced Trauma Life Support (ATLS). Médico operacional do 1º Batalhão de Ações Especiais de Polícia em Campinas/SP (1º BAEP – PMESP). Membro da câmara técnica de APH tático da Secretaria Nacional de Segurança Pública do Ministério da Justiça e Segurança Pública (Senasp/MJSP).



José Gonçalves Neto

Natural de Cajuru/SP, nasceu em 25/05/1964. Graduado em Direito na Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP). Especialista em Direito Empresarial pela UNAERP e em Direito Administrativo e Administração Municipal pela Universidade Paulista (UNIP). Professor universitário na UNAERP desde 1989. Delegado de Polícia de 1988 à 2016, quando se aposentou. Lecionou sobre Gerenciamento de Crises na Academia de Polícia de São Paulo (ACADEPOL - SP) de 1999 a 2017. Instrutor de Tiro Desportivo pelo Exército Brasileiro (CR). Atualmente exerce advocacia e consultoria em Gestão de Risco.



Kennedy Martinez de Oliveira

Graduação em Odontologia. Mestrado em Estomatologia. Atualmente é doutorando em Ciências Aplicadas à Cirurgia e à Oftalmologia. Professor de Anatomia Humana Topográfica da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Ex-professor de Anatomia Humana do Departamento de Ciências Básicas da Vida da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Ex-professor de Anatomia Humana no curso de Medicina da Universidade de Uberaba (UniUbe). Ex-professor de Anatomia Humana da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM).



Leandro Henrique Grecco

Fisioterapeuta graduado pela Universidade Nove de Julho (UNINOVE). Mestre em Farmacologia pela Universidade de São Paulo (USP). Doutor em Morfologia pela Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP). Professor de Anatomia e Neuroanatomia Humana da Faculdade São Leopoldo Mandic de Campinas/SP.



Lucas Meciano Pereira dos Santos

Graduação em Odontologia pela Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo (FOB-USP). Especialização em Odontologia Legal pela Faculdade São Leopoldo Mandic de Campinas/SP, com linha de pesquisa em Balística Forense. Mestrado em Ciências pelo Departamento de Patologia e Medicina Legal da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRP-USP), com linha de pesquisa em balística externa e terminal. Atualmente é aluno de doutorado no programa de pós-graduação em Patologia Experimental do Departamento de Patologia e Medicina Legal da

FMRP-USP, com linha de pesquisa em balística terminal. Já palestrou e apresentou trabalhos em diversos congressos, simpósios e outros tipos de encontros científicos sobre os desdobramentos forenses da balística terminal e sobre o uso de materiais simuladores do dano balístico na prática pericial criminal e em pesquisas experimentais no contexto acadêmico-científico. Inventor nº 1 da Patente BR 10 2021 026401 2 (gelatina balística a 10% padrão FBI) em parceria com o Prof. Dr. João Paulo Mardegan Issa (Depositante: Universidade de São Paulo; Procurador: Agência USP de Inovação). Perito judicial cadastrado no banco de Auxiliares da Justiça do Tribunal de Justiça do Estado de São Paulo (TJSP).



Luciana Rodrigues Mendes

Bacharel em Química e habilitação em Química Forense pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FFCLRP-USP). Especialista em Perícia Criminal e Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Gestão Ambiental. Atualmente é aluna de doutorado com linha de pesquisa sobre análise de microvestígios em locais de crime pelo Laboratório de Química Analítica Instrumental e Aplicada (LQAIA) do Departamento de Química da FFCLRP-USP.



Márcia Andreia Mesquita Silva da Veiga

Possui graduação em Química pela Universidade Federal do Amazonas (1991), mestrado em Físico-Química pela Universidade Federal de Santa Catarina (1995), doutorado em Química Analítica pela Universidade Federal de Santa Catarina (1999) e pós-doutorado em Química Analítica pelo Instituto de Química da Universidade de São Paulo (2004). Atuou como pesquisadora do Centro de Biotecnologia do Amazonas (CBA), trabalhando na implementação da Central Analítica (2005). É docente na Universidade de São Paulo, *campi* de Ribeirão Preto, desde 2006. Realizou estágio de pesquisa na Universidade de Zaragoza (Espanha) em 2015 e 2018, atuando como professora visitante sênior (PrInt/CAPES/USP) em 2019. Foi coordenadora do curso de licenciatura em Química (2012-2016), coordenadora da comissão USP Recicla da FFCLRP-USP e diretora de ensino e pesquisa da gestão 2017-2019 da Sociedade Brasileira de Ciências Forenses (SBCF). Atualmente é supervisora do Cursinho Popular Hypatia de Exatas (CPHE) da FFCLRP-USP e coordenadora do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) na FFCLRP-USP. Tem experiência na área de Química Analítica, com ênfase em instrumentação óptica, desenvolvimento de procedimentos analíticos visando a determinação elementar e isotópica por espectrometria de absorção atômica/molecular de alta resolução e fonte contínua (HR-CS M/AAS), espectrometria de emissão óptica com fonte de plasma indutivamente acoplado (ICP-OES) e espectrometria de absorção atômica com atomização eletrotérmica e chama (ETAAS e FAAS) convencional, métodos de extração e pré-concentração, preparo de amostras, toxicidade de nanopartículas, resíduos de disparo de arma de fogo (GSR) e ensaios de bioacessibilidade de contaminantes/nutrientes em poluentes urbanos, alimentos e solos.



Raíssa Bastos Vieira

Docente. Mestranda em Patologia pelo Departamento de Patologia e Medicina Legal da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP-USP). Pesquisadora no grupo de pesquisa DGP-CNPq de “Antropologia Forense e Identificação de Pessoas”, do Departamento da Polícia Federal. Especialista em Ciências Forenses pela Faculdade Casa Branca (FACAB). Especialista em Antropologia Forense e Direitos Humanos pela Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP). Farmacêutica Bioquímica formada pela Faculdade Oswaldo Cruz (FOC). Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade de Franca (UNIFRAN). Realizou iniciação científica na área de Imunologia no LIM-56 - Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP).



Rodrigo Tadeu Rodrigues Silvestre

Capitão da Polícia Militar do Estado de São Paulo (PMESP). Bacharel em Medicina pela Universidade de Cuiabá (UNIC). Especialista em Cirurgia Geral e do Trauma pelo Colégio Brasileiro de Cirurgiões (CBC). Especialista em Medicina do Tráfego e Atendimento Pré-Hospitalar pela Associação Brasileira de Medicina de Tráfego (AMBRAMET). Diretor e Coordenador do Tactical Combat Casualty Care no Brasil pela National Association of Emergency Medical Technicians (NAEMT). Instrutor de Pré-Hospital Trauma Life Support (PHTLS). Instrutor de Advanced Trauma Life Support (ATLS). Médico de Ações e Operações Policiais Especiais da PMESP.



Tiago Mesquita Matos da Paz

Capitão da Polícia Militar do Estado da Bahia (PMBA). Bacharel em Direito pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). Especialista em Direito Público pela Faculdade de Tecnologia e Ciências (FTC). Especialista em Direito Constitucional pela Faculdade Legale Educacional. Mestrando em Gestão Pública pela Universidade de Brasília (UnB). Servidor mobilizado da Secretaria Nacional de Segurança Pública do Ministério da Justiça e Segurança Pública (Senasp/MJSP). Integrante técnico do Projeto de APH tático para profissionais de segurança pública do Ministério da Justiça e Segurança Pública.

Dedicatória

Dedico esta obra, que há de ser uma das mais importantes em seu gênero científico e uma das mais célebres contribuições minhas à Sociedade e à Ciência, primeiramente à Deus, pois sem Ele nada do que fiz até hoje seria possível.

Dedico à memória de meu pai, João Batista Issa, homem de grandes valores que muito me incentivou e orientou, tanto em minha vida quanto em minhas escolhas acadêmicas, possibilitando chegar onde estou graças aos seus conselhos e inestimável presença.

À minha mãe, Maria Clarice Mardegan Issa, que sempre esteve ao meu lado e vem sendo até hoje um pilar de sustentação em minha vida, a qual devo muito por sua criação e carinho.

À minha amada irmã, Mariana Mardegan Issa, uma mulher de grande coração e sabedoria, uma pessoa com quem cresci e compartilhei ótimos momentos. Hoje, uma pessoa excepcional e de notório saber jurídico que muito me aconselha e orienta.

À minha querida e estimada esposa, doutora Amanda Pires Barbosa, com quem compartilho meus bons momentos e também os difíceis, uma excelente profissional da Medicina, pessoa inteligente, meiga, altruísta e carinhosa com quem tive o orgulho e a enorme sorte de casar-me.

Às minhas duas filhas, Helena Barbosa Issa e Laura Barbosa Issa, motivos do meu viver, símbolos de amor e afeto.

Aos estimados amigos, colegas e colaboradores desta obra, sem os quais não seria possível sua conclusão. Agradeço enormemente o tempo gasto por vocês e o trabalho despendido para a escrita, revisão, refinamento e publicação do livro.

Aos meus orientandos, sempre ao meu lado, fiéis escudeiros na produção científica que também ajudaram na produção deste livro.

Finalmente, dedico à Universidade de São Paulo (USP), minha segunda casa, local de pesquisa que possibilitou o acúmulo de material e conhecimento para a produção de um livro que há de ficar para a história das ciências forenses no Brasil. Aqui evoco o seu lema, *SCIENTIA VINCES*, e reforço a minha convicção de que a Ciência sempre vencerá.

A Balística, tema pouco estudado em nossa nação, parcamente publicado em revistas internacionais, vem crescendo a passos lentos, porém contínuos no meio acadêmico. Esta obra remete à luz do Direito e da Medicina conceitos como balística interna, intermediária, externa, terminal e de ferimentos. Adicionalmente, traz em seu conteúdo noções de atendimento pré-hospitalar e conhecimento técnico de armamentos e munições, além de uma rica abordagem médico-legal útil para os operadores do Direito, policiais e profissionais da saúde.

Dessa maneira, fico feliz por deixar aqui a minha modesta contribuição para esta nobre área científica, auxiliando profissionais das áreas jurídicas, da segurança pública e da saúde, bem como instigando a curiosidade e o conhecimento especializado aos leitores, a fim de que se aprofundem cada vez mais neste meio que é de suma importância para a elucidação de crimes e aprimoramento de técnicas periciais.

Encerro minha dedicatória com a célebre frase de Hipócrates (460 a.C. - 377 a.C.) que remete ao conhecimento científico, base da minha vida e das minhas obras: *“Há verdadeiramente duas coisas diferentes: saber e crer que se sabe. A ciência consiste em saber; em crer que se sabe reside a ignorância.”*

Ribeirão Preto, 22 de janeiro de 2023.

João Paulo Mardegan Issa

Prefácio

Notória obra esta a qual tenho a honra de abrir com este prefácio. O **Tratado de Balística: Bases técnico-científicas, médico-legais e aplicações periciais**, livro organizado e fruto de extensa pesquisa realizada pelo Prof. Dr. João Paulo Mardegan Issa juntamente com outros renomados colaboradores do meio acadêmico e profissional, traz ao público em geral e, em especial, aos operadores do Direito e da Medicina Legal, aos cientistas forenses e aos profissionais da segurança pública, uma chave para o sucesso no que tange ao conhecimento da Balística, seus fundamentos técnico-científicos, interfaces com outras ciências e como é aplicada na atuação pericial.

Este livro que, ao meu ver, há de se tornar referência nacional e internacional, traz em seu conteúdo um material seletivo e refinado sobre uma ciência pouco trabalhada no mundo e, especialmente, no Brasil. Todavia, a Balística se encontra em constante desenvolvimento, principalmente no contexto nacional, graças a publicações científicas, patentes e diversos tipos de materiais de divulgação que estão sendo realizados através da incansável busca por mais conhecimento nesta área das ciências forenses pelo grupo de trabalho envolvido na elaboração da presente obra.

Produzida com enorme cuidado e com um aperfeiçoamento constante de seu conteúdo, esta obra é fruto de anos de trabalho e busca fornecer ao leitor conhecimentos teóricos e práticos no que diz respeito a Balística e suas correlações multidisciplinares e aplicações na rotina pericial. Esta obra abrange, em sua primeira parte, uma robusta introdução histórica com conceitos atualizados sobre a evolução das armas e seus componentes, passando por pontos mais específicos como discussões sobre calibres de alta e baixa velocidade, bem como abordagens sobre o tiro esportivo e o tiro de precisão, além de conceitos indispensáveis para os peritos criminais e outros profissionais da área da saúde ou do Direito que desejarem entender a ciência por traz do disparo de uma arma de fogo.

A segunda parte também é destinada a todos os públicos, porém sem deixar de lado conceitos específicos importantíssimos como o confronto microbalístico, determinante em causas judiciais e em inquéritos policiais, e a Química Forense, por exemplo, forte aliada do perito criminal e ferramenta chave na resolução de crimes, seja através do exame metalográfico para identificação da arma de fogo, seja pelo exame residuográfico para identificação do possível atirador, assim, conduzindo da melhor forma os trabalhos da polícia judiciária.

Ínclitos pesquisadores trazem assuntos pouco tratados na maioria das obras tradicionais da Balística, como a Radiologia Forense, ferramenta altamente

funcional na busca por projéteis dentro de um corpo e para o estudo do trajeto, pontos sugestivos de cavitação temporária e permanente, avaliação de tecidos lesionados diretamente e indiretamente pela interação do projétil com os tecidos da vítima (principalmente na dispersão de energia cinética em disparo de fuzis), além de um interessante conceito que ainda é novidade no Brasil, mas já é uma realidade nos países do oeste europeu e nos EUA: a *autópsia virtual*. Trata-se de uma ferramenta não invasiva que possibilita a observação de todos os tecidos no ângulo que o médico-legista ou o perito odontologista desejar, possibilitando um melhor aproveitamento em exames mais complexos na determinação do trajeto das lesões perfurocontusas causadas pelos projéteis de arma de fogo, por exemplo, além do respeito ao cadáver e à sua família, principalmente por evitar o suplício de sucessivas exumações e, também, no que tange a religiosidade, uma vez que algumas famílias seguem religiões que influenciam diretamente na conduta para a manipulação dos cadáveres de seus entes queridos. Agora, com a possibilidade da autópsia virtual aqui abordada, associada a uma boa carga de conhecimento em anatomia humana também juntada à presente obra, mortes violentas envolvendo armas de fogo podem ser solucionadas respeitando a fé e a crença da pessoa falecida e de seus familiares.

Sem esquecer dos feridos, há na terceira parte desta egrégia obra um riquíssimo ensaio sobre os conceitos da Traumatologia Forense que são aplicados na realidade pericial envolvendo a balística terminal, fator de suma importância aos operadores do Direito, aos médico-legistas e peritos odontologistas, aos peritos criminais que labutam na Balística Forense e, evidentemente, ao caro leitor que deseja ingressar em uma das carreiras da polícia técnico-científica (uma vez que trata-se de conteúdo bastante recorrente nos editais dos concursos), além da abordagem sobre o atendimento de emergência e técnicas de enfermagem para cuidados em feridas perfurocontusas causadas por projéteis de armas de fogo. Conhecimento vital aos agentes de segurança pública e militares das forças armadas que bravamente combatem em prol da segurança pública e defesa nacional, bem como aos servidores da área da saúde, os quais poderão ter grande proveito com os conhecimentos desta obra que, indiscutivelmente, os auxiliará nos cuidados aos feridos por projéteis ou materiais provenientes de ri-cochetes e estilhaços de anteparos.

Novamente enfatizando a importância da terceira parte da obra para o profissional da saúde, o atendimento pré-hospitalar (ou "APH"), assunto de fundamental importância para médicos e enfermeiros forenses, aqui é abordado em capítulo com ênfase na conduta para a vítima de ferimentos por projéteis de arma de fogo respeitando-se os rigores da cadeia de custódia, além de servir, também, como um manual operacional para o policial ou agente em confronto que necessitar resgatar uma pessoa ferida, bem como, ao cidadão que desejar prestar auxílio à aquele que o necessita após grave ferimento.

A quarta parte da obra, por sua vez, é voltada ao agente de segurança pública, porém, você leitor, deverá ter grande proveito, seja na área de pesquisa ou em causa própria. Quando falamos em acessórios de proteção balística, não devemos pensar exclusivamente no policial operacional ou tático, mas também no indivíduo que detém em sua residência uma arma de fogo registrada legalmente com o intuito de defender sua família.

A quinta parte é dedicada especialmente aos interessados em ciências biológicas e Medicina Legal, estudantes da área da saúde e entusiastas do conhecimento anatômico, pois há conceitos de anatomia humana em um excelente capítulo sobre a distribuição anatômica dos ferimentos por arma de fogo e suas classificações. Um notório conhecimento ao qual estava restrito a salas de cirurgia e aos Institutos Médico-Legais (IMLs) hoje acessível ao público interessado em uma leitura facilitada e explanação clara do conteúdo discutido. Por fim, os nobres autores do último capítulo nos fornecem conhecimento a respeito das pesquisas científicas em balística terminal, a qual mais nos interessa, bem como a respeito dos materiais simuladores do dano tecidual como a gelatina balística, que substitui os tecidos moles humanos em metodologias rigorosamente padronizadas para o estudo experimental das lesões oriundas de disparos de armas de fogo. Destaco que a gelatina balística a 10% aqui abordada, elaborada sob os padrões do FBI (*Federal Bureau of Investigation*, o Departamento Federal de Investigação do Departamento de Justiça dos EUA) e validada em inúmeros testes experimentais, é fruto de desenvolvimento do organizador da obra, o Prof. Dr. João Paulo Mardegan Issa, juntamente de seu orientado de pós-graduação pelo Departamento de Patologia e Medicina Legal da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRP-USP), Lucas Meciano Pereira dos Santos, com quem, inclusive, divide a autoria de vários capítulos desta obra. Este material simulador é citado em diversos segmentos do livro e atenderá, cientificamente, em estudos oficiais de instituições públicas e particulares a serem realizados no Brasil e no exterior.

Desta forma, com este breve e entusiasmado resumo, instigo o leitor a acompanhar esta jornada do início ao fim, passando de capítulo a capítulo, parágrafo por parágrafo, agregando ao seu conhecimento as mais importantes informações a respeito da Balística Forense em uma forma erudita e de fácil compreensão.

Para aqueles que tem amor ao conhecimento, deixo aqui esta frase de John Locke: *“Ler fornece ao espírito materiais para o conhecimento, mas só o pensar faz nosso que lemos.”* Já para aqueles que temem os livros científicos, devido à sua complexidade, deixo aqui esta frase de Franz Kafka: *“Apenas deveríamos ler os livros que nos picam e que nos mordem. Se o livro que lemos não nos desperta um murro no crânio, para quê lê-lo?”* Por fim, para aqueles que se entediam facilmente com as obras que embarcam em seu conteúdo as citações dos sábios de publicações anteriores, deixo aqui esta frase de Winston Churchill: *“É bom ter livros de citações. Gravadas na memória, elas nos inspiram bons pensamentos.”*

Assim, convido você, querido leitor, a adentrar neste vasto mundo do conhecimento balístico e deliciar-se com o conteúdo de altíssima qualidade aqui apresentado ao público, com muito respeito e gratidão ao inimaginável esforço despendido pelo organizador e pelos autores colaboradores para que esta belíssima obra viesse ao mundo!

Rio de Janeiro, 15 de janeiro de 2023.

Victor Cesar Carvalho dos Santos

Bacharel em Direito pela Faculdade Moacyr Sreder Bastos do Rio de Janeiro (1991). Pós-graduação em Segurança Pública (Especialização em Gestão de Políticas de Segurança Pública) pela Academia Nacional de Polícia. Delegado de Polícia Federal, Classe Especial. Está na Polícia Federal há 25 anos, tendo experiência no combate ao tráfico de entorpecentes, organizações criminosas e lavagem de dinheiro. Atuou recentemente como Superintendente Regional da Polícia Federal no Distrito Federal.

Apresentação

No Japão feudal surgiu uma casta de guerreiros – os samurais – que eram conhecidos por suas artes marciais como o manejo do arco e flecha, o combate corpo a corpo e com a espada (*katana*). Além da coragem pessoal, associavam o dever de servir aos senhores feudais com o sacrifício da própria vida. Do *Bushido*, o Código do Samurai, se extrai a lealdade, a coragem e a honra como pilares básicos a suportarem o treinamento físico no manejo de sua espada e no combate.

Essa era uma época em que os guerreiros eram imbuídos de habilidades físicas e do manejo de armas, mas tinham uma grande devoção ao seu dever de servir aos senhores feudais, mantendo sempre uma fé inabalável na honra e no respeito aos seus adversários.

Dessa época passada, chegamos ao presente onde a honra pessoal e o respeito pelo adversário não são episódios norteadores de condutas, principalmente após inúmeras guerras onde as armas de fogo decidiram quais seriam os vencedores e os vencidos.

Após o aparecimento da pólvora e do aperfeiçoamento das armas de fogo, passamos a tempos diversos em que se deu a oportunidade de defesa a homens e mulheres sem treinamento físico e habilidades especiais no manejo de armas, permitindo que pessoas comuns pudessem se defender de predadores cruéis, mediante um simples comprimir do gatilho de um revólver.

Democratizou-se a legítima defesa, que já era conhecida desde os primórdios do Direito Natural.

Mas, também, permitiu-se que armas de fogo chegassem aos criminosos, fazendo com que extrapolassem sua violência na prática de cruéis roubos, latrocínios, homicídios e estupro.

Embora as armas de fogo permitissem o equilíbrio de forças para os bons, também facilitaram os maus desígnios daqueles que não se curvam às leis e à ordem.

Assim, nesse exato momento, a sociedade brasileira vive uma crise de criminalidade organizada violenta, como nunca se viu, necessitando a polícia e a justiça criminal de cada vez mais se socorrer da Medicina Legal, especialmente da Traumatologia e da Criminalística, especificamente do ramo da Balística Forense, que é o ramo que estuda as armas de fogo e munições e os efeitos dos disparos dessas armas com vistas à elucidação de crimes, permitindo que autores de ilícitos sejam levados aos tribunais e apenados.

Desde a década de 1960 quando o professor Eraldo Rabello, perito criminal do Rio Grande do Sul, trouxe a lume sua “Introdução à Balística Forense”, foi um passo importante para a investigação criminal, ao que consta obra inédita nessa seara da perícia criminal da época.

E desde esse momento, o estudo de armas de fogo e munições vem se aperfeiçoando e trazendo novas luzes para a Justiça Criminal.

Confesso que, com quase 45 anos de trabalho na Justiça Criminal, senti-me honrado e feliz por ver o denodo do Prof. Dr. João Paulo Mardegan Issa, experiente professor da Universidade de São Paulo, especializado na área de Balística Forense, doutor e pós-doutor, trazer a lume obra de importância ímpar, que coordenou e também foi autor, ao lado de experientes e especializados professores que vão desde a área odontológica, médica, química, radiológica, de atendimento a traumas ocasionados por projéteis de armas de fogo, além de expedientes peritos, policiais civis, militares e federais, que procuraram trazer um pouco de suas experiências profissionais na área para realizar um trabalho eclético e com visão ampla envolvendo a Balística Forense.

Ensina Francesco Carnelutti que *“um cético pode chegar a ser um ótimo cultivador da ciência do Processo Civil, não do Processo Penal. Talvez seja mais difícil acreditar no homem do que acreditar em Deus, ainda que sejam as duas caras da mesma moeda.*

Então, a tristeza da qual falei desde o princípio, não está ocasionada tanto pelo delito quanto pelo processo. Um médico pode permanecer impassível diante da doença, mas não diante da sua impotência ao tentar curá-la. É a experiência, longa e amarga, da inidoneidade do processo para combater o delito que me entristece, mas ao mesmo tempo me exalta.

[...] é necessário ter provado, dia após dia, a amargura da injustiça para sentir mais imperiosa, em si, a exigência da justiça; é necessário, pouco a pouco, ter aprendido a viver a vida dos outros, a fim de que se faça igual o respeito por quem julga, ao respeito por quem é julgado” (Princípios del Processo Penal, EJEA, Buenos Aires: 1971, p. VII-XI).

Dessa forma, a obra publicada virá trazer novas luzes ao enfoque da Balística Forense na atualidade, em muito contribuindo para a efetiva descoberta da verdade real e efetivação da justiça, auxiliando para que peritos, policiais, promotores, advogados e juízes tenham uma contribuição inédita na consecução de seus trabalhos. Parabênizo os autores por essa importante iniciativa.

São Paulo, 03 de janeiro de 2023.

José Damião Pinheiro Machado Cogan

Desembargador vice-decano do Tribunal de Justiça do Estado de São Paulo (TJSP), membro nato do Órgão Especial, no Tribunal desde 1993. Atuou como Promotor de Justiça e Procurador de Justiça por 15 anos até ir para o Tribunal de Justiça na vaga do quinto constitucional do Ministério Público. Formado em 1977 na Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo (FDUSP - Largo de São Francisco) e mestre em Processo Penal pela mesma Instituição. Coordenou a disciplina de Processo Penal por cerca de 6 anos na Escola Paulista de Magistratura (EPM), sendo Professor Decano da Academia de Polícia Militar de São Paulo, onde leciona desde 1985.

Sumário

PARTE 1 – CONCEITOS HISTÓRICOS E INTRODUÇÃO

Capítulo 1

Balística Forense: Uma Ciência e seu *Background* 5

Lucas Meciano Pereira dos Santos • João Paulo Mardegan Issa

Capítulo 2

Breve Histórico da Evolução da Balística e do Uso de Armas de Fogo 49

Lucas Meciano Pereira dos Santos • João Paulo Mardegan Issa

Capítulo 3

Conceitos Fundamentais em Balística Forense 105

Lucas Meciano Pereira dos Santos • João Paulo Mardegan Issa

Capítulo 4

Projéteis de Alta e Baixa Velocidade: Entendendo o Conceito 157

Lucas Meciano Pereira dos Santos • João Paulo Mardegan Issa

Capítulo 5

O Tiro de Precisão e suas Aplicações. 175

Duliano Gomes de Souza

Capítulo 6

Aspectos Práticos e Operacionais sobre o Uso de Armas de Fogo. 193

José Gonçalves Neto • Lucas Meciano Pereira dos Santos • João Paulo Mardegan Issa

PARTE 2 – A BALÍSTICA FORENSE APLICADA E SUA INTERFACE COM OUTRAS CIÊNCIAS

Capítulo 7

Balística Forense: Armas de Fogo, Munições e o Confronto Microbalístico 241

André Montanini Alves

Capítulo 8

A Química Forense e seu Uso na Balística Forense 363

Márcia Andreia Mesquita Silva da Veiga • Luciana Rodrigues Mendes

Capítulo 9

A Radiologia Forense e sua Aplicação no Contexto da Balística Forense 379

Grasielle Karpstein • Carlos Antonio Vicentin Junior • Raíssa Bastos Vieira • Lucas Meciano Pereira dos Santos • Ademir Franco

Capítulo 10	
A Enfermagem Forense e sua Interface com a Balística Forense.	401
Jade Fonsêca Ottoni de Carvalho	

PARTE 3 – FUNDAMENTOS DE TRAUMATOLOGIA

Capítulo 11	
Conceitos de Traumatologia Aplicados em Balística Forense: Fundamentos e Origens	419
Lucas Meciano Pereira dos Santos • João Paulo Mardegan Issa	

Capítulo 12	
Atendimento de Emergência à Vítima de Perfuração por Arma de Fogo	523
Jade Fonsêca Ottoni de Carvalho	

Capítulo 13	
Atendimento Pré-hospitalar Tático: Uma Alternativa de Sobrevida ao Policial Brasileiro	535
Joaquim Simões Neto • Rodrigo Tadeu Rodrigues Silvestre • Tiago Mesquita Matos da Paz	

PARTE 4 – EQUIPAMENTOS E NORMAS TÉCNICAS

Capítulo 14	
Certificação de Equipamentos Policiais: Uma Mudança de Paradigma na Segurança Pública do Brasil	577
João da Cunha Neto • Tiago Mesquita Matos da Paz • Fabio Ferreira Real	

Capítulo 15	
Princípios Físicos dos Acessórios e Complementos de Armas de Fogo e Proteção Balística	601
Carlos Antonio Vicentin Junior • Raíssa Bastos Vieira • Lucas Meciano Pereira dos Santos • João Paulo Mardegan Issa	

PARTE 5 – CONCEITOS DE ANATOMIA E OS ESTUDOS SOBRE O FERIMENTO BALÍSTICO

Capítulo 16	
Distribuição Anatômica das Lesões por Arma de Fogo	631
Leandro Henrique Grecco • Giuliano Roberto Gonçalves • Lucas Meciano Pereira dos Santos • Kennedy Martinez de Oliveira	

Capítulo 17	
Materiais Simuladores de Danos Teciduais e os Estudos em Balística Terminal	669
Lucas Meciano Pereira dos Santos • João Paulo Mardegan Issa	

CAPÍTULO 3

Conceitos Fundamentais em Balística Forense

Lucas Meciano Pereira dos Santos

Aluno de Doutorado no Programa de Pós-graduação em Patologia Experimental, Departamento de Patologia e Medicina Legal, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Brasil.

João Paulo Mardegan Issa

Professor Doutor na área de Balística Forense e Anatomia Humana, Universidade de São Paulo, Brasil..

Sumário

1.	Introdução	106
2.	Breve apresentação das armas de fogo e suas munições	108
3.	Calibre real e calibre nominal	113
4.	A trajetória de um projétil de arma de fogo	119
5.	A perícia criminal no Brasil	124
6.	Fenômenos balísticos de interesse forense	139
6.1.	<i>Yawing bullet</i>	140
6.2.	<i>Tumbling bullet</i>	143
6.3.	<i>Tandem bullet</i>	146
7.	Conclusões	152
8.	Referências bibliográficas	153
9.	Leitura complementar	155

1. Introdução

Em meados de 1848, **Mathieu Joseph Bonaventure Orfila** (1787-1853) (Fig. 3.1) publicava a sua titânica obra *Traité de Médecine Légale* (i.e., “Tratado de Medicina Legal”), cujo conteúdo forma aquilo que pode ser considerado como a primeira grande obra em Medicina Legal que abordou seriamente a aplicação de cada vertente disponível das ciências forenses naquela época, visando o auxílio na solução de crimes e outras questões de ordem judicial.



Figura 3.1 • O professor Mathieu Joseph Bonaventure Orfila (1787-1853) foi um famoso médico espanhol especialista em Toxicologia. Apesar da formação em Medicina, Orfila também detinha um vasto conhecimento em Química. O seu *Traité de Médecine Légale*, publicado em 1848, lançou as bases da Medicina Legal como a conhecemos atualmente, e fez de Orfila o primeiro grande expoente desta ciência no século XIX. (Fonte: National Library of Medicine.¹)

O pioneirismo de Orfila influenciou diversos outros grandes mestres da Medicina Legal ao longo de vários anos após sua morte, como Eduard Hofmann (1837-1897), Alexandre Lacassagne (1843-1924), Adolf Lesser (1851-1926), Victor Balthazard (1872-1950) e Attilio Cividalli (1877-1926), por exemplo. Alguns desses autores foram fundamentalmente influentes e importantes para o desenvolvimento teórico-científico da Balística Forense. Tão influentes e importantes que seus nomes sobreviveram ao tempo graças à associação na nomenclatura de alguns ferimentos balísticos, cujas configurações possuem demasiada relevância para a rotina pericial sob a perspectiva da Traumatologia Forense, como, por exemplo, a câmara (ou boca) de mina de Hofmann e o sinal (ou cone) de dispersão de Cividalli.*

* Para saber mais sobre os conceitos que fundamentam a câmara de mina de Hofmann e o sinal de dispersão de Cividalli, além de maiores informações sobre a biografia de seus autores e outros sinais importantes para a prática pericial em Balística Forense, veja o Capítulo 11 da presente obra, intitulado “Conceitos de Traumatologia Aplicados em Balística Forense: Fundamentos e Orígens”

A seriedade com que Orfila tratou cada vertente da Medicina Legal que abordou em sua obra, assim como suas aplicações jurídicas e periciais, com ênfase, principalmente, na questão da morte por envenenamento, fizeram-no ser considerado o primeiro expoente da Medicina Legal no século XIX, além de conferir-lhe o título de **“Pai da Toxicologia Moderna”**.

De acordo com Chisholm (1911)² (tradução livre):

[...] Ele também escreveu muitos artigos valiosos, principalmente sobre assuntos relacionados com a jurisprudência médica. Sua fama se deve principalmente a sua primeira obra, publicada quando ele tinha apenas vinte e sete anos. É uma vasta mina de observação experimental sobre os sintomas de envenenamento de todos os tipos, sobre a aparência que os venenos deixam no corpo do morto, sobre sua ação fisiológica e sobre os meios de detectá-los. Poucos ramos da ciência, tão importantes em sua influência na vida cotidiana e tão difíceis em termos de investigação, podem ser considerados criados e elevados de uma só vez a um estado de alto avanço pelo trabalho de um único homem.

Da época de Orfila até os dias de hoje, muitos conceitos foram atualizados na Medicina Legal e diversas arestas foram aparadas cientificamente, principalmente em relação aos estudos experimentais em Balística Forense e suas aplicações na rotina pericial. Alguns desses conceitos foram divulgados em livros publicados ao longo de todos esses anos, outros, através de artigos científicos. Alguns textos são, infelizmente, raros ou de difícil acesso, outros são largamente disponíveis nas prateleiras de livrarias ou nas bases de periódicos científicos *online*, a depender daquilo que se procura ler ou estudar.

Neste capítulo, serão apresentados apenas alguns dos principais conceitos médico-legais intrínsecos à Balística Forense, com uma breve pincelada na própria Criminalística, sem os quais seria demasiado complexo ao leitor leigo compreender os tipos de exames periciais e alguns resultados de pesquisas acadêmico-científicas que são citados ao longo desta obra, tampouco os objetivos e os inúmeros fatores que motivaram a sua elaboração.

Desta forma, seria uma verdadeira incúria iniciá-lo, por exemplo, sem uma pequena explanação sobre o que são armas de fogo e em que se baseiam, além da maneira como elas se encaixam no contexto pericial.

Segundo o próprio Balthazard (1911)³ (tradução livre):

Dada a sua importância médico-legal, os ferimentos por arma de fogo [...] merecem ser estudados separadamente, embora se enquadrem [*de certa maneira*] em ferimentos contusos. Mas antes de se estudar este assunto, deve-se entender algumas informações essenciais sobre armas, projéteis e pólvoras empregadas.

Portanto, o objetivo do presente capítulo é familiarizar o leitor com esses assuntos e conceitos para que, assim, possa contar com o mínimo de conhecimentos básicos consolidados ao chegar o momento de se aprofundar nos temas em capítulos específicos.

▶▶ 2. Breve Apresentação das Armas de Fogo e suas Munições

Um determinado objeto pode ser considerado uma arma quando for capaz de aumentar o potencial de ataque ou defesa de um indivíduo.^{4,7} Nesse sentido, esse objeto pode ser classificado em arma própria ou imprópria, dependendo de sua concepção, isto é, se foi criado para ser intencionalmente utilizado como uma arma propriamente dita (*e.g.*, uma baioneta) ou não (*e.g.*, uma faca de cozinha ou um taco de beisebol), respectivamente.⁵

Sendo uma arma própria, poderá ser subdividida conceitualmente em manual, se for considerada um prolongamento do braço do agente que a empunhar (*e.g.*, uma espada ou um martelo de guerra), ou de arremesso, se tiver sido concebida para causar ferimentos a distância (*e.g.*, uma lança); e este último tipo, por sua vez, pode ser simples (*e.g.*, estilingue) ou complexo (*e.g.*, arma de fogo), dependendo da ação que competir ao lançamento do projétil ou da própria arma em questão (Fig. 3.2).⁵



FIGURA 3.2 • Uma classificação sequencial que pode ser realizada a um determinado tipo de objeto que possa ser utilizado como arma é sua subdivisão em arma própria ou imprópria, manual ou de arremesso, e de arremesso simples ou complexo. (FONTE: do autor. Adaptado de Bearare e Biasoli, 2021.⁵)

Postulou o insigne Fávero (1973)⁸ que as armas de fogo:

[...] são aparelhos constituídos fundamentalmente de um cano aberto em uma das extremidades e parcialmente fechado na outra, onde se coloca o projétil. Este, graças à combustão de certa quantidade de pólvora, é lançado à distância, produzindo as lesões desejadas no alvo.

De acordo com Rabello (1995):^{9,10}

As armas de fogo são assaz frequentemente utilizadas pelo homem para a prática de delitos. Também a elas recorrem, em grande proporção, os suicidas. E, ainda, não raros são os casos de acidentes motivados pelos tiros destas armas tendo, como consequência, morte ou lesões corporais.

Por outro lado, em suas formas acessíveis ao porte pelo homem, vários são seus tipos, correspondendo o seu uso regular, conforme as características, para diferentes fins, como sejam a arte bélica, a caça, o esporte e a defesa individual; e, excetuadas as restrições de ordem legal, são produtos industriais e constituem artigos de comércio, podendo, licitamente, qualquer pessoa os adquirir e registrar como de sua propriedade.

[...] Conceituamos as armas de fogo como sendo exclusivamente aqueles engenhos mecânicos dotados da propriedade de expelir projéteis, nos quais é utilizada, para a projeção destes, a força expansiva dos gases resultantes da combustão da pólvora, estando, pois, situados na categoria das armas de arremesso complexas.

[...] Assim, a rigor, uma arma de fogo somente se ajustaria com exatidão ao conceito de arma quando carregada, isto é: *quando nela estivessem contidos, de maneira a permitir o uso imediato, a carga de projeção e o projétil.*

Para Almeida Júnior e Costa Júnior (1998):¹¹

Nas armas de fogo, o instrumento vulnerante, de ação perfurocontundente, é representado pela bala* ou pelos grãos de chumbo, cabendo à arma, em si mesma, a tarefa de impelir violentamente o projétil em direção ao alvo. A explosão da pólvora, na parte posterior do cano, fechada, produz súbito e considerável desenvolvimento de gases, os quais, por sua enorme força expansiva, obrigam o projétil a sair pela única abertura que se lhe oferece, isto é, a da parte anterior.

* O termo "bala" no trecho apresentado, assim como nos demais em que aparecer nesta obra, foi utilizado para manter a originalidade do texto do autor. Atualmente, o termo "projétil" é o mais aceito.

Como preleciona Espindula (2013),⁴ o conceito de arma de fogo é:

[...] engenho mecânico complexo que funciona mediante a deflagração de uma carga explosiva, capaz de provocar a formação e a expansão de gases, sob cuja ação consequente é o lançamento de um projétil.

De modo mais completo, a respeito do conceito e das classificações das armas de fogo, Baruch e Moracci (2017)¹² definem, nestes termos:

Armas de fogo são artefatos mecânicos que utilizam, como força motriz, expansão de gases resultantes da combustão de substância ou mistura explosiva para a impulsão de projéteis em direção e sentido determinados. Para seu funcionamento, são necessários três elementos:

1. Aparelho arremessador, ao qual cabe: receber carga de projeção do projétil; causar a inflamação da carga de projeção quando acionado pelo atirador; e orientar o deslocamento do projétil, enquanto o mantém sob a ação dos gases em expansão o suficiente para imprimir-lhe velocidade inicial adequada a seus propósitos;
2. Carga de projeção*, substância ou mistura explosiva;
3. Projétil, agente cuja energia dá causa aos efeitos vulnerantes da arma e cuja capacidade de fazê-lo depende, primordialmente, de sua massa e da velocidade com que atinge o ponto de impacto.

Ao conceituar as armas de fogo, Cunha Neto (2020)⁷ faz, inclusive, uma interessante ponderação histórica a respeito:

Com a descoberta da pólvora, capaz de acelerar projéteis a grandes velocidades, as *armas de fogo* começaram a se destacar pela capacidade de causar severos danos às tropas inimigas a longas distâncias.

Contudo, o avanço da tecnologia foi lento e as armas de fogo conviveram com espadas, adagas, lanças, bestas e arcos e flechas por séculos no campo de batalha, até que a modernização dos mecanismos das armas de fogo levasse os demais artefatos bélicos à obsolescência.

* A carga de projeção também é chamada de **PROPELENTE** ou simplesmente **PÓLVORA** por outros autores. No ensinamento de Baruch e Moracci (2017): “A carga de projeção (*comumente chamada apenas de pólvora*) é a substância ou mistura cuja combustão implica rápida produção e expansão de gases dentro do estojo e cano da arma, propelindo o projétil em sua trajetória ao alvo. Antigamente, utilizava-se a chamada pólvora negra, mistura de salitre, carvão e enxofre, cuja inflamação causava fumaça em profusão. Hoje os cartuchos de arma de fogo têm como regra o uso de pólvoras de maior estabilidade e de características mais controláveis, à base de nitrocelulose (base simples) ou nitrocelulose e nitroglicerina (base dupla).” Para maiores detalhes sobre o tema envolvendo os propelentes, rever o Capítulo 1 da presente obra, no tópico de balística interna.

Assim ensina Tocchetto (2021):¹³

Arma é todo objeto que pode aumentar a capacidade de ataque ou defesa do ser humano. Certos objetos são concebidos e feitos pelo homem com o fim específico de serem usados como armas. [...]

As armas de arremesso são as que produzem seus efeitos à distância de quem as utiliza, quer expelindo projéteis, quer funcionando elas próprias como projéteis. [...]

Armas de fogo são exclusivamente aquelas de arremesso complexas que utilizam, para expelir seus projéteis, a força expansiva dos gases resultantes da combustão da pólvora. Seu funcionamento, em princípio, não depende do vigor, da força física do homem.

[...] São considerados elementos essenciais de uma arma de fogo o *aparelho arremessador* ou a *arma propriamente dita*, a *carga de projeção* (pólvora) e o *projétil*, sendo que estes dois últimos integram, na maioria dos casos, o cartucho. A inflamação da carga de projeção dará origem aos gases que, expandindo-se, produzirão pressão contra a base do projétil, expelindo-o através do cano e projetando-o no espaço, para ir produzir seus efeitos a distância.

Para que uma arma de fogo possa ser considerada como tal, deve conter estes três elementos. Quando existir somente a arma, sem a carga de projeção e o projétil, estaremos diante de um engenho mecânico, de um objeto, talvez contundente, mas não de uma arma de fogo, em sentido estrito.

Em uma arma de fogo, portanto, um cartucho de munição é posicionado em uma câmara, onde os gases gerados pela queima do propelente nesse ambiente de confinamento são capazes de originar uma força expansiva que impulsiona o projétil ao cano em que está alinhado, proporcionando-lhe um direcionamento (Fig. 3.3).⁵

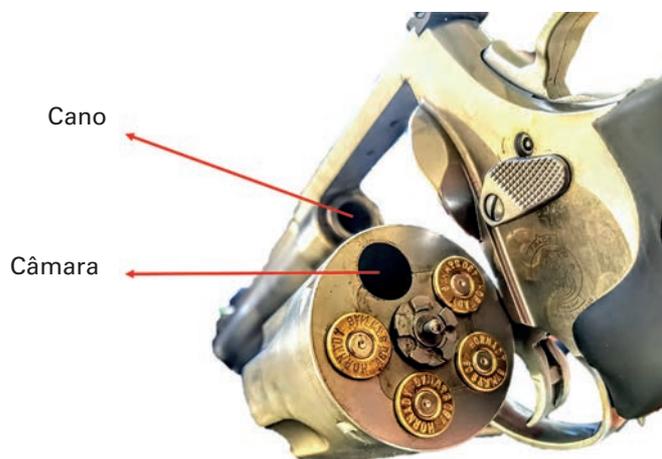


Figura 3.3 • Em uma arma de fogo, o projétil alojado na câmara é arremessado através do cano que, por sua vez, é o responsável por lhe dar estabilidade e direcionamento. (Fonte: do autor.)

Antes de mais nada, é importante ressaltar que uma arma também pode ser classificada em *réplica* ou *simulacro*.^{*} Uma réplica é uma reprodução fidedigna de um determinado modelo de arma de fogo, por valor histórico ou qualquer outro motivo que a justifique; já o simulacro nada mais é do que um objeto ou a junção de duas ou mais peças com o propósito de se criar algo que apenas se pareça com uma arma de fogo, mas que não é dotado de nenhum poder de fogo.⁵

^{*} Em relação a este tema, de acordo com Bearare e Biasoli (2021):⁵ “Toda réplica pode ser considerada um simulacro, mas nem todo simulacro pode ser considerado uma réplica.”

Quadro 3.1 • Algumas denominações relacionadas ao tipo de projétil que surgem entre diferentes fabricantes ao redor do globo.

Sigla	Munição Significado	Tradução livre
BJHP	B rass- J acketed H ollow P oint	Ponta oca encamisada em latão
CHOG	C humbo O gival	–
CPHP	C opper- P lated H ollow P oint	Ponta oca banhada em cobre
CXPO	C obre E Xpansiva de P onta O ca	–
EOOG	E ncamisada O bturada O Gival	–
EOPP	E ncamisada O bturada de P onta P lana	–
ETOG	E ncamisada T otal O Gival	–
ETPP	E ncamisada T otal de P onta P lana	–
EXPO	E Xpansiva de P onta O ca	–
EXPP	E Xpansiva de P onta P lana	–
FMJ	F ull M etal J acketed	Totalmente encamisada
FMJTC	F ull M etal J acketed T runcated C one	Tronco-cônica* totalmente encamisada
HP	H ollow P oint	Ponta oca
JHP	J acketed H ollow P oint	Encamisada com ponta oca
LHP	L ead H ollow P oint	Ponta oca de chumbo
LRJHP	L ow- R ecoil J acketed H ollow P oint	Ponta oca encamisada de baixo recuo
LRN	L ead R ound N ose	Ponta ogival de chumbo
LRNCP	L ead R ound N ose C opper- P lated	Ponta ogival de chumbo banhada em cobre
NTA	N on- T oxic A mmunition	Munição não tóxica
SJSP	S emi- J acketed S oft P oint	Ponta macia semijaquetada
VHP	V ersatile H ollow P oint	Ponta oca versátil

Fonte: do autor.

^{*} Em Geometria, se um cone é truncado, significa que ele não é mais pontiagudo, tendo sido cortado em sua parte superior, restando apenas sua base, ou seu “tronco de cone”. Por isso a denominação “tronco-cônica” para este tipo de munição.

Os cartuchos das munições utilizadas em armas de fogo; de maneira geral, apresentam cinco componentes: (1) o ESTOJO; (2) o PROJÉTIL; (3) a ESPOLETA (que contém a mistura iniciadora ou *primer*);* (4) a BUCHA; e, não menos importante, (5) o PROPELENTE (ou “pólvora”).

O projétil pode apresentar inúmeras configurações de ponta, como, por exemplo, ponta plana, ponta oca, ponta ogival, etc. Podem ser encamisados totais, expansivos, frangíveis, e puramente confeccionados em chumbo ou não. Geralmente, para cada tipo de projétil, o fabricante elabora uma sigla que facilita a compreensão das características do projétil para o atirador, como é o caso dos projéteis EXPO, que são “**EX**pan-sivos de **P**onta **O**ca”; ou como no caso dos FMJ, do inglês *Full Metal Jacketed*, aqui na indústria brasileira referidos como ETOG, que são os projéteis “**Enc**amisados **T**otais **O**Givais”, ou ETPP, isto é, “**Enc**amisados **T**otais de **P**onta **P**lana”, e assim por diante. As combinações são inúmeras (Quadro 3.1).

Geralmente, devido às imposições propostas pela Convenção de Haia ocorrida em 1899, as munições utilizadas em calibres exclusivos de uso militar são limitadas a projéteis metálicos totalmente encamisados, uma vez que projéteis frangíveis foram proibidos, embora alguns países continuem utilizando esse tipo de munição, como a *flechette*, por exemplo, projetada para dispersar pequenas pontas metálicas.¹⁴

▶▶▶ 3. Calibre Real e Calibre Nominal

A munição apropriada é fundamental para o bom desempenho de uma arma de fogo, uma vez que este tipo de engenho mecânico é considerado um instrumento de precisão.¹² É nesse cenário que surgem os conceitos de CALIBRE REAL e CALIBRE NOMINAL das armas de fogo.

Assim ensina brilhantemente Rabello (1995):¹⁵

Toda munição apresentada em unidade de cartucho é referida a um calibre determinado, calibre este, em cada caso, enunciado de maneira a indicar o tipo particular de arma a que se destina. Trata-se de uma referência necessária, porquanto não é incomum cartuchos com, praticamente, a mesma aparência exterior, possuírem distintas propriedades balísticas e se destinarem, respectivamente, a armas diferentes. Reciprocamente, em muitas das armas atuais fabricadas com observância de um padrão já definido e naquelas feitas para um dado tipo especial de munição, há referência expressa aos cartuchos para as mesmas adequados.

Há que se distinguir entre o *calibre real* e o *calibre nominal*. O calibre real é uma grandeza concreta, medida diretamente na boca do cano da arma, ao passo que o calibre nominal é designativo, em princípio, de um tipo particular de munição, embora aplicado também, por extensão, às armas em que tal

* O *primer* é um composto químico inserido em uma pequena cápsula localizada na base do cartucho de munição denominada “espoleta”. Ao ser estimulado pelo impacto do percussor da arma na espoleta, o *primer* entra em combustão e assim se inicia a queima do propelente, também localizado no cartucho, cuja explosão irá gerar os gases que confluem no impulso necessário para que o projétil seja propelido através do cano da arma de fogo.

tipo de munição é utilizado. Assim, para um mesmo calibre real, poderão existir, e realmente existem, no que se refere a alguns tipos de arma, diferentes calibres nominais.

Segundo Cunha Neto (2020):¹⁶

Numa acepção popular, “calibre” pode ser entendido como o diâmetro de um objeto cilíndrico qualquer. Podemos pensar facilmente nas diferenças de calibre de uma mangueira de jardim ou de uma agulha cirúrgica, por exemplo. Para a correta compreensão deste assunto devemos ter em mente a diferença entre *calibre real* e *calibre nominal*. Boa parte das confusões e informações erradas repassadas pela mídia, pela polícia e por outros veículos, se deve à má compreensão destes conceitos.

De acordo com Tocchetto (2021):¹⁷

A legislação brasileira relativa às armas de fogo de uso permitido para civis, e às armas de fogo de uso restrito cita alguns calibres, tanto de armas raiadas como de armas de alma lisa, motivo pelo qual o usuário de arma de fogo necessita saber o que é o *calibre* de uma arma.

Estabelecer com precisão o calibre de uma arma de alma raiada ou uma arma de alma lisa nem sempre é tarefa fácil. Além desse fato, com frequência não é feita corretamente a distinção entre calibre real e nominal, especialmente para armas possuidoras de cano com alma raiada.

Para Silvino Junior (2021):¹⁸

O conhecimento das diferentes nomenclaturas de calibres de armas de fogo é obrigatório aos peritos criminais, uma vez que o seu trabalho possui objetivo técnico, não podendo se lastrear em linguajar coloquial. [...]

[...] Erros técnicos de nomenclatura de calibres são constantemente observados em revistas, manuais, laudos periciais, notícias na imprensa e em diversas outras fontes que não deveriam cometê-los. Por exemplo, é bastante comum o linguajar leigo resumindo o nome do calibre à sua medida, por exemplo, chamando o calibre 9 mm Luger apenas de “calibre 9 mm”. Tal nomenclatura deve ser veementemente evitada, uma vez que não especifica um calibre em específico, pois existem mais de quarenta tipos diferentes de cartuchos que utilizam o calibre 9 mm.

[...] O grande número de calibres de armas de fogo, associado às peculiaridades das nomenclaturas adotadas, deve ser assunto de estudo do perito criminal, visto que o conhecimento e a capacidade de diferenciação dos calibres de armas de fogo podem ser fundamentais no esclarecimento de uma ação criminosa. Assim, diversos calibres equivalentes e aqueles que, pelo fato de possuírem o mesmo diâmetro, parecem equivalentes, mas não o são, motivam discussões e dúvidas não só aos peritos criminais, mas também a policiais, juízes, promotores e advogados.

É sabido que o calibre tem relação direta com a fabricação de cada tipo ou modelo de arma de fogo, de acordo com parâmetros específicos da munição que será utilizada.¹² As propriedades utilizadas para embasar esses parâmetros são, inclusive, uma das características que permitem diferenciar um tipo de arma de fogo de outro, ou diversos modelos dentro de uma mesma classificação. Os conceitos de *calibre real* e *calibre nominal* de uma arma de fogo são um ótimo exemplo, mas podem causar muita confusão ao indivíduo que se propõe a se debruçar sobre o assunto, uma vez que diversos autores se dispuseram a tratar do tema em suas obras e muitos postulados divergem a esse respeito.

Nas armas de fogo de alma raiada, por exemplo, o calibre real corresponde à medida existente entre os relevos denominados **CHEIOS** ou **MONTES**, criados pelas porções internas do cano que não foram submetidos ao processo industrial de raiamento e, assim, refere-se ao verdadeiro diâmetro interno do cano da arma.^{12,16} Ou seja, o calibre real de uma arma de fogo refere-se ao diâmetro *original* de seu cano, antes que ele tenha sofrido o raiamento propriamente dito.

Neste contexto, Cunha Neto (2020)¹⁶ traduz livremente DiMaio (2016):¹⁹

Nos Estados Unidos, o calibre de uma carabina ou de uma arma curta deve ser o diâmetro do cano, medido de cheio a cheio. Esta medida representa o diâmetro do cano antes que as raias fossem talhadas.

O conceito de calibre nominal é um pouco mais complexo. Em uma arma de fogo de alma raiada, o calibre nominal refere-se a um tipo de padrão originalmente existente entre a arma e a munição que lhe compete, uma vez que uma arma é concebida para utilizar um tipo específico de munição, assim como um cartucho é criado para ser utilizado por um tipo específico de arma.¹⁶ Em vista disso, projéteis com diâmetros muito semelhantes, assim como o diâmetro dos canos das armas que contemplam estas munições, como o que ocorre com os calibres .38 SPL e .357 Magnum no caso dos revólveres ou .380 ACP e 9 x 17 mm (9 mm *Browning Court*) no caso das pistolas semiautomáticas, por exemplo, possuem *design* de estojos, tipo de propelente, massa e energia de disparo totalmente diferentes entre si.¹²

É importante ressaltar que alguns fabricantes vendem munições .380 ACP (ou .380 *Auto*) e 9 x 17 mm (ou 9 mm *Browning Court*) sob anúncios unificados que, embora

tenham nomes evidentemente diferentes entre si, se referem ao mesmo tipo de produto. É o caso de fabricantes como a italiana FIOCCHI MUNIZIONI e a tcheca SELLIER & BELLOT, por exemplo. A brasileira CBC e as americanas FEDERAL AMMUNITION, REMINGTON ARMS & Co. e SPEER AMMUNITION anunciam este mesmo produto apenas pelo nome .380 Auto. Já a também americana WINCHESTER AMMUNITION disponibiliza o produto pelo nome .380 Automatic. Assim por diante.

As medidas utilizadas na determinação do calibre nominal de uma arma de fogo variam em relação à nacionalidade de seus fabricantes. As armas fabricadas nos EUA, por exemplo, normalmente apresentam seus calibres nominais definidos em **CENTÉSIMOS DE POLEGADA**.^{14,16} Como exemplo, convém citar as armas de calibre .45 ACP, cujos projéteis apresentam aproximadamente 0.45 polegada (*i.e.*, 11,43 mm) de diâmetro.¹⁴ Já as armas fabricadas no continente europeu, possuem calibres nominais definidos no **SISTEMA MÉTRICO**.^{14,16} Um bom exemplo são as armas de calibre 9 x 19 mm, ou *9 mm Luger*.¹⁴ Por sua vez, as armas fabricadas na Inglaterra, apresentam calibres nominais definidos em **MILÉSIMOS DE POLEGADA**, como as armas de calibre .454 Casull, por exemplo.¹⁶

Cunha Neto (2020)¹⁶ foi contundente ao alegar que o calibre nominal é um padrão que:

[...] é designado por um algarismo numérico, seguido de uma locução à escolha do fabricante. É essencial saber que a parte numérica é sempre um *indicativo* do calibre real, isto é, do diâmetro do cano da arma. Vejamos um exemplo. Uma arma calibre .22 Long Rifle, qualquer que seja ela, tem um diâmetro de cano de aproximadamente 0,22" (ou 5,5 mm no sistema métrico). Uma pistola calibre 9 mm Parabellum tem aproximadamente 9 mm de diâmetro do cano. Um fuzil de calibre 7,62 mm x 51 mm tem diâmetro de cano aproximado de 7,62 mm (o numeral 51 é a medida da altura do estojo).

Assim, o calibre nominal em armas de fogo de alma raiada é apenas um vislumbre numérico do diâmetro do cano na maioria das munições, como ocorre no .38 SPL, por exemplo, cujo cano possui aproximadamente 0.35" (lê-se: 0,35 polegada), ou 8,89 mm no sistema métrico.¹⁶

O calibre nominal também não deve ser confundido com o CALIBRE DO PROJÉTEL, que corresponde ao diâmetro existente entre os sulcos denominados **FUNDOS** ou **VALES** concebidos pelas porções internas do cano que sofreram a ação do processo de raiamento, não representando mais o diâmetro original da superfície interna do cano. Portanto, seguindo a mesma linha de raciocínio estabelecida para a explicação do calibre real, o *calibre do projétil* de uma arma de fogo de alma raiada refere-se ao diâmetro *adulterado* de seu cano, após ele sofrer o processo de raiamento (Fig. 3.4).

Muitos autores confundem as leis que regem as classificações dos calibres de armas de fogo, ou os simplificam demasiadamente. Alguns autores erram nos dois sentidos, como é o caso de Holmes (2016),¹⁴ que confusamente postula que o "*calibre de uma arma de fogo é o diâmetro na boca do cano, medida na área mais estreita (os cheios), que é o mesmo que o diâmetro do projétil*".

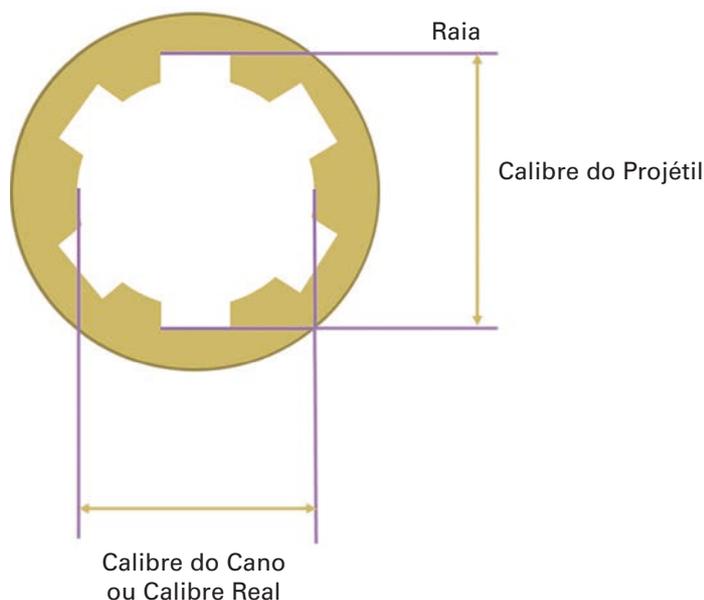


FIGURA 3.4 • O calibre nominal de uma arma de fogo não deve ser confundido com o *calibre do projétil*, uma vez que este se refere à medida entre os **FUNDOS** do sistema de raia. Por sua vez, o *calibre real* é facilmente identificado pela medida entre os **CHEIOS** do raiamento. Não saber esta diferença pode levar facilmente o leigo a um engano grosseiro. O exemplo da imagem é alusivo ao sistema convencional de raiamento de um cano de uma arma de fogo, mas o conceito também é válido para o sistema poligonal, em que os fundos são chamados de VALES e os cheios são chamados de MONTES. (Fonte: do autor.)

Neste sentido, Cunha Neto (2020)¹⁶ conceitua:

Na verdade, o *diâmetro entre fundos* corresponde ao **diâmetro do projétil**, ligeiramente maior que o diâmetro do cano, tendo em vista que a ogiva deve ser *forçada* ao raiamento para que adquira o movimento de rotação.

Uma relação inversamente proporcional entre o diâmetro (ou calibre) de um projétil de arma de fogo e sua velocidade geralmente pode ser observada na maioria das vezes.¹⁴ Isto é, em termos gerais, quanto *maior* o calibre, *menor* tenderá a ser a sua velocidade.

Já nas armas de fogo de alma lisa, o calibre real corresponde exatamente ao diâmetro da superfície interna do cano.¹² Logo, para se conhecer o calibre real de uma determinada espingarda, por exemplo, basta realizar a medida diretamente na boca de seu cano. Contudo, um cuidado deve ser tomado com as armas de fogo de alma lisa que contêm o denominado *choke*.^{*} Neste caso em particular, o calibre real irá corresponder

* De acordo com Baruch e Moracci (2017),¹² o *choke* em uma arma de fogo de alma lisa é um tipo de afunilamento na extremidade do cano que é capaz de fazer com que os balins das munições se agrupem de modo a diminuir a sua dispersão após a deflagração da munição e, conseqüentemente, aumentar a distância efetiva do tiro propriamente dito.

ao diâmetro existente entre as porções média e anterior do cano, isto é, antes do afunilamento na extremidade do cano que caracteriza o *choke* nestes tipos de armas de fogo.¹² Esse mecanismo permite manter os projéteis (*i.e.*, os “balins”) que foram impulsionados em um padrão mais agrupado por distâncias mais longas.¹⁴

Quanto ao calibre nominal em uma arma de alma lisa, trata-se do número de esferas de chumbo com diâmetro equivalente ao calibre real do cano desta mesma arma que, quando agrupadas, equivalem a uma libra (*i.e.*, aproximadamente 453,6 g), de maneira que o calibre nominal de uma espingarda calibre 12, por exemplo, refere-se à divisão de uma libra de chumbo em doze esferas iguais de 18,5 mm, que é a medida do diâmetro interno do cano deste tipo de arma e, portanto, seu calibre real.^{12,16} Resumidamente, seriam necessárias 12 esferas de chumbo com o mesmo diâmetro que o cano de uma espingarda calibre 12 para totalizar uma libra.¹⁴ Contudo, é importante ressaltar que isto não significa necessariamente que um cartucho de munição de uma espingarda calibre 12 irá dispor precisamente de 12 esferas de chumbo em sua composição, pois esta é uma confusão comum entre os leigos.¹⁶

O quadro a seguir busca auxiliar na visualização das diferenças que habitam o panorama conceitual do calibre real e do calibre nominal para armas de fogo de alma lisa ou raiada (Quadro 3.2).

No contexto pericial, importantes observações a respeito do raiamento das armas de fogo devem ser levadas em consideração durante os denominados exames de confronto microbalístico. De acordo com Burrard (1956)²⁰ (tradução livre):

Deve-se entender claramente que, por mais inestimável que seja essa investigação em relação àquilo que pode ser chamado de características principais, ela é útil apenas quando os tipos de microraiamento nos dois projéteis a

Quadro 3.2 • Diferenças conceituais entre calibre real e calibre nominal para armas de fogo com cano de alma lisa ou alma raiada.

	Alma raiada	Alma lisa
Calibre real	Diâmetro <i>original</i> do cano da arma, isto é, antes de ser submetido ao processo de raiamento. Portanto, pode ser medido entre os CHEIOS ou MONTES do sistema de raias.	Diâmetro da superfície interna do cilindro, antes do afunilamento na extremidade que caracteriza o denominado <i>choke</i> . Ou seja, pode ser medido diretamente na boca do cano quando o <i>choke</i> está ausente.
Calibre nominal	Trata-se apenas de um <i>indicativo numérico</i> do diâmetro do cano da arma de fogo. Por exemplo, o cano de um revólver calibre .38 SPL possui cerca de 0.35 polegada de diâmetro interno. Entretanto, pode ser leigamente confundido com o <i>calibre do projétil</i> que, por sua vez, pode ser medido entre os FUNDOS ou VALES do sistema de raias.	Número de esferas de chumbo com diâmetro equivalente ao calibre real da arma e, portanto, com o mesmo diâmetro do cano, que, quando agrupadas, equivalem a uma libra. Neste sentido, por exemplo, seriam necessárias 12 esferas de chumbo com o mesmo diâmetro que o cano de uma espingarda calibre 12 para totalizar uma libra.

Fonte: do autor.

serem examinados são exatamente os mesmos.* Os projéteis são menos propensos a se aprofundar em todas as ranhuras se estas ranhuras forem mais profundas do que rasas, um ponto que sempre se deve ter em mente.

Então, às vezes acontece de um projétil não se encaixar bem no cano e não o percorrer em uma linha absolutamente reta, mas se mover para frente com um movimento espiral muito leve. Em tais circunstâncias, um lado do projétil abraçará um lado do cano com muita força, enquanto o outro lado apenas o tocará levemente. Tal projétil é pesadamente gravado em toda a volta de uma parte de sua circunferência, enquanto a outra parte quase não é tocada pelo raiamento. Quando uma impressão deste tipo é encontrada, ela fornece uma prova bem definida de que os projéteis devem ter se encaixado com folga no cano da arma da qual foram disparados, fato que pode ser de considerável ajuda para formar uma opinião sobre a identidade de uma arma de fogo em particular.

Gostaria, no entanto, de enfatizar novamente que esta variação no grau de impressão só é provável de ser encontrada no caso de projéteis encamisados com níquel ou qualquer outra liga dura. Os projéteis de chumbo são adaptados com tamanha facilidade que geralmente são raiados em toda a sua circunferência [...].

▶▶ 4. A Trajetória de um Projétil de Arma de Fogo

Para que se possa entender com primazia o conceito de uma trajetória no âmbito balístico, deve-se primeiramente considerar uma partícula qualquer, movendo-se no tempo, ao longo de uma trajetória plana.²¹ De modo geral, no sentido *nu e cru* do conceito, o termo “trajetória” refere-se ao caminho de *qualquer* partícula em movimento e, em Balística, este conceito pode ser aplicado na análise do voo de um projétil de arma de fogo especificamente; isto é, a dinâmica do projétil propriamente dito movendo-se no ar sob certas condições consideradas padrão, como, por exemplo, a atmosfera, o vento, a gravidade, etc.²¹

Neste cenário, torna-se evidente que em qualquer instante do tempo (t) em que a partícula se move, haverá um valor exclusivamente correspondente de x , y , x' , y' , x'' , y'' , entre outros, em que x e y são as **COORDENADAS** da partícula em movimento, x' e y' os dois componentes da **VELOCIDADE**, x'' e y'' os dois componentes da **ACELERAÇÃO**, e assim por diante.²¹ O caminho dessa partícula será, é claro, uma única *curva* (devido à ação das condições padrão anteriormente citadas), que pode ser representada graficamente simplesmente traçando-se y sobre x .²¹ Entretanto, um registro cronológico desse tipo de movimento pode ser melhor representado por *quatro curvas*, em vez de uma única, obtidas traçando-se, desta vez, x , y , x' e y' , respectivamente, sobre um determinado tempo (t).²¹

* Os dois projéteis referidos no trecho são, a saber: (1) o projétil **QUESTIONADO**, obtido no local de crime ou no corpo da vítima; e (2) o projétil **PADRÃO**, obtido no laboratório de Balística Forense durante o exame pericial.

Um breve exemplo de aplicação pura deste conceito de trajetória, apenas para fins de compreensão didática, é a determinação matemática de uma possível perturbação nesta linha de movimento da partícula em questão, de acordo com algumas equações diferenciais particularmente definidas para o estudo do movimento em si.²¹

Assim, deve-se considerar qualquer uma das quatro curvas citadas anteriormente, representada por ABC (Fig. 3.5).

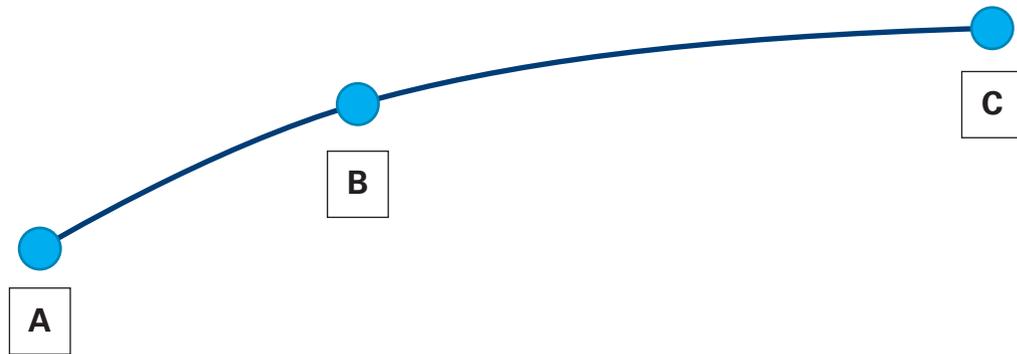


Figura 3.5 • A trajetória simples de uma partícula qualquer, movendo-se no tempo. (Fonte: do autor. Adaptado de Anônimo, 1920.²¹)

Supondo uma perturbação de B para E nesta situação em particular, de maneira que a curva adquira o formato BE referente ao seu intervalo de perturbação e, supondo que após este evento não ocorra mais nenhuma perturbação na referida curva, sua forma final, em termos gerais, será representada por EF.²¹ Neste caso, o valor total da perturbação até qualquer instante é a diferença das ordenadas entre a trajetória original (*i.e.*, não perturbada) ABC, e a trajetória perturbada BEF, como HI ou GE, por exemplo (Fig. 3.6).²¹

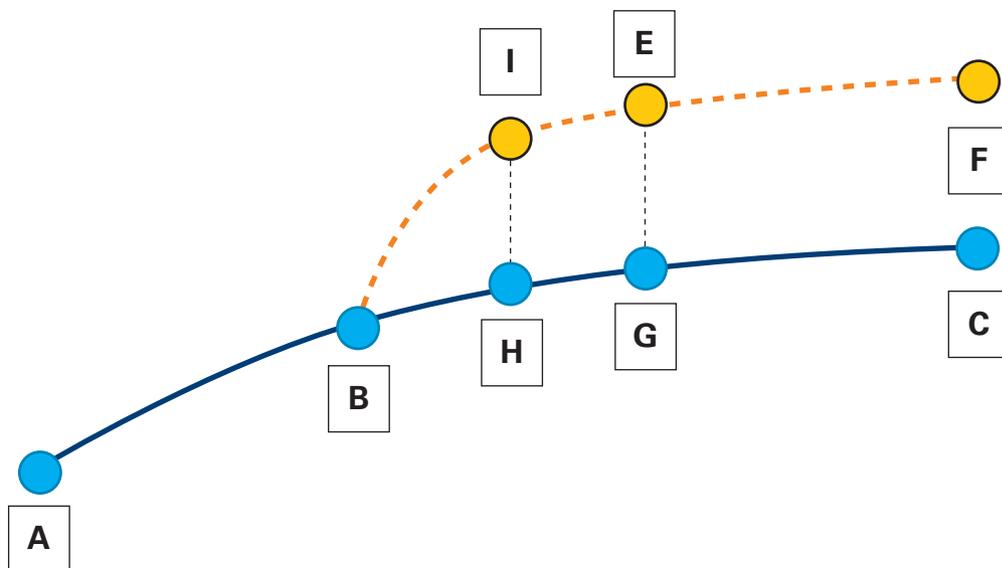


FIGURA 3.6 • A perturbação causada alterou a trajetória original ABC para ABF. Nesse caso, o valor de perturbação total calculado para qualquer instante no tempo é a diferença das ordenadas presentes na trajetória original ABC e o segmento perturbado BEF, como a representação em HI ou GE, por exemplo. (Fonte: do autor. Adaptado de Anônimo, 1920.²¹)

A definição dos elementos de uma trajetória e sua compreensão é uma tarefa que exige bastante empenho do leitor que se debruça sobre este assunto em particular, pois são vários os termos que podem causar certa confusão.

Em síntese, do ponto de vista da Balística pura e aplicada, os que aqui se seguem são os mais importantes a serem considerados,* de acordo com os postulados de Anônimo (1920),²² *in verbis* (tradução livre):

ACELERAÇÃO (x" ou y"): do inglês *acceleration*, trata-se da taxa de aumento de x' e y' , respectivamente, em metros por segundo ao quadrado (m/s^2), em qualquer ponto da trajetória.

ALCANCE GEOGRÁFICO (X): do inglês *geographical range*, é a distância em metros da boca do cano da arma de fogo ao ponto de queda, medida a partir da superfície da Terra.

ÂNGULO DO LOCAL (OU "ÂNGULO DE SÍTIO"): do inglês *angle of site*, é o ângulo cuja tangente é o resultado da diferença entre a altitude da arma e do alvo dividida pelo alcance geográfico. O ângulo é positivo se a arma estiver mais alta que o alvo. Isto se deve ao fato de que, na aplicação pura da Balística, "altitude zero" é aquela em que a arma está na mesma elevação, em relação ao nível do mar, que o alvo, em que o ângulo medido *diretamente* com um nivelador é apenas *aproximadamente* igual ao ângulo do local, embora isto seja satisfatório para distâncias curtas.

ÁPICE (OU "PICO"): do inglês *summit*, é o ponto mais alto de uma determinada trajetória.

CENTRO DE IMPACTO: do inglês *center of impact*, é a posição média de vários pontos de respingo.

COEFICIENTE BALÍSTICO (C): do inglês *ballistic coefficient*, é um número puramente empírico, usado na fórmula para obter a função da resistência (E). Trata-se de um valor médio (consistente ao longo de uma determinada trajetória) do valor recíproco ao retardo relativo. O retardo relativo, por sua vez, é a razão entre o retardo experimentado pelo projétil real e aquele que seria experimentado por um determinado "projétil padrão" fictício, movendo-se na mesma velocidade e altitude. O valor de (C) para qualquer projétil e velocidade na boca do cano varia apenas em função do ângulo de projeção (θ). Assim, (C) pode ser representado como:

$$C = \frac{W}{id^2}$$

onde (w) é o peso do projétil em libras, (d) o seu diâmetro em polegadas e (i) o seu "coeficiente de forma", assim chamado porque depende muito da forma do projétil. Este (i) também é um número empírico, com seu valor sendo determinado dando-se a (C) na equação acima o valor necessário para se calcular o intervalo realmente observado, quando este último é reduzido às condições padrão.

* Todos os conceitos aqui representados, organizados em ordem alfabética e traduzidos livremente do inglês para o português, foram extraídos do 5º capítulo da excelente obra dedicada exclusivamente aos estudos em balística externa: *A Course in External Ballistics: Ordnance Textbook*.²²

COORDENADAS (x e y): do inglês *coordinates*, são as coordenadas de qualquer ponto na trajetória, mensuradas em metros. As abscissas (x) são medidas ao longo da superfície da Terra e são positivas na direção do tiro. As ordenadas (y) são medidas verticalmente em relação à superfície da Terra e são positivas para cima. A origem é a boca do cano da arma. No desenvolvimento de fórmulas e na computação, este sistema de coordenadas é tratado como cartesiano, sendo o erro desprezível. Observam-se as diferenças entre esta concepção e a concepção do plano tangente da Balística de Ingalls-Siacci. A presente concepção, sendo baseada em uma Terra curva, elimina a necessidade de correção para a curvatura da Terra (Fig. 3.7).

INCLINAÇÃO (θ): do inglês *inclination*, é o ângulo medido da horizontal à tangente da trajetória em qualquer ponto da trajetória.

ORDENADA MÁXIMA (y_s): do inglês *maximum ordinate*, é a coordenada y presente no ápice da trajetória.

PLANO DE PROJEÇÃO: do inglês *plane of projection*, é o plano vertical da trajetória, incluindo sua linha de projeção (*i.e.*, a tangente da trajetória em relação à boca do cano da arma de fogo).

PONTO DE QUEDA: do inglês *point of fall*, é o ponto em que o projétil, em seu voo para baixo, atinge a mesma altitude, em relação ao nível do mar, que a boca do cano da arma que o disparou.

PONTO DE RESPINGO: do inglês *point of splash*, trata-se do ponto onde o projétil, em um tiro a distância, entra na água.

QUADRANTE DE ELEVAÇÃO: do inglês *quadrant elevation*, é o ângulo entre a horizontal e o eixo da boca do cano imediatamente antes do disparo da arma.

QUADRANTE DO ÂNGULO DE DESVIO (θ): do inglês *quadrant angle of departure*, é o ângulo medido da horizontal à tangente da trajetória em relação à boca do cano; também conhecido como "ângulo de projeção".

QUADRANTE DO ÂNGULO DE QUEDA (ω): do inglês *quadrant angle of fall*, é o negativo da inclinação no ponto de queda.

RAMO ASCENDENTE: do inglês *ascending branch*, é a parte da trajetória na qual o projétil sobe.

RAMO DESCENDENTE: do inglês *descending branch*, é a parte da trajetória na qual o projétil desce.

RETARDO (R): do inglês *retardation*, é o resultado da influência da resistência do ar em condições de densidade e elasticidade padrão.

$$R = vE$$

$$E = \frac{GH}{C}$$

onde (R) é uma função da velocidade e da altitude; (E) é a função da resistência; (G) é uma função tabular de (v), por conveniência tabulada para o argumento $v^2/100$; (C) é o coeficiente balístico; e (H) é determinado pela seguinte lei exponencial:

$$H = e^{-hy}$$

$$h = .0001036$$

SALTO VERTICAL: do inglês *vertical jump*, é a diferença algébrica obtida subtraindo-se o quadrante de elevação do quadrante do ângulo de desvio.

SUPERFÍCIE DA TERRA: do inglês *surface of Earth*, trata-se de uma superfície esférica que passa pela boca da arma e é concêntrica com a Terra.*

TEMPO (t): do inglês *time*, é o tempo em segundos (s) decorrido no voo do projétil desde o cano até qualquer ponto da trajetória, onde t é uma variável independente da trajetória (quando é considerado como o momento em que ocorre uma perturbação, o símbolo é Δt).

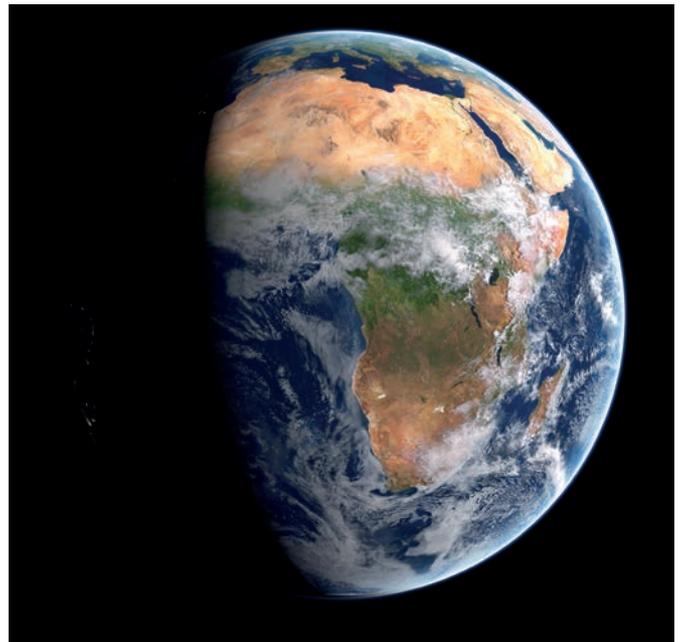
TEMPO DE VOO (T): do inglês *time of flight*, é o tempo (t) calculado a partir da boca do cano da arma até o ponto de queda.

VELOCIDADE (v): do inglês *velocity*, também conhecida como “velocidade remanescente”. Trata-se da velocidade tangencial do projétil em qualquer ponto de seu voo, em metros por segundo (m/s). Os componentes x e y da velocidade são representados por x' e y' , respectivamente.

VELOCIDADE NA BOCA DO CANO (V): do inglês *muzzle velocity*, é a velocidade tangencial inicial fictícia do projétil no início de seu voo em metros por segundo (m/s). A explosão do propelente pode continuar a acelerar o projétil por alguma distância além do cano; de modo que a “velocidade na boca do cano” não é a velocidade real no cano, mas sim uma velocidade fictícia que, se ocorresse no cano e se não houvesse explosão, faria com que o projétil viajasse na mesma trajetória daquela na qual ele realmente viaja.

* A rotação da Terra tem dois efeitos sobre um projétil em voo: (1) quanto maior a altitude alcançada pelo projétil, maior deve ser a alteração na sua velocidade, a fim de manter a mesma velocidade linear em relação à Terra e sua superfície; e (2) a força centrífuga compensa até certo ponto a alteração na gravidade.⁶⁶

FIGURA 3.7 • Na balística contemporânea, os cálculos sobre as coordenadas (x e y) de uma partícula qualquer exercendo a sua trajetória levam automaticamente em consideração a superfície esférica da Terra, eliminando a necessidade de correção para a curvatura da Terra observada no antigo plano cartesiano de Ingalls-Siacci. Os principais fundamentos que embasaram esta nova concepção do cálculo balístico foram elaborados com o desenrolar da Primeira Guerra Mundial (1914-1918) e da Segunda Guerra Mundial (1939-1945). (Fonte: Flickr. Domínio público – CC0 1.0.²³)



Adicionalmente, para se estudar os movimentos de um determinado projétil com a finalidade de se registrar os tipos de trajetórias para possibilitar correções diferenciais entre si, o projétil em voo deve ser considerado novamente uma partícula qualquer.²⁴ Assim, o movimento pode restringir-se ao plano de fogo somente, e os diferentes efeitos do comportamento oblíquo do projétil em relação ao ar (*e.g.*, impulso e os efeitos da guinada) podem ser temporariamente desconsiderados.²⁴

Nestas últimas circunstâncias, por exemplo, o retardo atmosférico de um projétil depende basicamente de três fatores: (1) da velocidade do projétil; (2) das características físicas do projétil; e (3) da densidade do ar.²⁴ Consequentemente, a aceleração atmosférica (*i.e.*, o negativo do retardo atmosférico) pode ser expressa da seguinte forma:

$$\alpha = -\frac{FH}{C}$$

onde F é uma função empírica de v para fins de tabulação, H representa a densidade real e C é uma constante empírica (diferente para cada projétil), empregada para fazer a aceleração em questão ser correspondente às características do projétil cuja trajetória está sendo estudada.²⁴

O sistema de raiamento de uma arma de fogo é um fator fundamental para a estabilização de um projétil de arma de fogo na sua trajetória, principalmente quando é necessário explorar o seu potencial para alcançar longas distâncias. De acordo com Holmes (2016):¹⁴

A maioria das pistolas e rifles tem cilindros com ranhuras internas denominadas *raimento*, que fazem com que o projétil gire em torno de seu longo eixo. O raiamento é composto de relevos e sulcos, que deixam marcas distintas no projétil disparado. A circunvolução do projétil pelo raiamento o mantém estável na trajetória em distâncias mais longas.

Em termos periciais, a trajetória de um projétil de arma de fogo pode ser útil quando há, no mínimo, dois pontos de embates do projétil para serem analisados.¹² Existem diversos tipos de acessórios que podem ser utilizados como auxiliares neste tipo de avaliação forense, como ponteiras a laser, varetas e hastes flexíveis, estas últimas principalmente em ocasiões em que há transfixação do corpo da vítima pelo projétil.¹²

►► 5. A Perícia Criminal no Brasil

A Criminalística pode ser definida como a aplicação de métodos científicos em relação a coleta, reconhecimento, comparação e identificação de evidências físicas oriundas do crime ou das atividades ilegais no âmbito cível.²⁵ Geralmente, envolve a reconstrução de eventos relacionados à situação que está sendo investigada, a partir



Figura 3.8 • Nos institutos médico-legais (IMLs) e nos centros de Criminalística, os médicos e cirurgiões-dentistas são exemplos de profissionais que atuam na perícia oficial em âmbito criminal, exercendo seus ofícios nas áreas da Medicina Legal (médico-legista) e da Odontologia Legal (perito odontologista), respectivamente. (Fonte: Flickr. Domínio público – CC PDM 1.0.²⁶)

da avaliação de evidências físicas e pela análise forense do local de crime.²⁵ Os peritos criminais, também reconhecidos em algumas localidades como cientistas forenses, auxiliam na identificação, coleta e análise dessas possíveis evidências físicas relacionadas ao local de crime,²⁵ como, por exemplo, projéteis de arma de fogo, manchas de sangue, cartas de suicídio, entre outras (Fig. 3.8).

Assim postula Rabello (1995),⁹ cujos trechos extraídos vão aqui transcritos em totalidade, a fim de não se perder o notável brilhantismo de sua linha de raciocínio:

Acresce que, conquanto, no moderno conceito de Criminalística, a tendência seja a de nesta se incluir a parte do conhecimento médico-legal diretamente vinculada ao esclarecimento e à prova das infrações penais, através do estudo dos vestígios materiais das mesmas, não menos verdadeiro é que a parte do seu conteúdo estranha, por natureza, à Medicina, teve no seio da Medicina Legal, não obstante, o seu primeiro tratamento científico, o que é sobretudo exato no concernente à Balística Forense.

Na prática, e nem sempre obedecendo à lógica, o sistema tem sido o de traçarem-se limites às atribuições e à competência do perito médico-legista e à