

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

# **DESAFIOS E IMPACTO DAS ENGENHARIAS NO BRASIL E NO MUNDO**

**Carlos Augusto Zilli  
(Organizador)**



**Atena**  
Editora  
Ano 2021

# **DESAFIOS E IMPACTO DAS ENGENHARIAS NO BRASIL E NO MUNDO**

**Carlos Augusto Zilli  
(Organizador)**



**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

## Desafios e impacto das engenharias no Brasil e no mundo

**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizador:** Carlos Augusto Zilli

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

D441 Desafios e impacto das engenharias no Brasil e no mundo /  
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 978-65-5983-132-6  
DOI 10.22533/at.ed.326210106

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.

## APRESENTAÇÃO

Esta obra, intitulada “Desafios e Impacto das Engenharias no Brasil e no Mundo”, apresenta 17 capítulos que abordam pesquisas relevantes sobre os impactos e desafios enfrentados pela engenharia mundo afora, tais como: Saneamento Básico, Concreto em Situações de Incêndio, Sistemas de Monitoramento Térmico em Construções, Estabilidade de Solos, Auditoria de Barragens, Rotas Rodofluviais, Políticas Públicas e Compostos Bioativos.

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.

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**

**AVALIAÇÃO COMPARATIVA DO IMPACTO DA VARIAÇÃO DE CURVAS GRANULOMÉTRICAS DENSAS NO NÍVEL DE ABSORÇÃO SONORA DE MISTURAS ASFÁLTICAS**

Bettina Buchholz  
Breno Salgado Barra  
Yader Guerrero Pérez  
Alexandre Mikowski  
Marcelo Heidemann  
Helena Paula Nierwinski  
Daniel Hastenp lug

**DOI 10.22533/at.ed.3262101061**

### **CAPÍTULO 2..... 14**

**DESIGN FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS (DFMEA) OF THE ROD OF THE SUBSEA PIPELINE LOCKING SYSTEM IN AN OPEN PLET**

Raphael Basilio Pires Nonato  
Weslley Souza Gouvêa

**DOI 10.22533/at.ed.3262101062**

### **CAPÍTULO 3..... 29**

**ANÁLISE COMPARATIVA DE OPÇÕES PARA A DISTRIBUIÇÃO DE CORDOALHAS EM LAJES LISAS PROTENDIDAS SEM ADERÊNCIA**

Anselmo Leal Carneiro  
Lorenzo Augusto Ruschi e Luchi

**DOI 10.22533/at.ed.3262101063**

### **CAPÍTULO 4..... 43**

**PROPOSTA DE UM MÉTODO SIMPLIFICADO PARA ANÁLISE DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO**

Marcelo Mesquita do Amaral  
Mauro de Vasconcellos Real

**DOI 10.22533/at.ed.3262101064**

### **CAPÍTULO 5..... 58**

**AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO ACÚSTICO DE UMA HABITAÇÃO EM WOOD FRAME NA CIDADE DE SÃO CARLOS – SP**

Alexandre Rodriguez Murari  
Guilherme Côrrea Stamato  
Victor José dos Santos Baldan  
Javier Mazariegos Pablos

**DOI 10.22533/at.ed.3262101065**

### **CAPÍTULO 6..... 68**

**SISTEMA DE MONITORAMENTO TÉRMICO DE BAIXO CUSTO PARA ÁREAS DE**

## ARMAZENAMENTO DE MEDICAMENTOS

Anderson Natel Soares

**DOI 10.22533/at.ed.3262101066**

## **CAPÍTULO 7..... 71**

### DESENVOLVIMENTO DE PAINEL RECONSTITUÍDO PLÁSTICO-MADEIRA DE BAIXA DENSIDADE

Alice Fontineles Ribeiro

Marcio Franck de Figueiredo

Jose Leonardo dos Santos Carvalho

Fabiana Martins Souza da Silva

Juliana Fonseca Cardoso

**DOI 10.22533/at.ed.3262101067**

## **CAPÍTULO 8..... 78**

### SANEAMENTO BÁSICO E ENTEROPARASIToses: INFLUÊNCIA DIRETA NA RELAÇÃO SAÚDE-DOENÇA

Bianca Vallery Fabiano

Leonardo Muniz Belizário

Andressa Cristina Kretschmer

Rodrigo José Paiva Cruz

Isis Carolina Massi Vicente

Daniela Sikorski

Luana Aparecida Cossentini

**DOI 10.22533/at.ed.3262101068**

## **CAPÍTULO 9..... 85**

### A APLICAÇÃO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS NO CONTEXTO DO SANEAMENTO BÁSICO NA GESTÃO MUNICIPAL DE BELÉM, ANANINDEUA E CASTANHAL-PA, NO PERÍODO ENTRE 2010 A 2018

Educélio Gaspar Lisbôa

Leonardo Augusto Lobato Bello

Érico Gaspar Lisbôa

Heriberto Wagner Amanajás Pena

**DOI 10.22533/at.ed.3262101069**

## **CAPÍTULO 10..... 102**

### CRITÉRIOS DE SENIORIDADE E NÍVEIS SUBSEQUENTES PARA CLASSIFICAÇÃO DE AUDITORES DE BARRAGENS

Rafaela Baldi Fernandes

Karina Lívia Vieira

Felipe Daiha Alves

**DOI 10.22533/at.ed.32621010610**

## **CAPÍTULO 11..... 113**

### DESEMPENHO MECÂNICO DE DIFERENTES SOLOS ESTABILIZADOS COM CAL HIDRATADA

Aloísio Felipe de Pádua Lima

Diogo Antonio Correa Gomes  
Eduardo Hélio de Novais Miranda  
Luís Eduardo Silveira Dias  
Pedro Luiz Terra Lima

**DOI 10.22533/at.ed.32621010611**

**CAPÍTULO 12..... 120**

**ESTUDO DE VIABILIDADE DE ROTAS RODOFLUVIAIS NA CIDADE DE MARABÁ-PA  
COMO APOIO AO TRANSPORTE URBANO**

Isaac Gabriel Peixoto Borges de Oliveira  
Alan Monteiro Borges  
Nuria Pérez Gallardo

**DOI 10.22533/at.ed.32621010612**

**CAPÍTULO 13..... 127**

**ANÁLISE DE AEROFÓLIOS DE ALTA SUSTENTAÇÃO PARA APLICAÇÃO EM  
AERONAVE CARGUEIRA NÃO TRIPULADA DA EQUIPE ARAERO AERODESIGN**

Jéssica Sales Pereira dos Santos  
João Pedro Avancini Dias  
Antonio Ricardo Grippa Satiro

**DOI 10.22533/at.ed.32621010613**

**CAPÍTULO 14..... 146**

**ESTUDO ANALÍTICO, DIMENSIONAMENTO E FABRICAÇÃO DE UM VENTILADOR  
CENTRÍFUGO COM PÁS CURVADAS PARA TRÁS E TRAÇADO DAS CURVAS  
CARACTERÍSTICAS**

Carlos Alberto da Maia  
Marco Antonio Sampaio Ferraz de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.32621010614**

**CAPÍTULO 15..... 156**

**ESTUDO ANALÍTICO DE UM VENTILADOR CENTRÍFUGO E CONFECÇÃO DE UMA  
BANCADA EXPERIMENTAL**

Carlos Alberto da Maia  
Marco Antonio Sampaio Ferraz de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.32621010615**

**CAPÍTULO 16..... 167**

**INFLUÊNCIA DA IMPREGNAÇÃO CONTRA DEMANDA BIOLÓGICA NAS PROPRIEDADES  
FÍSICO-MECÂNICAS DAS MADEIRAS DE CAIXETA (*Simarouba amara*)**

Andréa de Souza Almeida  
Gabriel Criscuolo  
Francisco Antonio Rocco Lahr  
André Luis Christoforo

**DOI 10.22533/at.ed.32621010616**

**CAPÍTULO 17..... 180**

**EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COMPUESTOS BIOACTIVOS EN**

**PURÉ INSTANTÁNEO DE DIEZ CLONES DE PAPAS NATIVAS (*Solanum tuberosum*)  
CULTIVADAS EN ANDAHUAYLAS**

Carlos Alberto Ligarda Samanez

David Choque Quispe

Betsy Suri Ramos Pacheco

Elibet Moscoso Moscoso

**DOI 10.22533/at.ed.32621010617**

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 192**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 193**

## PROPOSTA DE UM MÉTODO SIMPLIFICADO PARA ANÁLISE DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO

*Data de aceite: 25/05/2021*

### **Marcelo Mesquita do Amaral**

Engenheiro Civil, Programa de Pós-graduação em Engenharia Oceânica - FURG

### **Mauro de Vasconcellos Real**

Professor Doutor, Programa de Pós-graduação em Engenharia Oceânica - FURG

**RESUMO:** O projeto de estruturas de concreto consiste na determinação das dimensões das peças e da quantidade e disposição das armaduras, para que não seja atingido um estado limite. Atualmente, ao considerar os efeitos de um incêndio, softwares comerciais de projeto, em geral, limitam-se apenas às verificações com base no método tabular, conforme a ABNT NBR 15200:2012, sem levar em consideração os esforços solicitantes e resistentes, deixando ao projetista a necessidade de alterar o dimensionamento da seção de concreto. Este fato, não estimula a utilização da norma brasileira por não apresentar soluções econômicas. O objetivo principal desse artigo é propor um método simplificado de dimensionamento de vigas de concreto armado, de estruturas portuárias, em situação de incêndio que permita a implementação em softwares comerciais de projeto. Tal método simplificado proposto pretende conciliar segurança estrutural, facilidade do dimensionamento e economia na execução. Através de um exemplo numérico, demonstrou-se a aplicação prática dos métodos tabular e simplificado. Os resultados obtidos pelo

método simplificado foram mais econômicos do que aqueles provenientes do método tabular. A validação dos modelos de cálculo foi feita através de um estudo comparativo com valores encontrados na literatura, bem como com os calculados pelo método da isoterma 500°C, e com o software ANSYS. Ao final desse trabalho, concluiu-se que o método simplificado proposto, além de ser um método de fácil aplicação, apresenta resultados, em geral, a favor da segurança; e, mesmo assim, permite resultados mais econômicos que o método tabular.

**PALAVRAS-CHAVE:** Dimensionamento à flexão, viga, concreto armado, estruturas portuárias, incêndio.

**ABSTRACT:** The reinforced concrete structural design consists in determining the structural members dimensions, steel ratio and location of steel rebars so that a limit state is not reached. Currently, when considering fire effects, commercial design software, in general, are limited to do the verifications only based on the tabular method, according to ABNT NBR 15200, without considering internal and external forces, so the designer needs to change the dimensions of the concrete section. This fact does not stimulate the use of the Brazilian standard codes since they do not present economic solutions. This paper aims to propose a simplified method to design reinforced concrete beams, of harbor structures, in a fire situation, which allows the implementation in commercial design software. Such proposed simplified method intends to involve structural safety, improves design facilities and economy in construction. Then,

through a numerical example, the practical application of the tabular and simplified method was demonstrated. The results obtained by the simplified method were more economical than the tabular method. The calculation models validation was done through a comparative study with values found in the literature, as well as those calculated by the 500 °C isotherm method, and with the software ANSYS results. At the end of this work, it was concluded that the proposed simplified method, besides this being a method that allows an easy application, presents results, in general, in favor of safety; and, withal, allows more economics results when compared with the tabular method.

**KEYWORDS:** Flexure design; Beam; Reinforced concrete; Harbor structures; Fire scenario.

## 1 | INTRODUÇÃO

O projeto de estruturas de concreto consiste na determinação das dimensões das peças e da quantidade e disposição das armaduras, para que não seja atingido um estado limite. A estrutura não deve atingir nem um estado limite último, que corresponderia à ruína ou ao colapso; nem um estado limite de serviço, que tornaria inviável a sua utilização (Araújo, 2014).

Atualmente, ao considerar os efeitos de um incêndio, softwares comerciais de projeto, em geral, limitam-se apenas às verificações com base no método tabular, conforme a ABNT NBR 15200:2012, sem levar em consideração os esforços solicitantes e resistentes, deixando ao projetista a necessidade de alterar o dimensionamento da seção de concreto. Este fato, não estimula a utilização da norma brasileira por não apresentar soluções econômicas. O objetivo principal desse artigo é propor um método simplificado de dimensionamento de vigas de concreto armado, de estruturas portuárias, em situação de incêndio que permita a implementação em softwares comerciais de projeto.

## 2 | METODOLOGIA

Segundo a ABNT NBR 15200:2012, em condições usuais, as estruturas são projetadas à temperatura ambiente e, dependendo de suas características e uso, devem ser verificadas em situação de incêndio. Existem muitos métodos para se fazer essa verificação, sendo que a norma brasileira aceita os seguintes métodos: método tabular; método simplificado de cálculo; método avançado de cálculo; e método experimental.

Conforme Albuquerque (2012), o método tabular é o único realmente detalhado, na norma brasileira, por ser bastante prático e simples. Quanto aos outros, apenas são apresentadas diretrizes para aplicação, pois demandam programas de computador específicos ou a realização de ensaios em laboratório.

Entretanto, nesse artigo será proposto um método simplificado que permita um dimensionamento de vigas, em situação de incêndio, com cálculos manuais, de forma relativamente simples, sem o auxílio de gráficos ou de programas computacionais sofisticados.

## 2.1 Método Tabular

Para garantir a segurança estrutural em situação de incêndio, pelo método tabular, basta que as vigas atendam às dimensões mínimas tabeladas, em função do Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF), determinado conforme ABNT NBR 14432:2001, ou pelo Método do Tempo Equivalente, conforme a ABNT NBR 15200:2012. Tais dimensões mínimas são apresentadas nas Tabelas 2.1 e 2.2.

TRRF	Combinações de $b_{min}/c_1$ mm/mm				$b_{wmin}$ mm
	1	2	3	4	
30	80/25	120/20	160/15	190/15	80
60	120/40	160/35	190/30	300/25	100
90	140/60	190/45	300/40	400/35	100
120	190/68	240/60	300/55	500/50	120
180	240/80	300/70	400/65	600/60	140

Tabela 2.1- Dimensões mínimas para vigas biapoiadas

Fonte: ABNT NBR 15200:2012

TRRF	Combinações de $b_{min}/c_1$ mm/mm				$b_{wmin}$ mm
	1	2	3	4	
30	80/15	160/12	-	-	80
60	120/25	190/12	-	-	100
90	140/37	250/25	-	-	100
120	190/45	300/35	450/35	500/30	120
180	240/60	400/50	550/50	600/40	140

Tabela 2.1 - Dimensões mínimas para vigas contínuas ou vigas de pórticos

Fonte: ABNT NBR 15200:2012

Onde,

$b_{min}$  – largura mínima da seção transversal;

$b_{wmin}$  – largura mínima da alma de seção transversal de viga com largura variável;

$c_1$  – distância entre o eixo da armadura longitudinal (CG) e a face do concreto exposta ao fogo.

A ABNT NBR 15200:2012 estabelece algumas prescrições importantes para a aplicação do método tabular; dentre essas, destaca-se o caso de armaduras em uma camada.

Em vigas com somente uma camada de armaduras e largura não superior ao  $b_{min}$  indicado na coluna 3 da Tabela 2.1, e coluna 2 da Tabela 2.2, conforme o TRRF, a distância

$c_{1l}$  (conforme Figura 2.1) no fundo das vigas deve ser 10 mm maior do que o  $c_1$  dado pela referida tabela. Esse ajuste se faz necessário, visto que junto às bordas da face inferior da viga há concentração de temperatura.

Como alternativa, para se manter iguais os cobrimentos das armaduras tanto em relação à face inferior quanto à lateral da viga, deve-se:

- Para concreto armado, especificar barras de canto com um diâmetro imediatamente superior ao calculado;
- Para concreto protendido, considerar para efeito de dimensionamento, uma força de protensão igual a 0,7 da indicada para obra;

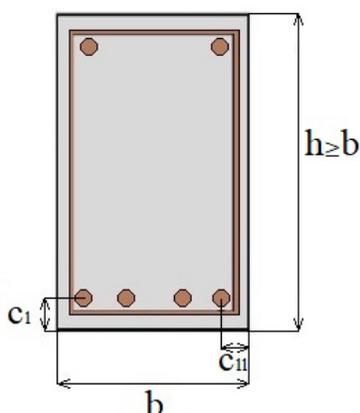


Figura 2.1 - Distância  $c_1$  e  $c_{1l}$

Fonte: ABNT NBR 15200:2012, ajustada

## 2.2 Método Simplificado

Diferentemente do método tabular, que consiste em uma verificação, para determinado TRRF, das dimensões mínimas das vigas, os métodos simplificados avaliam a resistência ao fogo, por analisar os esforços tanto solicitantes, quanto resistentes para determinado TRRF.

Assim, a ação do incêndio se traduz, usualmente, apenas na redução da resistência dos materiais e na capacidade dos elementos estruturais e a verificação usual da segurança da estrutura em situação de incêndio é garantida quando a Eq. (2.1) é satisfeita:

$$S_{d,fi} \leq R_{d,fi} \quad (2.1)$$

Onde:

$S_{d,fi}$  – valor de cálculo do esforço solicitante em situação de incêndio;

$R_{d,fi}$  – valor de cálculo do esforço resistente em situação de incêndio.

### 2.2.1 Momento Solicitante em Situação de Incêndio

Para se calcular o momento solicitante considerando em situação de incêndio, pode-se empregar a Eq. (2.2).

$$M_{Sd,fi} = (1,2M_{gk} + 0,7\psi_2M_{qk}) \quad (2.2)$$

Onde:

$M_{Sd,fi}$  – momento solicitante de cálculo, em situação de incêndio [kNm];

$M_{gk}$  – momento característico referente à ação permanente, à temperatura ambiente [kNm];

$\psi_2$  – fator de redução de combinação quase permanente para ELS, conforme ABNT NBR 6118:2014 [adimensional];

$M_{qk}$  – momento característico referente à ação variável, à temperatura ambiente [kNm];

Alternativamente, por simplificação, pode-se utilizar a Eq. (2.3).

$$M_{Sd,fi} = 0,7M_{Sd} \quad (2.3)$$

Onde:

$M_{Sd}$  – momento solicitante de cálculo à temperatura ambiente [kNm].

Destaca-se que tais equações independem do tipo de incêndio ou do tempo de exposição ao fogo.

### 2.2.2 Momento Resistente em Situação de Incêndio Proposto

Para se calcular Momento Resistente em Situação de Incêndio,  $M_{Rd,fi}$ , pelo Método Proposto pode-se utilizar a Eq. (2.4):

$$M_{Rd,fi} = f_{yk}k_{s,m}A_s \left( d - \frac{f_{yk}A_s}{2f_{ck}b} \right) \quad (2.4)$$

Onde:

$f_{yk}$  – resistência característica à tração do aço, à temperatura ambiente [kN/cm<sup>2</sup>];

$k_{s,m}$  – fator médio de redução da resistência do aço [adimensional];

$A_s$  – área total da seção transversal da armadura longitudinal [cm<sup>2</sup>];

$f_{ck}$  – resistência característica à compressão do concreto, à temperatura ambiente [kN/cm<sup>2</sup>];

$b$  – largura da seção da viga de concreto [cm];

Todos os dados da Eq. (2.4) são conhecidos com o dimensionamento à temperatura ambiente, exceto o  $k_{s,m}$ , dessa forma, a grande incógnita do problema é o  $k_{s,m}$ . Seu valor está diretamente relacionado com as temperaturas de cada barra de aço.

Essas por sua vez podem ser calculadas, com uma simplificação razoável, pelo método de Wickström (1986), em função apenas do tempo de exposição ao fogo, e da profundidade de cada barra com coordenadas  $x_i$  e  $y_i$ , conforme expressa pela Eq. (2.5):

$$\theta_{c,xy} = [n_w(n_x + n_y - 2n_x n_y) + n_x n_y] \theta_g \quad (2.5)$$

Onde  $n_w$ ,  $n_x$ ,  $n_y$ , e  $\theta_g$ , são dados pelas seguintes equações:

$$n_w = 1 - 0,0616t^{-0,88} \quad (2.6)$$

$$n_x = 0,18 \ln \left( \frac{t}{x_i^2} \right) - 0,81 \quad (2.7)$$

$$n_y = 0,18 \ln \left( \frac{t}{y_i^2} \right) - 0,81 \quad (2.8) \quad (2.19)$$

$$\theta_g = 345 \log_{10}(480t + 1) + \theta_0 \quad (2.9)$$

Onde:

$t$  – tempo [horas];

$x_i$  – coordenada cartesiana horizontal da barra de aço  $i$  [m];

$y_i$  – coordenada cartesiana vertical da barra de aço  $i$  [m];

$\theta_g$  – temperatura média dos gases no ambiente em chamas [°C];

$\theta_0$  – temperatura dos gases no instante  $t = 0$ , geralmente admitida 20°C ;

Conhecidas as temperaturas de cada barras de aço, determina-se o fator de redução da resistência médio  $k_{s,m}$ , pela média ponderada dos  $k_{s,\theta i}$  em função da área de aço de cada barra de aço  $i$ , conforme a Eq. (2.10):

$$k_{s,m} = \frac{\sum k_{s,\theta i} A_{s,i}}{\sum A_{s,i}} \quad (2.10)$$

Onde:

$A_{s,i}$  - área da seção transversal da barra  $i$  da armadura longitudinal

$k_{s,\theta i}$  – fator de redução da resistência, à temperatura  $\theta$ , da barra de aço  $i$ , que pode ser calculado conforme a conforme a Eq. (2.11):

$$\begin{aligned}
k_{s,\theta i} &= 1 && \text{para } 20^{\circ}\text{C} \leq \theta_s \leq 400^{\circ}\text{C} \\
k_{s,\theta i} &= 1 - 0,0022(\theta_s - 400) && \text{para } 400^{\circ}\text{C} < \theta_s \leq 500^{\circ}\text{C} \\
k_{s,\theta i} &= 0,78 - 0,0031(\theta_s - 500) && \text{para } 500^{\circ}\text{C} < \theta_s \leq 600^{\circ}\text{C} \\
k_{s,\theta i} &= 0,47 - 0,0024(\theta_s - 600) && \text{para } 600^{\circ}\text{C} < \theta_s \leq 700^{\circ}\text{C} \\
k_{s,\theta i} &= 0,23 - 0,0012(\theta_s - 700) && \text{para } 700^{\circ}\text{C} < \theta_s \leq 800^{\circ}\text{C} \\
k_{s,\theta i} &= 0,11 - 0,0005(\theta_s - 800) && \text{para } 800^{\circ}\text{C} < \theta_s \leq 900^{\circ}\text{C} \\
k_{s,\theta i} &= 0,06 - 0,0002(\theta_s - 900) && \text{para } 900^{\circ}\text{C} < \theta_s \leq 1000^{\circ}\text{C} \\
k_{s,\theta i} &= 0,04 - 0,0002(\theta_s - 1000) && \text{para } 1000^{\circ}\text{C} < \theta_s \leq 1100^{\circ}\text{C} \\
k_{s,\theta i} &= 0,02 - 0,0002(\theta_s - 1100) && \text{para } 1100^{\circ}\text{C} < \theta_s \leq 1200^{\circ}\text{C} \\
k_{s,\theta i} &= 0 && \text{para } \theta_s > 1200^{\circ}\text{C}
\end{aligned} \tag{2.11}$$

Assim como no método tabular, nesse método simplificado proposto não são considerados os efeitos eventuais de spalling (lascamentos) ou restrições à deformação térmica. Além dessa simplificação, visto que em situações mais críticas (temperaturas das barras de aço elevadas), a resistência média à tração do aço decai mais do que a resistência média a compressão do concreto, ou seja,  $k_{s,m} < k_{c,m}$  (fator médio de redução da resistência do concreto), conseqüentemente  $\left(\frac{k_{s,m}}{k_{c,m}}\right) < 1$ ; portanto, visto que o  $k_{c,m}$  é de difícil determinação, a fim de simplificar a determinação do momento resistente em situação de incêndio, a favor da segurança, considerou-se:  $\left(\frac{k_{s,m}}{k_{c,m}}\right) = 1$ .

### 3 I VERIFICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO

A validação do procedimento de cálculo do momento resistente em situação de incêndio do método simplificado proposto foi feita através de comparação com os resultados encontrados em bibliografia, com o método da isoterma 500°C, e com valores determinados utilizando o software ANSYS.

Analisaram-se seis seções de vigas, submetidas a diferentes tempos de exposição ao fogo, conforme a Figura 3.1.

O comparativo dos Momentos Resistentes de Cálculo em Situação de Incêndio pode ser observado na Tabela 3.1.

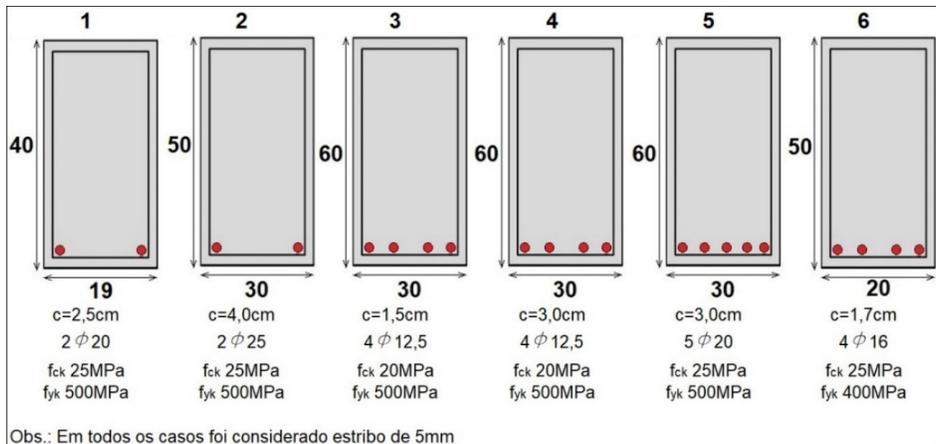


Figura 3.1 – Representação sem escala das seções analisadas, dimensões em centímetros

Viga/ Seção (Figura 4.1)	Tempo do Incêndio Padrão [min]	Fonte Comparativa	Momento Resistente de Cálculo em Situação de Incêndio ( $M_{Rd,fi}$ ) [kNm]			
			Valor Referencial da Fonte Comparativa	Temp. do Aço ANSYS	Temperatura do aço Eq. de Wickström	
				Método Utilizando ANSYS	Método da Isoterma 500°C	Modelo Simplificado Proposto
1	90	Albuquerque, 2012	45,3	46,0	38,2	36,4
2	120	Albuquerque, 2012	138,3	137,0	109,4	107,0
3	30	Soares, 2003	127,6	128,4	125,5	125,5
3	60	Soares, 2003	79,7	82,0	81,8	81,0
3	90	Soares, 2003	31,1	47,9	44,7	43,7
3	120	Soares, 2003	21,3	28,7	24,1	23,5
4	30	Soares, 2003	132,1	131,7	131,7	132,1
4	60	Soares, 2003	115,3	120,9	116,4	116,6
4	90	Soares, 2003	78,2	92,7	88,7	88,2
4	120	Soares, 2003	60,8	64,6	60,5	59,6
5	60	Sousa e Silva, 2015	378,4	381,7	367,5	371,8
6	30	Gonçalves, 2007	139,0	139,6	136,8	137,9
6	60	Gonçalves, 2007	94,0	110,6	89,8	88,7
6	90	Gonçalves, 2007	43,0	62,0	47,1	45,3
6	120	Gonçalves, 2007	22,0	32,9	24,8	23,6

Tabela 3.1 - Comparativo Momento Resistente de Cálculo em Situação de Incêndio

Através desse comparativo, pode-se fazer as seguintes observações:

- O método simplificado proposto apresenta resultados muito similares aos obti-

dos pelo método da isoterma 500°C, que é um método reconhecido internacionalmente;

- Quando comparados, os valores obtidos pelos métodos simplificados com os encontrados na bibliografia, observa-se valores bem próximos.
- Conforme a Tabela 3.1, o método simplificado proposto, em apenas um dos resultados (destacado em cinza), apresentou valor maior do que o método utilizando o ANSYS, o qual faz uma análise mais rigorosa e representativa da realidade (sendo que a diferença, nesse caso, foi inferior a 1,0 kNm, ou seja, desprezível); em todos os demais resultados, obtiveram-se momentos inferiores aos do ANSYS, indicando que o método simplificado proposto, em geral, apresenta valores a favor da segurança.

## 4 | EXEMPLO DE APLICAÇÃO

A seguir será demonstrado, com exemplo numérico, como se aplicam os métodos Tabular e Simplificado Proposto.

Considerando um edifício de escritórios, situado em zona portuária, com TRRF igual a 90 minutos.

A partir do dimensionamento da viga, considerando os esforços à temperatura ambiente, segundo a ABNT NBR 6118:2014, conforme Figura 4.1, tem-se definido os seguintes parâmetros:

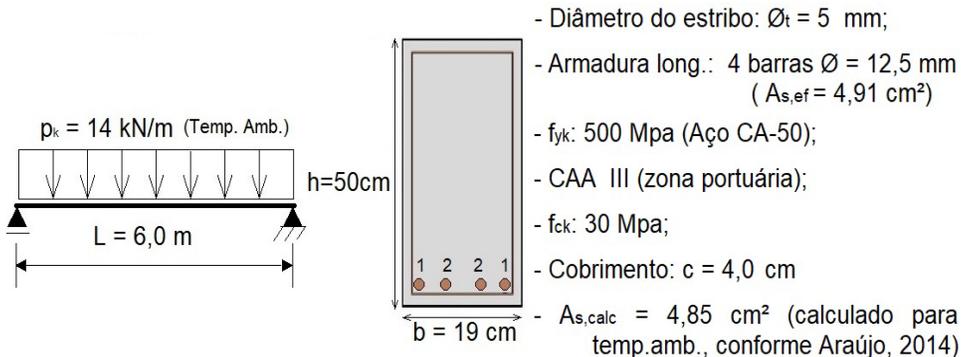


Figura 4.1 – Parâmetros da Viga em Estudo

### 4.1 Método Tabular

O primeiro passo é a determinação da distância entre o eixo da armadura longitudinal e a face do concreto exposta ao fogo ( $c_1$ ). Nesse caso, pode ser calculado conforme segue:

$$c_1 = c + \emptyset_t + \frac{\emptyset}{2} = 40 + 5 + \frac{12,5}{2} \therefore c_1 = 51,25 \text{ mm}$$

Após isso, determina-se o  $c_{1min}$ , através da Tabela 2.1, para o TRRF, nesse caso 90 min. Então, pela simples leitura da tabela,  $c_{1min} = 45 \text{ mm}$ .

Embora o método tabular seja bastante expedito, há algumas alternativas e cuidados a serem tomados que talvez não sejam são tão imediatos.

Conforme mencionado no item 2.1, em seções com apenas uma camada de armadura e largura não superior, conforme o TRRF, ao  $b_{min}$  indicado na coluna 3 da Tabela 2.1, algumas mudanças em projeto devem ser realizadas. Esse é o caso da seção em estudo, em que as 4 barras de 12,5 mm estão distribuídas em apenas uma camada e a largura de 190 milímetros não é superior à 300 milímetros, conforme coluna 3 da Tabela 2.1 para TRRF de 90 min.

Em vista disso, a distância entre o eixo da armadura longitudinal de canto e a face lateral do concreto exposta ao fogo ( $c_{1l}$ ) deve ser 10 milímetros maior que o  $c_{1min}$  encontrado pelo método tabular. Ou seja, para garantir a segurança estrutural,  $c_1$  deve ser maior que  $c_{1l} = c_{1min} + 10 \text{ mm}$ . Nesse caso,  $c_{1l} = 45 + 10 = 55 \text{ mm}$ . Portanto, nesse caso, não há segurança, pois:

$$c_1 = 51,25 \text{ mm} < c_{1l} = 55 \text{ mm}.$$

Caso nenhuma alternativa seja tomada, o Tempo de Resistência ao Fogo (TRF) deve ser calculado, considerando-se, a favor da segurança,  $c_1$  reduzido em 10 milímetros. Nesse caso  $c_1 = 51,25 - 10 = 41,25 \text{ mm}$ .

Calcula-se o TRF da peça, por interpolação linear dos valores indicados na Tabela 2.1., conforme segue:

Se para  $b_{min} = 190 \text{ mm}$  e  $c_{1min} = 30 \text{ mm}$ , o TRF é igual a 60 min;

E para  $b_{min} = 190 \text{ mm}$  e  $c_{1min} = 45 \text{ mm}$ , o TRF é igual a 90 min;

Portanto, para  $b = 190 \text{ mm}$  e  $c_1 = 41,25 \text{ mm}$ , o TRF, por interpolação, é igual a 83 min;

De modo que, nesse caso, não há segurança, pois:

$$TRF = 83 \text{ min} < TRRF = 90 \text{ min}.$$

Portanto, em resumo, a viga desse exemplo, com as mesmas características do dimensionamento à temperatura ambiente, não apresenta segurança estrutural em situação de incêndio, conforme o método normativo tabular.

A seguir serão apresentadas algumas alternativas, para o dimensionamento com segurança, em situação de incêndio, pelo método tabular:

I. Substituir as duas barras de canto por bitola superior, passando de  $4\emptyset 12,5$  para  $2\emptyset 16$  nos cantos mais  $2\emptyset 12,5$  no centro ( $TRF = 101 \text{ min}$ );

II. Aumentar a altura da viga de 50 cm para 60cm, considerando a possibilidade de

redução do  $c_1$  (  $TRF = 92$  min).

Sendo que as alternativas:

III. Aumentar o cobrimento de 4,0 cm para 4,5cm (  $TRF = 92$  min);

IV. Distribuir a armadura em duas camadas de  $2\varnothing 12,5$  cada (  $TRF = 99$  min);

Embora satisfaçam a condição de segurança, para situação de incêndio, conforme o método tabular; em contrapartida, invalidam o dimensionamento da viga à temperatura ambiente.

E a alternativa:

V. Considerar o  $\Delta c_1$  (valor de redução do  $c_1$ ), não é suficiente para atingir uma condição de segurança (  $TRF = 84$  min).

## 4.2 Método Simplificado Proposto

Em primeiro lugar é necessário calcular o momento solicitante característico, à temperatura ambiente. Visto que se trata de uma viga biapoiada, pode-se calcular da seguinte forma:

$$M_{Sk} = \frac{p_k L^2}{8} = \frac{14 \times 6^2}{8} \therefore M_{Sk} = 63,0 \text{ kNm}$$

Apenas para possíveis comparações, o momento solicitante de cálculo à temperatura ambiente, pode ser calculado da seguinte forma:

$$M_{Sd} = 1,4 \times M_{Sk} \therefore M_{Sd} = 88,2 \text{ kNm}$$

Nesse exemplo, considerando  $M_{Sd,fi} = 0,7M_{Sd}$ , o momento solicitante de cálculo em situação de incêndio pode ser calculado da seguinte forma:

$$M_{Sd,fi} = 0,7(88,2) \therefore M_{Sd,fi} = 61,74 \text{ kNm}$$

Após determinar a sollicitação, prossegue-se com o cálculo da resistência. Para isso, calcula-se as temperaturas das barras, para o tempo de exposição ao incêndio padrão igual ao TRRF, nesse exemplo, 90 minutos. Pela equação de Wickström, conforme a Eq. (2.5), a temperatura das barras de canto será igual:

$$\begin{aligned} \theta_{c,xy1} &= [0,957(0,333 + 0,333 - 2 \times 0,333 \times 0,333) + 0,333 \times 0,333]1006 = \\ &\therefore \theta_{s1} = \theta_{c,xy1} = 539^\circ\text{C}; \end{aligned}$$

A temperatura das barras do centro será igual:

$$\begin{aligned} \theta_{c,xy2} &= [0,957(0,170 + 0,333 - 2 \times 0,170 \times 0,333) + 0,170 \times 0,333]1006 = \\ &\therefore \theta_{s2} = \theta_{c,xy2} = 432^\circ\text{C}; \end{aligned}$$

A partir da temperatura das barras é possível calcular os fatores de redução da resistência do aço,  $K_{s,\theta}$  conforme a Eq. (2.11):

Para ,  $\theta_{s1} = 539^\circ\text{C}$ ,  $k_{s,\theta1} = 0,78 - 0,0031(539 - 500) = 0,6591$

Para ,  $\theta_{s2} = 432^\circ\text{C}$ ,  $k_{s,\theta2} = 1 - 0,0022(432 - 400) = 0,9296$

Sendo assim o fator de redução de resistência médio  $K_{s,m}$ , pode ser calculado, considerando a área de cada barra ( $A_{s1} = A_{s2} = A_{s3} = 1,2272 \text{ cm}^2$ ), conforme a Eq. (2.10):

$$k_{s,m} = \frac{2 \times 0,6591 \times 1,2272 + 2 \times 0,9296 \times 1,2272}{4 \times 1,2272} = 0,7944$$

Por último, aplicando-se a Eq. (2.4), determina-se o momento fletor resistente de cálculo, em situação de incêndio, pelo método simplificado proposto:

$$M_{Rd,fi} = 50 \times 0,7944 \times (4 \times 1,2272) \left[ 44,875 - \frac{50 \times (4 \times 1,2272)}{2 \times 3,0 \times 19} \right] = 83,29 \text{ kNm}$$

Por último, é verificada se a condição de segurança, conforme a Eq. (2.1),  $M_{Sd,fi} \leq M_{Rd,fi}$  é satisfeita. Nesse caso, a segurança estrutural em situação de incêndio é garantida, pelo método simplificado proposto, pois:

$$M_{Rd,fi} = 83,29 \text{ kNm} > M_{Sd,fi} = 61,74 \text{ kNm}$$

### 4.3 Comparativo dos Resultados

A comparação mais simples a ser feita é sobre a condição de segurança estrutural, conforme a Tabela 4.1.

Condição de Segurança Estrutural	
Método Tabular	Método Simplificado Proposto
Não Satisfeita TRF < TRRF	Satisfeita $M_{Sd,fi} \leq M_{Rd,fi}$

Tabela 4.1 – Comparativo da condição de segurança estrutural em situação de incêndio, Pelo método tabular e o método simplificado proposto, para a viga em estudo, TRRF 90 min

Conforme exposto na Tabela 4.1, nesse exemplo, o método simplificado proposto apresenta resultado mais econômico do que o método tabular.

Outra comparação que se pode fazer, conforme Tabela 4.2, é dos TRF da viga, determinado pelos métodos tabular, da isoterma  $500^\circ\text{C}$ , e simplificado proposto, considerando as alternativas mencionadas no item 4.1. desse artigo.

Dados da Viga	Tempo de Resistência ao Fogo TRF [min]		
	Tabular	Isoterma 500°C	Simplificado Proposto
Condição inicial: igual à temperatura ambiente 19x50 cm; c = 4,0 cm; 4ø12,5 – uma camada	83	113	113
Conforme alternativa I: aumentando barras de canto 19x50 cm; c = 4,0 cm; 2ø16 +2ø12,5 – uma camada	101	130	129
Conforme alternativa II: aumentar altura da viga 19x60 cm; c = 4,0 cm; 4ø12,5 – uma camada	92	125*	125*
Conforme alternativa III: aumentando o cobrimento 19x50 cm; c = 4,5 cm; 4ø12,5 – uma camada	92	125	125
Conforme alternativa IV: Distribuir em duas camadas 19x50 cm; c = 4,0 cm; 4ø12,5 – duas camadas	99	113	112
Conforme alternativa V: considerando $\Delta c_1$ 19x50 cm; c = 4,0 cm; 4ø12,5 – uma camada	84	113	113
* Considerando o $M_{Sd,fi} = 63,95$ kNm devido altura de 60 cm; para os demais casos $M_{Sd,fi} = 61,74$ kNm (altura 50 cm);			

Tabela 4.2 – Comparativo do TRF da viga de estudo, determinado com o método tabular, com o da isoterma 500°C, e com simplificado proposto

Conforme pode-se observar em todas as hipóteses desse exemplo, o método proposto é mais econômico que o tabular. Além disso, observa-se similaridade de resultados entre o método da isoterma 500°C e o simplificado proposto. Informa-se que os valores de TRF determinados com os métodos simplificados foram obtidos por iteração, alterando o tempo de exposição ao fogo até atingir a condição limite:  $M_{Rd,fi} = M_{Sd,fi}$

## 5 | CONCLUSÕES

Através de um exemplo numérico, demonstrou-se a aplicação prática dos métodos tabular e simplificado, abordando-se algumas alternativas possíveis no dimensionamento de vigas de concreto armado. Além disso, realizou-se um comparativo dos resultados entre os métodos tabular e o simplificado proposto. Sendo os resultados obtidos pelo método proposto mais econômico do que aqueles provenientes do método tabular.

Verificou-se também que os resultados pelo método da isoterma 500°C e pelo simplificado proposto são muito próximos; porém, o método proposto tem como vantagem a facilidade do cálculo, pois, através de algumas simplificações, não se precisa determinar a largura da seção reduzida do concreto, em função da isoterma 500°C.

Outra observação importante é que, em praticamente todos os exemplos, através do Método Simplificado Proposto obtiveram-se momentos resistentes inferiores aos do Método utilizando o ANSYS, o qual faz uma análise mais rigorosa e representativa da realidade, indicando que, em geral, o método proposto apresenta valores a favor da segurança.

Sendo assim, a grande vantagem do método simplificado proposto é que o cálculo

pode ser feito manualmente, de forma relativamente simples (mais fácil que o método da Isoterma 500 °C, ou o simplificado utilizando o ANSYS), sem o auxílio de gráficos ou de programas computacionais sofisticados. Porém, mesmo assim, permite-se dimensionar vigas de concreto armado, com segurança em situação de incêndio, e em alguns casos, de forma mais econômica do que em relação ao método normativo tabular.

A validação dos modelos de cálculo tanto das temperaturas quanto dos momentos fletores resistentes em situação de incêndio foi feita através de um estudo comparativo com valores encontrados na literatura, bem como com os calculados pelo método da isoterma 500°C e com o auxílio do software ANSYS.

Portanto, acredita-se que o método proposto, se implantado, poderia permitir uma melhoria em softwares comerciais de projeto, visto que atualmente, no mercado em geral, tais ferramentas limitam-se a realizar apenas uma verificação com base no método tabular, sem levar em consideração os esforços solicitantes e resistentes, deixando ao projetista, muitas vezes, a necessidade de aumentar a seção das vigas de concreto. Tal fato, por não apresentar vantagem econômica, não estimula a utilização da ABNT NBR 15200:2012, de modo que é pouco utilizada pelos profissionais, conforme Costa (2016).

Em resumo, pode-se concluir, que o método simplificado proposto, além de ser um método de fácil aplicação, apresenta resultados, em geral, a favor da segurança; e, mesmo assim, permite resultados mais econômicos que o método tabular. De modo que nos casos em que a estrutura dimensionada à temperatura ambiente não atenda ao TRRF pelo método tabular, recomenda-se uma verificação pelo método simplificado proposto, ao invés de prontamente aumentar as dimensões da estrutura. Dessa forma, os projetistas serão estimulados a utilizar a ABNT NBR 15200:2012 em seus projetos, garantindo a segurança estrutural em situação de incêndio de forma mais econômica.

## REFERÊNCIAS

Albuquerque, G. B. de M. L. de. (2012). *Dimensionamento de vigas de concreto armado em situação de incêndio* (Dissertação de mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo. <https://doi.org/10.11606/D.3.2012.tde-09022013-135226>

Araújo, J. M. (2014). *Curso de Concreto Armado - 4 Vols.* Rio Grande: Editora Dunas.

*ABNT NBR 6118, de 29 de abril de 2014.* Projeto de estruturas de concreto. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

*ABNT NBR 14432, de 30 de novembro de 2001.* Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações - Procedimento. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

*ABNT NBR 15200, de 26 de abril de 2012.* Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Costa, C. R. G. et al. (2016). Estudo Comparativo da Utilização da ABNT NBR 15200:2012 e da ABNT NBR 6118:2014. *REINPEC - Revista Interdisciplinar Pensamento Científico*, 2(1). Retrieved from <http://reinpec.srvroot.com:8686/reinpec/index.php/reinpec/article/view/155>

Gonçalves, M. J. C. R. (2007). *Comportamento ao fogo de elementos estruturais de betão : análise numérica e metodologia* (Tese de doutorado). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal. Retrieved from <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/11946>

Soares, E. M. P. (2003). *Verificação de peças usuais de concreto armado em situação de incêndio* (Dissertação de mestrado). Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. Retrieved from <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/FACO-5SMPHR>

Sousa, D. A. de, & Silva, G. P. (2015). *Estruturas de concreto em situação de incêndio* (Trabalho de conclusão de curso). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO. Retrieved from [https://www.eec.ufg.br/up/140/o/ESTRUTURAS\\_DE\\_CONCRETO\\_EM\\_SITUAÇÃO\\_DE\\_INCÊNDIO.pdf](https://www.eec.ufg.br/up/140/o/ESTRUTURAS_DE_CONCRETO_EM_SITUAÇÃO_DE_INCÊNDIO.pdf)

Wickstrom, U. (1986). *A very simple method for estimating temperature in fire exposed concrete structures* (SP Rapport). Retrieved from <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ri:diva-3987>

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Absorção sonora 1, 2, 3, 7, 8, 9, 10, 11, 12

Aditivos químicos 113

Aerodesign 127, 128, 132, 144, 145

Antocianinas 180, 181, 183, 184, 185, 186, 187, 189, 190, 191

Argissolo 113, 115, 117, 118, 119

Arrasto 127, 128, 129, 130, 134, 135, 137, 138, 140, 144

Auditores de barragens 102

### B

Bancada experimental 146, 150, 151, 152, 153, 156, 163, 164, 165

Boas práticas de fabricação 68, 69, 70

### C

Cambissolo 113, 115, 117, 118, 119

Capacidade antioxidante 180, 182, 183, 184, 190, 191

Caracterização 74, 75, 113, 116, 117, 119, 146, 152, 167, 168, 171, 174, 175, 177

Carregamento equivalente 29, 31, 32, 39, 40, 41

Certificação 102, 105

Clones de papa nativa 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190

Concreto armado 43, 44, 46, 55, 56, 57, 59

Curva granulométrica 2, 6, 10, 11, 12

### D

Desempenho acústico 58, 59, 60, 63, 64, 65, 66

DFMEA 14, 18, 20, 21, 25, 27, 28

Diagrama de velocidades 146, 149, 156, 162

Dimensionamento à flexão 43

Distribuição das cordoalhas 29, 34, 36, 39

### E

Epidemiologia 80, 84

Escoamento 30, 31, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 140, 144, 147, 148, 149, 150, 154, 156, 158, 161, 162, 164, 166

Estruturas portuárias 43, 44

## **F**

Fenoles 180, 182, 183, 184, 185, 187, 190, 191

FMEA 14, 18, 20, 28

## **I**

Incêndio 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 52, 53, 54, 56, 57

Indústria farmacêutica 68, 69

Internet das coisas 68

Investimentos públicos 85, 99

## **L**

Laje lisa 29

Latossolo vermelho 113, 115, 117, 118, 119

## **M**

Madeiras tropicais 168, 169

Mistura asfáltica 2, 3, 4, 5, 9, 10, 11

Mobilidade urbana 120, 121, 123, 125

Modelo de correlação 85, 87

## **O**

Open PLET 14, 28

## **P**

Painéis de vedação vertical 58

Painel de baixa densidade 71, 76

Painel reconstituído 71, 72, 73, 75, 76

Perfis aerodinâmicos 127, 128, 136, 140

Plástico-madeira 71, 73, 74, 75, 76

Policloreto de vinila 71, 72, 73

Políticas de incentivo 120, 121

Políticas públicas 82, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 94, 95, 96, 99, 100, 101, 125

Preservação 167, 168, 170, 177, 178, 179

Propriedades físico-mecânicas 167, 168, 169, 170, 171, 177

Protensão sem aderência 29

## **Q**

Quantidade de movimento 147, 148, 156, 158, 160, 161

## **R**

Ruído 2, 3, 8, 12, 13, 58, 59, 60, 63, 64, 65, 66, 147, 159, 164

Rupturas de barragens 102, 103

## **S**

Saneamento básico 78, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101

Senioridade 102, 107

Sistemas embarcados 68

Structural analysis 14

## **T**

Transporte aquaviário 120

Transporte urbano 120, 124, 125, 126

Turbomáquinas 146, 147, 148, 149, 156, 158, 160, 161, 162

## **V**

Variáveis 69, 70, 85, 87, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100

Ventilador centrífugo 146, 147, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 156, 157, 158, 159, 163, 164, 165, 166

## **W**

Wood frame 58, 59, 60, 61, 65, 67

## **X**

XFLR5 127, 128, 131, 134, 135, 136, 137, 139, 144, 145

# **DESAFIOS E IMPACTO DAS ENGENHARIAS NO BRASIL E NO MUNDO**

 [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)

# **DESAFIOS E IMPACTO DAS ENGENHARIAS NO BRASIL E NO MUNDO**

 [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)