



Lilian Coelho de Freitas
(Organizadora)

**Engenharia Elétrica
e de Computação:
Atividades Relacionadas com
o Setor Científico e Tecnológico**
4

Lilian Coelho de Freitas
(Organizadora)

**Engenharia Elétrica
e de Computação:
Atividades Relacionadas com
o Setor Científico e Tecnológico**
4

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

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
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto 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
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª 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
Profª Drª 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
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª 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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

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

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
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. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. 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
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
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
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª 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. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Vanessa Mottin de Oliveira Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Lilian Coelho de Freitas

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia elétrica e de computação: atividades relacionadas com o setor científico e tecnológico 4 / Organizadora Lilian Coelho de Freitas. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-459-7

DOI 10.22533/at.ed.597200610

1. Engenharia elétrica. 2. Computação. I. Freitas, Lilian Coelho de (Organizadora). II. Título.

CDD 621.3

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

APRESENTAÇÃO

A Atena Editora apresenta o *e-book* “*Engenharia Elétrica e de Computação: Atividades Relacionadas com o Setor Científico e Tecnológico 3*”. O objetivo desta obra é mostrar aplicações tecnológicas da Engenharia Elétrica e de Computação na resolução de problemas práticos, com o intuito de facilitar a difusão do conhecimento científico produzido em várias instituições de ensino e pesquisa do país.

O *e-book* está organizado em dois volumes que abordam de forma categorizada e interdisciplinar trabalhos, pesquisas e relatos de casos que transitam nos vários caminhos da Engenharia Elétrica e de Computação.

O Volume III tem como foco aplicações e estudos de atividades relacionadas à Computação, abordando temas variados do *hardware* ao *software*, tais como automação e robótica, arquitetura de redes, Internet, computação em névoa, modelagem e simulação de sistemas, entre outros.

O Volume IV concentra atividades relacionadas ao setor elétrico e eletrônico, abordando trabalhos voltados para melhoria de processos, análise de desempenho de sistemas, aplicações na área da saúde, entre outros.

Desse modo, temas diversos e interessantes são apresentados e discutidos, de forma concisa e didática, tendo como base uma teoria bem fundamentada nos resultados práticos obtidos por professores e acadêmicos.

Boa leitura!

Lilian Coelho de Freitas

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
DESEMPENHO DE ISOLADORES SOB CHUVAS INTENSAS Darcy Ramalho de Mello DOI 10.22533/at.ed.5972006101	
CAPÍTULO 2	15
TRAVESSIA DO RIO AMAZONAS E SUPERAÇÃO DA FLORESTA AMAZÔNICA: PROJETO ESTRUTURAL E DESAFIOS CONSTRUTIVOS Juliana Nobre de Mello Motta Roberto Luís Santos Nogueira Luiz Carlos Mendes Mariana Souza Rechtman Renata Cristina Jacob de Jesus DOI 10.22533/at.ed.5972006102	
CAPÍTULO 3	27
PIRTUC: 15 ANOS DEPOIS - AVALIAÇÃO DAS AÇÕES DE INSERÇÃO REGIONAL DA UHE TUCURUÍ Sílvia Maria Frattini Gonçalves Ramos Rosana dos Santos Brandão DOI 10.22533/at.ed.5972006103	
CAPÍTULO 4	41
PLANO DE CORTE MANUAL DE CARGA Anderson Siqueira Nogueira Rodrigo Damasceno Souza Marcelo de Calazans Barcelos Suellen Karine Braga Vieira Walmir de Oliveira Campos DOI 10.22533/at.ed.5972006104	
CAPÍTULO 5	53
PROCEL RELUZ – ILUMINAÇÃO PÚBLICA E SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA EFICIENTES Adjeferson Custódio Gomes Adi Neves Rocha Fabiano Rodrigues Soriano Luís Ricardo Cândido Cortes Taís Mirele Fernandes da Silva Thiago Luís Campos Rodrigues DOI 10.22533/at.ed.5972006105	
CAPÍTULO 6	66
PRODUÇÃO EFICIENTE DE ENERGIA ELÉTRICA UTILIZANDO PAINÉIS FOTOVOLTAICOS COM CUSTO OPERACIONAL REDUZIDO Igor Ferreira do Prado	

Taís Mirele Fernandes da Silva
Marcelo Bento Pisani
Rodrigo Dórea da Silva
DOI 10.22533/at.ed.5972006106

CAPÍTULO 7..... 77

PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM: BREVE PANORAMA

Adjeferson Custódio Gomes
Fabiano Rodrigues Soriano
Fábio Alexandre Martins Monteiro
Luís Ricardo Cândido Cortes
Victor Santos Matos
Vinícius de Souza Andrade Wanderley

DOI 10.22533/at.ed.5972006107

CAPÍTULO 8..... 88

REPRESENTAÇÃO DE MODELOS RACIONAIS NO PROGRAMA ATP

Sergio Luis Varricchio

DOI 10.22533/at.ed.5972006108

CAPÍTULO 9..... 100

**UMA PROPOSTA PARA A IDENTIFICAÇÃO DA ORIGEM DOS FENÔMENOS
VTCDS EM INSTALAÇÕES CONSUMIDORAS SUPRIDAS POR
TRANSFORMADORES DELTA-ESTRELA ATERRADA**

Adrian Ribeiro Ferreira
José Carlos de Oliveira
Paulo Henrique Oliveira Rezende

DOI 10.22533/at.ed.5972006109

CAPÍTULO 10..... 113

**ANÁLISE DO POTENCIAL DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA NO ESTADO DA
BAHIA**

Adjeferson Custódio Gomes
Fabiano Rodrigues Soriano
Giovanna Buscatti Gonçalves
Luís Ricardo Cândido Cortes
Victor Santos Matos
Vinícius de Souza Andrade Wanderley

DOI 10.22533/at.ed.59720061010

CAPÍTULO 11..... 129

**ANÁLISE DA INTEGRAÇÃO HIDRO-SOLAR AUXILIADO POR UM SISTEMA DE
ARMAZENAMENTO DE ENERGIA NA FORMA DE HIDROGÊNIO JUNTO À USINA
HIDROELÉTRICA DE MANSO**

Juarez Corrêa Furtado Júnior
Ennio Peres da Silva
Vitor Feitosa Riedel
Demóstenes Barbosa da Silva

Diogo Oliveira Barbosa da Silva
Ana Beatriz Barros Souza
Hélio Nunes de Souza Filho

DOI 10.22533/at.ed.59720061011

CAPÍTULO 12..... 146

ANÁLISE DE METODOLOGIAS PARA DETECÇÃO DE PERDA DE EXCITAÇÃO EM GERADORES SÍNCRONOS

Mateus Camargo Franco
Eduardo Machado dos Santos
Alex Itczak
Arian Rodrigues Fagundes
Artur Henrique Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.59720061012

CAPÍTULO 13..... 160

DESENVOLVIMENTO DE FUNCIONALIDADES COMPUTACIONAIS PARA ATENDIMENTO DOS NOVOS PROCEDIMENTOS DE REDE PARA ESTUDOS DE DESEMPENHO HARMÔNICO

Cristiano de Oliveira Costa
Sergio Luis Varricchio
Franklin Clement Véliz
Fabiano Andrade Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.59720061013

CAPÍTULO 14..... 174

EXTRAÇÃO DE PARÂMETROS DE MÁQUINAS SÍNCRONAS POR MEIO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DE ENSAIO DE CURTO-CIRCUITO

Guilherme Gomes dos Santos
Paulo Sérgio Zanin Júnior

DOI 10.22533/at.ed.59720061014

CAPÍTULO 15..... 188

APRENDIZADO AUTODIDATA DA LÍNGUA INGLESA

Lucas Eid Ramire Gonçalves
Luiz Eduardo Vieira Montanha
Marco Antonio Nagao

DOI 10.22533/at.ed.59720061015

CAPÍTULO 16..... 193

MODELAGEM DE PROCESSOS: UMA PROPOSTA DE MELHORIA PARA A ATUAÇÃO DAS EQUIPES DE SAÚDE DA ATENÇÃO BÁSICA

Ana Carla do Nascimento Santos
Jislane Silva Santos de Menezes
Almerindo Nascimento Rehem Neto
Adriana de Melo Fontes
Gilson Pereira dos Santos Júnior
Jean Louis Silva Santos

Cristiane Oliveira de Santana

DOI 10.22533/at.ed.59720061016

SOBRE A ORGANIZADORA.....	206
ÍNDICE REMISSIVO.....	207

CAPÍTULO 2

TRAVESSIA DO RIO AMAZONAS E SUPERAÇÃO DA FLORESTA AMAZÔNICA: PROJETO ESTRUTURAL E DESAFIOS CONSTRUTIVOS

Data de aceite: 01/10/2020

Juliana Nobre de Mello Motta

Marte Engenharia

Roberto Luís Santos Nogueira

Isolux Infrastructure

Luiz Carlos Mendes

UFF

Mariana Souza Rechtman

Marte Engenharia

Renata Cristina Jacob de Jesus

Marte Engenharia

RESUMO: Este IT descreve os principais aspectos desafiadores que foram superados tanto no projeto como na construção das Linhas de Transmissão do Sistema Tucuruí - Macapá – Manaus, mais especificamente nas LTs 230 e 500kV Tucuruí – Jurupari – Oriximiná – Macapá, com enfoque na travessia do rio Amazonas, bem como na floresta amazônica e de suas áreas alagadas, tendo em vista a importância desta interligação das principais cidades do norte do país, Manaus e Macapá, antes isoladas eletricamente do Sistema Interligado Nacional (SIN). Serão tratados os aspectos principais de otimização aplicados neste projeto de características exclusivas, como o vão de 2.108 m de extensão e torres de circuito duplo com alturas de 296 m, necessários para se atravessar o rio Amazonas Além disso, as soluções de projeto e construtivas para se transpor o bioma

amazônico, cuja floresta apresenta um dossel com cerca de 40m de altura, e que apresenta extensas áreas permanentemente alagadas, no caso específico da LT, um trecho contínuo de 70 km. A dependência de grandes cidades da região amazônica por geração térmica é superada com a instalação dessas novas LTs. O abastecimento energético por energia provinda de geração hidroelétrica beneficia o meio ambiente, na medida que minimiza a emissão de CO₂. Serão apresentadas as análises do projeto da torre de 296m de altura, incluindo o cálculo de cargas, a seleção da estrutura e o projeto de componentes estruturais e conexões. Em projetos típicos, torres estruturadas em perfis cantoneiras representam a solução mais adequada, porém para a travessia em questão, será mostrada a avaliação técnica/econômica e os benefícios da opção por perfis tubulares. O comportamento estrutural deste tipo de torre, nomeado GTS, será discutido e a razão para a escolha das propriedades estruturais estarão presentes neste estudo. Além disso, a vibração induzida pelo vento e a análise não-linear da estrutura deve ser considerada para este tipo de torre. A definição da estrutura será justificada com a verificação dos efeitos dinâmicos e a visualização das deformações. De forma a assegurar a fabricação e montagem de alta precisão deste tipo de torre, GTS, algumas técnicas principais, os desafios e inovações serão apresentados. Para completar a fabricação das duas torres GTS, foram tomadas as medidas de controle de qualidade do material com ensaios não destrutivos e testes físicos e químicos. Será demonstrado o desafio de fabricar grandes tubos de aço com 28 milímetros

de espessura, sendo necessários testes a fim de se obter a melhor solução na técnica de dobragem dos perfis. Simultaneamente, a tensão residual e sua distribuição foram testadas e medidas para assegurar que as tensões residuais fossem mínimas na fabricação dessas peças. As principais técnicas sobre a construção das duas torres de suspensão serão fornecidas em detalhe no desenvolvimento do IT. Os principais tópicos que serão abordados seguem descritos abaixo:

- Esquema da travessia;
- Definições de carregamento de vento;
- Hipóteses de carregamentos;
- Normas de dimensionamento utilizadas;
- Materiais aplicados;
- Análise estrutural:Pré-dimensionamento,cálculo não linear, indicação do membro mais carregado e ligação mais solicitada, verificação da deformação, análise dinâmica;
- Aproveitamento do elevador industrial na construção como grua;
- Procedimento de construção.

PALAVRAS-CHAVE: Travessias, cálculo estrutural, construção.

1 | INTRODUÇÃO

Torres de Suspensão: Para cruzar a extensão do rio de 2.108 m, o tipo torre de suspensão (GTS) foi escolhido para minimizar a sua carga, como a altura necessária de 296 m (altura da fase inferior 257,5 m). As torres são feitas de aço perfil tubular, cujo membro principal tem as dimensões 1530x28 mm (diâmetro x espessura). O peso total da torre é de 2381 tf e sua base 48 m x 48 m. Como a extensão do rio supera o vão da travessia, uma torre foi instalada em uma ilha e outra na ponta do rio.

Torres de Ancoragens: Para ancorar os condutores especiais, duas torres com um circuito de configuração vertical de fases, chamadas GTA, foram instaladas, antes e após as torres de suspensão de acordo com o esquema mostrado na Figura 1. Estas torres têm 40 m de altura e suportam a diferença longitudinal entre o condutor da travessia especial e o condutor padrão da LT: AAAC 1055 MCM.

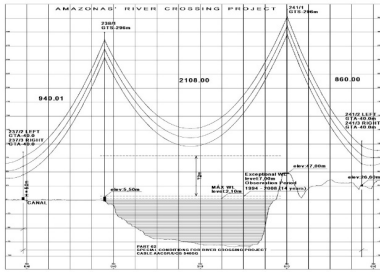


FIGURA 1 - Esquema da Travessia



FIGURA 2 – Imagem das Travessias

Cabo condutor: Com o vão longo da travessia foi necessário utilizar um condutor especial com núcleo de aço de alta resistência (330 MPa) para reduzir a flecha do cabo e altura da torre, e camadas externas de liga de alumínio para atender as especificações elétricas. Vários tipos de cabos foram avaliados e a melhor escolha técnico-econômica foi o condutor AACSR UGS com carga de ruptura de 59.400 kgf.

Cabos para-raios: Dois OPGW (330 mm²) foram instalados, composto por fios de aço revestido de alumínio e tubo de aço contendo 36 fibras ópticas com carga de ruptura de 44.930 kgf.

2 | PRESSÕES DE VENTO

De uma forma geral, as normas internacionais para as linhas de transmissão têm sua precisão restrita a torre com alturas de até 60 metros e extensão de comprimentos de até 800 m. Para superar a situação, foram utilizados fatores de correção nas fórmulas e a norma de vento adotada foi a EN50341.

Alturas dos componentes:

Condutores = 155 m

Para-raios = 175 m

Isoladores = 265 m

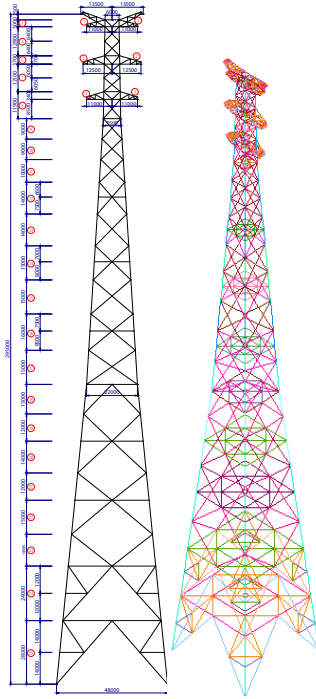


FIGURA 2 – Silhueta da torre GTS

Componente	Vento (kgf/m ²)
Condutor	145
Para-raios	148
Isolador	260

Tabela 1 – Pressões de vento nos cabos

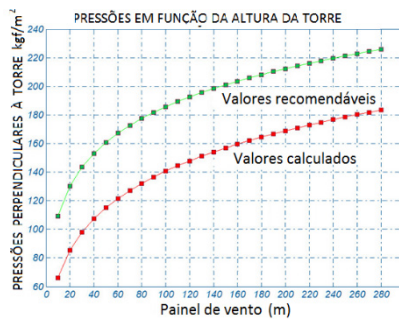


FIGURA 3- Pressões de vento na torre

Fonte:Batávia

3 I DIMENSIONAMENTO

Foi feita a análise não linear da estrutura (Figura2), utilizando dois programas TTA e SAP 2000 foi adotada na análise estrutural global, que é compatível com as estruturas de treliça de grandes alturas submetidas a grandes cargas. Durante a análise, as cargas que atuam sobre cada membro da torre e os deslocamentos correspondentes no topo da torre foram investigados e comparados. O limite de resistência de cada membro da torre foi calculado de acordo com as recomendações da norma ASCE 10-97.

A torre em perfis tubulares de aço foi recomendada para este projeto, pois a torre GTS tinha uma grande altura, grandes cargas. A estrutura de tubular de aço tem boa rigidez e propriedades de alta resistência.

Abaixo pode ser visualizada a diferença de peso entre a torre com a geometria escolhida e a torre com estrutura de cantoneiras:

Tipos	Torre em perfis tubulares	Torre em cantoneiras
Peso em tf	2381	3282

Tabela 2 – Pesos das torres

Os perfis foram calculados com material Q345B (equivalente ASTM A572 GR50). Para as placas de ligação Q235B (equivalente A36).

O dimensionamento da estrutura à flambagem local e às forças globais de estabilidade foi executado de acordo com as normas

ASCE 48-11 e AISC 360-05, listadas com as seguintes equações:

$$\text{ASCE 48-11: } \left[\left(\frac{P}{A} + \frac{M_x c_y}{I_x} + \frac{M_y c_x}{I_y} \right)^2 + 3 \left(\frac{VQ}{It} + \frac{Tc}{J} \right)^2 \right]^{1/2} \leq F_t \quad (3.1)$$

$$\text{AISC 360-05: Quando } \frac{P_r}{P_c} \geq 0.2 \quad \frac{P_r}{P_c} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \leq 1.0 \quad (3.2)$$

$$\text{Quando } \frac{P_r}{P_c} < 0.2 \quad \frac{P_r}{2P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \leq 1.0 \quad (3.3)$$

Onde: P=força normal; A=seção transversal; V=cortante; Mx=momento fletor no eixo x; My= momento fletor no eixo y; Ix=Inércia no eixo x; Iy= Inércia no eixo y; t=espessura; T=momento torçor. Pr = compressão solicitante; Pc=compressão admitida; Mr=flexão solicitante, Mc=flexão admitida.

Para exemplificar o cálculo da estrutura, é demonstrado na tabela 3 o

montante mais solicitado da estrutura $\phi 1530\text{mm} \times 28\text{H}$ (HTS).

Compressão máxima	31978 kN
Compressão admissível	36339 kN
Utilização	88% - Ok

Tabela 3 – Montante mais solicitado

Na tabela 4 é demonstrada a ligação mais solicitada da estrutura:

T (Tração)	21860 kN
N (Compressão)	32861 kN

Tabela 4 - Esforços na ligação



FIGURA 3 – Montante da Torre

Flange and Bolt Parameters	
D1 (diâmetro externo)	1910 mm
D2 (diâmetro interno)	1530 mm
Espessura do perfil	190 mm
D0 (diâmetro da linha de parafuso)	1720 mm
Diâmetro do parafuso	60 mm
n (numero de parafusos)	28
t (espessura da chapa)	42 mm

Tabela 5 – Parâmetros da chapa de ligação e parafusos

Parafuso (Material 8.8)	
Máxima tração	780.7 kN
Tração admissível	890.9 kN
Utilização	88% - Ok
Chapa (Material Q345)	
Momento máximo	249 N/mm ²
Momento admissível	295 N/mm ²
Utilização	84% - Ok

Tabela 6 – Cálculo da ligação

Quatro tipos de ligações foram adotadas para a estrutura, conforme Figura 4.

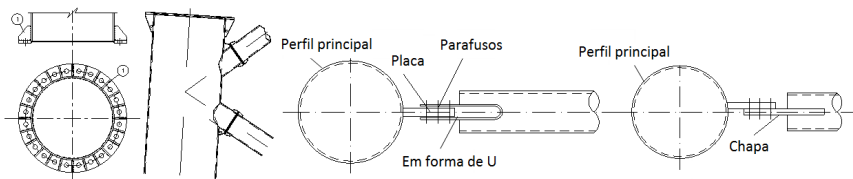


FIGURA 4 - Ligações

Com base na análise da estrutura (Figura 2), os primeiros modos de vibração foram mostrados na Figura 5 abaixo:

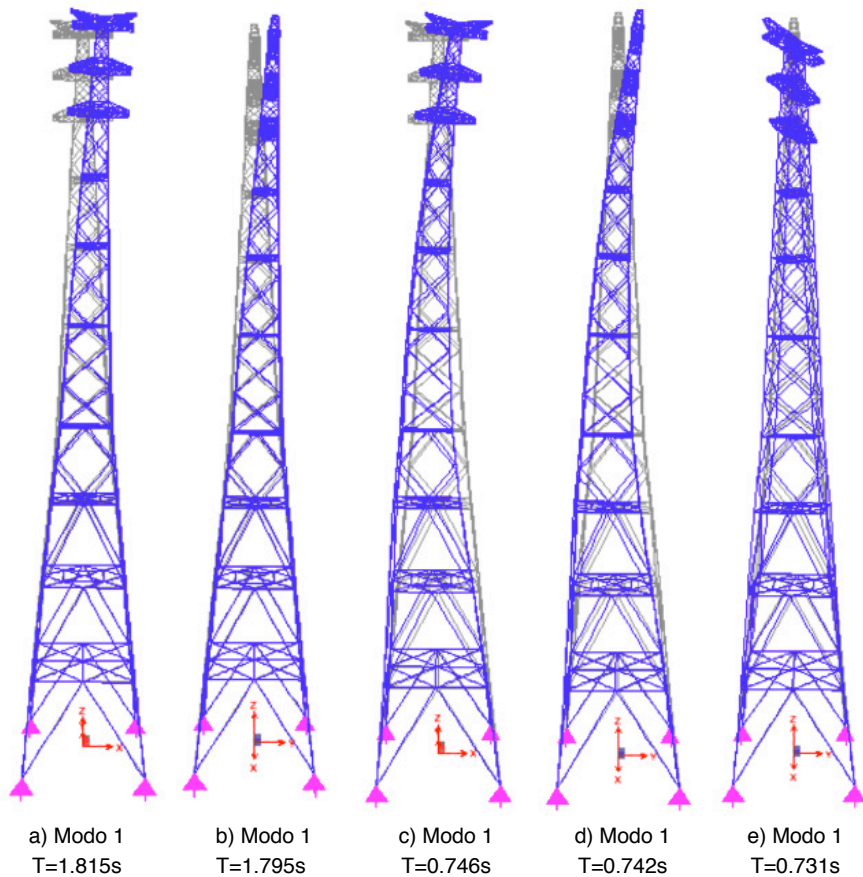


Figura 5 – Análise dinâmica da estrutura

4 | CONSTRUÇÃO

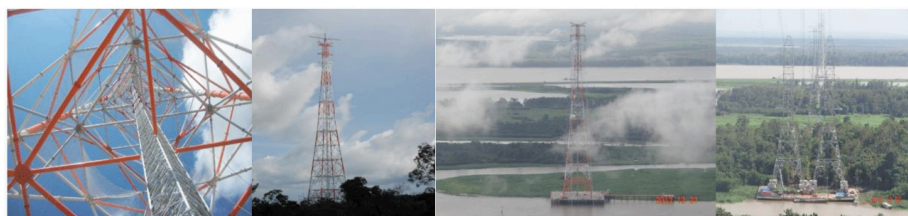


FIGURA 6 – Visão global das torres

Os desafios apareceram desde a fabricação, foi difícil de fabricar uma quantidade enorme de tubos de aço usando placa 28 milímetros de espessura, de modo que testes de foram realizados, a fim de se obter dados para flexão das peças. Simultaneamente, a tensão residual e sua distribuição foram testadas e

medidas para assegurar que as tensões residuais fossem mínimas. Além disso, a manipulação dos membros à vibração foi feita para libertar a tensão residual.

As dificuldades específicas relacionadas com a travessia do Rio Amazonas tiveram que ser vencidas com planejamento de construção, tais como: interrupção total do tráfego fluvial não permitidos, longo vão para suspender os cabos sob alta tensão, um tratamento especial ao cabo para evitar danos, especial cuidado para evitar qualquer contato dos cabos à terra, entre outras características.

Para distância cabo-solo foi necessário manter a altura de 72 m em relação ao nível máximo de cheia do rio. No entanto, durante a montagem dos cabos foi necessário reduzir esta altura para a 30 m para minimizar a tensão para 7900 kgf para cada subconductor. Caso contrário, seria necessário aplicar uma tensão de 9400 kgf.

Outro cuidado refere-se às roldanas para evitar alguma perda de tensão. O processo para suspender o condutor AACSR ao longo da travessia foi executado na seguinte sequência (Figura7):



FIGURA 7 – Lançamento dos cabos

Φ 8 mm corda (através de um barco), Φ 18 mm corda, cabo de aço Φ 20 mm, 2 x Φ 20 mm de cabo de aço, Φ 28 mm de cabo de aço, 2 x Φ 28 mm de cabo de aço, 4 x condutor AACSR.

As aprovações de restrição de trânsito foram autorizadas sob rigoroso cuidado.

A interrupção durante o lançamento limitou-se a 600 m de largura, centrada no rio, enquanto fora desta área apenas embarcações com mastros de até 25 m foram autorizados. À noite, o tráfego para embarcações altura até 40 m de altura

foi permitido. Barcos da polícia foram responsáveis por assegurar a execução do planejamento.

Para a instalação da torre GTS na região alagada, foi necessário instalar uma plataforma com 17000 m³ de concreto, 450 estacas de aço com 50 m de profundidade (Figura8).

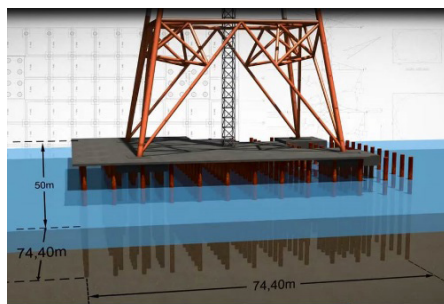


FIGURA 8 – Fundação

Além disso, para cerca de 70 km ao longo de uma extensão contínua da linha, o material só poderia ser transportado através de navios. Foi a melhor escolha para evitar a construção de estradas de acesso no meio da floresta Amazônica.



FIGURA 9 – Transporte de material

FIGURA 10 –
Construção da
torre

O sistema de aterramento foi especialmente projetado para combinar com a alta resistividade do solo. Portanto, foi necessário instalar 5 estacas de aterramento a uma profundidade de penetração mínima de 33 m. O elevador também foi aterrado neste sistema. Uma camada especial de concreto foi aplicada sobre a base de torre para cumprir os requisitos de segurança.

5 | IMPACTOS AMBIENTAIS

Este Projeto Linha de Transmissão em análise possibilitou a conexão das principais cidades de Macapá e Manaus com a Usina Hidrelétrica de Tucuruí. Antes disso essas cidades eram isoladas do SIN e exclusivamente dependente de usinas termelétricas. A redução estimada nas emissões é o equivalente a 1,3 milhões de toneladas de CO₂ por ano.

Além disso, para reduzir o impacto sobre a floresta tropical virgem, a Linha de Transmissão foi projetada considerando a catenária do condutor acima do topo das árvores (Figura 11), atingindo até 40 m na temperatura máxima de operação de 70 °C. Além disso, foram adotadas torres autoportantes (em vez de estaiadas) para minimizar a área de desmatamento. Para ter acesso construção e lançar os cabos, a faixa de operação foi restringida a uma largura de 5 m. Além disso, a localização da torre em áreas de preservação protegidas foi proibida sob rigorosa vigilância.



FIGURA 11 – Linha de Transmissão por cima da floresta

6 | CONCLUSÃO

O projeto da LT Tucuruí - Xingu - Jurupari representou um novo paradigma para a Rede Elétrica Brasileira, devido a uma ampla gama de desafios. Em primeiro lugar, por estar no interior da Floresta Amazônica; em segundo lugar, por possuir a torre de transmissão mais alta das Americas (296 m e terceira do mundo); e, por último, o vão mais longo em área plana no Brasil (terceira nas Americas), incluindo técnicas especiais de construção em zonas húmidas.

Com base em estudos estruturais, a estrutura apresentada uma geometria adequada, incluindo vantagens claras quando comparado com outras geometrias

mencionadas neste artigo. O comportamento estrutural está de acordo com as melhores práticas de engenharia, comprovando a eficiência do projeto.

Os aspectos ambientais foram especialmente considerados no projeto, como a Linha atravessa um dos biomas mais importantes e preservados do mundo, a Floresta Amazônica. A construção foi desafiadora devido a aproximadamente 70 quilômetros de extensão contínua sobre zonas húmidas, a ausência de rodovias, lançamento dos cabos dentro de apenas 5 m de faixa, transporte de material através de balsas, estação fluvial de produção de concreto, entre outros.

REFERÊNCIAS

- (1) Hui, Y., Liu, Y. and Zhao, D. – Geometric nonlinear analysis of transmission tower with continuous legs”. Proceedings of International Conference on Advances in Steel Structures, Hong Kong, 1996.
- (2) CAO, J., PACKER, J. A. Design of Tension Circular Flange Joints in Tubular Structures. Engineering Journal, American Institute of Steel Construction.vol.34, n.1, p.17-25, First Quarter 1997.
- (3) Q/GDW384. The manufacturing code for transmission line steel tubular tower, 2009.
- (4) EN Publication 50341 - Overhead Electrical Lines Exceeding AC 1 kV, 2012
- (6) R.L.S. Nogueira, E. Cavalcanti, J. Rocha, J.N.M. Motta, S.M.M. Felix, R.M. Souza, A.A. Menezes, Amazon River Crossing and Rainforest Issues in Brazil- The Tucuruí - Jurupari – Macapá- OHTL System - Design Optimization, Sustainability and Overall Challenges, Cigré Canada Conference 2014.
- (7) LIN Zhitian, ZHANG Dachang, DAI Gangping, LI Buhui, WANG Chaosheng, ZHAO Wenbo - Design, Fabrication and Erecting of the Long Span Transmission Tower for Crossing the Amazon River of 500kV TL Tucuruí–Xingu–Jurupari–Oriximiná - Cigré Canada Conference 2014.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ação socioambiental 27

Alternative Transient Program (ATP) 88

Armazenamento de energia elétrica 129, 131, 138, 143, 144

Atenção básica de saúde 193, 201, 203

B

BPMN 193, 194, 195, 197, 198, 204, 205

C

Cálculo estrutural 16

Chuva 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14

Compensações sociais 27

Custo operacional 66, 76

D

Descargas disruptivas 3

Desempenho dielétrico 1, 2, 13

Distribuição de energia 144

E

Eficiência energética 53, 54, 55, 56, 61, 62, 64, 66, 67, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 85, 86, 87, 117, 127, 137, 144

Eletrobras 28, 33, 38, 39, 40, 58, 64, 65, 79, 86, 163

Eletronorte 27, 28, 31, 33, 38, 39, 40

Energia solar 66, 67, 68, 73, 76, 114, 115, 116, 127, 128, 136, 139, 141, 145

Energia solar fotovoltaica 66, 76, 127, 128, 136, 139, 141

Envoltórias 146, 148, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 183

Extração de parâmetros 174, 183, 184, 186

F

Filtro morfológico 146, 151, 152, 154, 157, 159

Funções de transferência 88, 89

G

Geração de energia 61, 63, 66, 67, 68, 71, 76, 84, 87, 129, 130, 139, 140, 141

Gerador síncrono 146, 149, 150, 153, 159, 187

H

Harmônicos 160, 161, 163, 164, 165, 167, 171, 172

HarmZs 89, 90, 98, 160, 161, 163, 164, 165, 166, 167, 169, 170, 172

Hidrogênio 129, 131, 132, 138, 139, 141, 142, 143, 144

I

Iluminação pública 53, 54, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65

Isoladores 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17

M

Máquina síncrona 147, 148, 149, 152, 174, 175, 177, 178, 179, 181, 182, 183, 184, 185, 186

Modelagem de processos 193, 197

Modelo de acompanhamento 88, 93

Modelos racionais 88, 89, 90

O

Operador nacional do sistema elétrico 41, 133, 143, 161

P

Painéis fotovoltaicos 66, 69, 76, 84, 131, 136, 137, 142

Painéis solares flutuantes 129, 130

Perda de excitação 146, 147, 148, 152, 153, 154, 157, 158, 159

Plano de corte manual de carga 41, 42, 46, 48, 51

Potência ativa 47, 146, 148

Procedimentos de redes 160

Procel Reluz 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65

Programa brasileiro de etiquetagem 56, 77, 78, 82, 86, 87

Q

Qualidade da energia 100, 103

R





Reatância 174, 175, 177, 178, 180, 183, 186

S

Sistema interligado nacional 15, 41, 119, 138, 161, 162, 171

U

UHE Tucuruí 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 37, 38, 39, 40

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

**Engenharia Elétrica
e de Computação:
Atividades Relacionadas com
o Setor Científico e Tecnológico**
4

🌐 www.atenaeditora.com.br
✉ contato@atenaeditora.com.br
📷 @atenaeditora
📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

**Engenharia Elétrica
e de Computação:
Atividades Relacionadas com
o Setor Científico e Tecnológico**
4