

Engenharias:

Da Genialidade à Profissão e
seu Desenvolvimento

João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Rennan Otavio Kanashiro
(Organizadores)



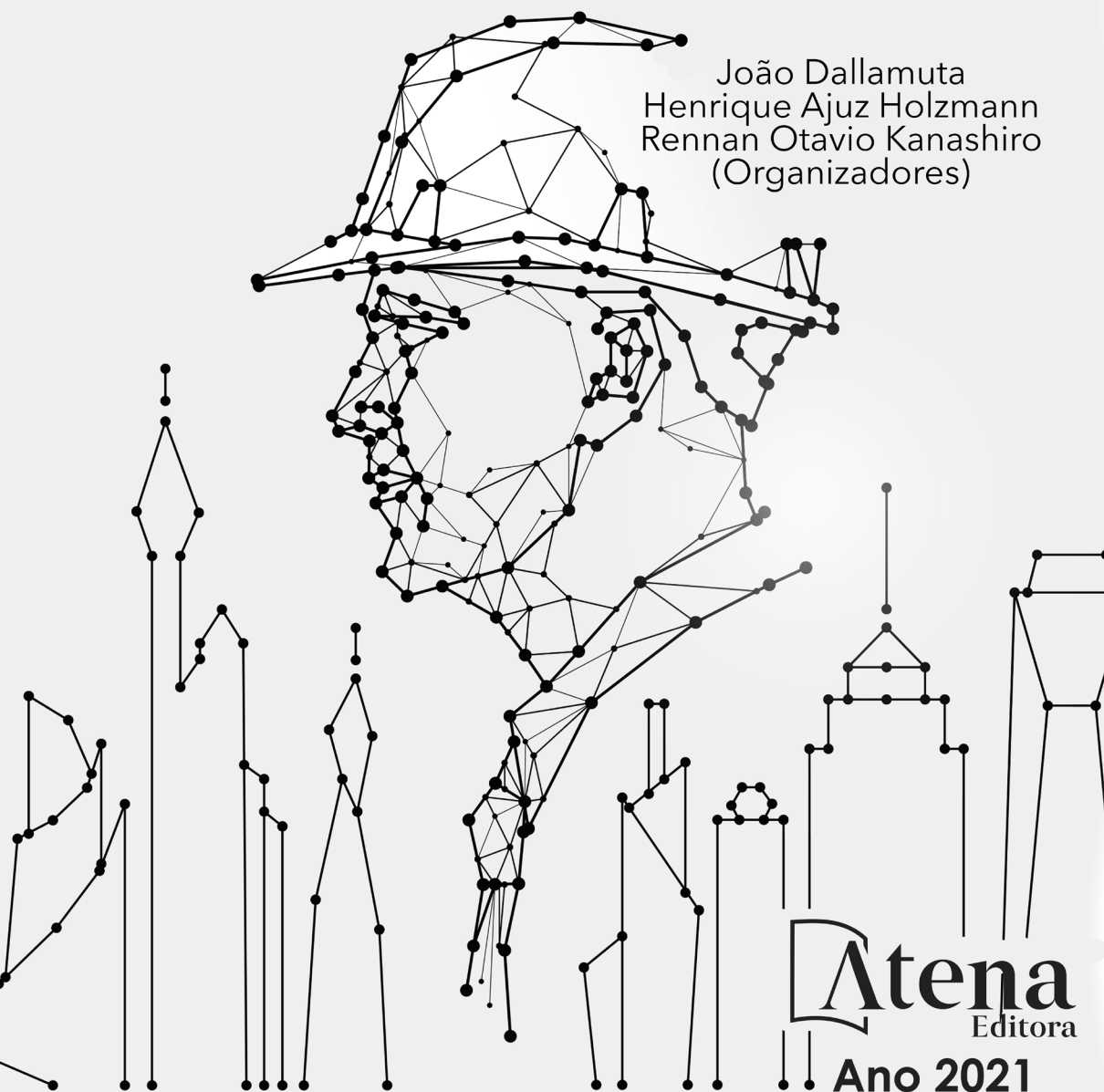
Atena
Editora

Ano 2021

Engenharias:

Da Genialidade à Profissão e
seu Desenvolvimento

João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Rennan Otavio Kanashiro
(Organizadores)



Atena
Editora

Ano 2021

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
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 Internazionale 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
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
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. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
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. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
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. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
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
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª 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
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª 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
Profª Drª 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
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl 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
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª 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
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª 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
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí
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
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
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 Miraniide 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. 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
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª 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
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. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª 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. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá
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
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri
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/UFGA
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 Fenomenología & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lúvia 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
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª 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
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
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
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
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

Engenharias: da genialidade à profissão e seu desenvolvimento

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Flávia Roberta Barão
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: da genialidade à profissão e seu desenvolvimento / 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 978-65-5983-071-8

DOI 10.22533/at.ed.718211205

1. Engenharia. 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

Telefone: +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

Neste livro optamos por uma abordagem multidisciplinar por acreditarmos que esta é a realidade da pesquisa em nossos dias.

A realidade é que não se consegue mais compartimentar áreas do conhecimento dentro de fronteiras rígidas, com a mesma facilidade do passado recente. Se isto é um desafio para trabalhos de natureza mais burocrática como métricas de produtividade e indexação de pesquisa, para os profissionais modernos está mescla é bem-vinda, porque os desafios da multidisciplinariedade estão presentes na indústria e começam a ecoar no ambiente mais ortodoxo da academia.

Aos pesquisadores, editores e aos leitores para quem, em última análise todo o trabalho é realizado, agradecemos imensamente pela oportunidade de organizar tal obra.

Boa leitura!

João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Rennan Otavio Kanashiro

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ANALYSIS OF ELEVATOR HINGE MOMENT IN AN UNMANNED AERIAL VEHICLE DESIGNED FOR SAE AERODESIGN COMPETITION USING CFD SIMULATION

Bruno Santos Junqueira
Daniel Coelho de Oliveira
Turan Dias Oliveira
Vinícius Carneiro Rios Machado

DOI 10.22533/at.ed.7182112051

CAPÍTULO 2..... 10

ANÁLISE DE ESTABILIDADE DE UM AEROMODELO ATRAVÉS DO SOFTWARE XFLR5

Marcos Paulo Azevedo
Igor Felice Souza Mosena
Renato de Sousa Maximiano
Erika Peterson Gonçalves

DOI 10.22533/at.ed.7182112052

CAPÍTULO 3..... 18

IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS ATRIBUTOS PARA O PROJETO DE UMA REDE CICLOVIÁRIA

Taiany Richard Pitilin
Luciana Mação Bernal
Otavio Henrique da Silva
Suely da Penha Sanches

DOI 10.22533/at.ed.7182112053

CAPÍTULO 4..... 32

ANÁLISE DE INFRAESTRUTURA FERROVIÁRIA UTILIZANDO AS FERRAMENTAS DE ECOEFICIÊNCIA

Filipe Batista Ribeiro
Bruno Guida Gouveia
Filipe Almeida Corrêa do Nascimento
Marcelino Aurélio Vieira da Silva
Antônio Carlos Rodrigues Guimarães
Priscila Celebrini de Oliveira Campos

DOI 10.22533/at.ed.7182112054

CAPÍTULO 5..... 49

DETERMINAÇÃO DO TEMPO DE PASSAGEM EM JORNADA de SERVIÇO DE MAQUINISTAS

Marina Donato
Caio Almeida Arêas Reis
Paulo Roberto Borges
Mayara Souza Gomes
Débora Dávila Cruz Santos

Ana Flávia Moraes de Souza

DOI 10.22533/at.ed.7182112055

CAPÍTULO 6..... 63

PROJETO DE UM SISTEMA AUTÔNOMO PURO CC DE BAIXO CUSTO UTILIZANDO ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Eliamare Alves da Silva

Danilo Medeiros de Almeida Cardins

Lizandra Vitória Gonçalves dos Santos

Kelvonn Henrique Matos de Oliveira Xavier

Jalberth Fernandes de Araújo

DOI 10.22533/at.ed.7182112056

CAPÍTULO 7..... 75

APLICABILIDADE DE GEOSSINTÉTICOS EM OBRAS DE ENGENHARIA

Marcus Gabriel Souza Delfino

Juliângelo Kayo Sangi de Oliveira

Gabriela Callegario Santolin

DOI 10.22533/at.ed.7182112057

CAPÍTULO 8..... 87

ESTABILIZAÇÃO DE UM SOLO PLÁSTICO COM O USO DO RESÍDUO DE GESSO ACARTONADO DA INDÚSTRIA DE DRYWALL PARA APLICAÇÃO EM PAVIMENTAÇÃO

Lourena Ferreira Uchôa

Lilian Medeiros Gondim

DOI 10.22533/at.ed.7182112058

CAPÍTULO 9..... 102

POTENCIAL DA APLICAÇÃO DE RESÍDUOS PLÁSTICOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ALTERNATIVAS E SUSTENTABILIDADE

Aline Viancelli

Antônio Cristiano Lara Sampaio

Christian Antônio dos Santos

Daniel Celestino Fornari Bocchese

Denilson Lorenzatto

Helton Araujo Couto Carneiro

Luiz Fernando Broetto

Patrícia Aparecida Zini

Paula Roberta Silveira Málaga

Robison Ranieri Martins

Thiago Demczuk

William Michelin

DOI 10.22533/at.ed.7182112059

CAPÍTULO 10..... 109

THE PILOTIS AS SOCIOESPATIAL INTEGRATOR: THE URBAN CAMPUS OF THE CATHOLIC UNIVERSITY OF PERNAMBUCO

Andreyra Raphaella Sena Cordeiro de Lima

Maria de Lourdes da Cunha Nóbrega

Robson Canuto da Silva

DOI 10.22533/at.ed.71821120510

CAPÍTULO 11..... 124

DESAFIOS DO MUNICÍPIO DE SÃO DESIDÉRIO PARA PROMOÇÃO DO DIREITO AO SANEAMENTO BÁSICO SOB A ÓTICA DA POLÍTICA PÚBLICA MUNICIPAL

Amanda dos Santos Carteado Silva

Luiz Roberto Santos Moraes

DOI 10.22533/at.ed.71821120511

CAPÍTULO 12..... 132

DEGRADAÇÃO DE FACHADAS COM REVESTIMENTO CERÂMICO EM BRASÍLIA: ESTUDO DE CASO

Lukas Augusto Moreira

Nathaly Sarasty Narváez

Vanessa Nupán Narváez

DOI 10.22533/at.ed.71821120512

CAPÍTULO 13..... 151

EFEITO DE VARIÁVEIS-CHAVE DA MISTURA SOLO-CIMENTO NA DOSAGEM FÍSICO-QUÍMICA E COMPORTAMENTO MECÂNICO PARA BASE DE PAVIMENTOS

José Wilson dos Santos Ferreira

Diego Manchini Milani

Michéle Dal Toé Casagrande

Raquel Souza Teixeira

DOI 10.22533/at.ed.71821120513

CAPÍTULO 14..... 165

SERENS: DISCUTINDO O PRESENTE PARA TRAÇAR O FUTURO

Rosângela de Araújo Santos

Teresinha de Quadros Guilherme dos Santos

Jarbas Cordeiro Sampaio

Ernando Ferreira

Elisa Cristina de Barros Casaes

Aline Rita Pereira Hohenfeld

Eleilson Santos Silva

DOI 10.22533/at.ed.71821120514

CAPÍTULO 15..... 175

DIRT AND ABSORPTION TESTS IN PROTECTIVES FILMES APPLIED TO PHOTOVOLTAIC PANELS: A SYSTEMATIC REVIEW

Luciano Teixeira dos Santos

Alex Álisson Bandeira Santos

Joyce Batista Azevedo

Paulo Roberto Freitas Neves

DOI 10.22533/at.ed.71821120515

CAPÍTULO 16.....	183
DISPOSITIVOS PARA DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE CRISTAIS DE GELO EM SOLUÇÃO DE GELO LÍQUIDO	
Ricardo Santos Nascimento	
Rennan Yie Yassu Nishimori	
Vivaldo Silveira Junior	
DOI 10.22533/at.ed.71821120516	
CAPÍTULO 17.....	196
VISÃO GERAL DOS INIBIDORES BIFUNCIONAIS A BASE DE TERRAS RARAS E SUAS APLICAÇÕES	
Célia Aparecida Lino dos Santos	
Fabiana Yamasaki Vieira Martins	
Rafael Augusto Camargo	
Zehbour Panossian	
DOI 10.22533/at.ed.71821120517	
CAPÍTULO 18.....	211
VARIABILIDADE GENÉTICA EM PROGÊNIES DE <i>Parkia platycephala</i> Benth	
Dandara Yasmim Bonfim de Oliveira Silva	
Séfora Gil Gomes de Farias	
Lucas Ferraz dos Santos	
Romário Bezerra e Silva	
Moema Barbosa de Sousa	
Grazielle Nunes Lopes dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.71821120518	
CAPÍTULO 19.....	224
LAPSUS TRÓPICUS E A DIALÉTICA DO ANTROPOCENO	
Karen Aune	
DOI 10.22533/at.ed.71821120519	
CAPÍTULO 20.....	240
TESTES DE CISALHAMENTO SIMPLES PARA ANÁLISE DA INTERFACE ADESIVA CONCRETO/ PRF ATRAVÉS DE ESTUDOS NUMÉRICOS	
Maicon de Freitas Arcine	
Nara Villanova Menon	
DOI 10.22533/at.ed.71821120520	
SOBRE OS ORGANIZADORES	259
ÍNDICE REMISSIVO.....	260

CAPÍTULO 1

ANALYSIS OF ELEVATOR HINGE MOMENT IN AN UNMANNED AERIAL VEHICLE DESIGNED FOR SAE AERODESIGN COMPETITION USING CFD SIMULATION

Data de aceite: 03/05/2021

Data de submissão: 29/01/2021

Bruno Santos Junqueira

Centro Universitário SENAI CIMATEC
Salvador – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/5412974654317844>

Daniel Coelho de Oliveira

Centro Universitário SENAI CIMATEC
Salvador – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/9774468210981778>

Turan Dias Oliveira

Departamento de Energia, SENAI CIMATEC
Salvador – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/7990083155534548>

Vinicius Carneiro Rios Machado

Centro Universitário SENAI CIMATEC
Salvador – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/0428390431551939>

ABSTRACT: This study had the general objective to analyze the resulting values of hinge moment in the elevator for the PM-03 project, of an unmanned aerial vehicle, dedicated for participation in the SAE Aero Design 2020 Competition. From 2D CAD modeling of surfaces using Solidworks, the hinge moment was analyzed in Ansys Fluent after generating an appropriate mesh and adjusting the initial flow settings. The validation of the CFD analysis was performed by comparing experimental results from another study and using USAF Datcom data and correlations. The results

obtained by CFD and USAF DATCOM diverge, however, those allows to correctly estimate the order of magnitude of the hinge moment, allowing an optimized selection of the servo motor for the project.

KEYWORDS: Hinge moment; CFD analysis; numerical simulation; Aerodesign.

ANÁLISE DO MOMENTO DE ARTICULAÇÃO DO PROFUNDOR DE UM VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO PROJETADO PARA A COMPETIÇÃO SAE AERODESIGN USANDO SIMULAÇÃO CFD

RESUMO: Este estudo teve como objetivo geral analisar os valores resultantes de hinge moment no profundor para o projeto PM-03, de um veículo aéreo não tripulado, dedicado para participação na Competição SAE Aero Design 2020. A partir da modelagem CAD 2D das superfícies usando Solidworks, o hinge moment foi analisado no Ansys Fluent após a geração de uma malha apropriada e ajustando-se as configurações iniciais de escoamento. A validação da análise CFD foi efetuada comparando-se resultados experimentais de outro estudo e através de dados e correlações do USAF Datcom. Os resultados obtidos pelo CFD e pelo USAF Datcom divergem, no entanto, permitem estimar corretamente a ordem de magnitude do hinge moment, permitindo uma seleção otimizada do servo motor para o projeto.

PALAVRAS-CHAVE: Momento de articulação; análise CFD; simulação numérica; Aerodesign.

1 | INTRODUCTION

During the development of an aeronautical project to participate in the SAE BRASIL Aerodesign Competition, one of the activities to be performed by the participating teams consists in the project and evaluation of the aircraft's Stability and Control. Summarily, the stability project must include the determination of the plane's center of gravity (G.C.), followed by a sizing process of the horizontal and vertical stabilizers so that, after a complete analysis, its ability to return to its flight equilibrium state after a disturbance, the so-called static stability, can be ensured. The stability analysis is addressed separately for the three axes adopted by the aeronautical industry: longitudinal, vertical and lateral (RODRIGUES, 2014).

In most cases, an aircraft designed to participate in the SAE Aerodesign Competition have the deflection of the surfaces driven by a micro-servo motor. This actuator must overcome an existing moment around the articulation axis (hinge) of the control surface in question, the hinge moment. The hinge moment is caused by the resulting aerodynamic forces acting on the pressure center of the control surface, as explained by Pamadi (1998). The dimensionless coefficient for the hinge moment is obtained by equation 1 below:

$$C_h = C_{h\alpha}\alpha + C_{h\delta}\delta \quad (1)$$

In the above equation, C_h is the dimensionless coefficient of the hinge moment, $C_{h\alpha}$ is the rate of change of C_h with the angle of attack, $C_{h\delta}$ is the rate of change of C_h with the deflection, α is the angle of attack of the wing in which the surface is coupled and δ represents deflection of the control surface. In this project case, the hinge moment is evaluated by fixing the control surface at its critical deflection, causing the highest resulting moment.

The ability to estimate the magnitude of the hinge moment is important in the execution of an aircraft project, since it allows to optimize the selection of the micro-servo motor. The eventual oversizing of this component in an attempt to supply the required torque may result in undesirable volume, energy consumption, weight and increase in the final price of the actuator. However, as approached by NELSON (1998), the parameters $C_{h\alpha}$ and $C_{h\delta}$ to obtain the hinge moment coefficient of equation 1 above are difficult to be analytically predicted and, in general, are evaluated through experimental results of tests in wind tunnels. With the advances of the last decades in modeling by computational fluid dynamics (CFD), there is also the possibility of reproducing the design conditions, such as the geometry of the control surface, the angle of attack and the positioning of the articulation axis and simulating the real flow conditions. Typically, the results are used to guide the sizing and positioning of the surfaces still in the design phase and must later be validated with test data in a wind tunnel with a model.

Starting from these initial considerations, it is proposed as a general objective of the

present study, to analyze the values resulting from hinge moment in the elevator for the PM-03 unmanned aerial vehicle (UAV) project, of the Prometheus Aerodesign team of SENAI CIMATEC, destined to participate in the SAE BRASIL Aerodesign 2020 Competition. The specific objectives to be accomplished to carry out this analysis are: 1) to model the middle sections of the horizontal stabilizer and elevator using computer-aided design (CAD); 2) evaluate the resulting hinge moment in the elevator applying the CFD method; 3) validate the CFD results through correlations with bibliographic experimental data and other studies.

2 | METHODOLOGY

2.1 CAD Modeling

Using the CAD modeling feature of Solidworks, the two-dimensional geometries of the plane's elevator and horizontal stabilizer (figure 3 below) were created using the 'Surface' feature of the software, based on the dimensions shown in Table 1 below. The 2D modeling for the simulation is consistent because the data and correlations for aerodynamics characteristics used for comparison in step 2.3, CFD validation, are also applied for 2D middle sections, and later, the resulting moment is obtained by multiplying the value found by the span of the control surface.

Characteristic Dimension	Elevator	Elevator + Stabilizer
Mean Aerodynamic Chord (mac)	0.12 m	0.35 m
Aspect Ratio	6.58	2.3
Wingspan	0.8 m	0.8 m
Surface Area	0.1 m ²	0.28 m ²
Hinge line position (% mac)	16.67%	71.74%

Table 1. Characteristic Dimensions of the Elevator

2.2 CFD Analysis

To perform the simulations, the CFD analysis feature of the ANSYS 18.1 software was used, through the Fluent tool. In the first stage of the analysis, it was necessary to define the geometry of the control surfaces, for this purpose the 2D elevator and stabilizer were imported into the Design Modeler.

With the imported surfaces, the domain for the evaluated flow was created, with the borders having a distance of 12.5 times the characteristic chord formed by the stabilizer and elevator. The type of mesh chosen for the analysis was hexahedral, as this allows an optimization of the fluid flow direction. As a quality criterion for forming the mesh, proximity to the real shape of the control surfaces was used. With that, it was possible to guarantee that the curves on the surface borders were preserved, avoiding the appearance of wedges

in the simulation geometry, which can interfere considerably in the results.

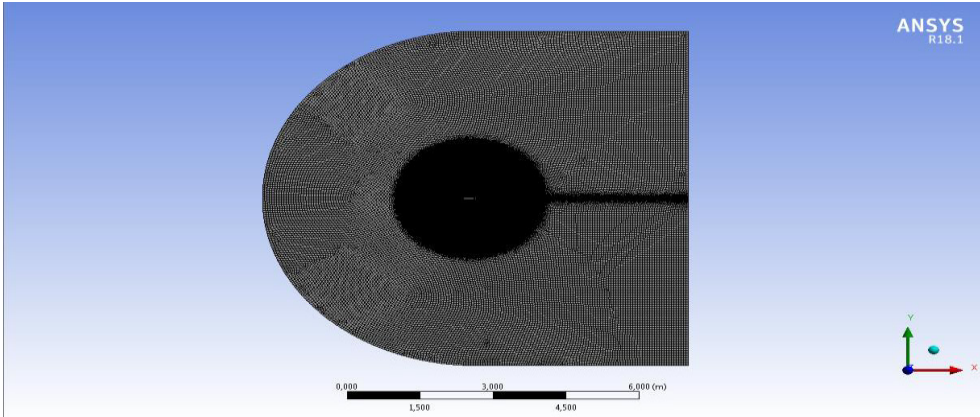


Figure 1. Simulations domain

In the stage of setting the simulation conditions, which occurs after the definition of the meshes, the parameters for the simulation were inserted. The resolution model for turbulence adopted was Spalart-Allmaras, this model being recommended for aerospace applications and for requiring less computational resources and resolution time (MONK; CHADWICK, 2017), considering that the team does not have computers that can dedicate themselves only to simulations for long periods of time, the application of this model being justified. For the simulation, the following configurations were considered:

Parameters	Values
Relative Velocity (V)	13.6 m/s
Elevator Deflection (δ_e)	20°
Maximum air attack angle over the aircraft (α_w)	19.11°
Resulting air attack angle on the horizontal stabilizer (α_s)	8.25°
Residual Error of the Monitored Values	1 e -03

Table 2. Parameters utilized in the calculations and simulations

The representation of the hinge moment to be found can be seen in figure 3 below, as well as the angle of deflection of the elevator (δ_e) and the angle of attack in the horizontal stabilizer (α_s).

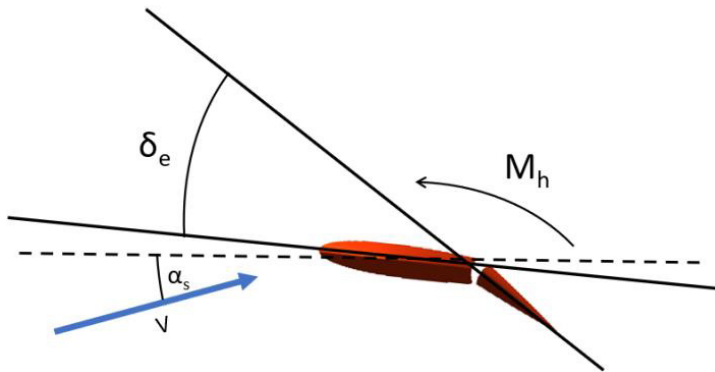


Figure 2. Resulting air flow over the tail

The flight parameters in the Table 2 above were considered for the analysis, once they are resultant from the most critical possible situation for the elevator control: the airplane is in a dive speed (V) and the elevator is totally deflected upward (δ_e) in order to increase the resultant moment that will bring the plane back to straight-and-level flight condition. In that case, the effects of gravity will be adverse to control maneuverability.

2.3 Results Validation

Typically, designers in the aeronautical industry seek to validate their simulation data through tests with a model of the designed aircraft [3]. However, in view of the impossibility of accessing the institution's Energy Laboratory to use the wind tunnel equipment, due to the current social isolation situation due to COVID-19, it was used as an alternative to validate the results of the CFD analysis the following two steps: 1) validation of the boundary conditions by comparison of the aerodynamic coefficients of non-deflected elevator with the work of Eftekhari et. Al. (2019); 2) comparing the hinge moment results with the calculated when applied the correlations and data available in the USAF Stability and Control DATCOM from Hoak et. Al. (1978).

For the first step, the values of the lift and drag coefficients were compared, first for simulation results using the NACA 0012 profile without the elevator, against another CFD and experimental NACA 0012 data, allowing to evaluate the mesh quality and boundary conditions. The results were compared with the study by [5], which used the same turbulent model and similar Reynolds numbers applied in this analysis.

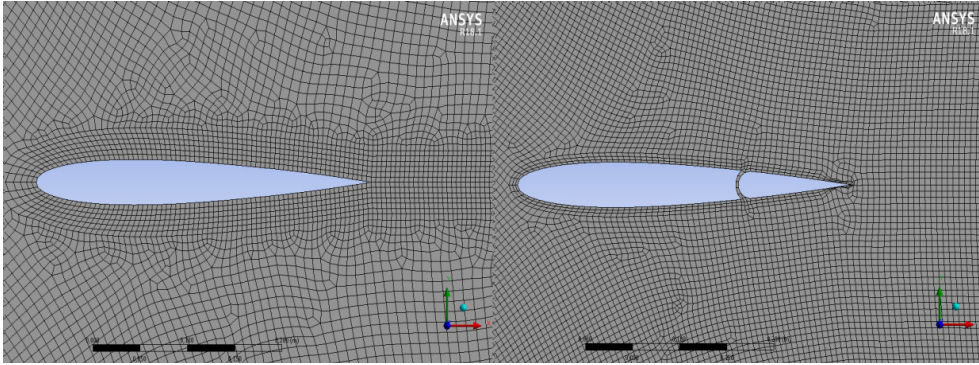


Figure 3. NACA 0012 airfoil without and with elevator

Then, the same coefficients were extracted for the tail with the non-deflected elevator, as shown in the figure 4 above. After that, once the boundary conditions were validated, the origin of the simulation was positioned on the axis of rotation of the elevator, thus defining the positioning of the hinge line and now, the moments exerted by the incidence of air on the surfaces will coincide with the torque required for the servos to move the control surfaces, as they will be acting on the same axis of rotation.

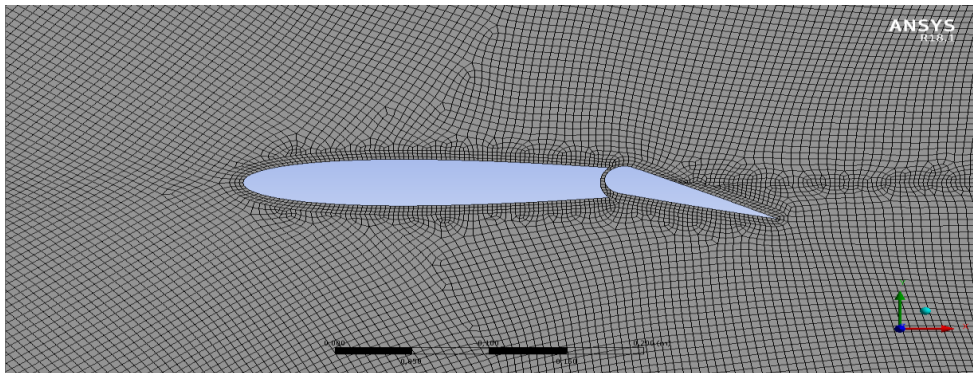


Figure 4. NACA 0012 airfoil with the deflected elevator

Setting up the required elevator deflection (δe) as shown in Figure 5 above, the second step of validation was performed: with the deflected elevator, the results were compared with the values obtained using the DATCOM procedures for the calculation of the Hinge Moment. The USAF Stability and Control DATCOM (HOAK et. Al., 1978) is a compendium of data and methods for estimating quantities for applications in stability projects and aircraft control, developed by the US Air Force, to estimate the Ch_α and Ch_δ values of the hinge moment of the elevator in equation (1).

Using the dimensions evaluated for Ansys Fluent (Table 1), $Ch\alpha$ and $Ch\delta$ for the hinge moment could be obtained using the USAF DATCOM data, consulting its series of curves for the experimental values corresponding to the dimensions and geometries of the control surface here evaluated and, applying the following empirical correlations:

$$C_{h\alpha} = \left(\frac{A_t \cos \Lambda_{c4}}{A_t + \cos \Lambda_{c4}} \right) C_{hab} + \Delta C_{h\alpha} \quad (2)$$

$$C_{h\delta} = \cos \Lambda_{c4} \cos \Lambda_{HL} (C_{h\delta b} + \alpha_\delta C_{hab}) \left(\frac{2 \cos \Lambda_{c4}}{A_t + \cos \Lambda_{c4}} \right) + \Delta C_{h\delta} \quad (3)$$

where, $Ch\alpha.b$ and $Ch\delta.b$ are the nose swing contributions of the section, $\Delta C_{h\alpha}$ and $\Delta C_{h\delta}$ are the induced camber corrections, A_t is the aspect ratio of the control surface and A_{c4} and A_{HL} are the sweep angles with respect to a quarter of the chord line and to the hinge line, respectively. Since the aircraft has no sweep angle for its control surfaces, the A_{c4} and A_{HL} angles were neglected.

3 | RESULTS AND DISCUSSION

For the results, a comparison between the simulation with the airfoil NACA 0012 and the results obtained through [5] in the graphics of lift and drag coefficient by alpha was made and the results have shown to be near.

In the comparison between the CFD modeled airfoil without the elevator and the airfoil with the elevator, the following coefficients of lift and drag were obtained, as shown in table 3:

Airfoil/Property	Lift	Drag
NACA 0012	0.16455751	0.00032024
NACA 0012 with elevator	0.15684119	0.00430888

Table 3. Coefficients of the NACA 0012 airfoil simulations, with and without elevator

Comparing the lowest value with the highest value in both, the results of the lift coefficient proved to be close, with a difference of less than 5%. However, in the results of the comparison of the drag coefficient, the difference was much greater, this occurred probably because the mesh of the analysis using only the airfoil needed to be refined. In numerical drag analysis, it is required to apply a higher mesh refinement in order to present more faithful results for the drag. As better computational resources were not available, the analysis continued nonetheless, taking into account the proximity of the results of the lift coefficient.

For the comparison between the results of the airfoil simulation with the deflected elevator and the method provided by [6], the following values of Hinge Moment were obtained:

Method	Hinge Moment
CFD Simulation	0.239 N.m
DATCOM	0.121 N.m

Table 4. Hinge Moment values obtained through CFD and DATCOM method

The results of the hinge moment for the two methods were shown to be different, this is justified due to the difference in the way each one is obtained: DATCOM method provides the results by using historic experimental data, while using CFD numerical method, approximated equation models are applied. Such discrepancy when using different methods is also obtained from previous works in the literature, as the study carried out by [7]. For the current project, the value of 0.239 N.m provided by CFD analysis in Table 4 will be adopted, since it is more conservative and will ensure that the aircraft has greater controllability in face of the most critical conditions that can be achieved during the flights of the competition.

The corresponding pressure and velocity fields generated from CFD analysis are shown, respectively, on the following figures 4a and 4b:

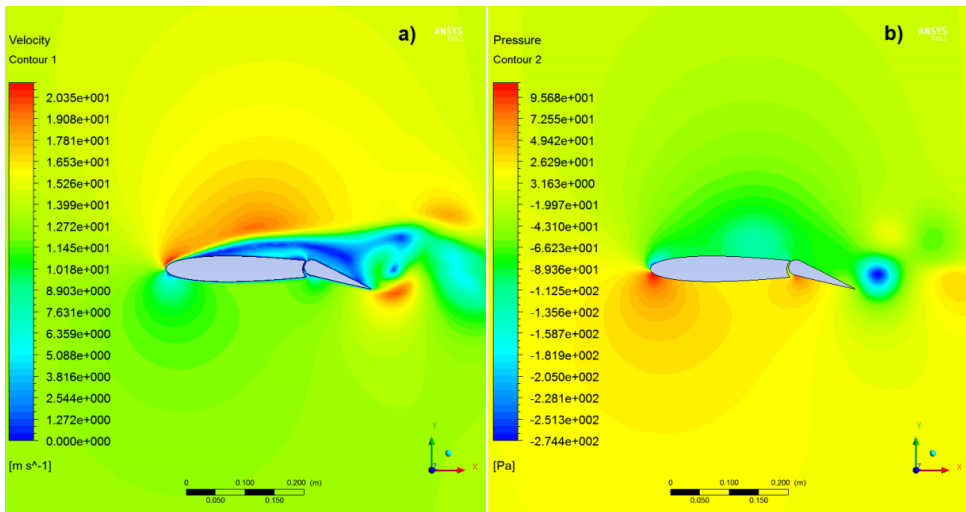


Figure 5. (a) Resulting Velocity Field (b) Resulting Pressure Field

In figure 4a, the formation of vortices is noticeable in the region of the trailing edge of the elevator. It is possible to observe in figure 4b, containing the pressure distribution contours, that a region of high pressure was formed at the bottom of the junction between the elevator and the stabilizer, the hinge moment being derived from the pressure distribution at this location.

4 | CONCLUSION

From the analysis carried out in this study, it was possible to evaluate the resulting hinge moment under the flight conditions predicted for the PM-03 UAV project by the Prometheus Aerodesign team, which were replicated for a CFD simulation performed. Despite the divergence between the hinge moment resulting from the CFD simulation and the hinge moment evaluated by the data and correlations, the study allowed to evaluate the order of moment magnitude that must be overcome by a servo motor acting upon a designed elevator according to dimensions that were analyzed in this study. The study made it possible to estimate the minimum torque to be applied by a micro-servo motor, corresponding to the maximum estimated value of the hinge moment from the CFD results.

As a suggestion for future investigations, the results here seek to be compared with the wind tunnel tests with the scale model, serving for possible improvements to be implemented in the modeling and definition of meshes and configurations for future CFD analysis, be it the hinge moment or other aerodynamic characteristics for Prometheus Aero Design projects.

ACKNOWLEDGMENTS

To SAE BRASIL, SENAI CIMATEC and the PROMETHEUS AERODESIGN Team.

REFERENCES

- EFTEKHARI, Shahrooz; AL-OBAIDI, Abdulkareem Shafiq Mahdi. **Investigation of a NACA0012 Finite Wing Aerodynamics at Low Reynold's Numbers and 0° to 90° Angle of Attack**. Journal of Aerospace Technology and Management, v. 11, 2019.
- HOAK, D. E.; ANDERSON, R.; GOSS, C. R. **The USAF stability and control DATCOM**, Air Force Wright Aeronautical Laboratories. Wright Patterson Air Force Base, Ohio, 1978.
- L. E. M. J. RODRIGUES, **Fundamentos da engenharia aeronáutica aplicações ao projeto sae-aerodesign**, 1a ed. Salto/SP, 2014.
- MONK, David; CHADWICK, Edmund A. **Comparison of turbulence models effectiveness for a delta wing at low Reynolds numbers**. In: 7th European Conference for Aeronautics and Space Sciences (EUCASS). 2017.
- NELSON, Robert C. et al. **Flight stability and automatic control**. New York: WCB/McGraw Hill, 1998.
- PAMADI, Bandu. **Performance, Stability, Dynamics, and Controls of Airplanes**. Hampton, Virginia, 1998.
- SIMPSON, Christopher David. **Control surface hinge moment prediction using computational fluid dynamics**. The University of Alabama, 2016.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aerodesign 1, 2, 3, 9

Aeronave 10, 11, 12, 14, 16

Análise CFD 1

Articulação 1, 168

C

Construção sustentável 103

D

Degradação 36, 103, 126, 132, 133, 135, 136, 137, 143, 144, 145, 149, 150, 175, 243

Direito ao saneamento básico 124, 125, 126, 128, 129, 130

Dosagem físico-química 151, 152, 154, 155, 159, 160, 161, 162, 163, 164

Drywall 87, 88, 89, 100

E

Eficiência energética 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 173

Energia solar fotovoltaica 63, 64, 174, 180

Energias renováveis 63, 73, 165, 166, 167, 169, 170, 171, 173

Estabilidade 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 35, 36, 78, 79, 81, 152, 186

Estabilização 78, 84, 86, 87, 88, 94, 96, 97, 100, 101, 152, 159, 160, 161, 162, 163, 199, 205

F

Fachada 132, 133, 135, 136, 137, 138, 139, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 232

G

Geossintéticos 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86

Geotecnia 17, 75, 76, 82, 84

Gesso 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 101, 105

Gestão 35, 44, 103, 124, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 172, 259

H

Headcount 49, 53, 55, 57, 60, 61

L

LED 63, 64, 65, 66, 67, 68, 72, 73

Logística ferroviária 49

M

Melhoramento de solos 75

Momento 1, 13, 16, 50, 171, 227

P

Passagem em jornada 49, 51

Pavimento 20, 22, 26, 27, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 42, 43, 45, 46, 48, 76, 81, 84, 105, 151, 152, 163, 164

Plasticidade 78, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 99, 100, 101, 154, 242

Projeto 1, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 18, 19, 21, 29, 30, 33, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 43, 44, 63, 65, 66, 67, 68, 69, 71, 72, 73, 76, 79, 85, 126, 127, 130, 133, 136, 163, 168, 169, 209, 221, 224

R

Resíduo de construção civil 151, 154

Resíduos 56, 58, 59, 60, 83, 87, 88, 89, 102, 103, 104, 105, 106, 205, 206

Resíduos plásticos 102, 103, 104, 105, 106

Resistência à compressão simples 151, 152, 157, 161, 162, 163

Revestimento cerâmico 132, 133, 137, 138, 139, 140, 142, 143, 144, 147

S

Saneamento básico em São Desidério 124

SERENS 165, 166, 167, 169, 170, 171, 172, 173, 174

Serviços públicos de saneamento básico 124, 125, 127, 128, 130, 131

Simulação numérica 1, 240

Sistemas autônomos puros CC 63

Solo-cimento 151, 152, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164

Solos 35, 46, 47, 75, 76, 78, 80, 85, 87, 89, 90, 91, 93, 96, 97, 101, 151, 153, 154, 156, 158, 159, 161, 162, 163, 164

Sustentabilidade 30, 33, 34, 48, 102, 106, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 172, 173, 180

T

Transporte hidroviário 32

V

Volume de cargas 49

X

XFLR5 10, 11, 12, 16

Engenharias:

Da Genialidade à Profissão e
seu Desenvolvimento

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2021

Engenharias:

Da Genialidade à Profissão e
seu Desenvolvimento

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2021