

Atena  
Editora

Ano 2021



*Carlos Augusto Zilli  
(Organizador)*

*A visão sistêmica e integrada  
das **engenharias**  
e sua **integração com a sociedade***

---

**Atena**  
Editora

Ano 2021

*Carlos Augusto Zilli*  
*(Organizador)*

***A visão sistêmica e integrada  
das engenharias  
e sua integração com a sociedade***

---

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Assistentes editoriais**

Natalia Oliveira

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

**Imagens da capa**

iStock

**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.

Open access publication by Atena Editora



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

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

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. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso  
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Rio de Janeiro  
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  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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 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  
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 da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí  
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 Miraniilde 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

A visão sistêmica e integrada das engenharias e sua integração com a  
sociedade

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Flávia Roberta Barão  
**Indexação:** Gabriel Motomu Teshima  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Carlos Augusto Zilli.

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

V822 A visão sistêmica e integrada das engenharias e sua  
integração com a sociedade / Organizador Carlos  
Augusto Zilli. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-404-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.044212508>

1. Engenharia. I. Zilli, Carlos Augusto (Organizador). II.  
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](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto: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; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

## APRESENTAÇÃO

Esta obra, intitulada “A Visão Sistêmica e Integrada das Engenharias e sua Integração com a Sociedade”, em seu primeiro volume, apresenta 22 capítulos que abordam pesquisas relevantes que fazem emergir esta visão completa e abrangente típica das engenharias, revelando de que forma ela pode se integrar à sociedade para solucionar os desafios que surgem mundo afora, trazendo pesquisas relacionados à COVID, controle de segurança, saneamento básico, sismologia, interações socioespaciais, purificação de biogás, análise de vigas compósitas, pressão em estruturas, entre outros.

Desta forma, esta obra se mostra potencialmente disponível para contribuir com discussões e análises aprofundadas acerca de assuntos atuais e relevantes, servindo como base referencial para futuras investigações relacionadas às engenharias em suas mais diversas instâncias.

Deixo, aos autores dos capítulos, um agradecimento especial, e aos futuros leitores, anseio que esta obra sirva como fonte inspiradora e reflexiva.

Esta obra é indicada para os mais diversos leitores, tendo em vista que foi produzida por meio de linguagem fluída e abordagem prática, o que favorece a compreensão dos conceitos apresentados pelos mais diversos públicos, sendo indicada, em especial, aos amantes da área de engenharia.

Carlos Augusto Zilli

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

COVID-19 (SARS-COV-2): ESTUDO PROSPECTIVO SOBRE TESTES DE DETECÇÃO DO CORONAVÍRUS EM HUMANOS

Paulo Cesar dos Santos Teixeira

Fábio dos Santos Teixeira

Carlos Alberto Machado da Rocha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125081>

### **CAPÍTULO 2..... 11**

DIFERENTES SUBSTRATOS E ADUBAÇÕES NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Eucalyptus urophylla* S.T. BLAKE

Carolina Rafaela Barroco Soares

Alaide de Oliveira Carvalho

Deborah Regina Alexandre

Jairo Rafael Machado Dias

Laysa Teles Vollbrecht

Micheli Leite Zanchetta

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125082>

### **CAPÍTULO 3..... 18**

ESTUDO DA PRESSÃO EFETIVA EM COBERTURAS COM PLATIBANDA CONFORME A NBR 6123 – FORÇAS DEVIDAS AO VENTO EM EDIFICAÇÕES

Gean Henrique Sabino Freitas

Luiz Henrique Moreira de Carvalho

Nélison Ferreira Corrêa

Wilson Espindola Passos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125083>

### **CAPÍTULO 4..... 31**

METODOLOGIA PARA ENSINO DA CONCORRÊNCIA ENTRE PROCESSOS COM EMPREGO DE SEMÁFOROS EM SISTEMAS OPERACIONAIS PREEMPTIVOS

Marco Aurélio de Souza Birchal

Viviane Santos Birchal

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125084>

### **CAPÍTULO 5..... 41**

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO: INSTRUMENTO DE PLANEJAMENTO PARTICIPATIVO, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL

Luiz Roberto Santos Moraes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125085>

### **CAPÍTULO 6..... 58**

APLICAÇÃO COMPUTACIONAL PARA O PLANEJAMENTO DE FLUXO DE POTÊNCIA

## REATIVA

Polianna Schneider Durigon  
Carlos Roberto Mendonça da Rocha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125086>

## **CAPÍTULO 7..... 69**

### ANÁLISE DA ACELERAÇÃO LATERAL DE UM VEÍCULO EM UM SIMULADOR COM 9 GDL

Elyton Elias Prado Naves  
Jánes Landre Júnior  
José Tomich Bosco Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125087>

## **CAPÍTULO 8..... 79**

### ADEQUAÇÃO DE TRELIÇA EM AÇO FRENTE A UMA NOVA FINALIDADE

Gustavo de Oliveira Dumas  
José Geraldo de Araújo Silva  
Lucas Teixeira Araújo  
Antônio Maria Claret de Gouveia  
Hisashi Inoue  
André Luiz Candian

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125088>

## **CAPÍTULO 9..... 86**

### PURIFICAÇÃO DE BIOGÁS EM PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS NA REGIÃO DO MACIÇO DE BATURITÉ, CEARÁ, BRASIL

Juan Carlos Alvarado Alcócer  
Olienaide Ribeiro de Oliveira Pinto  
Ciro de Miranda Pinto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125089>

## **CAPÍTULO 10..... 100**

### ANÁLISE DE VIGAS COMPÓSITAS LAMINADAS DE TIMOSHENKO ATRAVÉS DO MÉTODO DE GREEN

Leonardo Fellipe Prado Leite  
Fabio Carlos da Rocha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250810>

## **CAPÍTULO 11 ..... 114**

### ESTRATÉGIAS INOVADORAS PARA PESQUISAS DE EVAPORAÇÃO DE ÁGUA EM RESERVATÓRIOS SUPERFICIAIS NO NORDESTE BRASILEIRO

Bárbara Hillary de Almeida Pinto  
Cecília Roberta Barbosa da Silva  
Maria Eduarda Medeiros Monteiro  
Heloysa Helena Nunes de Oliveira  
Efrain Pantaleón Matamoros

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250811>

**CAPÍTULO 12..... 124**

**AMBIÊNCIA E ENTORNO: INTERAÇÕES SOCIOESPACIAIS ENTRE IDOSOS MORADORES DE UM CONDOMÍNIO E A VIZINHANÇA**

Luzia Cristina Antoniossi Monteiro

Vania Aparecida Gurian Varoto

Lucas Bueno de Campos

Ingrid Bernardinelli

Gabriely Grezele

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250812>

**CAPÍTULO 13..... 136**

**METODOLOGIA DE COMPOSIÇÃO DE CUSTO PARA ENCARGOS COMPLEMENTARES: EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL**

Guilherme Martins Pereira

Regina Maria Germânio

Tiago Silveira Gontijo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250813>

**CAPÍTULO 14..... 155**

**AVALIAÇÃO DE RISCOS E CONTROLE DE SEGURANÇA EM PEDREIRA**

Michael José Batista dos Santos

Suzi Cardoso de Carvalho

Irineu Antônio Schadach de Brum

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250814>

**CAPÍTULO 15..... 174**

**POTENCIAL INOVADOR DAS PESQUISAS DE SISMOLOGIA: ESTUDO DA APLICAÇÃO DA INTERFEROMETRIA SÍSMICA PARA IMAGEAMENTO 4D**

Julia Alanne Silvino dos Santos

Marcelo dos Santos Vieira

Lenise Souza Cardoso de Andrade

Heloysa Helena Nunes de Oliveira

Zulmara Virgínia de Carvalho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250815>

**CAPÍTULO 16..... 184**

**SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DO FOSFATO DE CÁLCIO MONETITA PELA ROTA ÚMIDA DE NEUTRALIZAÇÃO RATHJE – HAYEK E NEWSELY**

Nataly Cristiane de Campos Amador Garcias

Carlos Pérez Bergmann

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250816>

**CAPÍTULO 17..... 196**

**ESTUDOS DAS DESCARGAS ATMOSFÉRICAS EM LINHAS DE TRANSMISSÃO MONOFÁSICAS**

Emiliane Advincula Malheiros

Roberto Paulo Barbosa Ramos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250817>

**CAPÍTULO 18.....203**

**INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE CALCINAÇÃO NA FASE DA HIDROXIAPATITA  
OBTIDA PELO MÉTODO SOL-GEL**

Marilza Aguiar

José Brant de Campos

Bruno Cavalcante Di Lello

Nataly Cristiane de Campos Amador Garcias

Vitor Ramos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250818>

**CAPÍTULO 19.....209**

**REDISTRIBUIÇÃO DA VAZÃO AR EM MINA SUBTERRÂNEA PARA AUMENTO DE  
HORAS DISPONÍVEIS EM OPERAÇÃO DE LAVRA**

Alisson Brasil

Renan Collantes Candia

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250819>

**CAPÍTULO 20.....225**

**ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DOS LIMITES DA CAVA FINAL ÓTIMA COM BASE NA  
VARIAÇÃO DO PREÇO DE MERCADO DA ROCHA FOSFÁTICA**

João Antônio da Silva Neto

Marcélio Prado Fontes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250820>

**CAPÍTULO 21.....238**

**USO DA TECNOLOGIA DE MANUFATURA ADITIVA NA INDÚSTRIA AEROESPACIAL:  
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA**

Allisson Régis dos Santos Maia

Maria Elizete Kunkel

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250821>

**CAPÍTULO 22.....253**

**A IMPORTÂNCIA DOS INDICADORES NA MANUTENÇÃO**

Alexandre Fernandes Santos

Heraldo José Lopes de Souza

Marcia Cristina de Oliveira

Sariah Torno

Darlo Torno

Sandro Adriano Zandoná

Tiago Rodrigues Carvalho

Natalia Tinti Ramos

Eliandro Barbosa de Aguiar

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250822>

<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>260</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>261</b>

## ANÁLISE DA ACELERAÇÃO LATERAL DE UM VEÍCULO EM UM SIMULADOR COM 9 GDL

Data de aceite: 02/08/2021

Data de submissão: 21/05/2021

### Elyton Elias Prado Naves

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais  
Belo Horizonte - MG

### Jánes Landre Júnior

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais  
Belo Horizonte - MG

### José Tomich Bosco Júnior

Stellantis  
Belo Horizonte - MG

**RESUMO:** O uso de simuladores dinâmicos veiculares está se tornando cada vez mais comum dentre as maiores montadoras de veículos do mundo. Esses simuladores podem ter diferentes tipos de aplicações e obterem resultados para vários tipos de atividades como, por exemplo, desenvolvimento de veículos e seus componentes, treinamento de pilotos, estudos voltados para a medicina, psicologia, entre outros. Existem diferentes configurações de simuladores sendo utilizados pelas montadoras, porém, o modelo utilizado para este trabalho possui um diferencial, que é possuir 9 graus de liberdade (9 GDL). Este artigo tem o objetivo de mostrar o comportamento dinâmico lateral de um veículo simulado no SIMCenter, o Centro de Excelência em dinâmica veicular, resultado de um projeto da parceria entre a FCA e PUC Minas. A análise do comportamento dinâmico de um

veículo é realizada com o auxílio de manobras padronizadas, as quais exigem dados de entrada para se obter os dados de saída de acordo com cada necessidade. Com o intuito de analisar a dinâmica lateral, foi realizada a manobra padrão de degrau de esterçamento (*step steering*). Nela, o sinal de entrada dado pelo piloto é equivalente a um sinal do tipo degrau (*step input*). De acordo com a norma ISO 7401 (*Road vehicles - Lateral transient response test methods - Open-loop test methods*), para efetuar a manobra é preciso que o carro esteja a uma velocidade de 100 km/h, em quarta marcha e em linha reta, além disso não deve haver mudanças na posição do pedal do acelerador. Após 3 segundos, o piloto deve aplicar um ângulo de volante, predeterminado, de maneira rápida e manter o volante esterçado por 3 segundos aproximadamente. Passado esse tempo, deve-se soltar o volante e deixar que o veículo se realinhe livremente, sem intervenção do piloto. As amplitudes do ângulo de volante podem partir de 10 graus e serem incrementadas com um passo de 5 graus. No presente trabalho a amplitude do ângulo de volante escolhida para executar a manobra *step steering* foi de 20 graus. Essa manobra foi executada em um simulador de 9 GDL. Os resultados obtidos mostraram bastante fidedignos ao esperado, apontando que os softwares computacionais têm potencial para simular situações que demandariam um dispêndio adicional em aplicações físicas. Os resultados simulados em bancada – no próprio SIMCenter – mostram a diferença existente na magnitude da aceleração lateral da plataforma. Isso se dá devido à alteração nos ganhos e nos filtros de frequência utilizados para fazer com

que os movimentos sentidos pelo usuário do simulador se aproximem de uma sensação em um veículo real, o que é chamado de *motion cueing*.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Simulador; 9GDL; SIMCenter; Motion Cueing; FCA; Dinâmica.*

## ANALYSIS OF THE LATERAL ACCELERATION OF A VEHICLE IN A 9 DOF DRIVING SIMULATOR

**ABSTRACT:** Driving simulators are becoming common among the OEMs. These simulators have different types of applications and obtain results for various types of activities such as the development of vehicles and their components, training for drivers, studies focused on medicine, psychology, among others. There are different configurations of simulators being used by the automakers, however, the model used for this work has a differential, which is 9 degrees of freedom (9 DOF). This article aims to show the lateral dynamic behavior of a simulated vehicle in SIMCenter, the Center of Excellence in vehicle dynamics, the result of a partnership project between FCA and PUC Minas. The analysis of the dynamic behavior of a vehicle is performed with the aid of standardized maneuvers, which require input data to obtain the output data according to each need. In order to analyze the lateral dynamics, the standard step steering maneuver was performed, in which the input signal given by the pilot is equivalent to a step input signal. According to ISO 7401 (Road vehicles - Lateral transient response test methods), to perform the maneuver it is necessary that the car is at a speed of 100 km / h, in fourth gear and in a straight line, in addition there should not be any change on throttle pedal. After 3 seconds, the pilot must apply a predetermined steering wheel angle quickly and keep the steering wheel steady for approximately 3 seconds. After that time the steering wheel must be released and let the vehicle realign freely. The amplitudes of the steering angle can start from 10 degrees and be incremented by a step of 5. In the present work the amplitude of the steering wheel angle chosen to execute the step steering maneuver was 20 degrees. This maneuver was performed in an actual vehicle, in a virtual model and in the 9 DOF simulator. The results obtained between the real vehicle and the virtual model were very close, pointing out that the computer software has the potential to simulate situations that would demand an additional expenditure in physical applications. The simulated benchtop results - in SIMCenter itself - show the difference in the magnitude of the lateral acceleration of the platform. This is due to the change in gain and frequency filters used to make the user's movements of the simulator approach a sensation in an actual vehicle, which is called motion cueing.

**KEYWORDS:** *Simulator; 9DOF; SIMCenter; Motion Cueing; FCA; Dynamics.*

## 1 | INTRODUÇÃO

Graças ao investimento movido pelo avanço da tecnologia, novos projetos e modernizações vão surgindo em prol do desenvolvimento de novos produtos. Com isso, o uso de simuladores dinâmicos veiculares tem se tornado cada vez mais comum dentre as montadoras automotivas mundiais. Esses simuladores podem ter diferentes tipos de aplicações e obterem resultados para vários tipos de atividades como, por exemplo,

desenvolvimento de veículos e seus componentes, treinamento de pilotos, estudos voltados para a medicina, psicologia, entre outros.

Depois de um longo período de estudo sobre a viabilidade de novos projetos entre a indústria e a universidade, foi firmada uma parceria entre a PUC Minas – a qual possui vasta experiência no âmbito acadêmico em pesquisas relacionadas a área automotiva – e a FCA (Fiat Chrysler Automobiles) dando origem ao SIMCenter, o Centro de Excelência em dinâmica veicular. O qual é composto por um simulador dinâmico veicular. Existem diferentes configurações de simuladores sendo utilizados pelas montadoras, porém, o modelo utilizado nesta pesquisa possui um diferencial: ter 9 graus de liberdade.

A parte estrutural do simulador é composta por um *hexapod* (6 atuadores lineares), que realiza os movimentos de rolagem, arfagem e translação vertical, sobre uma base móvel onde atua um *tripod* (3 atuadores lineares), responsável pelos movimentos de guinada e translações no plano do solo. Essa combinação resulta em uma plataforma com 9 graus de liberdade. O *hexapod* é responsável pelos movimentos de alta frequência e baixa amplitude. Já o *tripod* atua mais nos movimentos de baixa frequência e amplitudes mais altas. A figura 1 mostra um esquema da estrutura da plataforma utilizada no simulador.

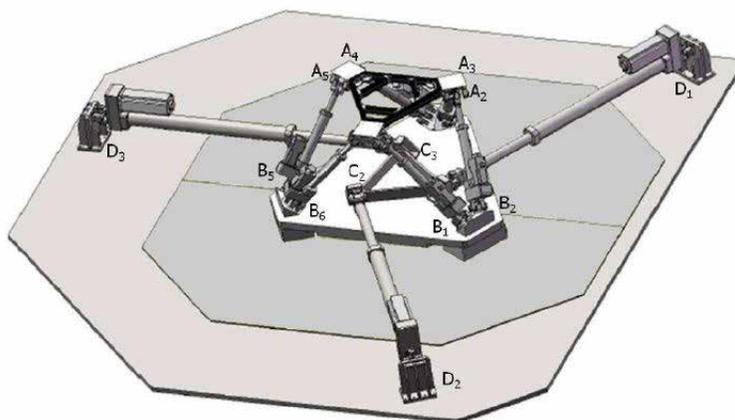


Figura 1 - Esquema da estrutura mecânica do simulador. A, B, C e D são as posições das juntas de cada atuador.

Fonte: (Beghi, Bruschetta e Maran, 2014).

Além da estrutura responsável pelos movimentos da plataforma, o simulador também possui um *cockpit* adaptado e instrumentado para que haja troca de informações entre o software e o hardware, onde é possível utilizar a própria arquitetura elétrica do veículo real para se obter alguns dados de entrada que são provocados pelo piloto como, por exemplo, direção, aceleração, freio, entre outros. Para tornar o ambiente mais realístico, o *cockpit* é a própria carroceria do veículo com algumas adaptações para reduzir peso

e conseqüentemente tornar o movimento da plataforma menos dificultoso. Além disso, componentes que não afetam em nenhuma análise dinâmica do veículo em um simulador são considerados desnecessários e removidos, como, por exemplo, as rodas e motor. O fato de ter ou não as rodas físicas presentes na estrutura da carroceria/chassi, não interfere nas análises do simulador, uma vez que todas as suas configurações já estão incluídas no modelo virtual em simulação.

O simulador possui uma tela curva onde é projetado a parte gráfica do simulador, ou seja, o ambiente onde o veículo se encontra – seja uma pista, uma estrada ou uma cidade. Essa tela possui um ângulo de 230 graus para cobrir todo o campo de visão do condutor, pois um dos desafios de um simulador é fazer com que o usuário perceba o mínimo possível que está em um ambiente de simulação. Para isso, os retrovisores possuem telas que simulam a imagem que seria vista em um retrovisor real situado no local simulado. Ainda há limitações físicas e espaciais, portanto para que a sensação (ou percepção) do movimento, chamada de *motion cueing*, transmita ao usuário as acelerações que ele sentiria em um veículo real, é preciso realizar análises da dinâmica veicular do modelo e comparar com os parâmetros responsáveis por alterar os ganhos e as frequências dos movimentos que a plataforma é capaz de realizar.

A proposta deste artigo é mostrar o comportamento dinâmico lateral de um veículo simulado no SIMCenter, o Centro de Excelência em dinâmica veicular, resultado de um projeto da parceria entre a FCA e PUC Minas. A análise do comportamento dinâmico de um veículo é realizada com o auxílio de manobras padronizadas, as quais exigem dados de entrada para se obter os dados de saída de acordo com cada necessidade. Com o intuito de analisar a dinâmica lateral, foi realizada a manobra padrão de degrau de esterçamento (*step steering*).

## 2 | METODOLOGIA

A análise do comportamento dinâmico de um veículo é realizada com o auxílio de manobras padronizadas, as quais exigem dados de entrada para se obter os dados de saída de acordo com cada necessidade. Por exemplo, em uma mesma manobra é possível obter diversas respostas variando-se a entrada, e isso depende de qual parâmetro deseje-se avaliar.

Com o intuito de analisar a dinâmica lateral, foi realizada a manobra degrau de esterçamento (*step steering*). Nela o sinal de entrada dado pelo piloto é equivalente a um sinal do tipo degrau (*step input*). O objetivo da manobra *step steering* é determinar o comportamento da resposta transiente do veículo avaliando as características de resposta ao controle, a estabilidade, o movimento da carroceria e a qualidade do realinhamento do volante de direção (CRF, 2007). De acordo com a norma ISO 7401 (*Road vehicles - Lateral transient response test methods - Open-loop test methods*), para efetuar a manobra

é preciso que o carro esteja a uma velocidade de 100 km/h, em quarta marcha e em linha reta, além disso não deve haver mudanças na posição do pedal do acelerador. Após 3 segundos, o piloto deve aplicar um ângulo de volante, predeterminado, de maneira rápida e manter o volante esterçado por 3 segundos aproximadamente. Passado esse tempo, deve-se soltar o volante e deixar que o veículo se realinhe livremente, sem intervenção do piloto. As amplitudes do ângulo de volante podem partir de  $10^\circ$  e serem incrementadas com um passo de  $5^\circ$ . No presente trabalho a amplitude do ângulo de volante escolhida para executar a manobra *step steering* foi de 60 graus.

Foi utilizado um *software* que controla a plataforma, chamado VI-DriveSim. Através dele é possível alterar as configurações do simulador e dos parâmetros que regem seu comportamento, como o *motion cueing*, a parte gráfica da simulação, o sinte de segurança dinâmico (que altera a sensação de aceleração longitudinal), o torque no volante de direção, entre outros. O VI-DriveSim é responsável por fazer com que a plataforma do simulador realize os movimentos – requeridos pelo piloto – de acordo com o comportamento dinâmico do modelo que está sendo simulado. As configurações e parâmetros ajustáveis existentes nele, são para determinar a fidelidade da simulação com relação ao ambiente real. Através desse software é possível realizar uma simulação virtual dos movimentos da plataforma para que, antes de coloca-la em operação, seja assegurado que os movimentos estejam dentro do espaço de trabalho disponível e que o equipamento não atinja seus limites de fim de curso. A figura 2 mostra a interface do software VI-DriveSim ao simular a plataforma virtual.

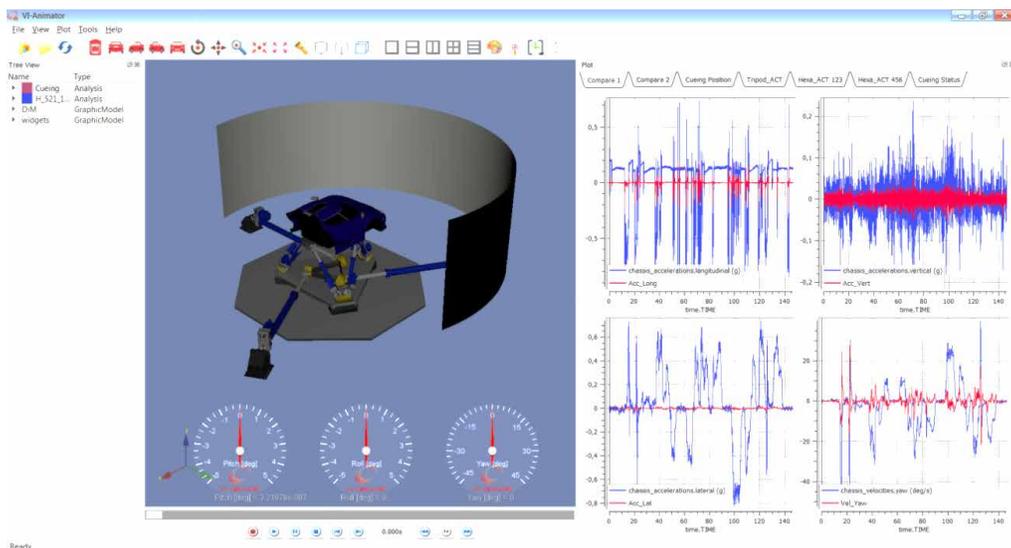


Figura 2 - Interface de simulação da plataforma virtual.

Fonte: (*Software VI-DriveSim*, 2021).

Durante a simulação da plataforma virtual é possível acompanhar o comportamento de cada variável dinâmica do veículo e também do simulador, onde todos os dados computados são gravados em um arquivo e podem ser posteriormente pós-processados e comparados.

Ao realizar a simulação utilizando a plataforma, é possível acompanhar as respostas do veículo a cada manobra realizada pelo piloto em tempo real através do *software WinTAX4*. Todas as variáveis dinâmicas podem ser exportadas em arquivo para análises posteriores.

Ao iniciar a simulação fazendo o uso da plataforma, o usuário foi inserido em um campo de prova virtual, onde pôde ser realizado qualquer tipo de manobra desejada. Antes de realizar a manobra proposta para este trabalho, fez-se necessário que o piloto se acostumassem com o ambiente de simulação e também que fizesse uma verificação se os movimentos da plataforma estavam condizentes com o veículo real. Isso foi feito apenas com a execução de manobras aleatórias capazes de fornecer ao usuário sensações que confirmassem a veracidade dos movimentos.

Após verificado os movimentos da plataforma, iniciou-se os testes com a manobra padrão *step steering* com um ângulo de volante igual a 60°. Essa mesma manobra foi realizada 3 vezes para este trabalho com o intuito de validar as respostas.

Foi destacado também a aceleração lateral presente na plataforma do simulador, pois ela mostra como a aceleração do modelo virtual do veículo está sendo representada.

### 3 | RESULTADOS

Após as 3 execuções da manobra padrão proposta para este trabalho, os dados coletados foram pós-processados para verificar qual o comportamento lateral do veículo através da análise da aceleração.

A figura 3 mostra como se deu a aceleração lateral no veículo e na plataforma para a primeira execução da manobra.

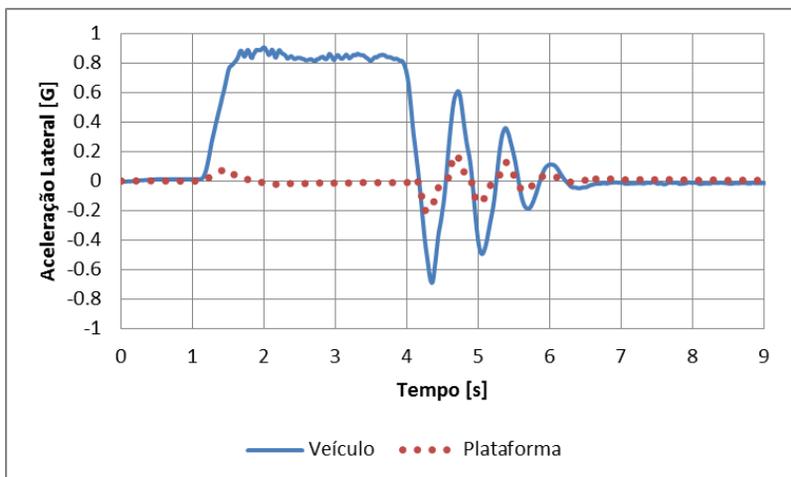


Figura 3 – Aceleração Lateral – primeira execução.

Fonte: (Autor, 2021).

Observa-se que, ao impor um ângulo de volante igual a  $60^\circ$  a uma velocidade de 100km/h, isso provoca uma aceleração lateral no CG do veículo igual a 0,89G, enquanto na plataforma aparece 0,081G. Isso ocorre devido ao espaço limitado da plataforma e, para poder transmitir uma sensação mais próxima do real, ela utiliza estratégias de *motion cueing*. Uma dessas estratégias é o *tilt coordination*, que faz com que haja uma pequena inclinação na plataforma capaz de fazer o usuário sentir uma aceleração linear, desde que a velocidade de inclinação ocorra dentro de uma faixa de 2 a 4°/seg e a aceleração angular dentro da faixa de 0,2 a 0,4°/seg<sup>2</sup> (Groen e Bles, 2004). Outro ponto importante é a magnitude da aceleração no ato em que o piloto solta o volante para que o veículo se realinhe livremente, a qual chega a 0,69G e tende a atenuar em seguida para 0,61G, passando por 0,36G e tendo sua última oscilação (antes de se estabilizar) a 0,11G.

A figura 4 aponta o comportamento da aceleração na segunda execução da manobra.

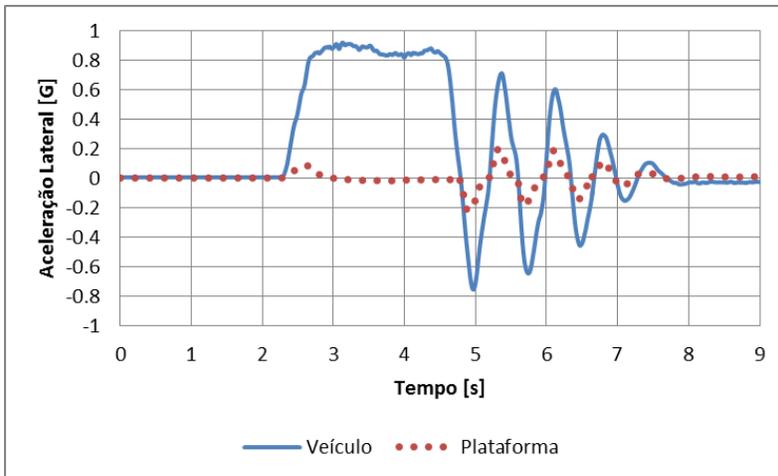


Figura 4 - Aceleração Lateral – segunda execução.

Fonte: (Autor, 2021).

Já na segunda execução houve um pico de 0,91G de aceleração lateral no veículo e 0,079G na plataforma. No realinhamento do veículo ocorreu mais oscilações do que na manobra anterior e com valores maiores de aceleração, onde o pico para o realinhamento foi de 0,75G. Isso pode ocorrer devido à possível diferença na velocidade de esterçamento que o piloto provocou no volante do veículo, pois ao girar o volante mais rapidamente, há um ganho de aceleração lateral.

Na figura 5 é possível observar a aceleração lateral no veículo e na plataforma para a terceira e última execução da manobra.

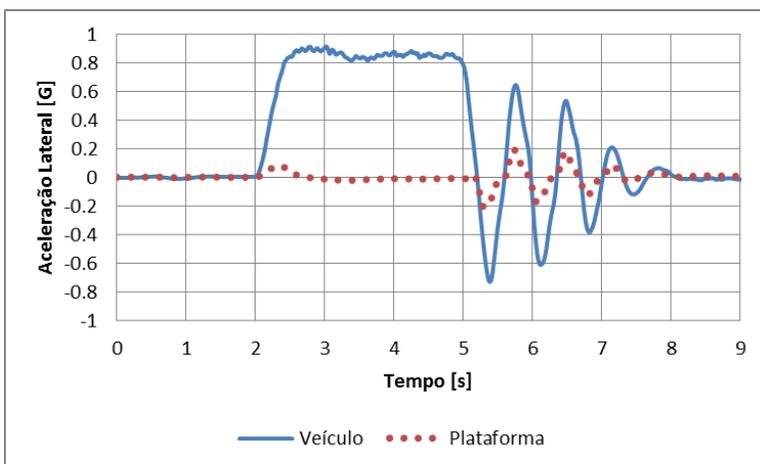


Figura 5 - Aceleração Lateral – terceira execução.

Fonte: (Autor, 2021).

Nota-se que o comportamento da última manobra se assemelha ao da segunda. Seu pico de aceleração lateral no veículo foi de 0,91G, assim como no anterior. Já para a plataforma, seu comportamento foi similar ao da primeira execução, onde o pico de aceleração lateral foi de 0,081G, porém as oscilações durante o realinhamento foram maiores. O pico de aceleração no realinhamento foi de 0,73G.

## 4 | CONCLUSÃO

De posse dos resultados obtidos, conclui-se que o simulador veicular com 9 graus de liberdade é uma ferramenta com grande potencial de contribuir para o desenvolvimento tecnológico dentro da indústria, da universidade e do país. Com os resultados apresentados é possível afirmar que o simulador tem a capacidade de substituir alguns testes realizados em protótipos na fase de projeto de determinado produto.

As oscilações durante o realinhamento do veículo se mostraram diferentes de como acontecem no modelo virtual. Vários fatores externos podem ter acarretado nesse comportamento, um deles – e o principal – está relacionado ao atuador responsável por transmitir o torque e a sensação de direção para o volante. Algumas limitações do atuador da direção impedem um comportamento fiel ao modelo do veículo (tal assunto ainda está sendo estudado para aperfeiçoar as respostas retroativas do sistema de direção).

Os resultados simulados no SIMCenter mostram a diferença existente na magnitude da aceleração lateral da plataforma. Isso se dá devido à alteração nos ganhos e nos filtros de frequência utilizados para fazer com que os movimentos sentidos pelo usuário do simulador se aproximem de uma sensação em um veículo real, o que é chamado de *motion cueing*.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, à Fiat Chrysler Automobiles e ao governo brasileiro pela criação do projeto Inovar Auto, que foi de onde surgiu o programa de Residência Tecnológica para Engenheiros.

## REFERÊNCIAS

BRUSCHETTA, Mattia; MARAN, Fabio; BEGHI, Alessandro. **A non-linear mpc based motion cueing implementation for a 9 dofs dynamic simulator platform**. 53rd IEEE Conference On Decision And Control, California, p. 2517-2522, dez. 2014.

GILLESPIE, Thomas D. **Fundamentals of Vehicle Dynamics**. Society of Automotive Engineers, Inc., 1992, 1st edition.

GROEN, E.I.; BLES, W. **How to use body tilt for the simulation of linear self motion**. Journal of Vestibular Research, Soesterberg, v. 14, p. 375-385, jun. 2004.

JAZAR, Reza N.. **Vehicle Dynamics: Theory and Application**. Riverdale: Springer, 2008, 1015 p..

MARAN, Fabio. **Model-based control techniques for automotive applications**. Itália: Universidade de Padova, 2013. 164 p.

MILIKEN, William F., MILIKEN, Douglas L. **Race car vehicle dynamics**. Warrendale: SAE International, 1995, 890 p.

MILLIKEN, William F.; MILLIKEN, Douglas L. **Chassis Design: Principles and Analysis**. 1. ed. Society Of Automotive Engineers, 2002. 638 p.

## ÍNDICE REMISSIVO

9GDL 70

### A

Algoritmos 31, 35, 36, 58, 226, 237

Ambiência 124, 126, 127, 129, 132, 133, 134, 135

Análise de sensibilidade 153, 225, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 236

### B

Biocombustível 86

Biodigestor 86, 88, 90, 93, 94, 95, 96, 97, 98

Biomaterial 184, 185, 194

Bowtie 155, 162, 166, 168, 169, 172

### C

Casca de ovos de galinha 184

Cava final 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 236

Confiabilidade 147, 240, 247, 249, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259

Coronavírus 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10

Covid-19 1, 2, 4, 9, 10, 256

### D

Data centers 253

Descarga atmosférica e ATPDraw 196

Dinâmica 20, 22, 24, 25, 26, 35, 69, 70, 71, 72, 74, 120, 133

Disponibilidade 39, 88, 115, 116, 120, 212, 222, 223, 239, 246, 249, 253, 255, 256, 258

### E

Encargos complementares 136, 137, 151

Engenharia de custo 136, 140

Equipamentos de proteção individual-(EPI) 136, 141, 146, 151, 152

Escalonamento 31, 32, 33, 39

Essências florestais 11, 12

Evaporação 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123

### F

FCA 69, 70, 71, 72

Filtração 86

Física do solo 11

## **G**

Gestão de processos 209

## **I**

Idoso 132, 134

Índice de qualidade de Dickson 11, 13, 14

Indústria aeroespacial 238, 239, 240, 241, 242, 243, 245, 246, 247, 248, 249

Integrado e sustentável 41, 47, 55

## **L**

Laminados 100, 102

Linhas de transmissão 196, 197, 199, 201

## **M**

Manufatura aditiva 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 251

Melhoria continua 209

Metano 86, 89, 90, 91, 95

Método das funções de Green 100

Monetita 184, 185, 189, 190, 191, 192

Moradia adequada 124, 126, 127, 133, 135

Motion cueing 70, 72, 73, 75, 77

## **N**

Nordeste 23, 114, 115, 116, 121, 123, 172, 214, 215, 217, 218

## **O**

Orçamento de obra 136

Otimização 58, 59, 183, 209, 226, 230, 235

## **P**

Pandemia 1, 4, 9, 10, 256, 259

Pedreira 155, 156, 157, 159, 161, 162, 168, 169, 172

Planejamento de lavra 225, 228

Planejamento participativo 41, 46, 47, 55

Plano municipal de saneamento básico 41, 47, 49, 50, 52, 54, 55, 56

Platibandas 18, 20, 25, 26

Políticas públicas 41, 42, 43, 45, 46, 54, 57, 132

Potência reativa 58, 59, 63, 64, 67

Preço da rocha fosfática 225, 228, 229, 233

Pressão efetiva 18, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27

Processos 8, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 79, 87, 89, 92, 93, 121, 128, 141, 151, 163, 164, 175, 193, 204, 209, 211, 223, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 245, 246, 247, 248, 249

Projeto de cobertura 18

Prospecção 1, 3, 8, 116, 117, 174, 177, 178, 179, 182

## **Q**

Qualidade de mudas 11, 12, 15, 16

## **R**

Regiões críticas 31

Relações socioespaciais 124, 132, 133

Reservatórios superficiais 114, 116, 117, 119, 121, 122

Revisão sistemática da literatura 238, 240

Rota úmida 184, 187, 188

## **S**

Segurança de mina 155, 172

Semáforos 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39

Simulador 31, 36, 37, 38, 39, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 77

Síntese 134, 140, 184, 185, 186, 187, 194, 203, 204, 205, 206, 208

Sísmica 174, 175, 176, 177, 180, 181, 182, 183

Sistemas de potência 58

Substrato 11, 13, 14, 15, 88, 89

## **T**

Timoshenko 100, 101, 102, 103, 106, 107, 112, 113

## **V**

Ventilação de mina 209, 210, 213, 215, 222

Vigas 100, 101, 102, 103, 104, 106, 112

## **W**

WRAC 155, 156, 162, 164, 165, 166, 167, 168, 170, 172

**Atena**  
Editora

Ano 2021



-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
-  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

***A visão sistêmica e integrada  
das engenharias  
e sua integração com a sociedade***

---

**Atena**  
Editora

Ano 2021



 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

 @atenaeditora

 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

*A visão sistêmica e integrada  
das **engenharias**  
e sua **integração com a sociedade***

---