

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
 Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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

APRESENTAÇÃO

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 6

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

Data de aceite: 01/03/2021

Data de submissão: 02/07/2020

Edmilson José Dias

CEMIG DISTRIBUIÇÃO

Belo Horizonte - MG

<http://lattes.cnpq.br/5717144151998675>

Willian Alves de Souza

CEMIG DISTRIBUIÇÃO

Belo Horizonte - MG

<http://lattes.cnpq.br/8108925872241337>

Fabio Lelis dos Santos

CEMIG DISTRIBUIÇÃO

Belo Horizonte - MG

<http://lattes.cnpq.br/9947466578720323>

RESUMO: Este artigo tem como objetivo apresentar o projeto de implantação do cabo coberto dupla camada nas redes de distribuição compactas de energia em média tensão da Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG D). Com o importante crescimento e expansão desta rede em áreas urbanas, necessidade crescente de diminuição dos impactos ambientais, melhora constante de desempenho operacional e atendimento dos índices de continuidades do órgão regulador, a inovação tecnológica na composição do novo cabo surgiu como prioridade para a engenharia/manutenção da concessionária. A partir de experiências em campo e laboratórios, o projeto de implantação alcançou os objetivos propostos para a padronização, minimizando o número de

ocorrências no sistema elétrico que impactam na qualidade do fornecimento de energia, imagem da empresa, bem como aumentando a eficiência dos ativos correlacionados.

PALAVRAS-CHAVE: Cabo Coberto, Dupla Camada, Rede Compacta.

ABSTRACT: This article aims to present the project for the implantation of the double layer covered cable in the compact medium voltage distribution networks of Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG D). With the important growth and expansion of this network in urban areas, the growing need to reduce environmental impacts, constant improvement in operational performance and compliance with the continuity indices of the regulatory body, technological innovation in the composition of the new cable emerged as a priority for engineering / maintenance of the concessionaire. Based on experiences in the field and laboratories, the implementation project achieved the objectives proposed for standardization, minimizing the number of occurrences in the electrical system that impact the quality of the energy supply, the company's image, as well as increasing the efficiency of related assets.

KEYWORDS: Covered Cable Double Layer Compact Network.

1 | INTRODUÇÃO

O objetivo principal na aplicação de novas tecnologias em ativos de redes de distribuição pela concessionária de energia elétrica é garantir, através da alocação ótima de recursos

em soluções de engenharia, garantir a eficiência operacional da distribuidora através da redução de custos operacionais sob observação de requisitos mínimos de qualidade de serviço. As ações eficientes de engenharia afetam positivamente a condição dos ativos da rede de distribuição, reduzindo assim a probabilidade de ocorrência e/ou o tempo de restabelecimento de energia, resultando em uma maior disponibilidade de fornecimento de energia elétrica. Assim, o resultado da renovação e/ou inovação tecnológica do ativo, deverá ser a constante melhoria de desempenho, aliado com resultados dos investimentos da manutenção, o que vai reduzir a exposição da distribuidora aos riscos financeiros associados à ocorrência de contingências, a um custo satisfatório da implementação das soluções de engenharia. Neste contexto, as soluções tecnológicas oferecem suporte à gestão de ativos para o planejamento dos investimentos em manutenção, tanto a longo prazo (através de projetos pilotos de aperfeiçoamento tecnológico) como a curto prazo (através de soluções imediatas in loco através de seleção de alvos).

Baseado nestes conceitos, o trabalho a seguir visa apresentar o projeto de implantação do cabo coberto dupla camada nas redes compactas de distribuição de energia em média tensão (13,8 KV) da CEMIG D, através de ações de pesquisa, laboratórios e pilotos em campo, bem como explicar todo o histórico, desenvolvimento e desempenho atual das redes compactas de energia. Os projetos pilotos propostos e realizados mostraram o sucesso do projeto, norteando a empresa para um novo patamar de tecnologia a ser utilizada nas suas redes de distribuição.

2 | DESENVOLVIMENTO

2.1 A rede de distribuição de média tensão compacta com cabo coberto

2.1.1 Histórico e critérios de utilização na CEMIG D

A partir do ano de 1950 um engenheiro americano chamado Bill Hendrix da empresa Hendrix W&C iniciou o desenvolvimento da rede compacta com os condutores instalados em espaçadores, topologia denominada de “spacer cable”. A ideia era de controlar o campo elétrico pela utilização de acessórios não metálicos e feitos com a mesma base polimérica que o cabo protegido, ou seja, com a mesma constante dielétrica. Com isso, o agrupamento dos condutores em um espaçador polimérico exigiria maiores cuidados com as condições de isolamento elétrico entre os condutores fases e o cabo mensageiro. Desta forma, seria possível evitar rupturas no isolamento do conjunto. Além disso, o novo sistema teria compactação próxima à encontrada nas redes isoladas, resultando em uma redução da impedância característica do sistema, além de possibilitar a utilização de vários circuitos na mesma posteação, aumentando o nível de desempenho, qualidade e segurança do sistema de distribuição aéreo.

O Brasil, devido à grande influência dos fabricantes de equipamentos, demanda

por expansão do sistema elétrico e a necessidade de redução nos custos de implantação, adotou, como em vários outros países ao redor do mundo, as redes de distribuição aéreas convencionais como padrão. O desempenho não satisfatório das redes convencionais devido à elevada taxa de falha no fornecimento de energia, baixo nível de qualidade de fornecimento, elevado impacto ambiental e crescente custo operacional deste sistema, motivou o desenvolvimento das redes aéreas compactas no Brasil, no passado conhecidas como redes protegidas com tecnologia mais moderna.

Em 1988, as concessionárias CEMIG, COPEL e Eletropaulo desenvolveram um trabalho conjunto de pesquisa para o uso de cabos cobertos em redes aéreas de 13,8 kV com topologias convencionais. Inicialmente, a pesquisa considerou a utilização de cabos de alumínio cobertos com polietileno em substituição aos cabos de alumínio nus, mantendo-se a topologia convencional com uso de cruzetas e isoladores de porcelana. O objetivo principal do trabalho era testar em campo a eficiência dos cabos cobertos quando em contatos eventuais com galhos de árvores, objetos na rede e ainda convivendo em ambientes com poluição. A experiência mostrou que os cabos cobertos atendiam aos requisitos mínimos para aplicação em áreas urbanas.

Outro evento impulsionador para o desenvolvimento das redes compactas no Brasil ocorreu ao longo da década de 90, com o crescimento das pressões da sociedade e poder público contra a poda agressiva de árvores e a necessidade de maior confiabilidade, qualidade e segurança dos sistemas elétricos de distribuição. Neste cenário, as concessionárias brasileiras iniciaram uma pesquisa mais efetiva referente à implantação das redes aéreas compactas.

Finalmente em 1998, após vários testes realizados em laboratório e em campo, o uso da rede distribuição compacta que consiste no uso de cabos cobertos instalados em espaçadores poliméricos, foi definitivamente padronizado na CEMIG D em novas extensões e reformas de redes urbanas nas bitolas de 50 e 150 mm², tensões 15 e 25 KV. Hoje também é largamente utilizado na maioria das concessionárias brasileiras, substituindo gradativamente a rede convencional (nua). Dentre as vantagens da utilização desse padrão de rede, destacam-se:

- a redução das áreas de podas de árvores em conflito com as redes de distribuição de energia elétrica;
- diminuição do número de interrupções do fornecimento de energia elétrica aos clientes;
- custo de implantação inferior as redes isoladas e subterrâneas;
- melhor otimização e compactação do circuito, melhorando aspecto visual e espacial da rede.

Ao longo dos últimos anos, a implantação do cabo coberto na CEMIG D vem

crescendo quase que exponencialmente alcançando atualmente aproximadamente 13.000 km, o que corresponde a 36% do parque total de 36.300 km de redes de distribuição urbana da concessionária. Com a substituição gradual (em novas extensões e reformas) das redes primárias convencionais existentes pelas compactas, a projeção para após o ano de 2024 é existir mais condutores cobertos do que nus no sistema elétrico urbano da CEMIG D. Contudo, existem critérios bem definidos para a instalação ou não de redes compactas nos circuitos urbanos, dentre os quais destacam-se:

Indicações:

- ramais e derivações com altas taxas de falhas;
- ruas estreitas e com problemas de afastamento;
- redes com mais de um circuito por estrutura;
- descongestionamento de saídas de SE's.

Contraindicações:

- locais densamente arborizados (com galhos e troncos de árvores em contato permanente com o cabo) e com atmosfera contaminante;
- vãos longos sem acesso à rede para manutenção.

2.1.2 Características básicas gerais da rede compacta

A rede compacta é constituída basicamente de cabos cobertos, cabos mensageiros de aço, espaçadores losangulares e isoladores poliméricos. Os 2 últimos são constituídos de material polimérico com isolamento termoplástica HDPE (polietileno de alta densidade) cujas propriedades mecânicas, elétricas e químicas, fornecem a estes componentes dentre outros aspectos, resistência a tração/impacto, rigidez dielétrica, permeabilidade e estabilidade química, os quais garantem a compatibilização elétrica com o cabo coberto e bom desempenho de todo o conjunto. O cabo é dotado de uma cobertura protetora extrudada de material polimérico (XLPE), visando a redução da corrente de fuga em caso de contato acidental com objetos aterrados e a diminuição do espaçamento entre os condutores. Atualmente os polímeros que compõe a rede compacta possuem facilidade de fabricação e processamento, consolidando esta tecnologia no setor elétrico a nível nacional, e no caso da CEMIG D, possibilitando a sua utilização em larga escala em toda sua área de concessão.

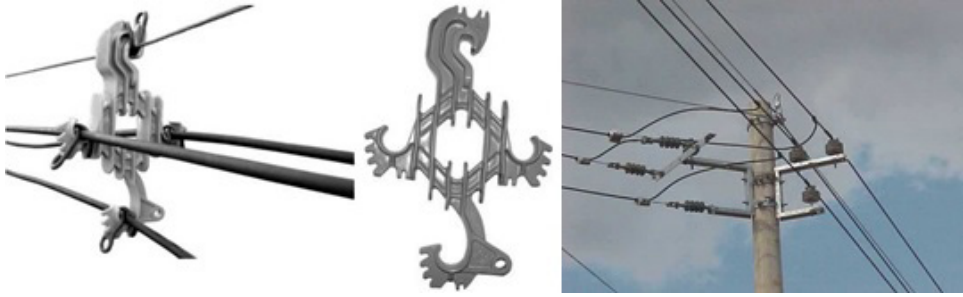


Foto 1: Rede compacta com cabo coberto e acessórios

2.2 O projeto de implantação do cabo coberto dupla camada na rede compacta da CEMIG D

2.2.1 Histórico e origem do cabo coberto dupla camada

Os compostos de polietileno são utilizados em isolamentos de cabos de energia devido as suas propriedades elétricas como: baixo fator de dissipação e constante dielétrica e alta rigidez dielétrica em corrente alternada e impulso. Existem basicamente dois tipos de polietileno normalmente utilizados: o LDPE (baixa densidade) e o HDPE (alta densidade). Sendo o polietileno um polímero amorfo-cristalino, a densidade é intimamente relacionada ao grau de cristalização do material.

O HDPE tem sido utilizado nos EUA para aplicações em redes compactas para tensões de isolamento de até 35 KV, sempre em conjunto com o LDPE em dupla camada, ou seja, o LDPE funcionando como isolamento primária (ótimas propriedades elétricas) e o HDPE como isolamento secundária (ótimas propriedades mecânicas e resistência ao trilhamento elétrico quando em contato com árvores). Hoje os condutores utilizados nos Estados Unidos possuem camadas adicionais e distintas em comparação com os cabos produzidos no Brasil, que possuem camada única.

Ao longo dos últimos 5 anos na CEMIG D, surgiu a necessidade de melhorar a performance das redes compactas, devido a sua queda de desempenho operacional verificadas em várias ocorrências no sistema elétrico, principalmente envolvendo árvores. No final de 2014, iniciou-se então o projeto de implantação do cabo coberto dupla camada, com o foco principal de maior proteção dielétrica e mecânica frente a agentes externos e objetos aterrados.

2.2.2 Motivadores

Ao longo dos últimos 3 anos tem-se verificado na CEMIG-D um aumento significativo das ocorrências relevantes (acima de 20.000 clientes x horas) nos circuitos urbanos de rede compacta, em comparação com os de rede convencional (nua). Em 2017, este

aumento culminou com a ultrapassagem do número de ocorrências na rede compacta em comparação a convencional:

Analisando as ocorrências relevantes em circuitos de redes compactas no ano de 2017, verificamos uma maior contribuição causa árvore em circuitos de redes compactas (31,4% do total).

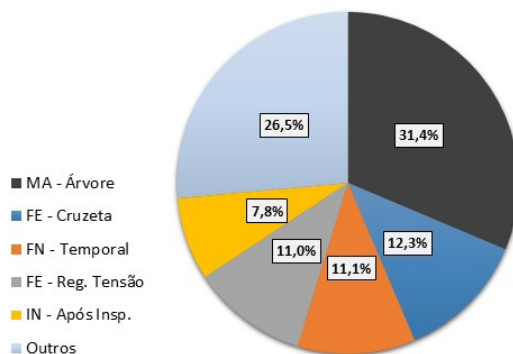


Gráfico 1: Comparativo das ocorrências relevantes em 2017 em circuitos de rede compacta – fonte: GERINT

Dentre os defeitos típicos na estrutura do cabo coberto da rede compacta, destacam-se:

- trilhamento elétrico: formação de caminhos eletricamente condutivos iniciados e desenvolvidos sobre a superfície do material da cobertura, resultando na perda das suas características isolantes provocada pela corrente superficial e micro arcos causados pela diferença de potencial elétrico sobre a superfície; erosão: perda de origem não condutiva de material da superfície isolante;
- trincas/fendas na cobertura do cabo: formação de micro fraturas superficiais em intervalos de aproximadamente 3 metros, consistindo num corte quase perfeito, transversal, e deixando o condutor vulnerável ao meio externo;
- abrasão: desgaste provocado no condutor pelo contato de galhos de árvores de forma constante, diminuindo a espessura do cabo no ponto de contato e consequente carbonização da cobertura.

2.2.3 Premissas do projeto

O projeto de implantação do cabo coberto dupla camada na rede compacta da CEMIG D, que basicamente altera a estrutura da cobertura do cabo, objetiva:

- redução das anomalias provocadas principalmente por árvores em contato com o cabo coberto;

- maior resistência a abrasão, erosão e trilhamento elétrico;
- redução dos custos operacionais e de manutenção, e consequente melhora da confiabilidade no fornecimento de energia elétrica;
- aumento da segurança para população e empregados.

O cabo coberto em utilização na CEMIG possui basicamente um condutor de alumínio com uma cobertura de termofixo extrudado de polietileno reticulado (XLPE), provendo o mesmo de uma capacidade de permitir contatos eventuais com arborização e alguns elementos aterrados. Porém, nem sempre esta propriedade é capaz de evitar danos na estrutura da cobertura do cabo quando do contato permanente com elementos externos aterrados, devido a não equalização das linhas de campo elétrico na superfície do condutor. Uma blindagem no cabo basicamente reduz a distorção das linhas de campo elétrico produzida pela coroa externa fios do condutor:

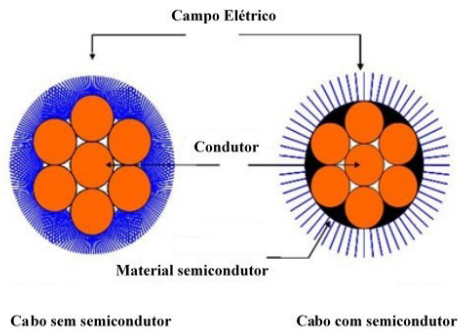


Figura 1: Comparação do campo elétrico no cabo com e sem o material semicondutor

Além da camada semicondutora, uma proteção adicional de HDPE na cobertura existente de XLPE garante uma maior resistência ao trilhamento elétrico e abrasão, duas das principais anomalias de origem elétrica e mecânica do cabo coberto. O Polietileno Reticulado (XLPE) é obtido a partir da modificação da estrutura do Polietileno Termoplástico (LDPE), e possui, além de todas as suas propriedades elétricas, melhores propriedades físicas. O HDPE, que é um polietileno amorfo-cristalino de alta densidade e essencialmente linear, possui baixo fator de dissipação, constante dielétrica e alta rigidez dielétrica em corrente alternada e impulso. A formação completa do cabo dupla camada é constituída:

- o material semicondutor para atenuar a distorção das linhas de campo elétrico na camada externo do condutor;
- a primeira cobertura XLPE como isolamento primária e ótimas propriedades elétricas;

- a segunda cobertura HDPE como isolamento secundária e ótimas propriedades mecânicas e elétricas quando em contato com elementos com árvores;

Assim, obtém-se um cabo coberto dupla camada que potencializa toda a estrutura de isolamento, devido a união das propriedades físicas e químicas dos componentes das diversas camadas da composição.

Contudo, as características construtivas e físicas do cabo dupla camada do projeto piloto: tensão 15 KV, bitola do condutor 50 mm², composição básica de Polietileno Reticulado (XLPE) + Polietileno de alta densidade (HDPE), operando a uma temperatura de 90°C máxima em regime permanente, com dimensões pré-definidas das camadas:

- camada semicondutora com função de equalização do campo elétrico e espessura 0,4 mm;
- camada XLPE com função de isolamento primária, atenuação dos efeitos do campo elétrico/trilhamento elétrico e espessura 1,5 mm
- camada HDPE com função de isolamento secundária, proteção mecânica/elétrica do cabo e espessura 1,5 mm

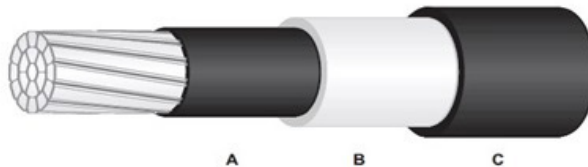


Figura 2: Estrutura física do cabo coberto dupla camada

Após reuniões internas e contatos com alguns fornecedores, em 2015 iniciou-se o projeto de estudo e padronização do cabo coberto dupla camada na CEMIG D, conforme histórico a seguir:

- Jan/15 – 1ª reunião com equipe do projeto;
- Jun/15 – Cadastro do cabo 50 mm²;
- Ago/15 - Aquisição de 5 Km cabo 50 mm²
- Set/15 – Implantação do 1º projeto piloto em Contagem;
- Nov/15 - Implantação do 2º projeto piloto em Nova Lima;
- Mai/16 – Revisão da ET cabo coberto – inclusão do dupla camada;
- Dez/16 – Aquisição: 18,3 Km de 50 mm² e 64,4 Km de 150 mm²;

- Jul/17 – Processo de licitação de 43 Km cabo 50 mm²;
- Fev/18 – Aquisição: 43 Km cabo 50 mm²

2.2.4 Ensaio realizados

Os principais ensaios realizados em fábrica no cabo, antes da aquisição para a realização o projeto piloto, foram:

- características físicas do composto da cobertura e da semicondutora;
- resistência da cobertura à abrasão;
- resistência da cobertura ao trilhamento elétrico (cabo coberto envelhecido em câmara de intemperismo);
- verificação da compatibilidade do material de bloqueio com as conexões;
- NBI – Nível Básico de Isolamento (aumento de 70% em comparação com o cabo coberto normal);

No ensaio de resistência ao trilhamento elétrico realizado em 28/04/2015, a amostra de cabo coberto dupla camada apresentou um resultado bem acima da expectativa para um cabo coberto.

Ensaio resistencia ao trilhamento elettrico	Tensão inicial de ensaio	Tensão mínima a suportar	Tempo mínimo de ensaio	Resistividade da solução contaminante
Especificações	2,5 Kv	2,75 Kv	2 horas	3,95 Ω.m
Resultados do ensaio	2,5 Kv	6,0 Kv	16 horas	3,8 Ω.m

Tabela 1: Resultados obtidos no ensaio de trilhamento elétrico

A amostra do cabo suportou por 16 horas uma tensão final de 6,0 Kv sem apresentar nenhum evento que reprovasse o ensaio. O ensaio só foi finalizado devido o equipamento ter chegado a sua tensão limite.

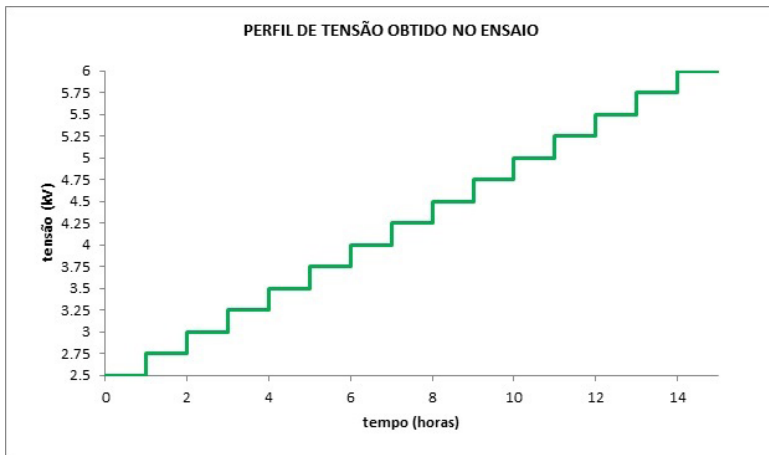


Gráfico 2: Perfil de tensão no ensaio de resistência ao trilhamento elétrico

No ensaio de verificação dos níveis de suportabilidade a Impulsos (NBI) os resultados comprovaram um aumento médio de 63% dos valores em comparação com o cabo coberto normal, o que contribui também positivamente na performance das redes sob descargas atmosféricas em sua proximidade.

<i>Estrutura CM2</i>	<i>Cabo XLPE</i>	<i>Cabo XLPE/HDPE</i>	<i>Aumento %</i>
<i>Polaridade Positiva</i>	237,8 kV	405,0 kV	70,3
<i>Polaridade Negativa</i>	215,9 kV	336,8 kV	56,0

Tabela 2: Resultados obtidos no ensaio de NBI

2.2.5 O projeto piloto

Foram selecionados 2 circuitos na região da grande Belo Horizonte para a realização do projeto piloto, com as seguintes premissas:

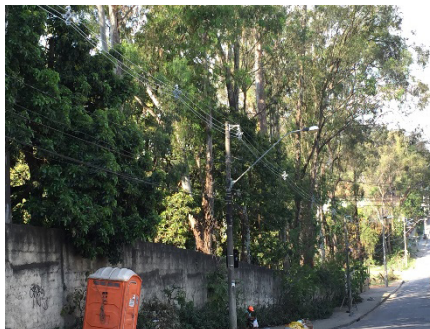
- condutor coberto normal, bitola 50 mm² em derivação trifásica (proteção com chave fusível);
- maior número de ocorrências com reincidências causa árvores, indeterminada e vento (causadas por árvores que apenas tocam transitoriamente a rede), num período médio de 1 ano.

A periodicidade média de podas em redes de média tensão na CEMIG D é de 1 intervenção/ano. Para os 2 trechos selecionados do projeto, suspendeu-se as podas programadas nos mesmos após a data de instalação do cabo protegido dupla camada, visando o teste de desempenho físico e operacional do cabo.

2.2.5.1 – O 1º trecho do projeto piloto

O primeiro trecho selecionado do projeto piloto localiza-se no município de Contagem, com proteção chave fusível e circuito com características de grande concentração de árvores de grande porte (Eucaliptos) acima da rede primária e outras de pequeno porte (Castanheiras). O conflito árvores/rede é quase constante com um número considerável de ocorrências com reincidências.

- data da execução do projeto piloto: 23/09/2015
- número de reincidências acidentais no trecho de Janeiro/2014 até 23/09/2015: 06 (fonte: CONINT⁶)
- tempo total em minutos das interrupções: 573,87 (fonte: CONINT)
- número total de clientes interrompidos: 2.760 (fonte: CONINT)
- comprimento total de condutor dupla camada instalado no circuito: 2 Km
- custo total da obra de instalação do cabo dupla camada (mão de obra + materiais) = R\$ 34.184,00



Fotos 2 e 3: Trecho do 1º projeto piloto durante e após a instalação do cabo dupla camada

2.2.5.2 – O 2º trecho do projeto piloto

O segundo trecho selecionado do projeto localiza-se no município de Nova Lima protegido também por uma chave fusível. O circuito possui grande concentração de árvores (principalmente do tipo “Palmeira”) que, em conflito com a rede, sempre causa danos ao cabo e um número considerável de ocorrências com reincidências:

- data da execução do projeto piloto: 11/11/2015
- número de reincidências acidentais no trecho de Janeiro/2014 até 11/11/2015: 07 (fonte: CONINT)

- tempo total em minutos das interrupções: 445 (fonte: CONINT)
- número total de clientes interrompidos: 1.249 (fonte: CONINT)
- comprimento total de condutor dupla camada instalado no circuito: 800 metros
- custo total da obra de instalação do cabo dupla camada (mão de obra + materiais) = R\$ 6.100,00



Fotos 4 e 5: Trecho do 2º projeto piloto durante e após a instalação do cabo dupla camada

2.2.5.3 – Avaliação técnico econômica do projeto piloto

Após 18 meses decorridos das instalações do cabo coberto dupla camada nos 2 trechos selecionados do projeto piloto, foram realizadas avaliações de desempenho em campo e operacional (CONINT).

2.2.5.3.1 – Análise técnica em campo após 5 meses das instalações:

Após 5 meses decorridos das instalações do cabo coberto dupla camada nos 2 trechos, foi realizada uma avaliação de desempenho em campo e operacional (CONINT): não se verificou ocorrência acidental nos trechos e avarias nos cabos após uma inspeção visual realizada nos 2 circuitos, mesmo após a interrupção de todas as podas e o crescimento/convivência normal das árvores com a rede no período anual chuvoso de dezembro/2015 a março/2016.



Fotos 6, 7, 8 e 9: Conflito do cabo dupla camada com arborização nos 2 trechos após 5 meses

2.2.5.3.2 – Análise técnica em campo após 9 meses das instalações:

Aproximadamente após 9 meses das instalações, foram realizadas inspeções termográficas e criteriosas com a equipe de rede energizada nos 2 trechos dos projetos pilotos. No município de Contagem, além do contato permanente de galhos de palmeira e castanheira com o cabo, foi verificado em dois vãos um esforço mecânico no condutor de maneira severa.





Fotos 10, 11, 12, e 13: Conflito do cabo dupla camada com arborização nos 2 trechos após 9 meses durante e após a instalação do cabo dupla camada

2.2.5.3.3 – Análise técnica em campo após 18 meses das instalações:

Após 18 meses decorridos das instalações do cabo coberto dupla camada nos 2 trechos, foi realizada uma avaliação de desempenho em campo e operacional (CONINT): não se verificou ocorrência acidental nos trechos e avarias nos cabos após uma inspeção visual realizada nos 2 circuitos, mesmo após a interrupção de todas as podas e o crescimento/convivência normal das árvores com a rede em 2 períodos anuais chuvosos: dezembro/2015 a março/2016 e dezembro 2016 a março 2017.



Fotos 14 e 15: Conflito do cabo dupla camada com arborização nos 2 trechos após 18 meses

Análises termográficas:

1º trecho: Município de Contagem/MG

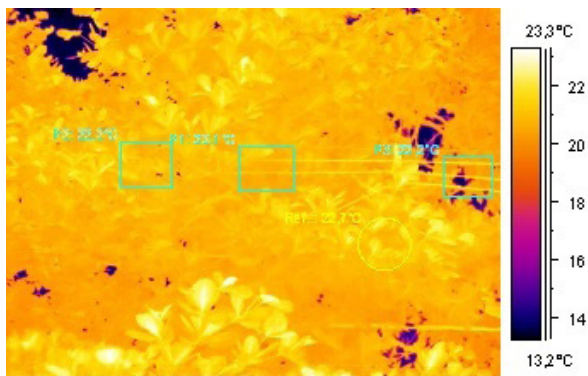


Figura 3: Imagem termográfica de árvores em conflito com o cabo dupla camada no trecho do 1º projeto piloto durante e após a instalação do cabo dupla camada

Área analisada	Temperatura máxima (°C)	ΔT (°C)
P1	22,1	-0,66
P2	22,2	-0,54
P3	22,2	-0,56
Ref. (°C)	22,1	

Tabela 3: Análise termográfica no trecho de conflito do cabo dupla camada com árvores no trecho do 1º projeto piloto

Data: 30/06/2016

Hora: 10:05:24

ϵ : 0,75

T. ambiente: 19,0°C

Umidade: 0,80

Distância do Alvo: 12,0 m

Nº Serial da termocâmera: 404003892

Comentários: Trecho percorrido de cabo 50mm protegido camada dupla, com galho de árvore forçando o mesmo, indicado pelo gráfico P2.

Nota-se que as temperaturas medidas permanecem com variações mínimas, delta diferenciado no percorrer das medições, variando entre -0,66°C e -0,54c.

Observação: Consideramos anomalias térmicas temperaturas acima de 20°C.

Conclusão: Sem anomalias térmicas para as medições (trecho indicado).

2º trecho: Município de Nova Lima/MG

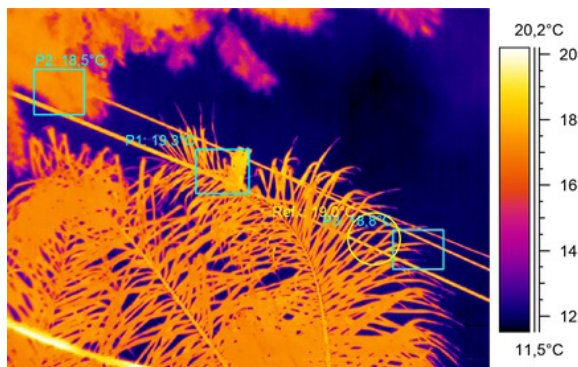


Figura 4: Imagem termográfica de árvores em conflito com o cabo dupla camada no trecho do 2º projeto piloto durante e após a instalação do cabo dupla camada

Área analisada	Temperatura máxima (°C)	ΔT (°C)
P1	19,3	0,30
P2	18,5	-0,48
P3	18,8	-0,14
Ref. (°C)	19,0	

Tabela 4: Análise termográfica no trecho de conflito do cabo dupla camada com árvores no trecho do 2º projeto piloto

Data: 30/06/2016 Hora: 13:50:36 ϵ : 0,75 T. ambiente: 19,0°C

Umidade: 0,80 Distância do Alvo: 12,0 m

Nº Serial da termocâmara: 404003892

Comentários: Trecho percorrido de cabo 50mm protegido camada dupla, com galho de coqueiro tocando no mesmo, indicado pelo gráfico P1 e P3.

Nota-se que as temperaturas medidas permanecem com variações mínimas, delta diferenciado no percorrer das medições, variando entre -0,14°C e 0,30°C.

Observação: Consideramos anomalias térmicas temperaturas acima de 20°C.

Conclusão: Sem anomalias térmicas para as medições (trecho indicado).

2.2.5.4 – Avaliação econômica do projeto piloto:

Considerando: o número total de desligamentos com reincidências causa árvores, indeterminada e vento, num período médio de 1 ano nos circuitos dos 2 trechos dos projetos pilotos, e as conseqüentes despesas totais com manutenção corretiva, compensação real e energia não faturada, o custo total correspondeu a R\$ 11.154,96 conforme demonstrado na tabela a seguir:

Reincidências - 1º projeto piloto	Duração (min)	Causa	Equipamento	NºEquip	Clientes totais	Cliente Hora	Compensação Real	KWH não faturado	KWH + Comp. Real	Custos de manutenção
01/10/2014 - 14:16:00 a 17:46:00	210,00	Arvore	Chave Fusivel	242682	426	1491,00	R\$ 1.118,08	R\$ 89,46	R\$ 1.207,54	R\$ 217,25
27/05/2014 - 08:58:00 a 10:40:00	102,00	Arvore	Chave Fusivel	242682	465	790,50	R\$ 592,88	R\$ 47,43	R\$ 640,31	R\$ 128,52
01/10/2014 - 14:16:00 a 17:46:00	78,00	Arvore	Chave Fusivel	242682	422	534,53	R\$ 400,90	R\$ 32,07	R\$ 432,97	R\$ 131,57
01/10/2014 - 14:16:00 a 17:46:00	110,00	Indeterminada	Chave Fusivel	242682	234	429,00	R\$ 321,75	R\$ 25,74	R\$ 347,49	R\$ 131,57
01/10/2014 - 14:16:00 a 17:46:00	32,87	Arvore	Chave Fusivel	242682	749	410,30	R\$ 307,73	R\$ 24,63	R\$ 332,36	R\$ 217,25
01/10/2014 - 14:16:00 a 17:46:00	43,00	Vento	Chave Fusivel	242682	464	332,53	R\$ 249,10	R\$ 33,31	R\$ 282,41	R\$ 131,57
TOTAL	573,87		TOTAIS		2760	3987,86	R\$ 2.990,44	R\$ 252,64	R\$ 3.243,08	R\$ 957,74
Reincidências - 2º projeto piloto	Duração (min)	Causa	Equipamento	NºEquip	Clientes totais	Cliente Hora	Compensação Real	KWH não faturado	KWH + Comp. Real	Custos de manutenção
23/11/2014 - 00:49:00 a 01:45:00	56,00	Indeterminada	Chave Fusivel	12606	213	188,80	R\$ 802,37	R\$ 80,58	R\$ 882,95	R\$ 238,67
19/02/2014 - 00:27:00 a 01:01:00	34,00	Indeterminada	Chave Fusivel	12606	189	102,00	R\$ 309,06	R\$ 31,11	R\$ 340,17	R\$ 131,57
04/09/2014 - 17:57:00 a 18:27:00	30,00	Indeterminada	Chave Fusivel	12606	178	89,00	R\$ 269,67	R\$ 27,15	R\$ 296,82	R\$ 238,67
05/08/2015 - 00:54:00 a 02:02:00	68,00	Arvore	Chave Fusivel	12606	229	259,53	R\$ 786,38	R\$ 79,16	R\$ 865,54	R\$ 238,67
02/08/2015 - 11:18:00 a 12:40:00	82,00	Arvore	Chave Fusivel	12606	178	243,27	R\$ 737,11	R\$ 74,81	R\$ 811,92	R\$ 238,67
08/08/2015 - 09:53:00 a 11:27:00	94,00	Arvore	Chave Fusivel	12606	154	241,27	R\$ 731,05	R\$ 73,59	R\$ 804,64	R\$ 238,67
29/05/2015 - 08:59:00 a 10:20:00	81,00	Arvore	Chave Fusivel	12606	117	157,95	R\$ 475,02	R\$ 47,22	R\$ 522,24	R\$ 134,83
TOTAL	445		TOTAIS		1249	1291,82	R\$ 3.910,66	R\$ 393,62	R\$ 4.304,28	R\$ 2.649,86
TOTAL GERAL	R\$ 11.154,96									

Tabela 5: Análise das interrupções com reincidências nos 2 trechos do projeto piloto

Este custo total de R\$ 11.154,96 (OPEX), dispendido no atendimento de todas as reincidências nos circuitos dos 2 trechos, pagaria todo o investimento (CAPEX) de aquisição de 2.800 metros de cabo dupla camada utilizados nos 2 projetos (valor total de R\$ 8.512,00), e ainda sobraria R\$ 2.643,00 que poderiam ser investidos na aquisição de mais aproximadamente 870 metros.

2.2.6 Revisão da Especificação Técnica

A especificação técnica da Cemig “CABOS DE ALUMÍNIO COBERTOS PARA MÉDIA TENSÃO” foi revisada em 2016, alterando alguns itens dos ensaios de rotina e de tipo, principalmente no requisito elétrico da cobertura onde exige-se atualmente um valor mínimo de 4,75 kV e 4,50 KV respectivamente, nos valores das tensões de trilhamento para o cabo coberto dupla camada novo e o envelhecido em câmara de intemperismo artificial.

tem	Característica	Valor	Unidade
1	Tensão elétrica aplicada entre o condutor e a água: - tempo mínimo de imersão antes do ensaio - frequência da tensão de ensaio - tempo de aplicação da tensão de ensaio - tensão de ensaio (cabo 15 kV) - tensão de ensaio (cabo 25 kV) - tensão de ensaio (cabo 35 kV)	1 48 a 62 5 18 24 45,6	h Hz min kV kV kV
2	Tensão de trilhamento elétrico: - cabo novo (mínimo) - cabo envelhecido em câmara de intemperismo artificial - cabo coberto de dupla camada novo - cabo coberto de dupla camada envelhecido em câmara de intemperismo artificial.	2,75 2,50 4,75 4,50	kV kV kV kV

Tabela 6: Novo requisito elétrico da cobertura do cabo dupla camada

Os novos requisitos acima garantem a boa performance do cabo coberto dupla camada quando em operação em contato com arborização.

2.2.7 Viabilidade técnico econômica da padronização do cabo coberto dupla camada:

2.2.7.1 - Estudo de caso: otimização de CAPEX

Foram elaborados 2 projetos executivos para reforma de 3 km de um circuito de media tensão no município de Montes Claros, em conflito permanente com arborização e consequente ocorrências causa árvores com OPEX dispendido: o primeiro utilizando cabo isolado 185 mm e o segundo utilizando o cabo protegido dupla camada 150 mm. A redução de custos (mão de obra e material) evidenciou-se em 51 %, conforme tabela a seguir:

Análise comparativa em obra: cabo dupla camada 150 mm2 x isolado 185 mm2			
Isolado - 185 mm2		Dupla Camada 150 mm2	
NS 2000020993 - FI 01 e 02	NS 2000020994 - FI 01 e 02	NS 2000020993	NS 2000020994
R\$ 665.741,22	R\$ 426.345,00	R\$ 311.357,88	R\$ 218.879,19
Total : R\$ 1.092.088,22		Total : R\$ 530.237,07	
Redução no custo na obra			
NS 2000020993	R\$ 354.383,34		
NS 2000020994	R\$ 207.465,81		
Redução total (R\$)	R\$ 561.849,15		
Redução total (%)	51,44		

Tabela 7: Análise comparativa dos custos em obra: cabo coberto dupla camada x cabo isolado

Este fato explica-se pelo menor valor unitário do cabo dupla camada e respectivos acessórios (os mesmos utilizados na rede compacta com cabo coberto normal) quando comparado com o cabo isolado e respectivos acessórios. Comparando os investimentos para aquisição do cabo coberto normal com o dupla camada, observa-se atualmente um acréscimo médio de 15 a 20 % a mais para o segundo. Mas se expandirmos este comparativo para um determinado conjunto de obras com consumo de cabos dupla camada acima de 100 KM, onde possivelmente teremos ganhos de escala e de produção, esta diferença comparativa tende a reduzir para uma faixa de 3 a 5%. Mensurando os ganhos futuros (melhor desempenho operacional e de segurança do cabo coberto dupla camada) conforme verificado nos projetos pilotos, o investimento fica totalmente viável e lucrativo apesar da pequena diferença de custos.

2.2.7.2 - Estudo de caso: redução de OPEX

Pela curva de tendência de crescimento da rede compacta urbana e decréscimo da convencional na CEMIG D, a previsão é que tenhamos em 2024 aproximadamente o mesmo comprimento instalado das duas modalidades nos diversos circuitos urbanos. Com a padronização do cabo coberto dupla camada a partir de 2018, a expectativa é que daqui a 6 anos cerca de 20 % da rede urbana seja constituída desta modalidade. Propondo a

mudança da periodicidade de podas em circuitos com conflito de arborização para 1 vez a cada 2 anos (bienal), apenas nos circuitos com cabo coberto dupla camada, teremos, nos dois primeiros anos após a padronização, uma redução de aproximadamente 5% do total de podas e um consequente OPEX evitado de 2% do total anual. Logicamente esta redução de OPEX será gradativamente significativa ao longo dos anos, com projeção de redução de 6,5% do total até 2024.

3 | CONCLUSÕES

Para uma concessionária de energia elétrica, quanto menor o OPEX em manutenção corretiva e correta aplicação de CAPEX em ativos eficazes, maior será a eficiência operacional e retorno financeiro para a empresa e melhor desempenho para o sistema. Diminuindo a periodicidade de podas nos circuitos com cabo coberto dupla camada, a despesa anual pode ser reduzida e alocada para outro programa de investimento.

O investimento preciso em ativos eficientes mitiga riscos de falhas, os quais promovem menos custos na manutenção corretiva. No caso deste projeto, fica evidenciada a viabilidade de investimento neste novo ativo, norteando a empresa para padronização definitiva a partir de 2018 e efetivação futura de quantidades maiores e significativas de aquisição, com as seguintes expectativas:

- maior desempenho operacional e confiabilidade do sistema elétrico e alinhamento regulatório;
- renovação eficiente dos ativos com aumento de receita;
- disponibilidade de outras equipes para outros tipos de manutenção;
- redução dos custos de manutenção preventiva (periodicidade de podas);
- melhora dos índices DEC/FEC/DIC/FIC, com qualidade de fornecimento de energia satisfatório para clientes e comunidades.

Atividades do projeto finalizadas:

- Diferenciação no campo e no sistema georeferenciado todos os circuitos com cabo coberto dupla camada;
- Elaboração da instrução técnica que define critérios para a aplicação do cabo dupla camada na rede compacta de média tensão: apenas em circuitos urbanos em conflitos com arborização;
- Definição da periodicidade de podas em circuitos com cabo coberto dupla camada para bienal, com redução do custo da precificação da unidade específica de serviço;
- Acompanhamento constante de desempenho operacional nos referidos circuitos.

REFERÊNCIAS

1. CEMIG: **Especificação Técnica - Cabos de Alumínio Cobertos para média tensão**. 02.118 379K. Belo Horizonte/ MG, outubro/2014.
2. CEMIG: **Norma de Distribuição - Instalações Básicas de Redes de Distribuição Compactas**. ND-2.9. Belo Horizonte/ MG, junho/2012.
3. CEMIG: **Norma de Distribuição - Projetos de Redes de Distribuição Aéreas Urbanas**. ND-3.1. Belo Horizonte/ MG, janeiro/2014.
4. GENERAL CABLE: **Relatório de ensaio de resistência ao trilhamento elétrico** – abril/2015
5. CREDSON, de Salles, NOBREGA - **Compatibilidade Dielétrica nas Redes de Distribuição Spacer de 25 Kv** - agosto/2011.
6. ROCHA TEIXEIRA JUNIOR, Mario Daniel - **Cabos de Energia** - 2ª Edição 2004

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 