



# PROELIUM

REVISTA CIENTÍFICA DA ACADEMIA MILITAR  
ENGENHARIAS

Série VII, n.º 12 (2017)

## Ficha Técnica

<b>Proprietário e Editora:</b>	Academia Militar Rua Gomes Freire 1169-203 Lisboa Tel.: 213186907 Fax: 213186911 URL: <a href="http://www.academiamilitar.pt">www.academiamilitar.pt</a> E-mail: <a href="mailto:proelium@academiamilitar.pt">proelium@academiamilitar.pt</a>
<b>Local:</b>	Lisboa
<b>Ano:</b>	2017
<b>Periodicidade:</b>	Semestral
<b>Depósito Legal:</b>	209905/04
<b>ISSN:</b>	1645-8826
<b>Capa:</b>	CENTRO DE AUDIOVISUAIS DO EXÉRCITO/SECÇÃO DE ARTES GRÁFICAS
<b>Paginação, Impressão e</b>	
<b>Acabamentos:</b>	CENTRO DE AUDIOVISUAIS DO EXÉRCITO/SECÇÃO DE ARTES GRÁFICAS
<b>Tiragem:</b>	300

A Revista Proelium está indexada à LATINDEX e acessível no Repositório Científico de Acesso Aberto de Portugal (RCAAP) em: <http://revistas.rcaap.pt/proelium>

Nenhuma parte desta obra pode ser reproduzida por qualquer processo electrónico, mecânico ou fotográfico, incluindo fotocópias, xerocópias ou gravação, sem autorização prévia da Academia Militar.

## Órgãos da PROELIUM

- Director:** Major-General (Doutor) João Jorge Botelho Vieira Borges
- Diretor Adjunto:** Tenente-Coronel (Doutor) Luís Manuel Brás Bernardino
- Editor:** Professor Doutor José Alberto de Jesus Borges
- Co-Editor:** Professor Ricardo Nuno Albuquerque Leite Oliveira
- Conselho Editorial:** Major-General (Doutor) João Jorge Botelho Vieira Borges  
Professor Doutor Carlos Alberto Silva Melo Santos, Universidade dos Açores  
Professor Doutor Pedro Telhado Pereira, Universidade da Madeira  
Professor Doutor Henrique Manuel Dinis Santos, Universidade do Minho  
Professor Doutor João Joanaz de Melo, Universidade Nova de Lisboa  
Professora Doutora Maria Manuela M. S. Sarmento Coelho, Academia Militar  
Professor Doutor Vítor Manuel S. da Silva Ferreira, Universidade Técnica de Lisboa  
Coronel (Doutor) Carlos Manuel Mendes Dias, Academia Militar  
Tenente-Coronel (Doutor) José Carlos Dias Rouco, Academia Militar  
Major (Doutor) David Pascoal Rosado, Academia Militar
- Conselho Consultivo Nacional:** Major-General (Doutor) Jorge Filipe Corte-Real Andrade, Instituto de Estudos Superiores Militares  
Major-General José António Henriques Dinis  
Professor Doutor Diamantino Freitas Gomes Durão, Universidade Lusíada  
Professora Doutora Ana Bela Ribeiro da Costa Santos Bravo, Academia Militar  
Professor Doutor António José Barreiros Telo, Academia Militar  
Professor Doutor Mário Lino Barata Raposo, Universidade da Beira Interior  
Professor Doutor António Fernando Boletto Rosado, Universidade Técnica de Lisboa  
Professor Doutor Carlos José Bernardo da Silva Barracho, Universidade Lusíada  
Professor Doutor João Torres de Quinhones Levy, Universidade Técnica de Lisboa  
Professora Doutora Lúcia Maria Portela Lima Rodrigues, Universidade do Minho  
Professor Doutor João Paulo de Freitas Sousa, Academia Militar  
Professora Doutora Ana Maria Carapelho Romão, Academia Militar  
Professora Doutora Paula Manuela dos Santos L. R. Figueiredo, Academia Militar  
Professor Doutor António Joaquim dos Santos Serralheiro, Academia Militar  
Professor Doutor Fernando José Gautier Luso Soares, Academia Militar  
Professor Doutor César Rodrigo Fernández, Academia Militar  
Professor Doutor Jorge da Silva Macaísta Malheiros, Universidade de Lisboa  
Professora Doutora Maria da Saudade Baltazar, Universidade de Évora  
Professor Doutor José Fernandes Fontes, Academia Militar e Universidade Aberta  
Professora Doutora Sandra Maria Rodrigues Balão, Universidade Técnica de Lisboa  
Professor Doutor Thomas Peter Gasche, Academia Militar  
Coronel (Doutor) João Pedro da Cruz Fernandes Thomaz, Academia Militar  
Tenente-Coronel (Doutor) Francisco Miguel Proença Garcia, Academia Militar  
Professora Doutora Fernanda M. D. Nogueira, Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas  
Tenente-Coronel (Doutor) Paulo Fernando Viegas Nunes, Academia Militar  
Tenente-Coronel (Doutor) Jorge Manuel Dias Sequeira, Academia Militar  
Tenente-Coronel (Doutor) Pedro Marcelino Marquês de Sousa, Academia Militar  
Tenente-Coronel (Doutor) João Paulo Nunes Vicente, Instituto de Estudos Superiores Militares  
Tenente-Coronel GNR (Doutor) Nuno Miguel Parreira da Silva  
Professora Doutora Maria Francisca Saraiva, Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas  
Capitão GNR (Doutor) Reinaldo Saraiva Hermenegildo, Academia Militar  
Professora Sofia de Freitas e Menezes, Academia Militar
- Conselho Consultivo Internacional:** Professor Doutor Sven Biscop, Egmont Institute (Bélgica)  
Professor Doutor Hermano Perrelli de Moura, Universidade Federal de Pernambuco (Brasil)  
Professora Doutora Marta Lucía Oviedo Franco, Universidade Militar (Colômbia)  
Professora Doutora María Jesús Hernández Ortiz, Universidade de Jaén (Espanha)  
Professora Doutora Ana Maria Lucia Casademunt, Universidade de Loyola Andaluza (Espanha)  
Professor Doutor José Luís R. de Alba Robledo, Universidade de Málaga (Espanha)  
Professor Doutor Gary N. McLean, University of Minnesota (EUA)  
Professor Doutor Michael F. Cassidy, Marymount University (EUA)  
Professora Doutora Patrícia M. Salgado, Universidade Autónoma do Estado do México (México)  
Colonel János Besenyő, PhD - Hungarian Defence Forces (Hungria)

EDITORIAL .....	5
<i>Major-General João Jorge Botelho Vieira Borges</i>	
A FORMA NA CONSTRUÇÃO ABOBADADA .....	7
<i>João Rei, António S. Gago</i>	
PONTES LOGÍSTICAS DO TIPO MABEY DO EXÉRCITO PORTUGUÊS – COMPORTAMENTO ESTRUTURAL .....	33
<i>Ricardo Pereira, José Oliveira Pedro, Artur Caracho</i>	
FORNECIMENTO DE ÁGUA E TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS EM FORÇAS NACIONAIS DESTACADAS .....	57
<i>César Pestana, Filipa Ferreira, Carlos Afonso</i>	
A ENGENHARIA MILITAR NA PREVENÇÃO. PROPOSTA DE UM SISTEMA DE VIGILÂNCIA EXPEDITO – TORRE DE VIGILÂNCIA MODULAR E PORTÁTIL .....	75
<i>Hugo Soares, Luís Guerreiro, Carlos Afonso</i>	
RECUPERAÇÃO DO EDIFICADO DO EXÉRCITO. SISTEMA DE INSPEÇÃO E DIAGNÓSTICO DE ANOMALIAS EM COBERTURAS EM TERRAÇO .....	91
<i>João Conceição, Jorge Brito, Inês Flores-Colen</i>	
PROJETO E CONSTRUÇÃO DE UM PROTÓTIPO DE ANTENA ESPAR .....	121
<i>Edgar Ruano, Maria João Martins, António Baptista</i>	
TRANSLATING RF CONCEPTS IN ANTENNA THEORY TO THE OPTICAL DOMAIN .....	133
<i>Rui Gomes, Maria João Martins, António Baptista, João Torres</i>	
ANTENA PARA CONTROLO WIRELESS DE UM ROBOT .....	145
<i>Gonçalo Soeiro, Tiago Almeida, Maria João Martins, José Mata</i>	
SHORT WAVE MULTIPOLAR ANTENNA FOR PROPAGATION BY NVIS EFFECT .....	175
<i>Igor Pereira, Maria João Martins, António Baptista, Mariano Gonçalves</i>	
FUSÃO DE IMAGEM PARA DETEÇÃO DE PESSOAS CAMUFLADAS .....	193
<i>Nádia Bento, José Silva, José Dias</i>	
ESTUDO DE BALÍSTICA INTERNA PARA O OBUS M114 A1 155MM/23 .....	205
<i>Daniel Marques, Aires dos Santos, Bruno Pereira</i>	
ANALYSIS OF EXTERNAL BALLISTICS FOR A PROJECTILE OF CALIBER 155 MM .....	227
<i>Rui Fonte-Boa, José Borges, José Chaves</i>	
PROJECT OF A 155 MM FOREST FIREFIGHTING PROJECTILE .....	243
<i>João Calado, José Borges, Luís Reis</i>	
NUMERICAL AND EXPERIMENTAL, ANALYSIS OF BALLISTIC ARMORS .....	259
<i>José Mestre, João Ferreira, Luís Pina, José Borges</i>	
BREAKING BARRIERS WITH QUALITATIVE MULTI-METHOD RESEARCH FOR ENGINEERING STUDIES: PROS, CONS AND ISSUES! .....	275
<i>João Reis, Marlene Amorim, Nuno Melão</i>	
NORMAS PARA PUBLICAÇÃO NA REVISTA PROELIUM .....	293
RULES FOR PUBLISHING IN THE SCIENTIFIC JOURNAL PROELIUM .....	293





*Major-General João Jorge Botelho Vieira Borges  
Comandante da Academia Militar*

A Academia Militar, enquanto instituição de ensino superior militar, forma engenheiros desde 1790, na sua ilustre antecessora, a Academia Real de Fortificação, Artilharia e Desenho, criada por D. Maria I. E entre estes, destaco os oficiais de Engenharia do Exército Português, que honraram Portugal e a arma de Engenharia na Paz e na Guerra, os docentes que criaram a Real Academia no Brasil em 1792, considerada a primeira escola de Engenharia das Américas, mas também oficiais de outros ramos das Forças Armadas e da GNR e ainda um conjunto alargado de ilustres engenheiros civis.

Este contributo da Academia Militar foi recentemente reconhecido pela Ordem dos Engenheiros, que no âmbito das comemorações dos seus 80 anos, atribuiu à Academia Militar, no passado dia 26 de novembro, a categoria de Membro Honorário “pela contribuição desta instituição para a dignificação e prestígio do ensino e da profissão de engenheiro”.

O presente número especial da PROELIUM é centrado no tema das engenharias, e insere-se numa opção editorial iniciada em 2014, que teve por objetivo editar números temáticos que promovem e divulgam as atividades de Ensino e Investigação, Desenvolvimento e Inovação da Academia Militar.

No primeiro semestre de 2015 foi endereçado um convite aos alunos, docentes e investigadores dos três cursos de Engenharia e do Centro de Investigação Desenvolvimento e Inovação da Academia Militar (CINAMIL) para contribuírem com artigos originais para este número especial da revista PROELIUM. Foi também solicitado que os artigos a submeter deveriam resultar de trabalhos desenvolvidos em coautorias que refletissem as redes e parcerias da Academia Militar com instituições congêneres de Ensino Superior/Investigação ou empresas da Base Tecnológica e Industrial da Defesa. De entre os artigos submetidos, foi efetuada uma revisão e seleção onde se procurou uma distribuição equitativa e representativa das atividades desenvolvidas na área

das Engenharias da Academia Militar/Exército Português e GNR. O processo de seleção obedeceu ao padrão de exigência, mérito e qualidade científica definidos pela revista PROELIUM.

Os artigos propostos versam temas de elevado interesse para a área da Segurança e Defesa, em particular do Exército Português e da GNR no que respeita à Engenharia Militar, à Engenharia Eletrotécnica Militar e à Engenharia Mecânica Militar. Um número relevante de artigos está diretamente associado a projetos de ID&I, que decorrem enquadrados pelo CINAMIL, com financiamento proveniente do Estado-Maior do Exército, da Direção Geral de Recursos da Defesa Nacional/Ministério da Defesa Nacional, do programa Portugal 2020 e da Agência Europeia de Defesa.

Foram entretanto selecionados para publicação 15 artigos: 5 na área da Engenharia Militar, 5 na área da Engenharia Eletrotécnica Militar - Transmissões e Material, e 5 na área da Engenharia Mecânica Militar. Dois artigos resultaram diretamente do trabalho de Doutoramento realizado por Oficiais da AM. Treze artigos resultaram do trabalho realizado por Alferes da Academia Militar para as respetivas dissertações de Mestrado, as quais foram desenvolvidas sob orientação conjunta por professores da Academia Militar e do Instituto Superior Técnico.

Este número especial da PROELIUM, que foca as atividades de ensino e ID&I na área das Engenharias, bem como a iniciativa recente das Jornadas das Engenharias da Academia Militar (que teve lugar na Amadora no passado dia 7 de dezembro, com a presença do Tenente-General Rodrigues da Costa, Vice-Chefe do Estado-Maior do Exército e Diretor Honorário da Arma de Engenharia e do Bastonário da Ordem dos Engenheiros, Engenheiro Carlos Alberto Mineiro Aires), demonstra o dinamismo e a produção científica & tecnológica desta área na Academia Militar e no Exército Português e GNR.

Deixo um desafio final às restantes áreas científicas para incorporarem futuros números temáticos da nossa revista PROELIUM.