

ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de
Caráter Multidisciplinar

3

João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Rennan Otavio Kanashiro
(Organizadores)

ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de
Caráter Multidisciplinar

3

João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Rennan Otavio Kanashiro
(Organizadores)

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Prof^ª Dr^ª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Ivone Goulart Lopes – Instituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^ª Dr^ª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^ª Dr^ª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^ª Dr^ª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^ª Dr^ª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Dr^ª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^ª Dr^ª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Dr^ª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^ª Dr^ª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof^ª Dr^ª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

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

Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

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

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

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

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^ª Dr^ª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Prof^ª Dr^ª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^ª Dr^ª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^ª Dr^ª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Prof^ª Dr^ª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^ª Dr^ª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^ª Dr^ª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Aleksandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Prof^ª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Ma. Lilians Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof^ª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^ª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Prof^ª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^ª Dr^ª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Prof^ª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Prof^ª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^ª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^ª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^ª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
 Giovanna Sandrini de Azevedo
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: João Dallamuta
 Henrique Ajuz Holzmann
 Rennan Otavio Kanashiro

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

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

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

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

CDD 620

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

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

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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

APRESENTAÇÃO

Caro(a) leitor(a)

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

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

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

Boa leitura!

João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Rennan Otavio Kanashiro

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

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

Daniel Rondon Pleffken

Marcelo Lopes de Oliveira e Souza

DOI 10.22533/at.ed.9392116031

CAPÍTULO 2..... 11

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

Jônatas Franco Campos da Mata

Amir Zacarias Mesquita

Bárbara Luísa Nunes Pereira Mendes

Bianca dos Santos Vales

Eliane Alves Souza

Emanuel Henrique Alves Azevedo

Enis de Campos Maciel Sobrinho

Ianca Alberta Caires Vieira

Jackson Ramon Silva Alcântara

Luiza Souza Vilane

Matheus Jesus Soares

Pedro Henrique Gomes do Nascimento

Thalles Rômulo Silva Lopes

DOI 10.22533/at.ed.9392116032

CAPÍTULO 3..... 20

PROPOSTA DE UM CUBESAT UNIVERSITÁRIO PARA DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS ESPACIAIS NACIONAIS

Eduardo Henrique da Silva

João Luiz Dallamuta Lopes

DOI 10.22533/at.ed.9392116033

CAPÍTULO 4..... 29

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

Michelle Carvalho Galvão da Silva Pinto Bandeira

Marcelo Xavier Guterres

Anderson Ribeiro Correia

Paulo Cesar Marques Doval

DOI 10.22533/at.ed.9392116034

CAPÍTULO 5..... 46

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

Maurício Sá Gontijo

Renato de Brito do Nascimento Filho

DOI 10.22533/at.ed.9392116035

CAPÍTULO 6.....57

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

Edmilson José Dias

Willian Alves de Souza

Fabio Lelis dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.9392116036

CAPÍTULO 7.....77

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

Nadson Coimbra Amaral

Keytiane Iolanda Moura

DOI 10.22533/at.ed.9392116037

CAPÍTULO 8.....87

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

Tito Ricardo Vaz da Costa

Isabela Sales Vieira

Thompson Sobreira Rolim Júnior

Felipe Gabriel Guimarães de Sousa

Saulo Rabelo de Martins Custódio

José Moisés Machado da Silva

Clarissa Melo Lima

DOI 10.22533/at.ed.9392116038

CAPÍTULO 9.....99

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

Douglas Lucas dos Reis

João Vitor da Costa da Silva

Diego Tiburcio Fabre

Périson Pavei Uggioni

DOI 10.22533/at.ed.9392116039

CAPÍTULO 10.....112

MÉTODO HÍBRIDO PARA DETECÇÃO E REMOÇÃO DE SOMBRAS EM IMAGENS

Marcos Batista Figueredo

Eugenio Rocha Silva Junior

DOI 10.22533/at.ed.93921160310

CAPÍTULO 11.....120

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

DETERMINADO PELAS VARIÁVEIS ÂNGULO E MAGNITUDE DA TENSÃO

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

DOI 10.22533/at.ed.93921160311

CAPÍTULO 12..... 136

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

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

DOI 10.22533/at.ed.93921160312

CAPÍTULO 13..... 170

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

Antonio Carlos de Barros Neiva
Fabricio Lucas Lório
George Alves Soares

DOI 10.22533/at.ed.93921160313

CAPÍTULO 14..... 187

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

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

DOI 10.22533/at.ed.93921160314

CAPÍTULO 15..... 198

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

Florêncio Mendes Oliveira Filho
Gilney Figueira Zebende
Juan Alberto Leyva Cruz

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

DOI 10.22533/at.ed.93921160315

CAPÍTULO 16.....206

DESENVOLVIMENTO DE MÓDULOS DIDÁTICOS DE INSTRUMENTAÇÃO

Luis Fernando Tolentino de Brito

DOI 10.22533/at.ed.93921160316

CAPÍTULO 17.....218

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

Marcelo Ferreira Albano

Pablo Dantas Evangelista dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.93921160317

CAPÍTULO 18.....233

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

Rafael Martins Gomes

Daniel Henrique Godoy Michel

Igor Alexandre de Carvalho Bonifácio

Kethely Vytória Rodrigues de Sousa

Noemi Damasceno de Santana

Yan Lima dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.93921160318

CAPÍTULO 19.....242

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

Marco Antonio Munhoz Sagasetta

Francisco de Assis da Silva Junior

DOI 10.22533/at.ed.93921160319

CAPÍTULO 20.....251

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

Adilson Franke Neia Júnior

Maria Eugenia Dajer

Nathan Antônio Guerreiro

DOI 10.22533/at.ed.93921160320

CAPÍTULO 21.....260

VIABILIDADE DE SUBSTITUIÇÃO DE LUMINÁRIAS CONVENCIONAIS POR LUMINÁRIAS

LED NO SETOR INDUSTRIAL

Bruno Sousa de Castro

Antonio Manoel Batista da Silva

DOI 10.22533/at.ed.93921160321

CAPÍTULO 22..... 274

CROWDFUNDING: O CASO DA CLOUD IMPERIUM GAMES CORPORATION

Luciane Ribeiro Dias Pinheiro

Matheus Ferreira Cardoso

DOI 10.22533/at.ed.93921160322

SOBRE OS ORGANIZADORES 289

ÍNDICE REMISSIVO..... 290

CAPÍTULO 8

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

Data de aceite: 01/03/2021

Tito Ricardo Vaz da Costa

Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL
Brasília – DF
<http://lattes.cnpq.br/1068744176859901>

Isabela Sales Vieira

Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL
Brasília – DF
<http://lattes.cnpq.br/0446008845557992>

Thompson Sobreira Rolim Júnior

Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL
Brasília – DF
<http://lattes.cnpq.br/6645411271077735>

Felipe Gabriel Guimarães de Sousa

Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL
Brasília – DF
<https://orcid.org/0000-0002-3682-5974>

Saulo Rabelo de Martins Custódio

Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL
Brasília – DF
<https://orcid.org/0000-0002-9408-3083>

José Moisés Machado da Silva

Norte Energia S.A
Brasília – DF
<https://orcid.org/0000-0002-2907-1318>

Clarissa Melo Lima

Universidade de Brasília – UnB
Faculdade de Planaltina
Brasília – DF
<http://lattes.cnpq.br/6917886925634086>

RESUMO: A Resolução Normativa n.º 669/2015 estabelece que os planos de manutenções preventivas das transmissoras devem ser cadastrados num sistema de acompanhamento da manutenção. Se a execução desses planos ocorrer conforme o cadastro prévio e com duração e frequência que atendam os limites regulatórios, há previsão de isenção de desconto de receita por indisponibilidade das instalações para essas intervenções. A regra criou condições para um ambiente de monitoramento da manutenção das instalações de transmissão no Brasil de forma contínua. Esse monitoramento permite a aplicação das teorias de fiscalização responsiva, prática recomendada pela OCDE. O trabalho proposto apresenta a implantação da nova sistemática de monitoramento por parte da ANEEL e os primeiros resultados observados, em conjunto com outras ações, indicam uma expressiva redução dos desligamentos com corte de carga entre os anos de 2017 e 2020.

PALAVRAS-CHAVE: Parcela Variável, Rede Básica, Regulação Responsiva.

PREVENTIVE MAINTENANCE OF TRANSMISSION INSTALLATIONS AND THEIR REGULATORY MINIMUM REQUIREMENTS

ABSTRACT: Normative Resolution No. 669/2015 establishes that the transmitters' preventive maintenance plans must be registered in a maintenance monitoring system. If the execution of these plans occurs according to the previous registration and with duration and frequency that meet the regulatory limits, there is provision for exemption from the revenue discount due

to unavailability of the facilities for these interventions. The rule created conditions for a continuous monitoring environment for the maintenance of transmission facilities in Brazil. This monitoring allows the application of responsive inspection theories, a practice recommended by the OECD. The proposed work presents the implementation of the new monitoring system by ANEEL and the first results observed, together with other actions, indicate a significant reduction in disconnections with load cuts between the years 2017 and 2020.

KEYWORDS: Variable Revenue, Basic Network, Responsive Regulation.

1 | INTRODUÇÃO

O setor de transmissão de energia elétrica possui importância estratégica para o mercado de eletricidade. Sob esse ponto de vista, as discussões sobre metodologias de aprimoramento do processo de regulação e fiscalização técnica das concessionárias são de extrema importância para assegurar que o segmento desempenhe suas funções adequadamente (COSTA *et al.*, 2017).

A Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL tem a atribuição de fiscalizar as empresas de distribuição e de transmissão de energia quanto ao cumprimento dos contratos de concessão celebrados entre transmissoras e a União, bem como dos regulamentos técnicos e comerciais e das legislações setoriais (BRASIL, 1996). Para a realização das fiscalizações, a ANEEL possui equipe própria e pode contar com o apoio de consultorias especializadas.

Na área de Transmissão diversos temas são objetos de fiscalização: a coordenação da operação do sistema; as atividades técnicas das concessionárias abrangendo planejamento, operação e manutenção dos ativos pertencentes às concessões; os aspectos relacionados à segurança das instalações; e as obras de expansão (ANEEL, 2004).

Por muito tempo, a fiscalização da gestão da manutenção das transmissoras de energia elétrica foi realizada somente em caráter presencial. Esse formato de trabalho, embora imprescindível, esbarra em limitações logísticas, temporais e de abrangência. Como forma de ampliar a atuação da fiscalização foi desenvolvida uma metodologia de fiscalização da manutenção por monitoramento, por meio de inserção de inteligência analítica nos processos de fiscalização. Nesse novo formato, há a otimização dos recursos humanos existentes, possibilitando fiscalizar um maior número de agentes e de forma continuada (ANEEL, 2013).

Contudo, para o feito, fez-se necessário o desenvolvimento de uma série de ações operacionais e regulatórias. As ações operacionais abrangeram pesquisas de normas e regulamentos existentes, dos planos de manutenção das transmissoras e de reuniões com fabricantes e concessionárias. As ações regulatórias envolveram discussões, análises e elaboração de resolução normativa com objetivo de criar regras claras quanto à execução de atividades de manutenção (COSTA *et al.*, 2017).

Como resultado do trabalho foram estabelecidos, por meio da Resolução Normativa nº

669/2015, os Requisitos Mínimos de Manutenção – RMMs (ANEEL, 2015). Esses requisitos referem-se aos principais equipamentos que compõem a rede básica, estabelecendo atividades e periodicidades mínimas a serem seguidas. Ainda, os RMMs consolidam uma referência técnica para a avaliação dos planos de manutenção das transmissoras.

A Resolução Normativa n.º 669/2015 estabelece que os planos de manutenções preventivas das transmissoras devem ser cadastrados num sistema de acompanhamento da manutenção.

Se a execução desses planos ocorrer conforme o cadastro e com duração e frequência que atendam limites regulatórios, há previsão de isenção de Parcela Variável para essas intervenções (ANEEL, 2016).

Dessa forma, foi desenvolvido um ambiente para o efetivo monitoramento da manutenção das instalações de transmissão de forma contínua.

2 I REQUISITOS MÍNIMOS DE MANUTENÇÃO

A regulamentação dos Requisitos Mínimos de Manutenção e do monitoramento da manutenção define importantes aspectos da manutenção dos ativos da transmissão e estabelece parâmetros técnicos que permitirão o acompanhamento e a fiscalização preventiva da manutenção dos sistemas de transmissão (COSTA *et al.*, 2017).

Os Requisitos Mínimos de Manutenção definem as atividades mínimas e as periodicidades máximas para as manutenções preditivas e preventivas de equipamentos e linhas de transmissão de Rede Básica. Tal regulamentação consolida uma referência para a avaliação dos planos de manutenção das transmissoras, dotando a ANEEL de parâmetros que possibilitam o acompanhamento da execução da manutenção, a comparação entre os agentes e a identificação de condutas inadequadas.

As periodicidades estabelecidas nos Requisitos Mínimos de Manutenção tiveram como base um estudo comparativo dos planos de manutenção das principais transmissoras do setor elétrico brasileiro, depositárias de mais de 85% dos equipamentos de transmissão em operação no Sistema Interligado Nacional – SIN, além de informações obtidas em visitas técnicas a fabricantes de equipamentos de transmissão de energia elétrica e em pesquisas de artigos, livros e documentos sobre manutenção de ativos (ABNT, 1993; ABRATE, 2007; ALSTOM, 2011; CIGRÉ, 2013; FRONTIN, 2013; WEG, 2010).

A partir da análise comparativa dos critérios, procedimentos e atividades de manutenção adotadas pelas transmissoras, foi elaborada e apresentada à sociedade e aos agentes setoriais uma proposta de regulamentação dos Requisitos Mínimos de Manutenção e do monitoramento da manutenção das instalações de transmissão.

O assunto foi tratado na Audiência Pública nº 22/2014, que contou com uma fase documental e uma sessão presencial com a participação de agentes do setor elétrico e da sociedade. Por meio documental foram recebidas 636 contribuições de 16 instituições,

entre transmissoras, fabricantes de equipamentos e associações de transmissoras e de grandes consumidores, enquanto na sessão presencial participaram 25 pessoas, sendo 11 expositores.

Como fruto de todo este trabalho foi publicada no dia 23 de julho de 2015 a Resolução Normativa nº 669/2015. Além das periodicidades, o regulamento apresenta o detalhamento das atividades mínimas relacionadas a manutenções preditivas e preventivas de cada equipamento contemplado na Resolução.

Entretanto, convém destacar que os Requisitos Mínimos de Manutenção não apresentam o conjunto completo de atividades necessárias à adequada manutenção dos equipamentos e linhas de transmissão, mas o mínimo aceitável do ponto de vista regulatório. Além disso, foram estabelecidas as atividades e periodicidades para a manutenção dos equipamentos mais comuns no setor elétrico brasileiro. Assim, não foram detalhadas, por exemplo, as atividades de manutenção para as subestações blindadas e isoladas a gás SF6. A Tabela 1 resume as atividades e periodicidades definidas.

| Atividade | Equipamento | Periodicidades máximas (meses) | Tolerância (meses) |
|---|--|---------------------------------------|---------------------------|
| Inspeções Termográficas | Equipamentos de Subestações | 6 | 1 |
| Análise de gases dissolvidos no óleo isolante | Transformadores de Potência ou Autotransformadores | 6 | 1 |
| | Reatores | | |
| Ensaio físico-químico do óleo isolante | Transformadores de Potência ou Autotransformadores | 24 | 4 |
| | Reatores | | |
| Manutenção Preventiva Periódica | Transformadores de Potência ou Autotransformadores | 72 | 12 |
| | Reatores | | |
| | Disjuntores | | |
| | Chave Seccionadora | | |
| | Transformadores para Instrumento | | |
| Manutenção Preventiva Periódica | Para-raios | | |
| Manutenção Preventiva Periódica | Banco de Capacitores Paralelos | 36 | 6 |
| Manutenção Preventiva Periódica | Filtros | 48 | 8 |
| Manutenção Preventiva Periódica | Válvulas | 24 | 4 |
| Inspeção de Rotina | Linha de Transmissão | 12 | 2 |

Tabela 1 – Resumo das atividades e periodicidades definidas no RMM

2.1 Técnicas de manutenção não baseadas no tempo

O regulamento prevê que, a fim de permitir o monitoramento da execução da manutenção pela ANEEL quando da adoção de técnicas de manutenção baseadas na condição ou na confiabilidade (CARNEIRO, 2013; PINTO; ALVES, 2013; SESSA *et al.*, 2013; SOUZA, 2013), a transmissora deverá:

- Cadastrar no sistema de acompanhamento da manutenção um plano de manutenção baseado no tempo, respeitando os Requisitos Mínimos de Manutenção;
- Executar ensaios e inspeções preditivas com frequência igual ou superior à periodicidade estabelecida nos Requisitos Mínimos de Manutenção; e
- Informar no sistema de acompanhamento da manutenção o registro de Laudo Técnico que justifique a postergação da manutenção preventiva com base nas técnicas adotadas, sempre que a manutenção for realizada em período superior ao definido nos Requisitos Mínimos de Manutenção, como ilustrado na Figura 1.

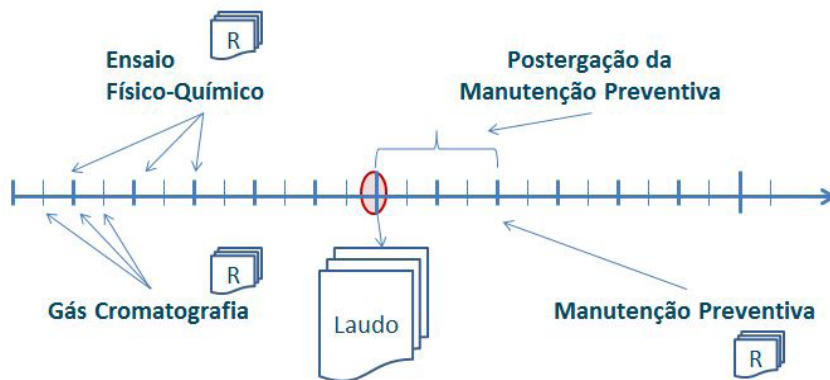


FIGURA 1 – Registro de Laudo Técnico quando da postergação da manutenção preventiva.

O Laudo Técnico deverá conter referências técnicas, histórico das grandezas físicas monitoradas e as respectivas curvas de tendência, detalhando a análise da condição do equipamento que justifica a postergação da manutenção preventiva baseada no tempo (ABNT, 1981, 1982, 2009). Esse documento deverá ser apresentado a cada novo período integralizado, definido nos Requisitos Mínimos de Manutenção, até que a manutenção seja realizada.

3 I MONITORAMENTO DA EXECUÇÃO DA MANUTENÇÃO

O monitoramento da manutenção das instalações de transmissão da Rede Básica objetiva acompanhar a execução dos planos de manutenção das transmissoras e garantir que os Requisitos Mínimos de Manutenção sejam observados, a fim de incentivar a adequada conservação dos ativos de transmissão (COSTA *et al.*, 2017).

Para tanto, anualmente, as transmissoras cadastram seus planos de manutenção no sistema de acompanhamento da manutenção disponibilizado pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS. Os planos de manutenção são validados pelo sistema, de modo a garantir que estejam de acordo com os Requisitos Mínimos de Manutenção, como ilustrado na Figura 2.

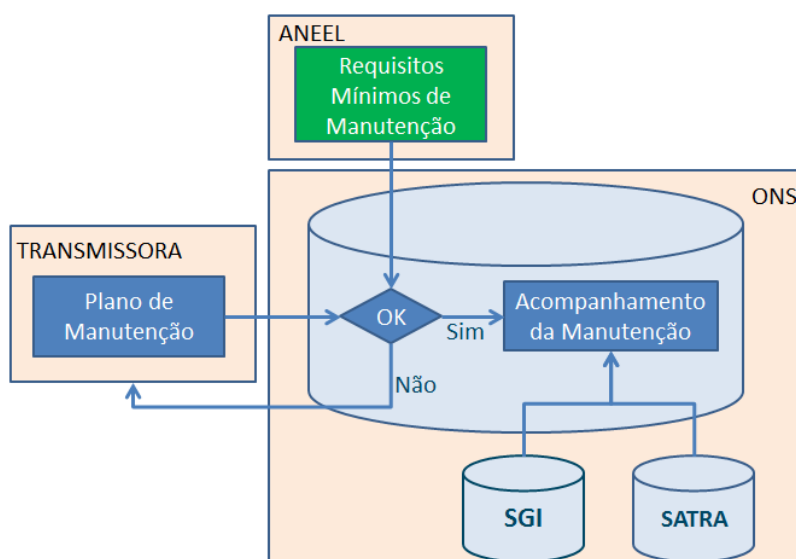


FIGURA 2 – Validação do plano de manutenção da transmissora com base nos Requisitos Mínimos de Manutenção

Os planos de manutenção cadastrados terão a sua execução acompanhada pelo ONS e pela ANEEL, por meio do sistema de acompanhamento da manutenção e de outros sistemas, como o Sistema de Gestão de Intervenções (SGI).

Uma vez cadastrados os planos de manutenção das transmissoras, inicia-se o monitoramento da execução das atividades de manutenção planejadas. As atividades planejadas devem ser realizadas nos prazos definidos nos planos, limitados à periodicidade e às tolerâncias definidas na REN 669/2015. De modo a prevenir descumprimento dos prazos e requisitos regulamentares, o sistema de acompanhamento da manutenção emitirá alertas de notificação para as transmissoras sempre que forem observadas pendências

relacionadas à execução dos planos de manutenção, como ilustrado na Figura 3.

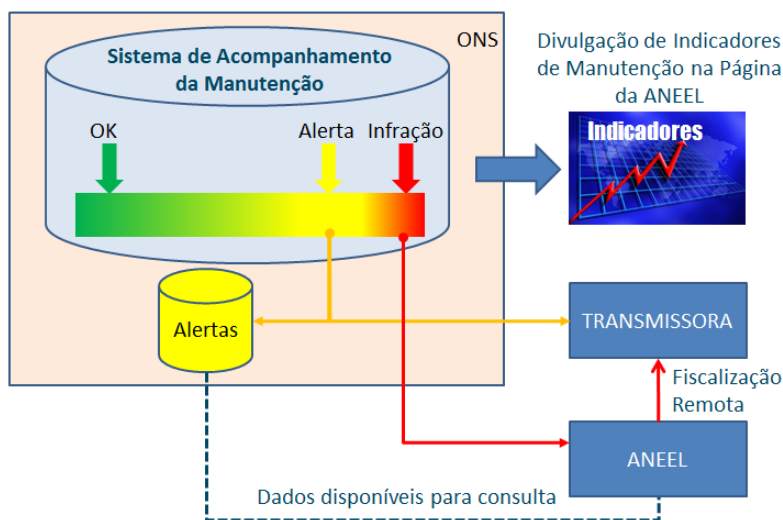


FIGURA 3 – Acompanhamento da execução dos planos de manutenção, com a emissão de alertas automáticos para as transmissoras e para a ANEEL.

Os alertas de notificação de pendências serão monitorados pela SFE e poderão dar origem a outras ações preventivas de fiscalização ou, quando necessário, a instauração de processos de fiscalização.

Além disso, a partir dos dados de execução da manutenção, serão consolidados e divulgados indicadores setoriais, que permitirão aos agentes e à sociedade acompanhar o desempenho das transmissoras na manutenção dos seus ativos de Rede Básica.

3.2 Detalhamento do sistema de acompanhamento da manutenção

O sistema de acompanhamento da manutenção é imprescindível para o monitoramento da manutenção das instalações de transmissão da Rede Básica. Assim, a seguir, são apresentadas as quatro etapas do projeto de implantação do sistema.

O desenvolvimento do sistema de acompanhamento da manutenção foi dividido em quatro etapas, de forma a permitir que as transmissoras cadastrassem os planos de manutenção nas etapas iniciais de implantação, antecipando a aplicação da REN 669/2015. Nesse contexto, a primeira etapa de implantação do sistema consistiu na interface de cadastro dos planos de manutenção pelas transmissoras e na disponibilização de serviços que permitissem a troca de dados entre os sistemas das concessionárias e o sistema de acompanhamento da manutenção. A Figura 4 mostra os casos de uso da primeira etapa de desenvolvimento do sistema.

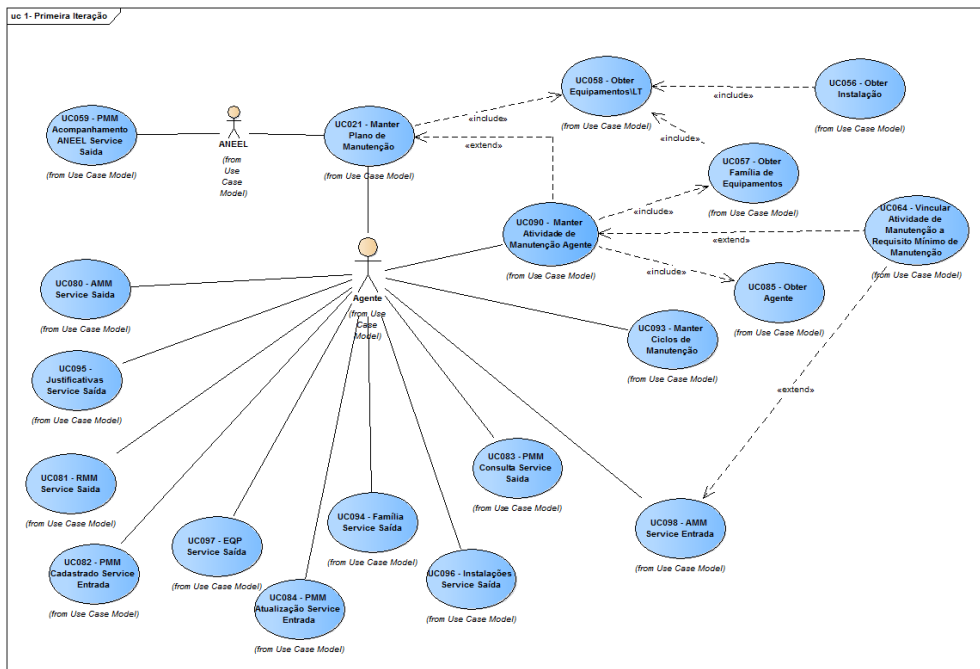


FIGURA 4 - Primeira etapa do sistema de acompanhamento da manutenção

Com a disponibilização da interface de cadastros dos planos de manutenção, foram estabelecidas duas janelas para o cadastramento dos primeiros planos de manutenção. Para manutenções a serem realizadas ainda no ano de 2016, foi estabelecida a janela de cadastro entre 1º de julho e 30 de setembro de 2016. Nessa primeira fase, 42 transmissoras cadastraram seus planos de manutenção, entre as quais, empresas com grande número de ativos de transmissão.

Para as manutenções a serem realizadas a partir de 2017, o cadastramento dos planos de manutenção respeitou a janela anual de atualização estabelecida no regulamento, entre o primeiro dia de agosto e o último dia do mês de novembro. Na primeira janela, 110 transmissoras cadastraram os seus respectivos planos de manutenção.

A segunda etapa de implantação do sistema de acompanhamento da manutenção compreendeu as funcionalidades necessárias para o registro da realização das atividades de manutenção e para o cadastro das manutenções decorrentes. A segunda etapa foi disponibilizada para os agentes de transmissão em 1º de outubro de 2016.

A partir da terceira etapa de implantação do sistema de acompanhamento da manutenção, foram disponibilizados relatórios dos planos de manutenção cadastrados e da execução das atividades de manutenção. Na Figura 5 são apresentados os casos de uso previstos para a terceira etapa de implantação do sistema de acompanhamento da manutenção.

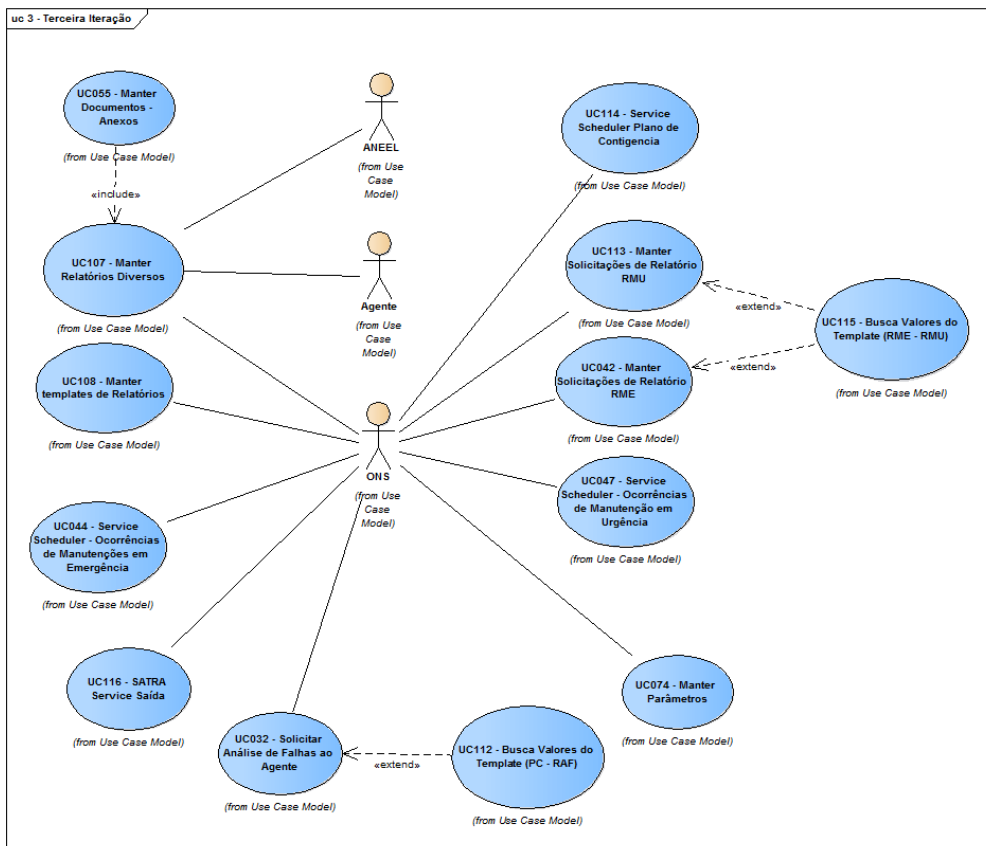


FIGURA 5 - Terceira etapa do sistema de acompanhamento da manutenção.

Os relatórios previstos na terceira etapa de implantação (Caso de Uso “UC107 – Manter Relatórios Diversos”) podem ser utilizados no monitoramento da execução da manutenção como um primeiro conjunto de instrumentos para o acompanhamento da manutenção das instalações de transmissão da Rede Básica. Entretanto, o monitoramento contínuo da execução da manutenção e as efetivas ações de prevenção dependiam da implantação da quarta etapa do sistema de acompanhamento da manutenção.

Na quarta etapa da implantação do sistema de acompanhamento da manutenção foram disponibilizados o mecanismo de Notificação de Pendências e o ambiente analítico, a partir do qual é possível a extração de grandes massas de dados, fundamentais para o trabalho de inteligência analítica, necessário ao monitoramento contínuo da manutenção.

As Notificações de Pendência (Caso de Uso “UC091 – Notificação de pendência”) constituem ferramenta importante no conjunto de ações preventivas para o cumprimento dos planos de manutenção pactuados pelas transmissoras. Essas notificações podem ser emitidas pelo sistema sempre que forem identificadas pendências na execução dos planos

de manutenção e serão acompanhadas pela fiscalização da ANEEL.

Portanto, a implantação da metodologia de monitoramento da manutenção ocorreu efetivamente ao longo do ano de 2017. Após a implementação do novo regulamento, em conjunto com outras ações regulatórias e de fiscalização, foi possível reduzir em 54%, a números de setembro de 2020, as ocorrências de desligamentos na rede básica com corte de carga (COSTA, 2020).

4 | CONCLUSÃO

A regulamentação dos Requisitos Mínimos de Manutenção e do monitoramento da manutenção de instalações de transmissão da Rede Básica resulta da busca da ANEEL por formas mais efetivas de cumprir seu papel de fiscalização, a fim de garantir a adequada conservação dos ativos concedidos do segmento de transmissão de energia elétrica.

Os Requisitos Mínimos de Manutenção, ao definir as atividades mínimas e as periodicidades máximas para as manutenções preditivas e preventivas de equipamentos e linhas de transmissão de Rede Básica, consolidarão uma referência técnica para a avaliação dos planos de manutenção das transmissoras. Além disso, com a regulamentação é possível dar publicidade aos indicadores do desempenho das transmissoras relativos às atividades de manutenção dos ativos.

O monitoramento da manutenção das instalações de transmissão permite seu acompanhamento contínuo, possibilitando a emissão de alertas e a adoção de ações preventivas que antecipem a identificação de problemas que podem levar à degradação dos ativos concedidos.

A regulamentação aprimorou as ferramentas de fiscalização e induziu as transmissoras a despender ainda mais atenção às atividades de manutenção preditiva e preventiva de suas instalações. Em conjunto com outras ações, a intervenção regulatória já reduziu os desligamentos com corte de carga na Rede Básica em 54% comparando os anos de 2017 e 2020.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 7070 – Amostragem de gases e óleo mineral isolante de equipamentos elétricos e análise dos gases livres e dissolvidos**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnica - ABNT, 1981.

ABNT. **NBR 7274 – Interpretação da análise dos gases de transformadores em serviço**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnica - ABNT, 1982.

ABNT. **NBR 7037 – Recebimento, instalação e manutenção de transformadores de potência em óleo isolante mineral**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnica - ABNT, 1993.

ABNT. **NBR 15763 - Ensaios não destrutivos - Termografia - Critérios de definição de periodicidade de inspeção em sistemas elétricos de potência.** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnica - ABNT, 2009.

ABRATE. **Relatório Técnico GTM/SGME nº 007/2007, Grupo da Manutenção (GTM) Subgrupo de Equipamentos (SGME).** Brasília: [s. n.], 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Resolução Normativa nº 63, de 12 de maio de 2004** Brasil: [s. n.], 2004. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2004063.pdf>

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Resolução Normativa nº 669, de 14 de julho de 2015.** Regulamenta os Requisitos Mínimos de Manutenção e o monitoramento da manutenção de instalações de transmissão de Rede Básica. **Diário Oficial da União - DOU**, Brasil: [s. n.], 2015.p. 11. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015669.pdf>

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Resolução Normativa nº 729, de 28 de junho de 2016.** Estabelece as disposições relativas à qualidade do serviço público de transmissão de energia elétrica, associada à disponibilidade e à capacidade operativa das instalações sob responsabilidade de concessionária de transmissão integrantes da Rede Básica e das instalações de transmissão de energia elétrica destinadas a interligações internacionais que se conectam à Rede Básica, conforme Resolução Normativa nº 442, de 26 de julho de 2011, e dá outras providências. **Diário Oficial da União - DOU**, [S. l.: s. n.]p. 97. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2016729.pdf>. Acesso em: 15 out. 2020.

ALSTOM. **Instrução Técnica IT 241 – Manutenção em Transformadores de Força.** Rio de Janeiro: [s. n.], 2011.

ANEEL. **Nota Técnica nº 263, de 12 de dezembro de 2013.** Brasília: [s. n.], 2013.

BRASIL. **Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996.** Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasil: [s. n.], 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9427cons.htm

CARNEIRO, J. C. Gerenciamento de risco de transformadores de potência de subestações: uma metodologia para associação de manutenção centrada em confiabilidade e manutenção preditiva. *In*: 2013, Brasília. **XXII SNPTEE - Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica.** Brasília: [s. n.], 2013.

CIGRÉ. **Guia de Manutenção para Transformadores de Potência, GT A2.05.** [S. l.]: Cigré, 2013. *E-book*.

COSTA, Tito Ricardo Vaz da *et al.* A manutenção preventiva de instalações de Rede Básica e os requisitos mínimos de manutenção. *In*: 2017, Curitiba. **XXIV SNPTEE Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica.** Curitiba: Cigré, 2017. p. CB/GMI/08. Disponível em: <https://www.xxvsnptee.com.br/acervo-tecnico/>

COSTA, Tito Ricardo Vaz da. Gestão de ativos e inovação nos serviços públicos de transmissão: uma visão regulatória. *In*: 2020, São Paulo. **7o Encontro de Gestão de Ativos para Empresas do Setor Elétrico.** São Paulo: MM Soluções Integradas Ltda, 2020. Disponível em: <https://www.egaese.com.br/>

FRONTIN, Sérgio de Oliveira. **Equipamentos de Alta Tensão - Prospecção e Hierarquização de Inovações Tecnológicas**. Brasília: Taesa, 2013. *E-book*.

PINTO, F. A.; ALVES, M. E. G. Aplicação de sistemas de monitoração on-line na visão da engenharia de manutenção. *In*: 2013, Brasília. **XXII SNPTEE - Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica**. Brasília: [s. n.], 2013.

SESSA, C. D. *et al.* Monitoramento preditivo por análise cromatográfica de gases dissolvidos aplicada a comutadores de derivação em carga – Experiência da Cemig. *In*: 2013, Brasília. **XXII SNPTEE - Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica**. Brasília: [s. n.], 2013.

SOUZA, A. C. V. Manutenção centrada na confiabilidade aplicada à gestão de linhas de transmissão localizadas em áreas de ocupação irregular de faixas de passagem. *In*: 2013, Brasília. **XXII SNPTEE - Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica**. Brasília: [s. n.], 2013.

WEG. **Transformador a óleo até 4000 kVA, Manual 10000892317**. Blumenau: [s. n.], 2010.

ÍNDICE REMISSIVO

A

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

Aeronavegabilidade 1, 2, 9, 10

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

Análise probabilística 11, 12, 14

Aviação militar 1, 2, 10

B

Blowdown 46, 48, 50, 54

C

Centrais nucleares 11, 12

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

Certificação 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10

Cock-pit articulado 99

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

Cubesat 20, 28

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

D

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

Detecção de sombras 112, 113, 115, 116

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

Dispositivos de segurança 77, 78, 80

E

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

Estabilidade de rede 170, 182

F

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

G

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

Geração distribuída 136, 137, 138

H

HSV 112, 113, 114, 118

I

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

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

L

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

M

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

Método hardy-cross 187

O

Óxido nitroso 46

P

Parametrização geométrica 120, 121

Parcela variável 87, 89

PDD 170, 178, 181, 182

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

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

Propulsão híbrida 46

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

R

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

Rede malhada 187, 189, 196

Regressão 46

Regulação responsiva 87

Remoção de sombras 112, 113, 116, 118

Risco nuclear 12

S

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

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

Segurança operacional 12, 172

Simuladores 99, 100, 101, 111

T

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

Terminal portuário 29, 30, 32, 33, 42

U

Universidades 20, 22, 27, 259

V

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

Visão computacional 112, 113

ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de
Caráter Multidisciplinar

3

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

@atenaeditora 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de
Caráter Multidisciplinar

3

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

@atenaeditora 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 