

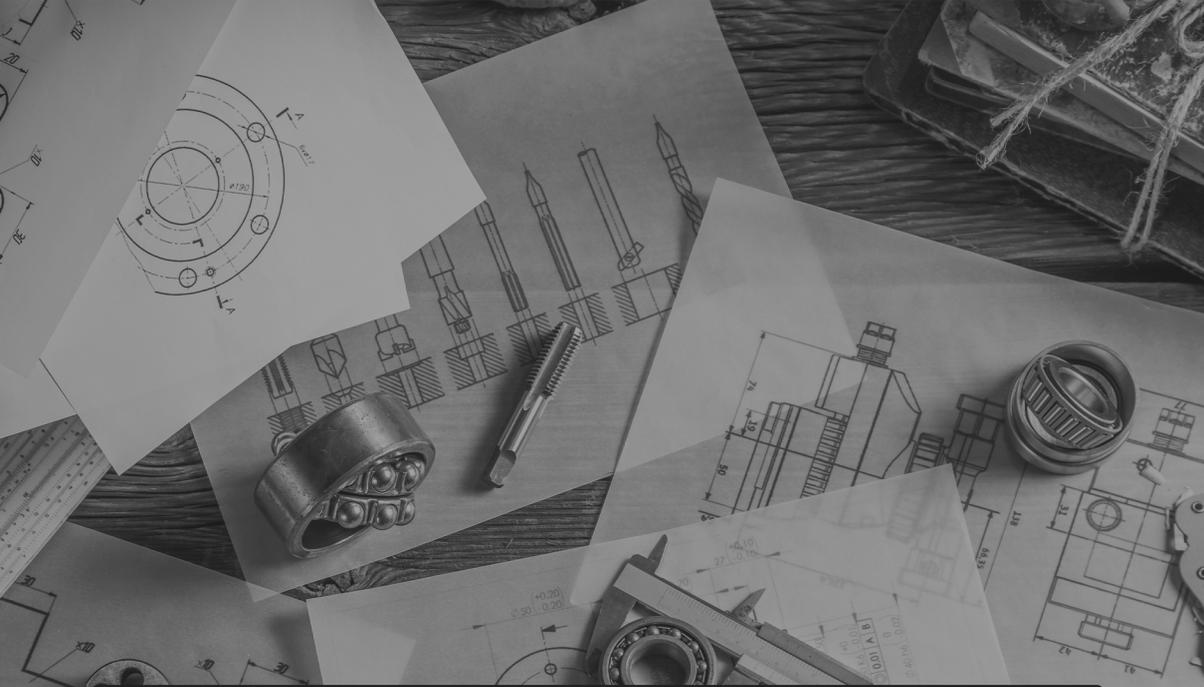


Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
(Organizadores)

A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Mecânica

2

 **Atena**
Editora
Ano 2020



Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
(Organizadores)

A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Mecânica

2

Atena
Editora
Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá

Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Luiza Alves Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

A639 A aplicação do conhecimento científico na engenharia mecânica 2 [recurso eletrônico] / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João Dallamuta. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN 978-65-5706-376-7

DOI 10.22533/at.ed.767201109

1. Automação industrial. 2. Engenharia mecânica – Pesquisa – Brasil. 3. Produtividade industrial. 4. Tecnologia. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Dallamuta, João.

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A Engenharia Mecânica pode ser definida como o ramo da engenharia que aplica os princípios de física e ciência dos materiais para a concepção, análise, fabricação e manutenção de sistemas mecânicos. Nos dias atuais a busca pela redução de custos, aliado a qualidade final dos produtos é um marco na sobrevivência das empresas. Nesta obra é conciliada duas atividades essenciais a um engenheiro mecânico: Projetos e Simulação.

A área de projetos, simulação bem como o desenvolvimento de novo materiais vem ganhando amplo destaque, pois através de simulações pode-se otimizar os projetos realizados, reduzindo o tempo de execução, a utilização de materiais e os custos finais.

Outra área de grande importância é o estudo das naturezas térmicas, pois devido a mudanças significativas no meio ambiente, gradientes cada vez maiores de amplitude térmica vêm sendo registrados. Estes afetem diretamente a processos, previsões de para projetos e ainda aos custos finais de produtos.

Dessa forma, são apresentados trabalhos teóricos e resultados práticos de diferentes formas de aplicação e abordagens nos projetos dentro da grande área das engenharias. Trabalhos envolvendo simulações devido a inserção de novos softwares dedicados a áreas específicas, auxiliando o projetista em suas funções. Sabe-los utilizar de uma maneira eficaz e eficiente é um dos desafios dos novos engenheiros.

Neste livro são apresentados vários trabalhos, alguns com resultados práticos, sobre simulações em vários campos da engenharia industrial, elementos de maquinas e projetos de bancadas práticas.

Um compendio de temas e abordagens que constituem a base de conhecimento de profissionais que se dedicam a projetar e fabricar sistemas mecânicos e industriais.

De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais.

Boa leitura!

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

AVALIAÇÃO DA APLICABILIDADE DE EQUAÇÃO TEÓRICA NA PREDIÇÃO DE RUGOSIDADE DO AÇO ABNT 1045 SUBMETIDO AO PROCESSO DE RETIFICAÇÃO

Mayara Fernanda Pereira

Bruno Souza Abrão

Rosemar Batista da Silva

DOI 10.22533/at.ed.7672011091

CAPÍTULO 2..... 8

AVALIAÇÃO DA INTEGRIDADE SUPERFICIAL DO AÇO N2711 APÓS RETIFICAÇÃO COM REBOLO DE ÓXIDO DE ALUMÍNIO

Henrique Butzlaff Hübner

Rosemar Batista da Silva

Marcus Antônio Viana Duarte

Eduardo Carlos Bianchi

DOI 10.22533/at.ed.7672011092

CAPÍTULO 3..... 15

AVALIAÇÃO DA RUGOSIDADE DO INCONEL 718 APÓS RETIFICAÇÃO COM REBOLOS DE DIFERENTES ABRASIVOS CONVENCIONAIS

Rodrigo de Souza Ruzzi

Raphael Lima de Paiva

Otávio de Souza Ruzzi

Rosemar Batista da Silva

DOI 10.22533/at.ed.7672011093

CAPÍTULO 4..... 22

AVALIAÇÃO DA RUGOSIDADE GERADA PELO PROCESSO DE JATEAMENTO EM DIFERENTES DISTÂNCIAS DO BOCAL À PEÇA

Henrique Butzlaff Hübner

Antonio Favero Filho

Freddy Alejandro Portillo Morales

Mayara Fernanda Pereira

Rosemar Batista da Silva

DOI 10.22533/at.ed.7672011094

CAPÍTULO 5..... 31

ENSAIO BALÍSTICO DE LAMINADOS DE AÇO PARA FUTURA APLICAÇÃO EM BLINDAGEM ADD-ON ESPAÇADA

João Pedro Inácio Varela

Ednaldo Gomes da Rocha Júnior

Wanderley Ferreira de Amorim Júnior

DOI 10.22533/at.ed.7672011095

CAPÍTULO 6..... 47

CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA DE FILMES HÍBRIDOS BIODEGRADÁVEIS

COMPOSTOS POR FÉCULA DE BATATA (FB), GELATINA BOVINA (GB) E QUITOSANA (QT)

Francielle Cristine Pereira Gonçalves
Kristy Emanuel Silva Fontes
Elano Costa Silva
Arthur Domingos Mesquita De Moraes
Dyana Alves De Oliveira
Théo Martins De Alencar Paiva
Ricardo Alan Da Silva Vieira
Manoel Quirino da Silva Júnior
Francisco Leonardo Gomes de Menezes

DOI 10.22533/at.ed.7672011096

CAPÍTULO 7..... 60

REFLECTIVITY BEHAVIOR IN X-BAND OF MICROWAVE ABSORBERS BASED ON CU SUBSTITUTED NIZN SPINEL NANOCRYSTALLINE FERRITE

Valdirene Aparecida da Silva
Evandro Luis Nohara
Mirabel Cerqueira Rezende

DOI 10.22533/at.ed.7672011097

CAPÍTULO 8..... 71

DESENVOLVIMENTO DE PRÓTESE PERSONALIZADA DA ATM ATRAVÉS DA GERAÇÃO DE IMAGEM 3D BIOMECÂNICA A PARTIR DE TOMOGRAFIA

Rafael Ferreira Gregolin
Cecília Amélia de Carvalho Zavaglia
Ruís Camargo Tokimatsu
João Antônio Pereira
Bruna Beatriz de Paiva

DOI 10.22533/at.ed.7672011098

CAPÍTULO 9..... 81

PROJETO ROBUSTO DE CIRCUITO *SHUNT* RESSONANTE PARA ATENUAÇÃO PASSIVA DE VIBRAÇÕES EM VIGA COMPÓSITA

Lorrane Pereira Ribeiro
Antônio Marcos Gonçalves de Lima

DOI 10.22533/at.ed.7672011099

CAPÍTULO 10..... 93

ESTUDO COMPARATIVO DE DESEMPENHO ENTRE GLP E GNV EM GERADOR À COMBUSTÃO

Paulo Roberto Hahn
Jorge Luis Plácido de Borba
Marco Antônio Frölich
Moisés de Mattos Dias
Elienai Josias Brum Dutra
Monir Göethel Borba
Patrice Monteiro de Aquim

Eduardo Luis Schneider
José Lesina Cezar
Lirio Schaeffer

DOI 10.22533/at.ed.76720110910

CAPÍTULO 11 104

MODELAGEM DE ESCOAMENTOS GÁS-LÍQUIDO INTERMITENTES: CORRELAÇÕES PARA O COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

Lucas Avosani
Luiz Eduardo Melo Lima

DOI 10.22533/at.ed.76720110911

CAPÍTULO 12..... 117

RADIAÇÃO TÉRMICA EM SUPERFÍCIES SELETIVAS

Gustavo César Pamplona de Sousa
Raimundo Nonato Calazans Duarte
Wanderley Ferreira de Amorim Júnior
Kelly Cristiane Gomes da Silva

DOI 10.22533/at.ed.76720110912

CAPÍTULO 13..... 128

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE CONTROLE ÓTIMO UTILIZANDO ALGORITMOS GENÉTICOS

Arthur Henrique Iasbeck
Fran Sérgio Lobato

DOI 10.22533/at.ed.76720110913

CAPÍTULO 14..... 139

CONSTRUÇÃO DO TEODOLITO CASEIRO:UMA ALTERNATIVA BARATA E EFICIENTE

Ronis Cley Fontes da Silva
Lourivan Carneiro de Souza

DOI 10.22533/at.ed.76720110914

CAPÍTULO 15..... 151

ANÁLISE DA POTÊNCIA ELÉTRICA NA RETIFICAÇÃO DO AÇO ENDURECIDO SAE 52100 EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE CORTE

Raphael Lima de Paiva
Rodrigo de Souza Ruzzi
Otávio de Souza Ruzzi
Rosemar Batista da Silva

DOI 10.22533/at.ed.76720110915

SOBRE OS ORGANIZADORES 159

ÍNDICE REMISSIVO..... 160

ENSAIO BALÍSTICO DE LAMINADOS DE AÇO PARA FUTURA APLICAÇÃO EM BLINDAGEM ADD-ON ESPAÇADA

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 23/05/2020

João Pedro Inácio Varela

Universidade Federal de Campina Grande
Campina Grande – Paraíba

Ednaldo Gomes da Rocha Júnior

Policial Militar da ativa da PMPB, atuando no
15° BPM/CPE/ Pel Força Tática.
Esperança – Paraíba

Wanderley Ferreira de Amorim Júnior

Universidade Federal de Campina Grande
Campina Grande – Paraíba
<http://lattes.cnpq.br/8131607733881361>

RESUMO: A blindagem do tipo *Add-on* consiste no uso de módulos adicionais que são acoplados a um veículo ou estrutura que se deseja proteger, podendo ser rapidamente substituídas no campo de batalha, caso necessário. A blindagem *Add-on* espaçada compreende a utilização de placas de aço postas em uma blindagem base a uma certa distância da mesma (com esse vazio sendo preenchido por ar). Nesse projeto foram utilizados o Fuzil .308 IMBEL AGLC e o Fuzil Mauser cal 7,62, com munição CBC 7,62 x 51 mm comum, a uma velocidade que varia entre 728,5 a 734 m/s para ensaiar quatro módulos compostos por uma placa de MDF, duas de aço 1020 e uma de polietileno, com espessuras de 6, 2, 6 e 10 mm, respectivamente (com as interfaces preenchidas por velcro, adesivo epóxi e/ou ar), além de três

discos de aço de 1/4", 1/2" e 1" de espessura. Os ensaios foram realizados no Sítio Fazenda Floresta, localizado em Galante, distrito de Campina Grande – PB. Como resultados, conclui-se que todos os módulos foram perfurados pelo projétil, que o mecanismo de falha predominante em todas as configurações para os aços de 2 e 6 mm é o alargamento dúctil do furo e que a partir do disco de 1/2", para os projéteis utilizados, não ocorreu mais perfuração.

PALAVRAS-CHAVE: Blindagem *Add-on*, blindagem *Add-on* espaçada, módulos balísticos, laminados de aço.

BALLISTIC TESTING OF LAMINATED STEEL FOR ADD-ON SPACED ARMOUR FUTURE APPLICATION

ABSTRACT: An Add-on armour consists on the use of additional modules that are attached to a vehicle or structure that you want to protect and can be quickly replaced on the battlefield, if it is necessary. The Add-on spaced armour comprises the use of steel plates placed in a base armour at a distance from it (with this gap being filled with air). In this project, the .308 IMBEL AGLC rifle and the Mauser cal 7.62 were used, with common CBC 7.62 x 51 mm ammunition, at a speed ranging from 728.5 to 734 m/s to test four modules made of an MDF plate, two 1020 steel plates and one polyethylene plate, with thicknesses of 6, 2, 6 and 10 mm, respectively (with interfaces filled with velcro, epoxy adhesive and/or air), in addition to three steel discs 1/4", 1/2" and 1" thick. The tests were carried out at Sítio Fazenda Floresta, located in Galante, district of Campina Grande - PB. As results, all module were perforated, the

main failure mechanism in all configurations for 2 and 6 mm steel is the ductile enlargement hole and from the 1/2" disc, for the used projectiles, it didn't arise perforations.

KEYWORDS: Add-on armour, Add-on spaced armour, ballistic modules, laminated steels.

1 | INTRODUÇÃO

Em regiões de batalha, os veículos devem receber um *upgrade* contra projéteis explosivos e de médio calibre. Essa proteção a mais é obtida com a utilização da blindagem *Add-on* (Figura 1), que pode ser colada ou parafusada a armadura base do veículo. Outra vantagem dessa blindagem é a possibilidade de reparo rápido caso ocorra algum dano sobre ela, podendo ser rapidamente removida e substituída por outro módulo (GÁLVEZ et al., 2014).

Ademais, segundo esse mesmo autor, o objetivo da blindagem *Add-on* é receber os danos externos críticos (como uma explosão) e falhar, mas evitar que a blindagem base se rompa e que os ocupantes do veículo não recebam os danos.

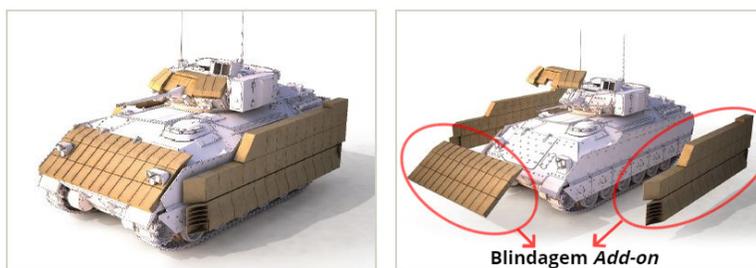


Figura 1: Armor Shield R.

Fonte: catálogo "Combat Proven Reactive Add-On Armor".

Um dos tipos de blindagem *Add-on* são as blindagens espaçadas de aço, Figura 2. Esse tipo de blindagem consiste na utilização de placas aço que são fixadas à blindagem base do veículo, tendo como principal característica a presença de um espaço vazio entre a placa e o veículo. Comparada com outros tipos de blindagem, a do tipo *Add-on* espaçada possui uma estrutura simples e é de fácil produção, além de ter um baixo custo (LIU et al., 2014). Blindagens espaçadas possuem diversas variações, dependendo do número de placas: duas placas de aço, colocadas em paralelo e espaçadas entre si (em muitos casos, 10mm). É comum que a lâmina interna possua uma dureza Brinell no valor de 500, enquanto que a externa varie entre 600 a 650 HB.

Portanto, o objetivo desse trabalho é realizar ensaios balísticos de laminados de aço para uma futura aplicação em blindagens *Add-on* espaçadas.



Figura 2: ensaio realizado com blindagem espaçada.

Fonte: https://live.staticflickr.com/4804/32440907188_df005a7a2f_b.jpg.

2 I BLINDAGEM BALÍSTICA ADD-ON

A Figura 3 apresenta uma tabela com concepções de blindagens do tipo *add-on* pesquisadas e analisadas.

1		<p>Método de construção nervurada. Esse método evita o uso de soldas e proporciona módulos com menor peso, que são substituíveis por dois homens ou equipamentos especiais. É constituído por: porcas de aperto (1), parafuso alongado (2), módulo de grelha (3) e blocos espaçadores (4).</p>
2		<p>Apresenta uma blindagem modular. Há o uso de braçadeiras para proteger as extremidades da blindagem, além de montagem e desmontagem simples. Seus principais componentes são: parafusos (1), buchas (2), blindagem modular (3), braçadeira (4), barra de suporte (5), tampa da braçadeira (6) e placa de apoio do veículo militar (7).</p>
3		<p>Blindagem modular externa. Constituído por uma placa explosão (que é montada no veículo, atenuando a deformação na estrutura do mesmo), perfis em L, onde a blindagem externa é fixada e os subconjuntos <i>add-on</i>, que são postos a frente da placa de explosão (esta última servindo como interface entre o <i>add-on</i> e o veículo).</p>

Figura 3: concepções de blindagens *add-on*.

Fonte: autoria própria.

A Figura 4 apresenta tipos de montagem de uma blindagem balística *add-on* (Figura 4) e sua análise (Figura 5).

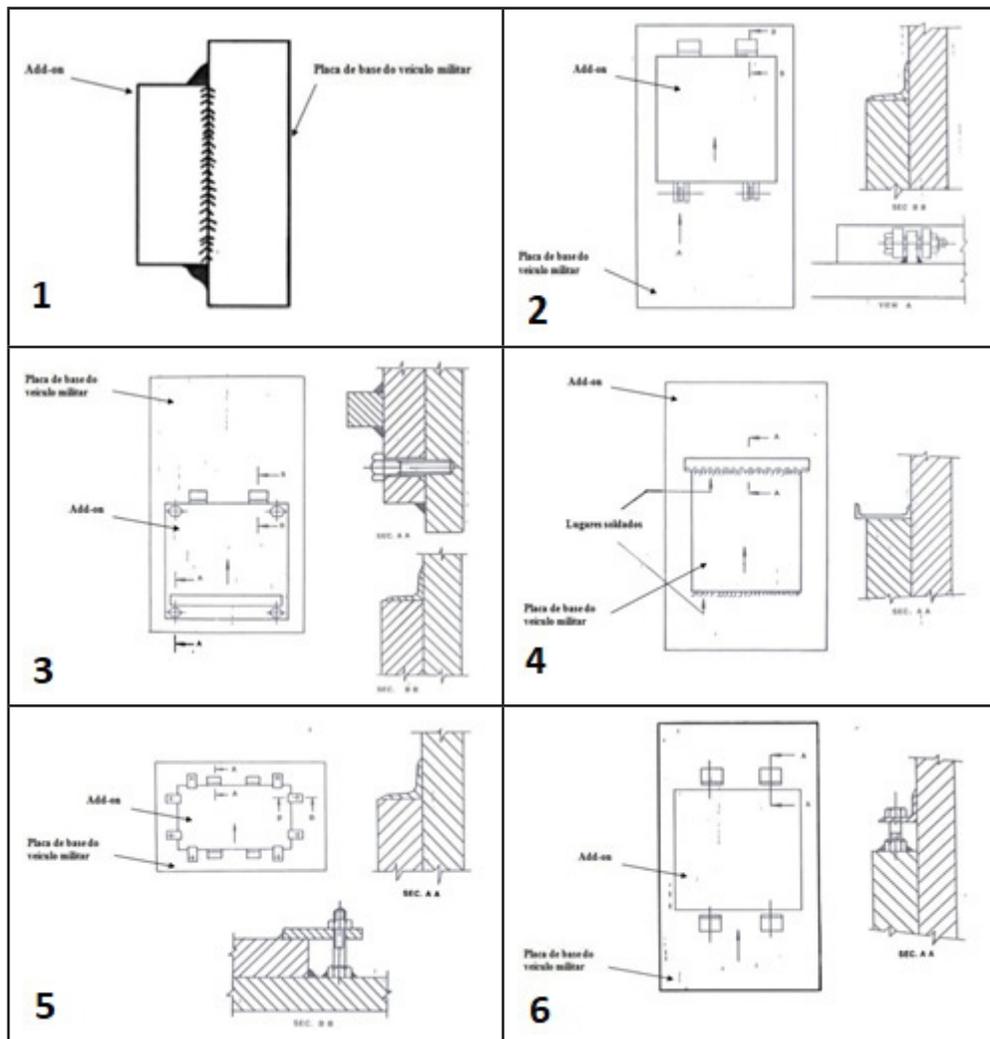


Figura 4: modos de montagem de uma blindagem balística *add-on*.

Fonte: Defense Science Journal (1996, Vol 46, p. 197 - 206).

Montagem n°	Objetivo
1	Usa somente solda para fixar o Add-On na placa de base do veículo militar.
2	Usa uma concepção simples de porca/parafuso em um dos lados e na outra extremidade há um perfil em L que trava o Add-On.
3	Usa parafusos de rosca para prender o Add-On na placa de base do veículo militar e um perfil em L que o trava na sua extremidade.
4	Temos uma soldagem parcial do Add-On na placa de base do veículo militar, juntamente com um perfil em U na sua extremidade, onde a mesma também é soldada.
5	Temos perfis em L nas duas extremidades do Add-On, na borda do mesmo usa-se uma extensão de uma chapa para fixa-lo a base do veículo militar com um conjunto porca/parafuso, evitando assim que o Add-On seja furdado.
6	Usa-se perfis em L juntamente com o conjunto porca/parafuso para fixar o Add-On a base do veículo militar.

Figura 5: descrição de cada modo de montagem.

Fonte: Defense Science Jornal (1996, Vol 46, p. 197 - 206).

Ou seja, um dos problemas tecno-científicos do desenvolvimento de uma blindagem *Add-on* é a concepção ou seleção do modo de fixação da mesma na blindagem do veículo. A Figura 6 (b) apresenta a blindagem modular *Add-on* polonesa denominada CAWA, que é constituída por placas cerâmica, metálica e polimérica de alta resistência. Possui considerável adaptabilidade para uso em objetos móveis, como portas de veículos blindados leves e containers, Figura 6 (a).

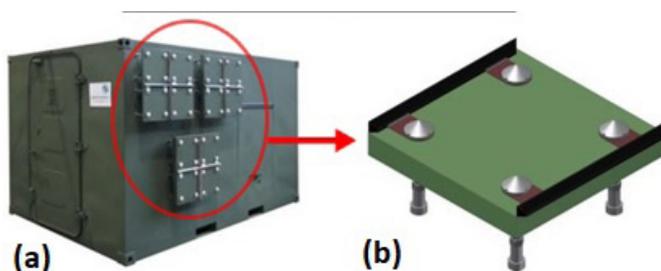


Figura 6: (a) container com blindagem *add-on* CAWA; (b) blindagem *add-on* CAWA.

Fonte: MORKA & KALISKIEGO.

A Figura 7 apresenta placas de blindagens *Add-on* espaçadas, desenvolvida pela indústria turca Nurol Makina ve Sanayi A.Ş.



Figura 7: placas de blindagens *add-on* espaçadas.

Fonte: catálogo Nurol Makina ve Sanayi A.Ş. (2013).

3 | IMPACTO BALÍSTICO EM LAMINADOS DE AÇO

Segundo (HU et al., 2002), os seis principais modos de penetração em impacto balístico em laminados de aço são apresentados na Figura 8. Se a espessura da blindagem é fina e dúctil, danos do tipo pétala, Figura 8 (f), usualmente ocorrem tanto na região frontal quanto distal. A falha por fragmentação, Figura 8 (e), ocorre em blindagens mais espessas, com boa resistência, mas que são frágeis. Fraturas frágeis e radiais, Figura 8 (a), ocorrem em sua maioria, em blindagens com chapas com caráter frágil. Caso a blindagem possua dureza e espessura medianas, o abaulamento traseiro e o alargamento dúctil do furo, Figuras 8 (d) e (b), podem ocorrer (o abaulamento vem a surgir caso o projétil comece a se aproximar da região posterior da placa, mas não perfure-a).

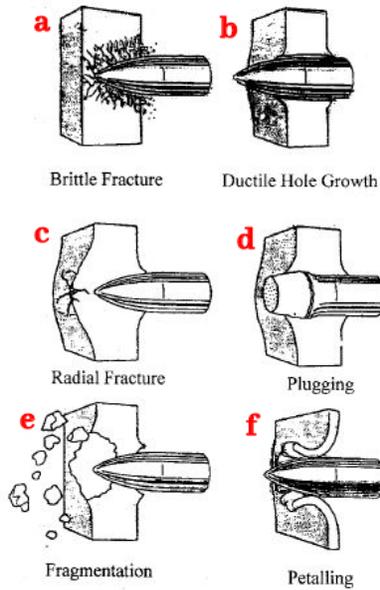


Figura 8: mecanismos de penetração balística.

Fonte: HU et al. (2002).

No estudo de UBEYLI et al. (2005), utiliza-se placas de aço ARBL 50CrV4, com espessuras de 6,5 e 8,5 mm. O projétil utilizado foi do tipo 7,62 x 51mm perfurante, com velocidade aproximada de 805 m/s. As placas ensaiadas foram perfuradas e sofreram fraturas.

A Figura 9 (a) mostra o dano de alongamento dúctil do furo, fratura tangencial múltipla com formação de furo na Figura 9 (b) e fratura tangencial simples com penetração incompleta do projétil na Figura 9 (c), tendo essas duas últimas um caráter frágil.

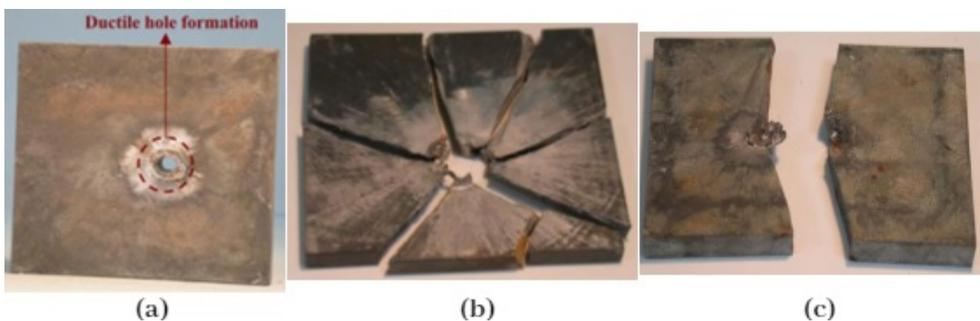


Figura 9: tipos de danos das amostras.

Fonte: UBEYLI et al. (2005).

SOUZA et al. (2016), usou um aço denominado VCB3Ti, com espessura de 8 mm, distância de tiro de 5m e 0° de inclinação das placas. O projétil foi um 7,62 x 51 mm perfurante com velocidades entre 552 m/s e 830 m/s.

Na figura 10, verifica-se que o aço possui danos por penetração em batoque (amolecimento do aço em torno do furo devido a temperatura) e por alargamento dúctil do furo.

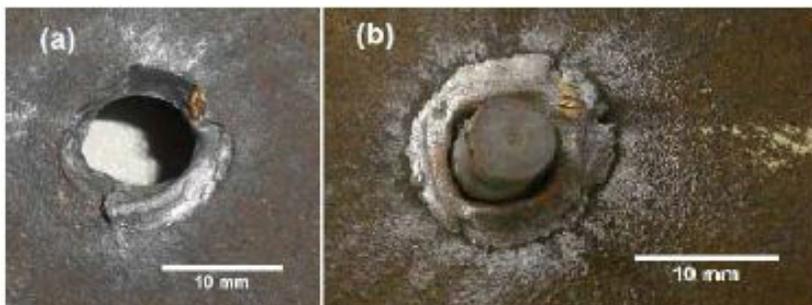


Figura 10: danos nos corpos de prova.

Fonte: SOUZA et al. (2016).

Em SANUSI et al. (2016), utiliza-se uma placa de aço SAN importada com 6 mm de espessura. O projétil usado é um APM2 calibre 0.30, velocidade de 830 m/s a uma distância de 20 m.

O resultado do ensaio (Figura 11) mostra que esse projétil não perfurou a placa, causando danos na parte frontal da mesma.



Figura 11: danos causados pelo projétil.

Fonte: SANUSI et al. (2016).

No trabalho de DEMIR et al. (2008), usa-se um aço ARBL AISI 4140 com dureza de 53,4 HRC e espessuras de 7,2, 9, 10,8, 12,7 e 14,4 mm. O projétil é um 7,62 mm perforante, disparado a 15 m dos alvos e com velocidade aproximada de 782 m/s.

Vê-se que as amostras com 12,7 e 14,4 mm de espessura, Figuras 12 (d) e (e), não foram perfuradas pelo projétil, ao contrário das menos espessas.

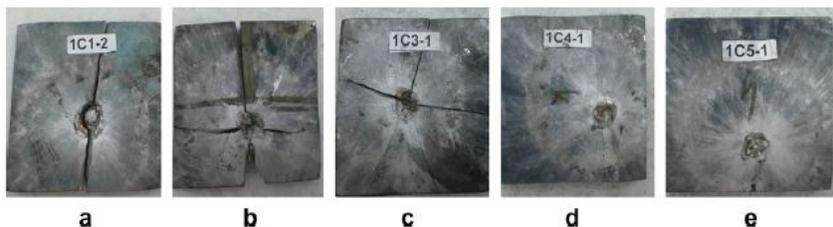


Figura 12: corpos de prova com espessuras distintas.

Fonte: DEMIR et al. (2008).

4 | MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Laminados de Aço Submetidos a Impacto Balísticos

Foi usado o software Autodesk Inventor (versão estudante) para os desenhos. A Figura 13 (a) apresenta o projeto conceitual dos módulos laminados de aço desenvolvidos e a Figura 13 (b) uma vista explodida mostrando os seus oito componentes: porcas, arruelas, parafusos, placa frontal MDF para proteção do conjunto, placa anterior de aço, interface (velcro, ar e adesivo epóxi), placa posterior de aço e placa traseira de polietileno. A Figura 14 mostra o conceito da estrutura montada que será fixada no veículo para o ensaio. A concepção foi baseada no projeto CAWA e no de SINGH et al. (2008).

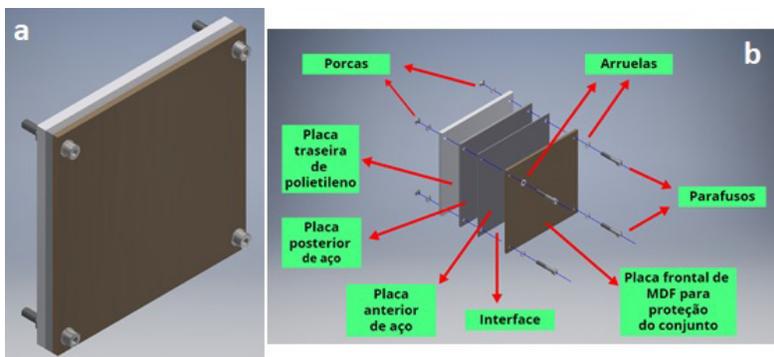


Figura 13: (a) conceito do módulo; (b) componentes do módulo.

Fonte: autoria própria.

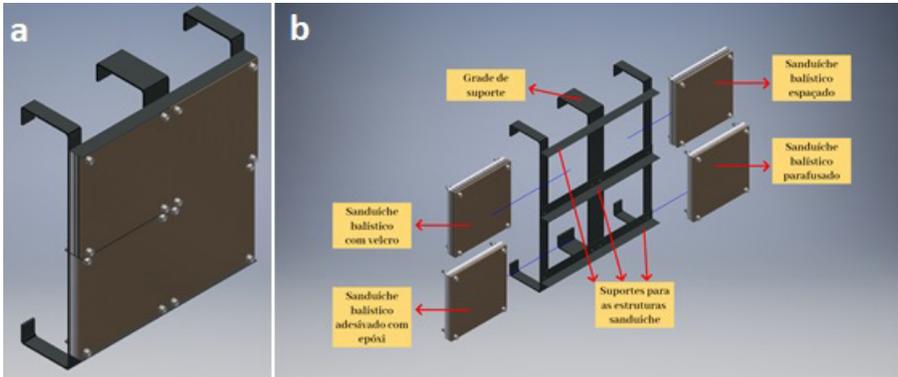


Figura 14: (a) conceito da estrutura completa; (b) componentes da estrutura completa.

Fonte: autoria própria.

A Figura 15 apresenta o projeto detalhado do módulo desenvolvido. Já os materiais que o compõem estão descritos na Figura 16, que apresenta os módulos laminados fabricados, sendo nomeados como: módulo com velcro na interface (espessura total de 24 mm), Figura 16 (a), módulo com espaçamento (espessura total de 30 mm), Figura 16 (b), módulo com adesivo epóxi (espessura total de 24 mm), Figura 16 (c) e o módulo fixado por parafusos (espessura total de 25 mm), Figura 16 (d). Todos os módulos apresentam as placas com as seguintes espessuras: a de MDF com 6 mm, duas placas de aço 1020 (a anterior com 2 mm e a posterior com 6 mm) e a de polietileno com 10 mm (a variação das espessuras totais se dão pelos materiais colocados nas interfaces).

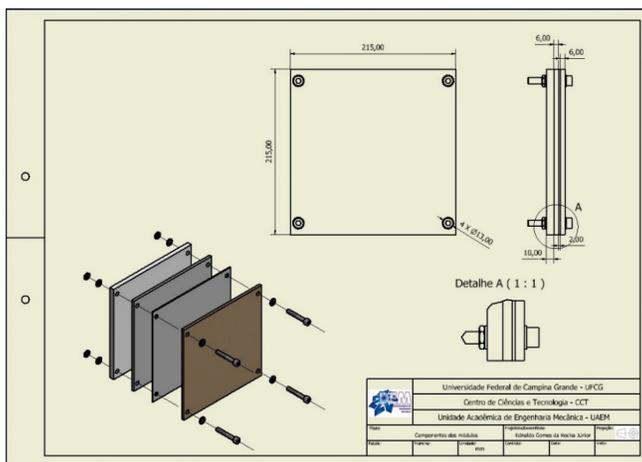


Figura 15: folha de desenho técnico do módulo.

Fonte: autoria própria.

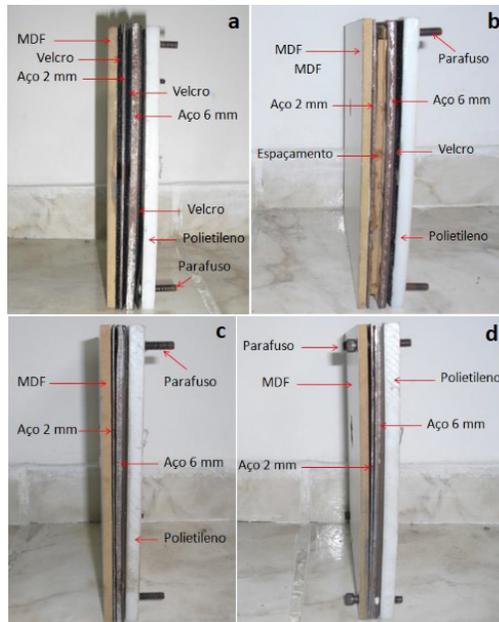


Figura 16: (a) módulo com velcro na interface; (b) módulo com espaçamento; (c) módulo com adesivo epóxi; (d) módulo fixado por parafusos.

Fonte: autoria própria.

Também foram testadas discos de aço com espessuras de 1/4", 1/2" e 1", como podem ser vistas na Figura 17.

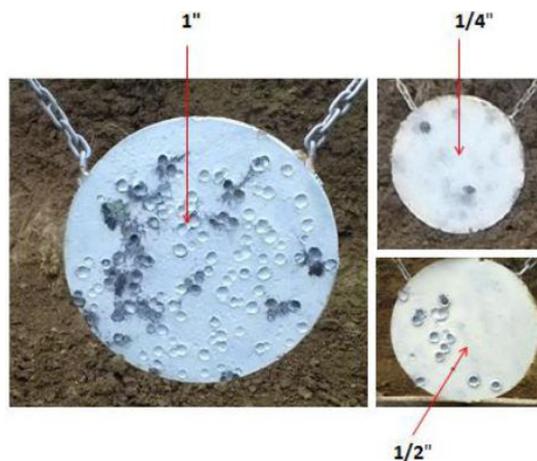


Figura 17: discos de aço testados.

Fonte: autoria própria.

4.2 Ensaio Balístico da Blindagem Add-On

A figura 18 (a) expõe a estrutura completa fabricada e pronta para a realização dos ensaios balísticos. O ensaio balístico foi realizado com o apoio do Grupo de Ações Táticas Especiais da Paraíba (GATE-PB). Em relação as armas, foram utilizados o Fuzil .308 IMBEL AGLC e o Fuzil Mauser cal 7,62, Figura 19 (c), com munição CBC 7,62 x 51 mm comum. Além disso, foi usado o cronógrafo balístico Shooting Chrony, modelo Alpha Chrony, Figura 18 (b), que tem a função de medir e registrar a velocidade dos disparos efetuados, que nesse ensaio, variaram entre 728,5 a 734 m/s. Os testes das estruturas estudadas para blindagem *add-on*, Figura 18 (c), foram realizados no Sítio Fazenda Floresta, localizado em Galante, distrito de Campina Grande – PB.



Figura 18: (a) estrutura pronta para o ensaio balístico; (b) cronógrafo balístico Shooting Chrony; (c) realização dos testes balísticos.

Fonte: autoria própria.

5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 mostra os resultados dos ensaios balísticos realizados nos módulos e nas placas circulares de aço. Como pode ser visto na Figura 19, todos os módulos ensaiados foram perfurados (bem como disco de aço de 1/4”), enquanto que os discos de 1/2” e de 1” não foram perfurados.

Configurações	Espessura do aço	Perfuradas	Não perfuradas
Disco de aço de 1/4"	6,35 mm	X	
Módulo com velcro na interface	8 mm (2 mm + 6 mm)	X	
Módulo com espaçamento	8 mm (2 mm + 6 mm)	X	
Módulo com adesivo epóxi	8 mm (2 mm + 6 mm)	X	
Módulo fixado por parafusos	8 mm (2 mm + 6 mm)	X	
Disco de aço de 1/2"	12,70 mm		X
Disco de aço de 1"	25,40 mm		X

Tabela 1: resultados dos ensaios balísticos.

Fonte: autoria própria.



Figura 19: módulos perfurados.

Fonte: autoria própria.

A Figura 20 representa um mecanismo de dano que foi comum às placas de aço de todos os módulos ensaiados, que foi o de alargamento dúctil do furo. Esse tipo de dano pode ser visto nas pesquisas de UBEYLI et al. (2005) e de SOUZA et al. (2016), Figuras 10 (a) e 13, respectivamente.



Figura 20: placas de aço dos módulos perfuradas.

Fonte: autoria própria.

Se tratando do material utilizado nas interfaces para a junção das placas, foram testados o velcro e o adesivo epóxi. Observa-se na Figura 21 (b) que o velcro apresentou boa aderência entre as interfaces do módulo, foi perfurado juntamente com a placa de aço de 2 mm (a esquerda) e sofreu um deslocamento lateral e parte de um descolamento na placa de aço de 6 mm (a direita). Todavia, manteve todas as placas unidas após os testes balísticos, como pode ser visto na Figura 21 (a). Já o adesivo epóxi, Figura 21 (c), se mostrou ineficiente para a junção das placas do módulo, sendo incapaz de manter as interfaces do MDF e das placas de aço unidas após os ensaios (ficando apenas a placa de polietileno em sua posição inicial), visto também na Figura 21 (a).

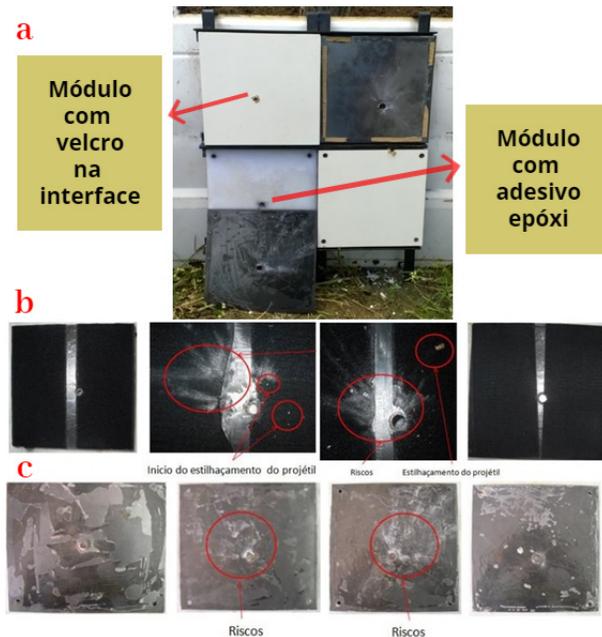


Figura 21: (a) módulos com velcro na interface e com adesivo epóxi após testes; (b) placas de aço com velcro perfurados e deslocados (c) interfaces das placas de aço com adesivo epóxi.

Fonte: autoria própria.

A placa de aço de 1/4" foi completamente perfurada pelo projétil, como observado na Figura 22 (a). O mecanismo de falha predominante na placa é o alargamento dúctil do furo. O diâmetro do orifício causado pelo projétil na placa foi de 15 mm. A placa de aço de 1/2" teve uma penetração incompleta. O mecanismo de falha predominante na placa foi a formação de pétalas (frontal) e na parte de trás da placa observa-se um abaulamento. Essas características citadas são observadas na Figura 22 (b). O diâmetro do dano causado pelo projétil foi de aproximadamente 18 mm e a altura do abaulamento foi de 4 mm. A placa de 1" teve uma pequena penetração e apresentou diâmetro do dano causado pelo projétil

também de aproximadamente 18 mm, Figura 22 (c).

Nesse projeto de pesquisa, a partir da placa de aço de 1/2" (12,70 mm), não houve perfuração, resultado que se aproxima dos valores obtidos por A. A. Almohandes et al (1995) e por DEMIR et al. (2008), esse último visto na Figura 12.

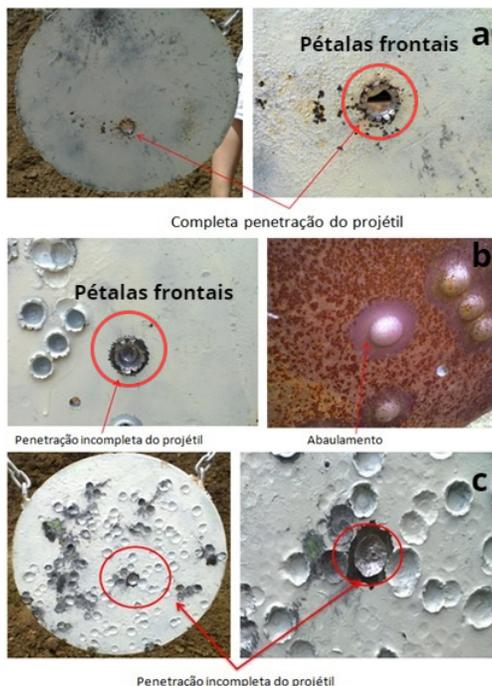


Figura 22: placa de aço homogênea de 1/4" ensaiada.

Fonte: autoria própria.

6 | CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos, é possível concluir que todos os módulos foram perfurados pelo projétil. Além disso, o mecanismo de falha predominante em todas as configurações para o aço de 2 mm e 6 mm é o alargamento dúctil do furo. Por fim, é provável que o valor aproximado de blindagem para o aço 1020 é uma espessura igual ou maior que 1/2", para projéteis 7,62 mm com velocidade de 730 m/s, haja vista que houve perfuração da placa de 1/4" e a penetração incompleta nas de 1/2" e de 1".

AGRADECIMENTOS

Aos Policiais Militares 1º Tenente Laio Giordanni Evangelista Melo, Cabo Miguel Ângelo Lucena Ramalho e ao Soldado Wanderley Fernandes de Araújo, integrantes

do Grupo de Ações Táticas Especiais da Paraíba (GATE – PB), por cederem o lugar, equipamentos necessários e realizarem o ensaio balístico desse trabalho.

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), que contribui constantemente para o desenvolvimento nacional e o reconhecimento das instituições de pesquisa e pesquisadores brasileiros pela comunidade científica internacional.

REFERÊNCIAS

ALMOHANDES, A.a.; ABDEL-KADER, M.s.; ELEICHE, A.m.. **Experimental investigation of the ballistic resistance of steel-fiberglass reinforced polyester laminated plates**. *Composites Part B: Engineering*, [s.l.], v. 27, n. 5, p. 447-458, jan. 1996. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/1359-8368\(96\)00011-x](http://dx.doi.org/10.1016/1359-8368(96)00011-x).

DEMIR, Teyfik; ÜBEYLI, Mustafa; YdLDdRdM, R. Orhan. **Investigation on the ballistic impact behavior of various alloys against 7.62mm armor piercing projectile**. *Materials & Design*, [s.l.], v. 29, n. 10, p. 2009-2016, dez. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.matdes.2008.04.010>.

FLORES-JOHNSON, E.a.; SALEH, M.; EDWARDS, L.. **Ballistic performance of multi-layered metallic plates impacted by a 7.62-mm APM2 projectile**. *International Journal Of Impact Engineering*, [s.l.], v. 38, n. 12, p. 1022-1032, dez. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijimpeng.2011.08.005>.

GÁLVEZ, Vicente Sánchez; PARADELA, Laura Sánchez. **Analysis of failure of add-on armour for vehicle protection against ballistic impact**. *Engineering Failure Analysis*, [s.l.], v. 16, n. 6, p. 1837-1845, set. 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.engfailanal.2008.09.007>.

HORSFALL, I. et al. **Shaped Charge Attack of Spaced and Composite Armour**. 23rd International Symposium On Ballistics Tarragona, Spain 16-20 April 2007.

HU, Chia-jung; LEE, Pee-yew; CHEN, Jium-shyong. **Ballistic performance and microstructure of modified rolled homogeneous armor steel**. *Journal Of The Chinese Institute Of Engineers*, [s.l.], v. 25, n. 1, p. 99-107, jan. 2002. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/02533839.2002.9670684>.

SANUSI, O. M et al. **MECHANICAL AND BALLISTIC CHARACTERIZATION OF ARMOUR STEEL PLATE AGAINST 0.30-CALIBRE APM2 ARMOUR PIERCING PROJECTILE**. *Ife Journal Of Technology*, Vol. 24(1), 1-5, 2016, Nigeria, v. 24, p. 1-5, 2016.

SINGH, Y. et al. **Does layered spaced armor multiply it's overall effect (against both heat and kinetic rounds)?** 2019. Disponível em: <https://www.quora.com/Does-layered-spaced-armor-multiply-it-s-overall-effect-against-both-heat-and-kinetic-rounds>. Acesso em: 14 mai. 2020.

SOUZA, Elson Renato Santos. **ESTUDO DO COMPORTAMENTO MICROESTRUTURAL E BALÍSTICO DE UM AÇO DE BLINDAGEM APÓS A SOLDAGEM**. 2014. 184 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2014.

SWEBOR. **WHAT IS ARMOUR STEEL?** 2019. Disponível em: <https://www.swebor.se/what-is-armor-steel/>. Acesso em: 14 mai. 2020.

ÜBEYLI, Mustafa et al. **On the comparison of the ballistic performance of steel and laminated composite armors**. *Materials & Design*, [s.l.], v. 28, n. 4, p. 1257-1262, jan. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.matdes.2005.12.005>.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acabamento 2, 3, 9, 10, 11, 15, 16, 17, 22, 25, 28, 75, 151, 152

Aço Carbono 22, 25

Aço N2711 8, 13

Algoritmos 128, 129, 131

Aplicações Matemáticas 128

Atmosfera de Corte 19, 151, 152, 154, 155, 156, 157

B

Biodegradável 49, 52

Biomodelos 71, 73

Blindagem 31, 32, 33, 34, 35, 36, 42, 45, 46

C

Caracterização Mecânica 47, 48

Carbeto de Silício 15, 16, 17, 18, 19, 20

Circuitos Shunt Piezelétricos 81

Coefficiente Convectivo 104, 106, 110

Coletor Solar 117, 126

Controle Ótimo 91, 128, 129, 130, 135, 138

Controle Passivo 81, 82, 86, 91

Correlações 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114

D

Distância de Aplicação 22, 24, 25, 29

E

Elementos Finitos 71, 74, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 84, 85, 92

Embalagens 48, 52, 96

Energia Renovável 94, 101

Escoamento Multifásico 104

G

Gás Liquefeito de Petróleo 94, 96, 102, 103

Gás Natural Veicular 94, 95, 97

Grupo Motor-Gerador 93, 94, 95, 98, 99, 100, 102

I

Imagem Médica 71

Inconel 718 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21

Integridade da Superfície 8

J

Jateamento 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30

L

Laminados de Aço 31, 32, 36, 39

M

Materiais Absorvedores 60, 61, 70

Material Compósito 81, 82, 85, 86

Modelagem 71, 72, 76, 79, 81, 82, 83, 84, 86, 92, 104, 138, 141, 143

Modelo Teórico 1, 2

Módulos Balísticos 31

N

Nanopartículas 61

P

Padrão Intermitente 104, 105, 107, 108

Penetração de Trabalho 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157

Potência Elétrica 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157

Propagação de Incertezas 81

Próteses 71, 73

R

Radiação Térmica 117, 118, 119, 122, 123, 126

Refletividade 60, 61, 122, 123, 124, 126

Retificação 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 28, 29, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157

Rugosidade 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 22, 25, 27, 28, 29, 30, 151

S

Superfícies Seletivas 117, 118, 127

T

Teodolito 139, 140, 141, 143, 145, 146, 147, 148, 149, 150

Transferência de Calor 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 113, 115, 118, 126, 127

V

Velocidade da Peça 2, 3, 4, 5, 8, 10, 12, 17, 18, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 @atenaeditora

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Mecânica

2

 Atena
Editora

Ano 2020

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Mecânica

2

 **Atena**
Editora
Ano 2020