

ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de
Caráter Multidisciplinar

3

João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Rennan Otavio Kanashiro
(Organizadores)

ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de
Caráter Multidisciplinar

3

João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Rennan Otavio Kanashiro
(Organizadores)

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 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-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Prof^ª Dr^ª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Ivone Goulart Lopes – Instituto 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
Prof^ª Dr^ª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^ª Dr^ª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^ª Dr^ª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^ª Dr^ª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª 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 Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

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. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

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 Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

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. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
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
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^ª Dr^ª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Prof^ª Dr^ª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^ª Dr^ª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Prof^ª Dr^ª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^ª Dr^ª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^ª Dr^ª 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. 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. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Aleksandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Prof^ª 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. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
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
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
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
Prof^ª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Ma. Liliansi Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª 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. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof^ª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^ª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
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
Prof^ª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^ª Dr^ª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Prof^ª 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
Prof^ª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^ª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^ª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^ª 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
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
 Giovanna Sandrini de Azevedo
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: João Dallamuta
 Henrique Ajuz Holzmann
 Rennan Otavio Kanashiro

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia: metodologias e práticas de caráter multidisciplinar 3 / Organizadores João Dallamuta, Henrique Ajuz Holzmann, Rennan Otavio Kanashiro. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
 Modo de acesso: World Wide Web
 Inclui bibliografia
 ISBN 978-65-5706-893-9
 DOI 10.22533/at.ed.939211603

1. Engenharia. I. I. Dallamuta, João (Organizador). II. Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). III. Kanashiro, Rennan Otavio (Organizador). IV. Título.

CDD 620

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná – Brasil
 Telephone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

Caro(a) leitor(a)

Como definir a engenharia? Por uma ótica puramente etimológica, ela é derivada do latim *ingenium*, cujo significado é “inteligência” e *ingeniare*, que significa “inventar, conceber”.

A inteligência de conceber define o engenheiro. Fácil perceber que aqueles cujo ofício está associado a inteligência de conceber, dependem umbilicalmente da tecnologia e a multidisciplinaridade.

Nela reunimos várias contribuições de trabalhos em áreas variadas da engenharia e tecnologia. Ligados sobretudo a indústria petroquímica com potencial de impacto nas engenharias. Aos autores dos diversos trabalhos que compõe esta obra, expressamos o nosso agradecimento pela submissão de suas pesquisas junto a Atena Editora. Aos leitores, desejamos que esta obra possa colaborar no constante aprendizado que a profissão nos impõe.

Boa leitura!

João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Rennan Otavio Kanashiro

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

SUMARIZAÇÃO DO PROCESSO DE CERTIFICAÇÃO DE TIPO MILITAR NO BRASIL PARA ADAPTÁ-LO A PRODUTOS ESPACIAIS

Daniel Rondon Pleffken

Marcelo Lopes de Oliveira e Souza

DOI 10.22533/at.ed.9392116031

CAPÍTULO 2..... 11

ANÁLISE COMPARATIVA DA UTILIZAÇÃO DE ANÁLISE PROBABILÍSTICA DE SEGURANÇA NO LICENCIAMENTO DE CENTRAIS NUCLEARES EM ÂMBITO NACIONAL E MUNDIAL

Jônatas Franco Campos da Mata

Amir Zacarias Mesquita

Bárbara Luísa Nunes Pereira Mendes

Bianca dos Santos Vales

Eliane Alves Souza

Emanuel Henrique Alves Azevedo

Enis de Campos Maciel Sobrinho

Ianca Alberta Caires Vieira

Jackson Ramon Silva Alcântara

Luiza Souza Vilane

Matheus Jesus Soares

Pedro Henrique Gomes do Nascimento

Thalles Rômulo Silva Lopes

DOI 10.22533/at.ed.9392116032

CAPÍTULO 3..... 20

PROPOSTA DE UM CUBESAT UNIVERSITÁRIO PARA DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS ESPACIAIS NACIONAIS

Eduardo Henrique da Silva

João Luiz Dallamuta Lopes

DOI 10.22533/at.ed.9392116033

CAPÍTULO 4..... 29

ANÁLISE DE DECISÃO MULTICRITÉRIO NA LOCALIZAÇÃO DE UM TERMINAL PORTUÁRIO PARA O CENTRO DE LANÇAMENTO DE ALCÂNTARA – MA

Michelle Carvalho Galvão da Silva Pinto Bandeira

Marcelo Xavier Guterres

Anderson Ribeiro Correia

Paulo Cesar Marques Doval

DOI 10.22533/at.ed.9392116034

CAPÍTULO 5..... 46

TWO-PHASE TANK EMPTYING AND BURNBACK COUPLED INTERNAL BALLISTICS PREDICTION ON HYBRID ROCKET MOTORS

Maurício Sá Gontijo

Renato de Brito do Nascimento Filho

DOI 10.22533/at.ed.9392116035

CAPÍTULO 6.....57

DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DO CABO COBERTO DUPLA CAMADA NAS REDES COMPACTAS DA CEMIG D: GESTÃO EFICIENTE DO ATIVO – CAPEX/OPEX

Edmilson José Dias

Willian Alves de Souza

Fabio Lelis dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.9392116036

CAPÍTULO 7.....77

ANÁLISE DA SEGURANÇA DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE UMA EDIFICAÇÃO LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE TEÓFILO OTONI-MG

Nadson Coimbra Amaral

Keytiane Iolanda Moura

DOI 10.22533/at.ed.9392116037

CAPÍTULO 8.....87

A MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE INSTALAÇÕES DE TRANSMISSÃO E OS SEUS REQUISITOS MÍNIMOS REGULATÓRIOS

Tito Ricardo Vaz da Costa

Isabela Sales Vieira

Thompson Sobreira Rolim Júnior

Felipe Gabriel Guimarães de Sousa

Saulo Rabelo de Martins Custódio

José Moisés Machado da Silva

Clarissa Melo Lima

DOI 10.22533/at.ed.9392116038

CAPÍTULO 9.....99

DESENVOLVIMENTO DE UMA PLATAFORMA ARTICULADA PARA SIMULAÇÃO DE MOVIMENTO DE VEÍCULO AUTOMOTOR

Douglas Lucas dos Reis

João Vitor da Costa da Silva

Diego Tiburcio Fabre

Périson Pavei Uggioni

DOI 10.22533/at.ed.9392116039

CAPÍTULO 10.....112

MÉTODO HÍBRIDO PARA DETECÇÃO E REMOÇÃO DE SOMBRAS EM IMAGENS

Marcos Batista Figueredo

Eugenio Rocha Silva Junior

DOI 10.22533/at.ed.93921160310

CAPÍTULO 11.....120

MELHORIAS NO DESEMPENHO DOS SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA VIA PEQUENAS MUDANÇAS NO FLUXO DE CARGA CONTINUADO BASEADO NO PLANO

DETERMINADO PELAS VARIÁVEIS ÂNGULO E MAGNITUDE DA TENSÃO

Alfredo Bonini Neto
Jhonatan Cabrera Piazentin
Cristina Coutinho de Oliveira
Dilson Amancio Alves

DOI 10.22533/at.ed.93921160311

CAPÍTULO 12..... 136

UMA REVISÃO SOBRE AS TÉCNICAS DE PROCESSAMENTO DE SINAL E CLASSIFICADORES INTELIGENTES UTILIZADOS PARA A DETECÇÃO DE ILHAMENTO NA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO

Viviane Barrozo da Silva
Ghendy Cardoso Júnior
Gustavo Marchesan
Júlio Cesar Ribeiro
Júlio Sancho Linhares Teixeira Militão
Hebert Sancho Linhares Garcez Militão
Paulo de Tarso Carvalho de Oliveira
Inarê Roberto Rodrigues Poeta e Silva

DOI 10.22533/at.ed.93921160312

CAPÍTULO 13..... 170

SOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE ESTABILIDADE E INÉRCIA DA REDE ELÉTRICA E DE CAIXA DE ENGRENAGENS DE AEROGERADORES COM TRANSMISSÃO CVT MAGNÉTICA

Antonio Carlos de Barros Neiva
Fabricio Lucas Lório
George Alves Soares

DOI 10.22533/at.ed.93921160313

CAPÍTULO 14..... 187

ANÁLISE DA OBTENÇÃO DE RESULTADOS DE UMA REDE MALHADA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA EM UM BAIRRO NA CIDADE DE CACOAL/RO UTILIZANDO O EPANET E PLANILHA ELETRÔNICA

Renato Gomes Lima
Jhonata Silva Nink
Caciano Batista Pacheco
Klinsman Enggleston Emerick Franco
Martina Tamires Lins Cezano
Helton Pires Morais

DOI 10.22533/at.ed.93921160314

CAPÍTULO 15..... 198

CORRELAÇÃO CRUZADA NA APRENDIZAGEM MOTORA: UM ESTUDO COM SINAIS DE EEG (ELETROENCEFALOGRAFIA) VIA ESTATÍSTICA DE SINAIS

Florêncio Mendes Oliveira Filho
Gilney Figueira Zebende
Juan Alberto Leyva Cruz

Arleys Pereira Nunes de Castro
Everaldo Freitas Guedes
Aloísio Machado da Silva Filho
Andrea de Almeida Brito
Basílio Fernandez Fernandez

DOI 10.22533/at.ed.93921160315

CAPÍTULO 16.....206

DESENVOLVIMENTO DE MÓDULOS DIDÁTICOS DE INSTRUMENTAÇÃO

Luis Fernando Tolentino de Brito

DOI 10.22533/at.ed.93921160316

CAPÍTULO 17.....218

**GESTÃO DO CONHECIMENTO EMPREGANDO BPMN E PRÁTICAS DO GUIA PMBOK:
ESTUDO DE CASO NO PROCESSO DE AVALIAÇÃO PATRIMONIAL**

Marcelo Ferreira Albano

Pablo Dantas Evangelista dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.93921160317

CAPÍTULO 18.....233

**OS DESAFIOS NO TRANSPORTE DE CARGAS INDIVISÍVEIS NO TRAJETO ANCHIETA/
IMIGRANTES AO PORTO DE SANTOS**

Rafael Martins Gomes

Daniel Henrique Godoy Michel

Igor Alexandre de Carvalho Bonifácio

Kethely Vytória Rodrigues de Sousa

Noemi Damasceno de Santana

Yan Lima dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.93921160318

CAPÍTULO 19.....242

**UTILIZAÇÃO DE DISPOSITIVO IDR EM FERRAMENTAS ELÉTRICAS DE BAIXA
POTÊNCIA, EXTENSÕES E MÁQUINAS DE SOLDA**

Marco Antonio Munhoz Sagasetta

Francisco de Assis da Silva Junior

DOI 10.22533/at.ed.93921160319

CAPÍTULO 20.....251

**VOICE TRAINING: DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO PARA TREINAMENTO DA
AVALIAÇÃO PERCEPTIVA-AUDITIVA DA VOZ**

Adilson Franke Neia Júnior

Maria Eugenia Dajer

Nathan Antônio Guerreiro

DOI 10.22533/at.ed.93921160320

CAPÍTULO 21.....260

VIABILIDADE DE SUBSTITUIÇÃO DE LUMINÁRIAS CONVENCIONAIS POR LUMINÁRIAS

LED NO SETOR INDUSTRIAL

Bruno Sousa de Castro

Antonio Manoel Batista da Silva

DOI 10.22533/at.ed.93921160321

CAPÍTULO 22.....274

CROWDFUNDING: O CASO DA CLOUD IMPERIUM GAMES CORPORATION

Luciane Ribeiro Dias Pinheiro

Matheus Ferreira Cardoso

DOI 10.22533/at.ed.93921160322

SOBRE OS ORGANIZADORES289

ÍNDICE REMISSIVO.....290

CAPÍTULO 1

SUMARIZAÇÃO DO PROCESSO DE CERTIFICAÇÃO DE TIPO MILITAR NO BRASIL PARA ADAPTÁ-LO A PRODUTOS ESPACIAIS

Data de aceite: 01/03/2021

Daniel Rondon Pleffken

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
São José dos Campos, SP, Brasil

Marcelo Lopes de Oliveira e Souza

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
São José dos Campos, SP, Brasil

RESUMO: A Certificação, sobretudo de novos produtos aeronáuticos militares tem importância crescente no cenário nacional (ex.: ALX, KC-390) e guarda muitas semelhanças com a Aceitação de produtos espaciais (ex. CBERS 3,4). A combinação de ambos os processos é objeto da Dissertação em andamento do 1º. Autor sob a orientação do 2º. Autor. Por isto, este artigo apresenta a sumarização do processo de Certificação de Tipo Militar no Brasil para adaptá-lo a produtos espaciais, como parte do item 3 daquele trabalho. Para isso, e de forma sumária, o artigo: revisa e analisa o contexto nacional; identifica o processo de certificação de tipo militar da indústria aeronáutica brasileira; apresenta o processo da garantia do produto espacial para satélites de pequeno e médio porte do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e elenca contribuições específicas originadas na atividade de certificação militar no Brasil. Isto permite compreender os processos utilizados e seus padrões para adaptá-los a produtos espaciais.

PALAVRAS-CHAVE: Certificação, processos, garantia do produto, aviação militar, aeronavegabilidade.

ABSTRACT: Certification, especially of new military aeronautical products, is of increasing importance in the Brazilian scenario (eg: ALX, KC-390) and has many similarities with the Acceptance of space products (eg CBERS 3,4). The combination of both processes is the subject of the 1st Dissertation in progress. Author under the guidance of the 2nd. Author. For this reason, this article presents a summary of the Military Type Certification process in Brazil to adapt it to space products, as part of item 3 of that work. For this, and in summary, the article: reviews and analyzes the Brazilian context; identifies the military type certification process of the Brazilian aeronautical industry; presents the space product guarantee process for small and medium-sized satellites from the National Institute for Space Research (INPE) and lists specific contributions originating from military certification activities in Brazil. This makes it possible to understand the processes used and their patterns to adapt them to space products.

KEYWORDS: Certification, processes, product quality, military aviation, airworthiness.

1 | INTRODUÇÃO

A Organização de Aviação Civil Internacional (ICAO – da sigla em Inglês) define segurança da aviação como sendo o “estado no qual o risco de ferir pessoas ou causar danos em coisas se limita a, ou está mantido em ou abaixo de, um nível aceitável, através de um processo contínuo de identificação de perigos e gerenciamento de riscos” (Doc 9859/OACI).

Criada em 1944, o Brasil é um dos seus países fundadores, tendo firmado sua participação em 1945, a qual foi ratificada em 8 de junho de 1946, pelo Decreto federal nº 21.713/46.

Apesar da segurança da aviação ser objeto de um acordo internacional no âmbito da ICAO, cada país tem a liberdade de possuir um corpo próprio de regulamentação aeronáutica, desde que cumpram, no mínimo, com os regulamentos daquela Organização.

Especificamente, sobre aeronaves militares, o Código Brasileiro de Aeronáutica (CBA), da PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA - CASA CIVIL (1986), dispõe que a operação dessas aeronaves fica sujeita às disposições sobre a proteção ao voo e ao tráfego aéreo, salvo quando se encontrar em missão de guerra ou treinamento em área específica [CBA 1986].

A segurança da aviação militar brasileira é garantida de forma sistêmica, onde as autoridades de aviação militares atuam em todas as atividades relativas à aeronave, desde o projeto e fabricação da aeronave, até a operação e manutenção desta aeronave, durante todo o ciclo de vida do produto [SILVA 2017].

A Autoridade Certificadora do Comando da Aeronáutica é definida como sendo o Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), para os setores espacial, aeronáutico e de defesa. O órgão que executa as atividades de certificação de produtos/projetos e de sistemas de gestão da qualidade relacionadas ao setor aeroespacial é o Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI) [COMAER 2016].

A Certificação de Tipo Militar tem o objetivo de garantir que uma determinada aeronave seja segura e cumpra as missões para o qual foi projetada. E, para que isso seja garantido, a aeronave deve cumprir com os requisitos de aeronavegabilidade, de missão, de ruído, de emissão de combustível drenado e de escapamento de aviões, e a qualquer condição especial estabelecida pelo IFI [COMAER 2017].

A atividade de certificação, ou seja, a avaliação independente da conformidade dos produtos aeronáuticos por terceira parte, obriga os fabricantes de aeronaves e de seus componentes a incorporarem mecanismos de qualidade em todas as fases de seus respectivos projetos como principal objetivo de impedir a recorrência de acidentes causados pelas mesmas falhas de projeto. Em complemento, a certificação contribui para que a indústria militar aeronáutica obtenha altos níveis de confiabilidade, utilizando-se de elaboradas ferramentas para mitigar potenciais problemas de segurança, sem inviabilizar, contudo, o emprego militar para o cumprimento da missão para a qual o produto foi desenvolvido.

Desse modo, muitos dos potenciais problemas que um produto aeronáutico pode apresentar são tratados precocemente durante as fases iniciais de desenvolvimento/certificação, evitando a necessidade de *retrofits* ou impactos financeiros em fases mais adiantadas do projeto, o que poderia tornar a fabricação e operação do produto uma tarefa inexecutável.

Tudo isto guarda muitas semelhanças com a Aceitação de produtos espaciais (ex.

CBERS 3,4). Por isto, este trabalho apresenta a sumarização do processo de Certificação de Tipo Militar no Brasil para adaptá-lo a produtos espaciais.

2 | METODOLOGIA

Este artigo é parte da Dissertação em andamento do 1º. Autor sob a orientação do 2º. Autor, que pretende:

- 1) Apresentar os conceitos básicos e a revisão da literatura sobre a garantia do produto espacial e a certificação aeronáutica;
- 2) Atualizar a identificação do processo existente na garantia do produto espacial do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), executado pelo seu SEQ (Serviço de Engenharia da Qualidade). Atuação essa, realizada pelos grupos pertencentes ao SEQ, tendo como foco as atividades pertinentes à disciplina Garantia do Produto;
- 3) Sumarizar o processo existente na certificação de tipo do produto aeronáutico da aeronáutica militar brasileira; entretanto, utilizando, por vezes, contribuições da certificação aeronáutica civil nacional e europeia;
- 4) Comparar o processo existente na garantia do produto espacial (INPE) com o processo existente na certificação de tipo do produto aeronáutico da aeronáutica militar brasileira, realizado pelo IFI;
- 5) Sugerir o aperfeiçoamento do processo da garantia do produto do INPE, à luz da certificação aeronáutica militar brasileira;
- 6) Realizar estudo de caso, a fim de exemplificar uma das propostas de melhorias, visando esclarecer melhor a proposta e ilustrar sua aplicação prática em um cenário espacial;

Aqui apresentaremos parte do item3, resumindo a/o:

2.1 Certificação de Tipo Militar Brasileiro

Um processo de certificação canônico consiste em 5 fases: projeto conceitual, definição de requisitos, planejamento da demonstração de conformidade, implementação e pós-certificação.

Na fase de projeto conceitual, o desenvolvedor estabelece o *design* conceitual do produto que pode ser certificado no futuro. Em conjunto, a autoridade certificadora e o desenvolvedor fazem interações que permitem discutir as novas tecnologias, materiais, processos e demais aspectos relevantes para o projeto. É nessa fase que se inicia a definição do conjunto de requisitos que constituirão a base de certificação.

Na fase de definição de requisitos, o processo começa formalmente com a autoridade certificadora. A base de certificação é refinada e acordada entre o desenvolvedor (a partir dessa etapa também pode ser chamado de requerente) e o certificador. A aprovação dessa base de certificação é um atividade de responsabilidade da autoridade certificadora,

portanto indelegável. Os itens de maior relevância deverão ser controlados via FCAR-M (Ficha de Controle de Assunto Relevante Militar) e outros itens, também importantes, porém com menor relevância, poderão ser acordados via IRC (Item Relevante de Certificação). A FCAR-M e o IRC são registros que servem como instrumento de modo a permitir a identificação, registro e resolução dos itens relevantes aos requisitos de certificação, com relação aos aspectos técnicos e administrativos.

Os planos de certificação (estratégia acordada para a demonstração de conformidade do produto com os requisitos) e os planos de gerenciamento (a forma como o processo será conduzido) também começam a ser definidos nessa fase.

Na fase de planejamento de demonstração de conformidade, a autoridade certificadora avalia seu envolvimento nas atividades de certificação baseando-se em fatores de risco, consolidando os planos que começaram a ser discutidos na fase anterior. Além disso, é realizado o planejamento das atividades, disponibilização de recursos etc.

Na fase de implementação, são executadas as atividades acordadas no plano de certificação, que consistem na realização de ensaios, sejam em laboratórios ou em voo, inspeções de conformidade, análises entre outros. A autoridade certificadora avalia se os resultados das atividades citadas permitem atestar que o produto esteja em conformidade com os requisitos propostos. Após a avaliação de conformidade ser finalizada satisfatoriamente, a autoridade certificadora pode emitir o Certificado de Tipo.

Por fim, a última fase, de pós-certificação, consiste na finalização da documentação para registro das atividades realizadas e futuras modificações.

Uma variação do modelo acima seria o modelo de delegação, muito utilizado na Agência Certificadora Europeia (EASA). Nessa abordagem, partes das atividades de certificação, principalmente na fase de implementação, são delegadas ao requerente. Nesse modelo, o termo *Design Organization Approval* (DOA-Aprovação pela Organização de Projeto) serve para identificar a aprovação pela autoridade certificadora de um Sistema denominado *Design Assurance System* (DAS-Sistema de Garantia de Projeto) de uma organização de projetos aeronáuticos. Tal sistema permite a implementação de uma filosofia que traz ao processo de desenvolvimento um alto nível de qualidade desde o seu início [EASA 2016].

Para isso, a empresa precisa ser credenciada pelo órgão certificador. As etapas e condições são detalhadas no documento EMAR 21 da EASA, em sua Subparte J. Essa metodologia permite otimizar os recursos humanos das autoridades certificadoras.

Devido à natureza de sua operação, demanda por performance específica e funcionalidades que são essenciais para a missão militar, a certificação militar busca verificar, também, o cumprimento da missão, em adição à segurança da operação.

2.2 Características da Certificação de Tipo Civil Nacional (ANAC)

A Certificação de tipo civil nacional apresenta grande similaridade com o processo

de certificação de tipo militar nacional, principalmente nos aspectos de segurança, além do cumprimento da missão, que é uma preocupação específica militar.

A utilização de profissionais credenciados para atuar como representantes do órgão certificador, sendo supervisionados proporcionalmente à complexidade das atividades de demonstração de cumprimento dos requisitos (PCP) é similar à utilizada pelo IFI com os PCPM onde, mesmo que a verificação de cumprimento do requisito tenha sido delegada, é possível haver algum envolvimento adicional da ANAC. Entretanto, este envolvimento deverá ser definido com base no valor que será agregado ao processo. Quanto maior for a confiança e a capacidade técnica do representante, menor será o valor agregado devido ao envolvimento da ANAC.

Outras razões podem justificar o envolvimento direto da ANAC, as quais incluem a supervisão do projeto ou do representante, ou o desenvolvimento da capacitação técnica da equipe da ANAC. Este tipo de envolvimento direto deve ser planejado de tal forma que o cronograma do programa não seja afetado adversamente [ANAC 2011].

Além da definição do nível de envolvimento, os membros da equipe devem estabelecer o grau de supervisão que exercerão em relação ao representante, baseados na importância para a ANAC e no risco envolvido em não revisar a determinação de cumprimento de requisito delegada.

2.3 Características da Certificação de Tipo Civil Europeia (EASA)

A Certificação de Tipo civil europeia apresenta grande similaridade com o processo de certificação de tipo militar brasileira, principalmente nos aspectos de segurança, além do cumprimento da missão, que é uma preocupação específica militar.

No processo de certificação de tipo militar brasileira, a utilização de organização de projeto credenciada traz o conceito oriundo da certificação aeronáutica europeia.

A *European Union Aviation Safety Agency* (EASA) utiliza o termo *Design Organization Approval* (DOA-Aprovação pela Organização de Projeto) para identificar organizações de projeto que possuem um sistema denominado *Design Assurance System* (DAS-Sistema de Garantia de Projeto). Tal sistema permite a implementação de uma filosofia, que traz ao processo de desenvolvimento a um alto nível de qualidade desde o seu início. A ideia é que a *Design Organization Approval* (DOA-Aprovação pela Organização de Projeto) execute atividades de comprovação e verificação de cumprimento, ao invés de ter a autoridade de certificação verificando, de perto, o cumprimento da base de certificação.

No entanto, a EASA decide qual será seu nível de envolvimento para cada assunto relativo ao processo de certificação, de acordo com as regras do DOA. A autoridade de certificação pode, a seu critério, solicitar maior envolvimento no processo, com o objetivo de ter maior controle sobre assuntos considerados sensíveis [EASA 2016].

2.4 Identificação do processo da garantia do produto espacial para satélites de pequeno e médio porte do INPE

Neste subitem é apresentada uma breve identificação do processo da garantia do produto espacial do INPE, realizada pelo SEQ conforme apresentado na Dissertação de Cristiane Mariano Zavati Silva intitulada “Identificação de um Processo da Garantia do Produto Espacial (INPE) e Proposição de seu Melhoramento Baseada na Sumarização de um Correspondente Processo Aeronáutico (ANAC)” - São José dos Campos: INPE,2017.

Para tal, foi realizado o levantamento do acervo de documentos relacionados com as atividades desempenhadas. Foi verificado que as informações relevantes do processo não estavam reunidas em um documento único. Essas informações foram encontradas, parcialmente, nos documentos dos programas espaciais e o restante foi levantado com profissionais da área, por meio de entrevistas.[SILVA 2017].

2.4.1 Escopo da garantia do produto espacial no âmbito do INPE

Relembrando, a garantia do produto é uma disciplina dedicada ao estudo, planejamento e implantação de atividades destinadas a garantir as especificações, controles, métodos e técnicas de um projeto que resultam em um grau satisfatório de qualidade no produto.

Sendo assim, a identificação precoce de aspectos potencialmente prejudiciais à segurança, como: êxito da missão e prevenção eficaz, impacta em custos com relação a quaisquer consequências adversas.

O foco do planejamento da Garantia do Produto é:

- a definição da organização de garantia do produto, com alocação de recursos adequados, sendo esses, pessoas e instalações;
- a definição dos requisitos de garantia de produto para fornecedores de nível inferior; e
- a definição de um plano de garantia de produto, descrevendo o programa de garantia de produto e como ele atende aos objetivos e requisitos do projeto. [SILVA 2017].

2.4.2 Sequência das atividades do SEQ

A primeira etapa consiste em receber a demanda, majoritariamente enviada para o responsável (chefe) da área, o qual verifica o cronograma e recursos disponíveis e, então, seleciona um colaborador que possui o conhecimento técnico necessário para a execução da atividade. O colaborador, por sua vez, busca os documentos pertinentes relativos à atividade e verifica as informações necessárias para sua realização (por exemplo, para um ensaio de vibração de um determinado subsistema é necessário verificar as exigências relativas ao subsistema, especificações, planos e procedimentos dos ensaios, dentre outros).

Para o acompanhamento da atividade o colaborador necessita verificar em qual fase do projeto o ensaio está enquadrado, para assim poder determinar as exigências pertinentes e as reuniões necessárias. Outro fator fundamental é a verificação dos padrões utilizados e a constatação que planos e procedimentos atendem às exigências.

Após analisar todas essas informações, é necessário comunicar aos responsáveis sobre possíveis desvios e receber a documentação completa e correta; e então, a atividade é executada (neste caso, a atividade exemplificada é de acompanhamento).

Durante a execução da atividade são verificadas não-conformidades existentes. De posse dessas informações, o colaborador prepara o registro da atividade, envia para avaliação e, por fim, para o centro de documentação. [SILVA 2017].

2.4.3 Atividades desempenhadas pelo SEQ x fases do projeto

As atividades realizadas durante as fases do projeto devem ser continuamente monitoradas e devem ser cuidadosamente revisadas, em revisões específicas do projeto ao nível de sistema, subsistema e equipamento.

Os processos de verificação realizados pelo SEQ com foco na garantia do produto, e os modelos dos itens e as revisões adotadas pelo programa CBERS, para o nível de sistema e de subsistema. [SILVA 2017].

2.4.3.1 Revisões e fases do projeto

Seguem abaixo os objetivos da garantia do produto e das fases de projeto, baseadas no programa CBERS 3&4. São abordadas apenas as fases que apresentam atividades da garantia do produto.

Fase A -Viabilidade

O seu objetivo é a elaboração dos planos preliminares de gerenciamento, engenharia e garantia do produto; especificação dos requisitos técnicos; análise da viabilidade técnica; cronograma da concepção; seleção da concepção apropriada e soluções técnicas. Durante essa fase, a equipe do SEQ analisa e elabora os requisitos referentes à sua área de atuação e o plano preliminar da garantia do produto. Em adição, também apóia na elaboração de documentos de gerenciamento e de engenharia.

Fase B -Definição Preliminar

Para essa fase, o objetivo é a elaboração do projeto preliminar de acordo com a concepção selecionada e as exigências; produção da versão final dos planos de gerenciamento, engenharia e garantia do produto; liberação do plano de verificação; e ainda finalização das especificações técnica de requisitos.

Nessa fase, o SEQ atua com o acompanhamento da definição de critérios de verificação; no apoio da finalização de documentos gerenciais e de engenharia; e finaliza o plano de garantia do produto.

Fase C - Definição Detalhada

Tem como objetivo realizar a qualificação dos processos críticos e sua aptidão; realizar a compatibilidade entre interfaces; preparar a entrega final do projeto, planos de montagem, integração e testes; preparar a liberação para a fabricação, montagem e testes dos modelos de voo.

No decorrer dessa fase, a equipe do SEQ acompanha o planejamento da verificação, a implantação e controle da verificação; verificação do controle de registros; e a finalização dos trabalhos.

Fase D - Qualificação e Produção

Tem como objetivo realizar a verificação de atendimento às exigências, gerenciar, desvios e concessões; confirmar que o produto (modelo de voo) está livre de erros de montagem e se apresenta apto para a entrada em operação. Também são selecionados e verificados os componentes dos pacotes de entrega; preparação do produto e a documentação para o evento de entrega. E ainda são finalizados os procedimentos operacionais; e sua compatibilidade com os sistemas de voo e preparação da equipe de operação.

Para o SEQ, os objetivos da fase de qualificação e fabricação são acompanhar e fiscalizar: o controle, implantação da verificação e toda a documentação associada.

Fase E - Operação

Essa fase tem como objetivo realizar a verificação se os segmentos solo e espacial estão aptos para o lançamento, incluindo os sistemas de suporte. Após o lançamento, visa realizar a execução dos testes em órbita, verificação do sistema e sua aptidão para as operações de rotina.

Ao final da utilização, realiza-se a verificação da completude da missão e assegura que todos os elementos orbitais estão configurados para uma transição segura para a retirada de serviço.

Nessa fase o SEQ atua no controle das anomalias operacionais, levantadas pelos responsáveis da operação. E também são acompanhados e fiscalizados: os controles, implantação da verificação e toda documentação associada.

· Revisões

As revisões ocorrem durante todo o processo de desenvolvimento do projeto. [SILVA 2017].

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Comparação entre o processo SEQ e o processo de certificação de tipo da aeronáutica militar no Brasil

Após breve análise dos processos citados, é possível traçar um paralelo entre os dois e identificar semelhanças com relação aos produtos; objetivos; fatores relevantes para as atividades; controles; entradas e saídas; mecanismos; fases dos processos; e atividades.

As semelhanças iniciam nas características ambientais, sendo que ambos os tipos de

projetos (espacial e aeronáutico) possuem grandes variações de temperaturas e pressão. Além disso, nos projetos acompanhados pelo SEQ e IFI, existe grande preocupação com sua confiabilidade.

Quanto aos fatores relevantes semelhantes para a condução dos dois processos, pode-se citar: gerenciamento do controle de configuração da documentação, rastreabilidade e configuração de *baseline*.

Já os objetivos comuns dos processos consistem em: assegurar o cumprimento dos objetivos do projeto; visar produtos seguros, funcionais e confiáveis; e atuar na prevenção dos riscos técnicos, dentro das limitações do projeto. Ainda, alguns controles comuns aos processos são: especificações, planos, requisitos, procedimentos, padrões, desvios, *waivers*, cronograma; equipe treinada e especializada.

Outro ponto comum são alguns mecanismos dos processos, que são: partes, componentes, equipamentos, subsistemas, sistemas, equipe, infraestrutura e instrumentação.

As fases e atividades desempenhadas pelo SEQ (durante o ciclo de vida do produto espacial); também se assemelham às fases e principais marcos do processo de certificação de tipo militar, baseados no processo IFI. Fica evidente, que o objetivo em cada fase é comum nos dois processos, objetivo esse, que leva em consideração a preocupação das organizações em cada fase.

Podem ser citadas ainda, as atividades comuns aos dois processos (SEQ e certificação aeronáutica): elaboração de guias; estudo de padrões; verificação da conformidade do produto; participações em revisões técnicas; participação em reuniões técnicas e de gerenciamento; avaliação de documentos; elaboração de relatórios e registros; elaboração de documentos internos; elaboração de requisitos; auditorias; e testemunho de ensaios.

Além disso, o SEQ e IFI apresentam semelhanças relevantes, quanto a: pertencerem à mesma instituição patrocinadora e cliente dos projetos que acompanham; e, somando-se a isso, os requisitos de projeto e diretrizes de cumprimento são elaborados pelas instituições, as quais esses órgãos pertencem.

Apesar das semelhanças entre os processos do SEQ e certificação aeronáutica militar brasileira, um dos controles constantes apenas no processo IFI são: credenciamento; acordo de cooperação e nível de envolvimento; FCAR-M/IRC; aeronavegabilidade continuada; realização de auditorias; tratamento de dificuldades em serviço; e controle da qualidade do processo de normatização que poderiam ser adaptados para aplicação em produtos espaciais.

4 | CONCLUSÃO

Este trabalho, primeiramente, apresentou a certificação aeronáutica militar no contexto nacional. Posteriormente, foi sumarizado o processo utilizado pela certificação de

tipo da aeronáutica militar brasileira (IFI). E, ainda, acrescentou contribuições específicas originadas na certificação aeronáutica civil nacional e europeia. Apresentou breve sumarização do processo da garantia do produto espacial para satélites de pequeno e médio porte do INPE baseado em Silva (2017), e elencou contribuições específicas originadas na atividade de certificação aeronáutica militar no Brasil a fim de permitir a compreensão dos processos utilizados e seus padrões para adaptá-los a produtos espaciais.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Regulamento Brasileiro de Aeronáutica Civil (RBAC)** - certificação de produto aeronáutico. Brasília, 2020. n. 21.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Legislação**. Brasília, 2017. atualizado em: 19 out. 2019. Disponível em: < <http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao>> Acessado em: 08 jun.2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC): **Regulamento Brasileiro de Aeronáutica Civil (RBAC)** - credenciamento de pessoas. Brasília, 2011. (RBAC) N° 183 Emenda N°00. Disponível em: <<https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-183>> Acesso em: 8 jun. 2020.

COMANDO DA AERONÁUTICA – MINISTÉRIO DA DEFESA (COMAER). **Logística** – ciclo de vida de sistemas e materiais da aeronáutica. Brasília, 2007. (DCA 400-6) . Diretriz.

_____. **Garantia da qualidade e da segurança de sistemas e produtos no COMAER**. São José dos Campos, 2016 (DCA 800-2). Diretriz.

_____. **Aviação militar** – Regulamento de aeronavegabilidade militar- Procedimento para certificação de produto aeronáutico. Brasília, 2017. (ICA 57-21). Instrução.

EUROPEAN AVIATION SAFETY AGENCY (EASA). **European Military Airworthiness Requirements EMAR 21**. 04 out.2016. Disponível em: <[https://www.eda.europa.eu/docs/default-source/documents/emar-21-edition-1-2-\(4-oct-2016\)-approved/701e9b3fa4d264cfa776ff000087ef0f.pdf](https://www.eda.europa.eu/docs/default-source/documents/emar-21-edition-1-2-(4-oct-2016)-approved/701e9b3fa4d264cfa776ff000087ef0f.pdf)>. Acesso em: 08 jun. 2016.

DEPARTMENT OF DEFENSE (DoD) – **Handbook airworthiness certification criteria**. MIL-HDBK-516C, 29 fev. 2014.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA). **Technical Standard Orders (TSO)** - Washington, atualizado em mar. 2017. Electronic Code of Federal Regulation. Disponível em: <http://rgl.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library/rgTSO.nsf/MainFrame?OpenFrameSet> Acesso em: 08 jun.2020.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA - CASA CIVIL. **Lei 7.565 - Código Brasileiro de Aeronáutica**. Brasília, 19 dez. 1986. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7565.htm> Acesso em: 08 jun. 2020.

SILVA, Cristiane Mariano Zavati. Identificação de um processo da garantia do produto espacial (INPE) e proposição de seu aperfeiçoamento baseada na sumarização de um correspondente processo aeronáutico (ANAC) – INPE: São José dos Campos, 2017.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aerogerador 170, 171, 174, 175, 176, 177, 178, 181

Aeronavegabilidade 1, 2, 9, 10

AHP 29, 33, 36, 41, 43, 45

Análise probabilística 11, 12, 14

Aviação militar 1, 2, 10

B

Blowdown 46, 48, 50, 54

C

Centrais nucleares 11, 12

Centro de lançamento de alcântara (CLA) 29, 30, 44

Certificação 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10

Cock-pit articulado 99

Confiabilidade 2, 9, 12, 30, 59, 63, 75, 91, 97, 98, 159, 160, 174, 230, 274

Cubesat 20, 28

Curva P-V 120, 122, 123, 124, 126, 127, 128, 130, 131, 132, 133

D

Desenvolvimento 2, 4, 5, 8, 11, 14, 18, 20, 21, 22, 26, 28, 29, 30, 33, 35, 45, 57, 58, 59, 88, 93, 99, 100, 101, 102, 147, 170, 175, 177, 181, 183, 191, 200, 204, 206, 212, 223, 225, 247, 251, 252, 253, 255, 260, 261, 275, 276, 279, 280, 281, 282, 283, 284

Detecção de sombras 112, 113, 115, 116

Dimensionamento 28, 32, 77, 78, 79, 80, 178, 187, 189, 192, 193, 196, 197, 261

Dispositivos de segurança 77, 78, 80

E

Epanet 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 196, 197

Estabilidade de rede 170, 182

F

Fluxo de carga 120, 121, 122, 123, 124, 126, 131, 134

G

Garantia do produto 1, 3, 6, 7, 10

Geração distribuída 136, 137, 138

H

HSV 112, 113, 114, 118

I

Ilhamento 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 160, 164, 165, 168

Instalações elétricas 77, 78, 79, 80, 82, 83, 85, 86, 242, 243, 250

L

Localização 29, 30, 32, 33, 34, 36, 42, 43, 45, 151, 152, 153

M

M-CVT 170, 171, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 182, 183

Método hardy-cross 187

O

Óxido nitroso 46

P

Parametrização geométrica 120, 121

Parcela variável 87, 89

PDD 170, 178, 181, 182

Processos 1, 3, 7, 8, 9, 10, 17, 18, 33, 79, 88, 93, 112, 188, 206, 212, 218, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233

Projeto elétrico 77, 78, 79, 82, 84, 86

Propulsão híbrida 46

Proteção 2, 12, 14, 32, 44, 61, 63, 64, 66, 67, 77, 79, 80, 82, 85, 136, 144, 145, 151, 168, 176, 242, 243, 244, 245, 250, 278

R

Rede básica 87, 89, 92, 93, 95, 96, 97

Rede malhada 187, 189, 196

Regressão 46

Regulação responsiva 87

Remoção de sombras 112, 113, 116, 118

Risco nuclear 12

S

Segurança 1, 2, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 18, 29, 30, 32, 33, 34, 37, 38, 40, 41, 44, 58, 59, 63, 74, 77, 78, 79, 80, 82, 85, 86, 88, 100, 101, 111, 121, 136, 159, 172, 173, 176, 206,

207, 215, 235, 237, 240, 243, 244, 245, 246, 250, 254, 277

Segurança operacional 12, 172

Simuladores 99, 100, 101, 111

T

Tecnologia 2, 11, 20, 27, 58, 59, 60, 170, 174, 175, 176, 177, 178, 180, 181, 182, 183, 197, 221, 222, 230, 231, 251, 258, 274, 289

Terminal portuário 29, 30, 32, 33, 42

U

Universidades 20, 22, 27, 259

V

Vernier 170, 178, 179, 180, 182, 186

Visão computacional 112, 113

ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de
Caráter Multidisciplinar

3

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

@atenaeditora 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de
Caráter Multidisciplinar

3

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

@atenaeditora 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 