

**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  
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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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  
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. 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 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  
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 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. Aleksandro 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**

<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>192</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>193</b>

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

*Data de aceite: 25/05/2021*

**Rafaela Baldi Fernandes**

Doutora em Geotecnia – Instituto Brasil

**Karina Livia Vieira**

Mestre em Geologia – CADAM

**Felipe Daiha Alves**

Estagiário em Geotecnia – Instituto Brasil

**RESUMO:** O Brasil possui, aproximadamente, 1.310 barragens de água e rejeito inseridas na PNSB, ou seja, classificadas em relação a categoria de risco e ao dano potencial associado, que devem cumprir exigências legislativas periódicas. O entendimento e a classificação em relação a risco e dano podem ser simplificados, caso a experiência do auditor seja reduzida, haja visto que não haverá conhecimento o suficiente para avaliar possíveis situações de instabilidade. As rupturas de barragens são, na maioria das vezes, o estado último de progressão de uma anomalia identificada de maneira equivocada, ou negligenciada e, desta forma, reduzir falhas possui uma interação significativa com o tipo de profissional e o conhecimento que tem sido aplicado as auditorias de barragens. Nesse artigo, é apresentada uma sugestão para iniciar as discussões relacionadas a certificação de categorias profissionais relacionadas a auditoria de barragens.

**PALAVRAS-CHAVE:** Barragens, classificação, auditoria, risco e falha.

**ABSTRACT:** Brazil has, approximately, 1.310 water and tailings dams inserted in the PNSB, that is, classified according to the risk category and the associated potential damage, which must comply with periodic legislative requirements. The understanding and classification in relation to risk and damage can be simplified, if the auditor's experience is reduced, given that there will not be enough knowledge to assess possible instability situations. Dam breaks are, in most cases, the ultimate state of progression of an anomaly mistakenly identified, or neglected and, thus, reducing failures has a significant interaction with the type of professional and the knowledge that has been applied to dam audits. In this article, a suggestion is presented to start discussions related to the certification of professional categories related to dam auditing.

**KEYWORDS:** Dams, classification, audit, risk and failure.

### 1 | INTRODUÇÃO

A Política Nacional de Segurança de Barragens, estabelecida pela Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010<sup>[1]</sup> e atualizada pela Lei nº 14.066 de 30 de setembro de 2020<sup>[2]</sup>, estabelece conceitos de CRI – Categoria de Risco e DPA – Dano Potencial Associado para barragens. A legislação é aplicada para barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, disposição final ou temporária de rejeitos e acumulação de resíduos industriais que apresentem, no mínimo, um dos itens listados a seguir: (I) Altura do maciço maior

ou igual a 15 metros; (II) Capacidade total do reservatório maior ou igual a 3.000.000 m<sup>3</sup>; (III) Reservatório que contenha resíduos perigosos; (IV) Categoria de DPA médio ou alto, em termos econômicos, sociais, ambientais ou de perdas de vidas humanas; (V) Categoria de CRI Alto.

A partir desta regulamentação, os órgãos fiscalizadores estabeleceram diretrizes específicas para as barragens sob sua gestão, com sistemas de cadastro de barragens e matrizes de classificação de risco e dano. Para as barragens de rejeito, a ANM - Agência Nacional de Mineração, através da Portaria n° 70.389 de 17 de maio de 2017<sup>[3]</sup> enquadra as barragens em categorias A, B, C, D ou E, a depender da pontuação obtida nas três tabelas que compõe o CRI e na tabela de DPA. Para as barragens de acumulação de água com fins de geração de energia, a ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica, através da Resolução n° 696 de 15 de dezembro de 2015<sup>[4]</sup> enquadra as barragens em categorias A, B ou C, a depender da pontuação obtida nas três tabelas que compõe o CRI e na tabela de DPA. A ANA – Agência Nacional de Águas, através da Resolução n° 236 de 30 de janeiro de 2017<sup>[5]</sup> enquadra as barragens em categorias A, B, C ou D, a depender da pontuação obtida nas três tabelas que compõe o CRI e na tabela de DPA. Já a Resolução n° 132 de 22 de fevereiro de 2016<sup>[6]</sup> apresenta o quadro de classificação referente ao DPA e, os critérios de CRI são estabelecidos pelo CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos, através da Resolução n° 143 de 10 de julho de 2012<sup>[7]</sup>.

Segundo dados disponibilizados nos relatórios das agências reguladoras, o Brasil possui 877 barragens de rejeito de mineração, sendo que em fevereiro de 2021, 436 barragens estavam incluídas na PNSB. Para as barragens de acumulação de água para geração de energia, das 910 barragens, 709 fazem parte da política. Para as demais barragens de acumulação de água, tem-se 165 estruturas inseridas na política, em um total de 200 barragens. Ao todo, são 1310 barragens, classificadas em relação a categoria de risco e ao dano potencial associado, que devem cumprir exigências legislativas periódicas. Dentre elas, a entrega de relatórios de auditoria de segurança de barragens que atestam a estabilidade física das estruturas e frente a passagem de cheias. Os critérios de risco e dano, até o momento, não consideram a diferenciação entre a expertise da equipe dedicada a estas atividades, bem como a experiência em trabalhos similares dos auditores e o nível acadêmico e técnico destes profissionais. Nesse sentido, o entendimento e a classificação em relação a risco e dano podem ser simplificados, caso a experiência do auditor seja reduzida, haja visto que não haverá conhecimento o suficiente para avaliar possíveis situações de instabilidade. As rupturas de barragens são, na maioria das vezes, o estado último de progressão de uma anomalia identificada de maneira equivocada, ou negligenciada e, desta forma, reduzir falhas possui uma interação significativa com o tipo de profissional e o conhecimento que tem sido aplicado as auditorias de barragens.

## 2 | CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO

O exercício das atividades de auditoria, principalmente o de inspeções de barragens, ainda não são limitados a pessoas registradas nos conselhos e, neste caso, especialmente no que diz respeito regulamentações elaboradas pelo CONFEA – Conselho Federal de Engenharia e Agronomia e CREA – Conselho Regional de Engenharia. A emissão das ART's são reguladas e, nesse sentido, há determinados trabalhos onde a necessidade de emissão deste documento faz com que seja essencial a inscrição nos conselhos. Entretanto, há quem entenda que a regulamentação de profissões por conselhos restringe o exercício de atividades a um determinado grupo de profissionais, reduzindo a livre concorrência e elevando os custos dos serviços. Ainda, que onera as atividades a partir do momento que a fiscalização será financiada com contribuição compulsória dos profissionais devidamente regulamentados. Há conselhos que cobram valores superiores a R\$ 500,00 por ano de determinadas categorias, com julgamento próprio que podem, inclusive, cassar diplomas.

Segundo Essinger (2008) <sup>[8]</sup>, o termo “reserva de mercado” refere-se a uma política governamental que impede, legalmente, o acesso e a importação de uma determinada classe de produtos e bens de consumo, com vistas a proteção do desenvolvimento da indústria nacional e incremento da pesquisa científica interna. Tem sido utilizado em todas as áreas de conhecimento, já há algum tempo, com projetos de lei específicos para cada profissão. Na Idade Média as corporações de ofícios tornaram-se a principal maneira de organizar o trabalho de ceramistas, pedreiros, escultores e afins, cobrando taxas e aplicando multas, aprovadas pelo Estado.

Ainda para o caso das inspeções e auditorias de barragens é esperado que o profissional que irá se responsabilizar pelos atestados tenha um mínimo de experiência técnica e prática para identificar corretamente possíveis problemas de instabilidade. Nesse sentido, regulamentar o tipo de profissional que estará apto a assinar por determinadas responsabilidades, como uma qualificação mínima, é uma forma de reduzir o risco associado a estas estruturas e elevar o grau de estabilidade e controle nas barragens.

Até o momento, não há nenhuma regulamentação deste tipo na legislação brasileira vigente. Além da presença da regulamentação é essencial que se discuta sobre o credenciamento, ou seja, comprovação de competências e de licenças de trabalho, tanto de profissionais quando de empresas. Regulamentar para proteger a sociedade não é garantia de que os profissionais inseridos em determinada categoria estão aptos a desenvolver todas as atividades específicas de uma profissão, com excelência. Nos Estados Unidos e Europa há uma infinidade de profissões regulamentadas, assim como no Brasil, mas a diferença reside no fato de que os profissionais europeus e americanos realizam exames propostos por uma comissão de âmbito estadual para confirmar e atestar sua competência em determinada área.

Algumas faculdades, centros universitários e demais categorias de formação

superior, ainda não aderiram às diretrizes impostas pelo MEC – Ministério da Educação nas NDJ - Novas Diretrizes Curriculares, e podem formar profissionais inaptos para o exercício da profissão, mesmo que, ainda, registrados e regulamentados nos conselhos. Vale ressaltar que o registro nos conselhos de engenharia é realizado mediante a apresentação de diploma, de centros de formação superior previamente cadastrados e avaliados.

Possuir determinadas credenciais significa que há capacidade de assumir níveis mais altos de responsabilidade e, nesse sentido, há regulações distintas em cada país. Nos Estados Unidos, para se tornar um engenheiro licenciado, é necessária experiência de, no mínimo, quatro anos após a formatura, para estar apto a realizar os exames de competência e obter licenciamento no estado. Os exames PE – Practice of Engineering, também são necessários para manter as licenças, sendo que o profissional deve melhorar continuamente suas habilidades ao longo da carreira. Somente engenheiros licenciados podem preparar, assinar e submeter projetos as autoridades, bem como se responsabilizar por projetos entregues a clientes públicos e privados. O entendimento é de que a combinação de habilidades especializadas com altos padrões de ética e qualidade asseguram uma maior confiabilidade do trabalho e no interesse por salvaguardar vidas terceiras. A licença não é algo desejável mas uma exigência legal. A EUR ING – European Engineer é a qualificação profissional requerida para profissionais altamente qualificados, utilizada em mais de 33 países europeus. Similar a americana, requer formação e prática de sete anos, antes da avaliação de competências, sendo a FEANI EUR – Federation of Professional Engineers, responsável pelo cadastro dos registros dos membros. Na Irlanda e no Reino Unido o título de “Chartered Engineer” requer um processo de qualificação de 8-12 anos, sendo um pré requisito na obtenção do EUR ING. Na França, é requerida titulação de mestrado, além de mínimo de cinco anos de experiência na área (Bac + 5), sendo similar ao processo na Grécia, que ainda exige mais dois anos de experiência específicos na área do mestrado. A Bélgica também exige mestrado, além de oito anos de experiência.

Com base no exposto, a proposta sugerida como critério que avalie as competências de um auditor será, nesse momento, importante para analisar a qualidade dos trabalhos que tem sido desenvolvidos por profissionais e as empresas a que eles se relacionam. Acredita-se que a evolução deste sistema seja um mecanismo de certificação, assim como o que já acontece em diversos países. Para o sistema de Classificação do Auditor proposto neste artigo, considera-se uma matriz ponderada da experiência profissional, em termos de acervo técnico e ARTs, juntamente com os níveis acadêmicos de pesquisa, publicações e condição multidisciplinar das equipes envolvidas nos projetos.

## **2.1 Categoria A - Experiência, com base no número de documentos no Acervo Técnico ou Anotação de Responsabilidade Técnica – ART**

Criada pela Lei nº 6.496 de 7 de dezembro de 1977<sup>[9]</sup>, a ART é uma declaração obrigatória que todo profissional deve emitir, para qualquer atividade técnica, referente

a todo contrato, escrito ou verbal, para a execução de obras ou prestação de quaisquer serviços profissionais referentes à Engenharia, à Arquitetura e à Agronomia. Já o Acervo Técnico é o conjunto das atividades desenvolvidas ao longo da vida útil do profissional, compatíveis com suas atribuições, desde que registradas através das ART's. Desta forma, os profissionais que atuam como responsáveis pelas atividades possuem registro destas atividades, sendo possível acompanhar toda a documentação pelo site dos CREA – Conselho Regional de Engenharia.

O CONFEA – Conselho Federal de Engenharia e Agronomia, analisa, fiscaliza e determina a classe trabalhadora e, de acordo com o Decreto Federal nº 23.569 de 11 de dezembro de 1933<sup>[10]</sup>, estabelece o regulamento do exercício das profissões de engenharia, dentre outros. A experiência do profissional, então, pode ser comprovada pela quantidade de atividades executadas e que estão sob sua responsabilidade. Para o sistema de classificação proposto, considera-se:

- $15 < \text{Acervo Técnico} \text{ ou } 30 < \text{ARTs} - \text{Pontuação } 8$
- $10 < \text{Acervo Técnico} \leq 15 \text{ ou } 20 < \text{ARTs} \leq 30 - \text{Pontuação } 6$
- $5 < \text{Acervo Técnico} \leq 10 \text{ ou } 10 < \text{ARTs} \leq 20 - \text{Pontuação } 4$
- $\text{Acervo Técnico} \leq 5 \text{ ou } \text{ARTs} \leq 10 - \text{Pontuação } 2$

É imprescindível que a documentação considerada possua item no campo “Atividade Técnica” condizente com o propósito da classificação, ou seja, para projeto e obras de barragens, neste campo deve, obrigatoriamente, ter a atividade “barragens e diques”.

## **2.2 Categoria B - Tempo de Experiência do Auditor, com base na conclusão do ensino de graduação nas áreas especificadas**

Considerando que as ARTs são regulamentadas para determinadas profissões que exijam cursos de graduação, torna-se importante inserir critério que contemple a experiência acadêmica do profissional. As pós-graduações lato sensu compreendem programas de especialização, com duração mínima de 360 horas e, ao final do curso, o aluno obtém certificado e não diploma. As pós-graduações stricto sensu compreendem programas de mestrado e doutorado e, ao final do curso, o aluno obterá diploma. Ambos são regulamentados pela Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996<sup>[11]</sup>. Para os cursos de mestrado acadêmico, geralmente, é requerido um mínimo de dois anos para sua conclusão, sendo o primeiro ano para disciplinas e o segundo para dedicação a dissertação. Já para o doutorado, há cerca de dezoito meses para disciplinas e três anos para pesquisa e defesa da tese.

Para o sistema de classificação proposto, considera-se desejável que um profissional de nível sênior possua mestrado e doutorado e, nesse caso, um mínimo de sete anos seria necessário para cumprimento destes requisitos, desde que os estudos fossem continuados. Levando em conta que, após a formatura na graduação, tem-se o tempo de maturação do

aprendizado e, que isso também deve ocorrer após a finalização do mestrado e doutorado, foram acrescidos mais seis anos referente a esta parte aplicada. Desta forma, quinze anos é um intervalo satisfatório para consideração da senioridade, principalmente quando observados os critérios de credenciamento de profissionais já adotados em outros países.

Profissionais na categoria Interno ou Trainee, também conhecida como estagiário, refere-se a um profissional que acabou de se formar ou está nos últimos semestres da graduação. A experiência prática ainda é precária e, geralmente, o aprendiz participa de *job rotation* para conhecer todas as áreas da empresa e ter uma visão integrada dos processos. É desejável que possua um mentor que auxilie a atingir metas específicas e a desenvolver planos de ação para esse ponto. A maioria das empresas requer que o profissional tenha um bom conhecimento de inglês e das ferramentas para o desenvolvimento das atividades, tais como softwares. Para este nível, não há comprometimento com a responsabilidade técnica do produto final, mas participa passivamente da produção, coordenação e gerenciamento em todos os níveis hierárquicos.

O profissional júnior é aquele que passou por um estágio, conhece bem as diretrizes da empresa e sabe realizar tarefas técnicas de forma independente, implantando soluções que, ainda, serão submetidas a análise antes do envio final a um cliente. Há entregas técnicas mas sem o entendimento do macro processo, ou seja, o profissional é alocado em uma determinada área de conhecimento. É esperado que este tipo de profissional ainda esteja em maturação e, nesse sentido, podem cometer erros, mas precisam aprender com os erros. É requerida capacidade de discutir sobre o trabalho e espera-se que haja comprometimento contínuo com aprendizado, sabendo aceitar críticas e sempre estar disposto a pedir ajudar. Esse tipo de profissional, geralmente, precisa de alguns dias para desenvolver questões que um sênior desenvolve em minutos. Ainda, não tem responsabilidade técnica sobre os produtos finais, mas participa ativamente as decisões no grupo ao qual está alocado, sob gestão de uma liderança.

O profissional pleno realiza tarefas técnicas de forma independente e implanta soluções que, na maioria das vezes, já possui a análise crítica de um líder em relação a estar finalizada ou aos ajustes que precisam ser realizados. As entregas técnicas deste profissional são entendidas como parte de um processo e começam a ser apresentadas ativamente para as soluções de um macro problema. O Pleno se envolve diretamente com outros setores, principalmente o comercial e de planejamento. Já considera responsabilidade técnica sobre as entregas e, na maioria das vezes, coordena um grupo e se envolve em decisões gerenciais. O maior diferencial deste profissional em relação as categorias juniores é que há entendimento do problema, na micro e macro escala, com entregas de soluções integradas.

Os profissionais sêniores possuem experiências passadas, onde o aprendizado com erros direcionar um time para o caminho correto. Requer muita experiência e boa capacidade de comunicação, uma vez que gerencia as equipes com espírito de liderança.

Crenças comuns desenvolvem valores comuns e líderes devem atuar no fomento para o crescimento de seus liderados, ensinando a eles habilidades, disciplinando quando é necessário e incentivando a auto confiança. Dessa forma, cada um pode seguir o seu caminho e alcançar algo maior, refletindo no crescimento das organizações. A principal meta de um sênior é reduzir, e eliminar ao máximo, riscos técnicos, tomando decisões certas, que trazem o máximo de benefício para o negócio e para pessoas, além de minimizar custos e prazos. O sênior entende o que a equipe desenvolve e pensa sobre quais tarefas cada um pode desenvolver em alta performance, resolvendo problemas antes mesmo de que eles aconteçam. São proativos e não reativos, com alta capacidade de resolver várias tarefas complexas ao mesmo tempo, resolvendo mais rápido do que os plenos. Nessa categoria, assumem responsabilidade técnica pelos produtos. Para o sistema de classificação proposto, a pontuação adotada considera-se:

- 15 < Anos de formado no curso de graduação – Pontuação 4
- 10 < Anos de formado no curso de graduação  $\leq$  15 – Pontuação 3
- 5 < Anos de formado no curso de graduação  $\leq$  10 – Pontuação 2
- Anos de formado no curso de graduação  $\leq$  5 - Pontuação 1

### **2.3 Categoria C – Tipo de especialização do Auditor nas áreas especificadas**

As pós-graduações lato sensu compreendem programas de especialização, com duração mínima de 360 horas e, ao final do curso, o aluno obtém certificado e não diploma. As pós-graduações stricto sensu compreendem programas de mestrado e doutorado e, ao final do curso, o aluno obterá diploma. Ambos são regulamentados pela Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996<sup>[11]</sup>. Para os cursos de mestrado acadêmico, geralmente, é requerido um mínimo de dois anos para sua conclusão, sendo o primeiro ano para disciplinas e o segundo para dedicação a dissertação. Já para o doutorado, há cerca de dezoito meses para disciplinas e três anos para pesquisa e defesa da tese. Para o sistema de classificação proposto, considera-se:

- Profissional com título Stricto Sensu de Doutorado, ou titulação superior – Pontuação 8
- Profissional com título Stricto Sensu de Mestrado Acadêmico – Pontuação 6
- Profissional com título Lato Sensu de Especialista ou Mestrado Profissional – Pontuação 4
- Profissional graduado nas áreas especificadas, ou áreas correlatas – Pontuação 2

## 2.4 Categoria D - Publicações do Auditor na área de Geotecnia (artigos, livros, periódicos e outros especificados)

As empresas precisam abrir espaço e criar oportunidades para os profissionais com pouca experiência se qualificarem e crescerem, objetivando a renovação contínua do setor. É à medida em que os profissionais mais seniores divulgam seus trabalhos e experiências, engrandecem as discussões de qualidade na área. Para o sistema de classificação proposto, considera-se somente publicações de textos e produções que contenham ISBN, sendo:

- $15 < \text{Publicações} - \text{Pontuação } 4$
- $10 < \text{Publicações} \leq 15 - \text{Pontuação } 3$
- $5 < \text{Publicações} \leq 10 - \text{Pontuação } 2$
- $\text{Publicações} \leq 5 - \text{Pontuação } 1$

## 2.5 Categoria E - Multidisciplinaridade da Equipe: Número de integrantes na equipe responsável pelo Projeto/Relatório, com qualificação similar ao do Auditor Responsável

A multidisciplinaridade permite o exame e avaliação de uma situação, sob diferentes pontos de vista, e a definição de soluções que estabelecem relações entre diferentes disciplinas. O caráter interdisciplinar que cada profissional possui proporciona um conhecimento mais especializado e, ao trazer esse conhecimento para uma discussão, é estabelecida uma relação simultânea com o objetivo de traçar a melhor solução para um determinado problema. Em análises de risco, por exemplo, a discussão entre os participantes e exposição de pontos de vista diferenciados faz com que haja uma convergência para um ponto em comum e, nesse sentido, a subjetividade é reduzida. Para o sistema de classificação proposto, considera-se:

- $5 \leq \text{Equipe} - \text{Pontuação } 4$
- $4 < \text{Equipe} < 5 - \text{Pontuação } 3$
- $3 \leq \text{Equipe} \leq 4 - \text{Pontuação } 2$
- $\text{Equipe} < 3 - \text{Pontuação } 1$

## 3 | NOTA DO AUDITOR

A Nota de Auditor irá estabelecer a categoria profissional ao qual ele está relacionado e, desta forma, criar um paralelo com o grau de risco a que a documentação elaborada está sujeita. Declarações e documentos elaborados por profissionais sêniores possuem uma assertividade e confiabilidade maior nas conclusões, haja visto a experiência do auditor e

sua base técnica e prática.

A Tabela 1 apresenta as pontuações e os critérios considerados para esta nota, sendo obrigatória a escolha de um item para cada coluna. Considerando que a linha 1 refere-se aos critérios de maior pontuação e, a linha 4, os critérios de pontuação mínima, tem-se um ordenamento crescente das linhas no sentido de cima para baixo da tabela. Desta forma, para Sênior, foi estabelecido o preenchimento de todos os itens de nota máxima, da Linha 1, em cada coluna, assim como para o trainee, foram considerados os limites inferiores, da Linha 4. O limite máximo para sênior é o de 28 e, para Trainee, 7.

Para Pleno, considerou-se a combinação de um item de cada coluna da Linha 2, com demais itens da Linha 1, que retornaram valores entre 26 e 27. Para Júnior, a combinação de um item de cada coluna da Linha 3, com demais itens da Linha 4, que retornaram valores entre 8 e 9. Ainda, para Júnior, considerou-se o limite máximo de pontos atribuindo todos os itens da linha 2, exceto os critérios de Número de Publicações e Multidisciplinaridade da Equipe, onde considerou-se estes pertencentes a linha 3. Para o caso do Pleno, de forma análoga, a pontuação máxima levou em conta todos os itens da linha 3, exceto Publicações e Multidisciplinaridade, no qual foram atribuídos os valores da linha 4 nessas colunas. Desta forma, a nota obtida através da seleção das pontuações por critérios, tem-se:

- Sênior: Pontuação  $\geq 28$
- Pleno:  $16 < \text{Pontuação} < 28$
- Júnior:  $7 < \text{Pontuação} \leq 16$
- Trainee ou Interno: Pontuação  $\leq 7$

<b>(A)</b> <b>Experiência,</b> <b>com base</b> <b>no número</b> <b>de Acervo</b> <b>Técnico ou</b> <b>ART</b>	<b>(B) Tempo de</b> <b>experiência</b> <b>do Auditor,</b> <b>com base na</b> <b>conclusão da</b> <b>graduação</b> <b>nas áreas</b> <b>especificadas</b>	<b>(C) Tipo de</b> <b>especialização</b> <b>do Auditor,</b> <b>nas áreas</b> <b>especificadas</b>	<b>(D) Publicações</b> <b>do Auditor</b> <b>na área de</b> <b>Geotecnia</b> <b>(artigos, livros,</b> <b>periódicos</b> <b>e outros</b> <b>especificados)</b>	<b>(E)</b> <b>Multidisciplinaridade</b> <b>da Equipe: Número</b> <b>de integrantes na</b> <b>equipe responsável</b> <b>pelo Relatório,</b> <b>com qualificação</b> <b>similar ao do Auditor</b> <b>Responsável</b>
15 < Acervo Técnico OU 30 < ART  <b>Pontuação 8</b>	15 < Anos de formado no curso de graduação  <b>Pontuação 4</b>	Profissional com título Stricto Sensu de Doutorado, ou titulação superior  <b>Pontuação 8</b>	15 < Publicações  <b>Pontuação 4</b>	5 $\leq$ Equipe  <b>Pontuação 4</b>

10 < Acervo Técnico ≤ 15 OU 20 < ART ≤ 30 <i>Pontuação 6</i>	10 < Anos de formado no curso de graduação ≤ 15 <i>Pontuação 3</i>	Profissional com título Stricto Sensu de Mestrado Acadêmico <i>Pontuação 6</i>	10 < Publicações ≤ 15 <i>Pontuação 3</i>	4 < Equipe < 5 <i>Pontuação 3</i>
5 < Acervo Técnico ≤ 10 OU 10 < Acervo Técnico ≤ 20 <i>Pontuação 4</i>	5 < Anos de formado no curso de graduação ≤ 10 <i>Pontuação 2</i>	Profissional com título Lato Sensu de Especialista ou Mestrado Profissional <i>Pontuação 4</i>	5 < Publicações ≤ 10 <i>Pontuação 2</i>	3 ≤ Equipe ≤ 4 <i>Pontuação 2</i>
Acervo Técnico ≤ 5 ou ART's ≤ 10 <i>Pontuação 2</i>	Anos de formado no curso de graduação ≤ 5 <i>Pontuação 1</i>	Profissional graduado nas áreas especificadas, ou áreas correlatas <i>Pontuação 2</i>	Publicações ≤ 5 <i>Pontuação 1</i>	Equipe < 3 <i>Pontuação 1</i>

TABELA 1 – Classificação do Auditor

## 4 | CONCLUSÕES

O sistema apresentado é uma sugestão inicial que pode e deve ser melhorada a partir do momento em que as discussões sobre o tema sejam ampliadas, considerando pontos de vista diferenciados e as responsabilidades específicas das entidades que se tornarem certificadoras das competências.

As diretrizes para classificação de barragens, assim como as notas para o auditor, não são sistemas que devem ser considerados isoladamente para atestado da estabilidade das estruturas. Dessa forma, devem ser consideradas como uma das ferramentas utilizadas para redução das incertezas e riscos do processo avaliatório, contribuindo significativamente para uma adequada identificação de potenciais problemas e, desta forma, auxiliando na redução do número de falhas de barragens. Quanto maior a expertise do profissional dedicado a estas atividades, principalmente no que diz respeito à experiência prática, lições aprendidas em projetos anteriores e tempo dedicado a pesquisa e publicações em áreas correlatas, maior a eficiência dos processos de gestão de risco e falha.

## REFERÊNCIAS

[1] BRASIL. Casa Civil – Subchefia para assuntos jurídicos. Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010: Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais (...). Brasília, 2010. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm). Acesso em: 16 de fev. 2021.

- [2] BRASIL. Casa Civil – Subchefia para assuntos jurídicos. Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020: Altera a Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010 (...). Brasília, 2010. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2020/Lei/L14066.htm#art2](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14066.htm#art2). Acesso em: 16 de fev. 2021.
- [3] ANM. Portaria nº 70.389 de 17 de maio de 2017: Cria o Cadastro Nacional de Barragens de Mineração, o Sistema Integrado de Gestão em Segurança de Barragens (...). Brasília, 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/barragens/portaria-dnpm-no-70-389-de-17-de-maio-de-2017>. Acesso em: 16 de fev. 2021.
- [4] ANEEL. Resolução nº 696 de 15 de dezembro de 2015: Estabelece critérios para classificação, formulação do Plano de Segurança (...). Brasília, 2015. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/barragens/portaria-dnpm-no-70-389-de-17-de-maio-de-2017>. Acesso em: 16 de fev. 2021.
- [5] ANA. Resolução nº 236 de 30 de janeiro de 2017: Estabelece critérios complementares de classificação de barragens (...).Brasília, 2017. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2016/132-2016.pdf>. Acesso em: 16 de fev. 2021.
- [6] ANA. Resolução nº 132 de 22 de fevereiro de 2016: Estabelece a periodicidade de execução ou atualização, a qualificação dos responsáveis técnicos (...).Brasília, 2016. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2017/236-2017.pdf>. Acesso em: 16 de fev. 2021.
- [7] CNRH. Resolução nº 143 de 10 de julho de 2012: Estabelece critérios gerais de classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial associado e pelo seu volume (...).Brasília, 2012. Disponível em: <https://cnrh.mdr.gov.br/resolucoes/1922-resolucao-n-143-de-10-de-julho-de-2012/file>. Acesso em: 16 de fev. 2021.
- [8] Silvio Essinger (2008). Almanaque Anos 90. [S.l.]: Ediouro. 200 páginas. ISBN: 9788522008995.
- [9] BRASIL. Casa Civil – Subchefia para assuntos jurídicos. Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977: Institui a Anotação de Responsabilidade Técnica na prestação de serviços de engenharia, de arquitetura e agronomia (...). Brasília, 1977. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/16496.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16496.htm). Acesso em: 16 de fev. 2021.
- [10] BRASIL. Casa Civil – Subchefia para assuntos jurídicos. Lei nº 23.569, de 11 de dezembro de 1933: Regula o exercício das profissões de engenheiro, arquiteto e agrimensor Brasília, 1933. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1930-1949/d23569.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/d23569.htm). Acesso em: 16 de fev. 2021.
- [11] BRASIL. Casa Civil – Subchefia para assuntos jurídicos. Lei nº 9.384, de 20 de dezembro de 1996: Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, 1996. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm). Acesso em: 16 de fev. 2021.

## 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)