

JOÃO DALLAMUTA
HENRIQUE AJUZ HOLZMANN
(ORGANIZADORES)

Collection:

APPLIED ELECTRICAL ENGINEERING

Atena
Editora
Ano 2022

JOÃO DALLAMUTA
HENRIQUE AJUZ HOLZMANN
(ORGANIZADORES)

Collection:

APPLIED ELECTRICAL ENGINEERING

Atena
Editora
Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 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 Exatas e da Terra e Engenharias**

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

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

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

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C697 Collection: applied electrical engineering / Organizadores
João Dallamuta, Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta
Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-858-5

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.585222801>

1. Electrical engineering. I. Dallamuta, João
(Organizador). II. Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). III.
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



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; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

A engenharia elétrica tornou-se uma profissão há cerca de 130 anos, com o início da distribuição de eletricidade em caráter comercial e com a difusão acelerada do telégrafo em escala global no final do século XIX.

Na primeira metade do século XX a difusão da telefonia e da radiodifusão além do crescimento vigoroso dos sistemas elétricos de produção, transmissão e distribuição de eletricidade, deu os contornos definitivos para a carreira de engenheiro eletricista que na segunda metade do século, com a difusão dos semicondutores e da computação gerou variações de ênfase de formação como engenheiros eletrônicos, de telecomunicações, de controle e automação ou de computação.

Produzir conhecimento em engenharia elétrica é portando pesquisar em uma gama enorme de áreas, subáreas e abordagens de uma engenharia que é onipresente em praticamente todos os campos da ciência e tecnologia.

Neste livro temos uma diversidade de temas, níveis de profundidade e abordagens de pesquisa, envolvendo aspectos técnicos e científicos. Aos autores e editores, agradecemos pela confiança e espírito de parceria.

João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A MODEL BASED DESIGN APPROACH FOR KNOCK CONTROL IN INTERNAL COMBUSTION ENGINES USING MACHINE LEARNING

Eduardo Vieira Falcão

Vinicius Mafra Melo

Péricles Rezende Barros

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5852228011>

CAPÍTULO 2..... 15

DEVELOPMENT OF A COMPUTATIONAL TOOL FOR DIMENSIONING AND ANALYZING THE ECONOMIC FEASIBILITY OF PHOTOVOLTAIC SYSTEMS

David Coverdale Rangel Velasco

Elivandro Tavares Lôbo

Welder Azevedo Santos

Wagner Vianna Bretas

Rodrigo Martins Fernandes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5852228012>

CAPÍTULO 3..... 21

OTIMIZAÇÃO DE OPERAÇÕES MODULARES ATRAVÉS DO USO DE PSEUDO-MÓDULOS

Augusto Cezar Boldori Vassoler

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5852228013>

CAPÍTULO 4..... 33

OTIMIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA USANDO SIMULAÇÃO MATEMÁTICA E TESTES EXPERIMENTAIS

Eduardo G. Silva

Alexandre S. Caporali

Cesar da Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5852228014>

CAPÍTULO 5..... 49

MAPAS COGNITIVOS FUZZY DINÂMICOS ADAPTATIVOS APLICADOS EM PROCESSO INDUSTRIAL

Márcio Mendonça

Francisco de Assis Scannavino Junior

Wagner Fontes Godoy

Lucas Botoni de Souza

Marta Rúbia Pereira dos Santos

Fábio Rodrigo Milanez

Carlos Alberto Paschoalino

Michele Eliza Casagrande Rocha

Vicente de Lima Gongora

Ricardo Breganon

Marcio Aurélio Furtado Montezuma

Emanuel Ignacio García

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5852228015>

CAPÍTULO 6..... 61

DESENVOLVIMENTO DE MATERIAL DIDÁTICO SOBRE FILTROS PROBABILÍSTICOS EMPREGADOS NA SOLUÇÃO DO PROBLEMA DE LOCALIZAÇÃO EM ROBÓTICA MÓVEL

José Lucas Araújo dos Santos

Luciano Buonocore

Luiz Eugênio Santos Araújo Filho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5852228016>

CAPÍTULO 7..... 74

EFFECTO DE LA IMPLANTACIÓN DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA ESPAÑOLA

Paula Romo Santos

Begoña Lapeña Barrio

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5852228017>

CAPÍTULO 8..... 90

INSTALAÇÃO DE MEDIÇÃO NOS ALIMENTADORES DAS SUBESTAÇÕES

Adalberto Leandro da Silva

Fabio Coelho de Santana

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5852228018>

CAPÍTULO 9..... 106

PROJETO DE OUVIDORIA DA DISTRIBUIÇÃO DA EDP SÃO PAULO – ANÁLISE DE DEMANDA DE MAIOR IMPACTO

Márcia Lúcia Lopes de Souza Jesus

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5852228019>

CAPÍTULO 10..... 114

DIAGNÓSTICO, CRESCIMENTO E ATENUAÇÃO DE RISCOS DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM FAVELAS

Márcio Mendonça

Marta Rúbia Pereira dos Santos

Fábio Rodrigo Milanez

Wagner Fontes Godoy

Rodrigo Henrique Cunha Palácios

Marco Antônio Ferreira Finocchio

Carlos Alberto Paschoalino

Francisco de Assis Scannavino Junior

Vicente de Lima Gongora

Lucas Botoni de Souza

Michele Eliza Casagrande Rocha

José Augusto Fabri

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58522280110>

CAPÍTULO 11..... 127

ANÁLISE COMPARATIVA DE UM SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS EM UMA EDIFICAÇÃO DA CIDADE DE PORTO VELHO - RO

Angelina Lidiane Moura Cunha
Felipe Alexandre Souza da Silva
Antonio Carlos Duarte Ricciotti
Viviane Barrozo da Silva
Paulo de Tarso Carvalho de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58522280111>

CAPÍTULO 12..... 140

O DESEMPENHO E EFICIÊNCIA DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EM PALMAS - TO: ANÁLISE EM FUNÇÃO DO PONTO CARDEAL E VARIAÇÃO ANGULAR DAS PLACAS

Aline Silva Magalhães
Jabson da Cunha Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58522280112>

CAPÍTULO 13..... 153

SIMULADOR DE CARGA UTILIZANDO MECANISMO DE FRENAGEM ELETROMAGNÉTICA PARA ENSAIOS DE COMPORTAMENTO DE MÁQUINAS ASSÍNCRONAS

Murilo Meneghetti Caramori
Alexandre Dalla Rosa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58522280113>

CAPÍTULO 14..... 184

PROPOSTA DE GEOMETRIAS DE NÚCLEOS USADOS EM ACOPLAMENTOS DE SISTEMAS ATRAVÉS DO FLUXO MAGNÉTICO

Lucas Lapolli Brighenti
Walbermark Marques Dos Santos
Denizar Cruz Martins

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58522280114>

CAPÍTULO 15..... 198

DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DE LIGAÇÕES CRUZADAS EM BORRACHA DE ESTIRENO-BUTADIENO (SBR) PARA DIFERENTES SISTEMAS DE VULCANIZAÇÃO

Harison Franca do Santos
Arthur Pimentel de Carvalho
Carlos Toshiyuki Hiranobe
Eduardo Roque Budemberg
Gabriel Deltrejo Ribeiro
Giovanni Barrera Torres
Jose Francisco Resende
Leonardo Lataro Paim
Leandra Oliveira Salmazo
Miguel Ángel Rodríguez Pérez

Renivaldo José dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58522280115>

SOBRE OS ORGANIZADORES	210
ÍNDICE REMISSIVO.....	211

CAPÍTULO 10

DIAGNÓSTICO, CRESCIMENTO E ATENUAÇÃO DE RISCOS DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM FAVELAS

Data de aceite: 10/01/2022

Márcio Mendonça

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Programa de Pós-Graduação em Engenharia
Mecânica (PPGEM)
Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/5415046018018708>

Marta Rúbia Pereira dos Santos

ETEC – Jacinto Ferreira de Sá
Ourinhos – SP
<http://lattes.cnpq.br/3003910168580444>

Fábio Rodrigo Milanez

Faculdade da Indústria SENAI Londrina
Londrina – PR
<http://lattes.cnpq.br/3808981195212391>

Wagner Fontes Godoy

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento Acadêmico de Engenharia
Elétrica
Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/7337482631688459>

Rodrigo Henrique Cunha Palácios

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Programa de Pós-Graduação em Engenharia
Mecânica (PPGEM)
Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/0838678901162377>

Marco Antônio Ferreira Finocchio

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento Acadêmico de Engenharia
Elétrica
Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/8619727190271505>

Carlos Alberto Paschoalino

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento Acadêmico de Engenharia
Elétrica
Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/0419549172660666>

Francisco de Assis Scannavino Junior

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento Acadêmico de Engenharia
Elétrica
Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/4513330681918118>

Vicente de Lima Gongora

Faculdade de Tecnologia SENAI Londrina
Londrina – PR
<http://lattes.cnpq.br/6784595388183195>

Lucas Botoni de Souza

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Programa de Pós-Graduação em Engenharia
Mecânica (PPGEM)
Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/5938489268359300>

Michele Eliza Casagrande Rocha

Universidade Norte do Paraná -Unopar
Engenheira projetista elétrica
Londrina-Pr
<http://lattes.cnpq.br/4411484670091641>

José Augusto Fabri

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento Acadêmico de Informática
(DAINF) - UTFPR
Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/1834856723867705>

RESUMO: O conceito de responsabilidade social na engenharia é a obrigação de seus profissionais avaliarem o impacto de seu trabalho no bem-estar público. Apesar de ser um conteúdo apresentado em sala de aula, os alunos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Cornélio Procópio (UTFPR-CP) não têm contato com situações do mundo real de risco de choque elétrico e incêndios causados por instalações elétricas inadequadas. Para atenuar esse déficit, foi criado o projeto de extensão de graduação “Análise e Correção de Instalações Elétricas em Habitações de Baixa Renda na cidade de Cornélio Procópio” na UTFPR-CP. Este trabalho tem como foco a inspeção das condições de segurança de instalações elétricas e ações corretivas em habitações de baixa renda em Cornélio Procópio, Brasil. A inspiração é a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), na qual os alunos são inseridos em ambientes do mundo real para apontar e analisar problemas de instalações elétricas. No projeto, um grupo de alunos e um professor supervisor inspecionam as situações de risco de acordo com uma árvore de decisão e reparam as instalações elétricas nas habitações visitadas. Ao final, os alunos responderam a um formulário qualitativo que verificou o impacto do projeto no aprendizado e nas habilidades práticas e na consciência da responsabilidade social como engenheiros. Além disso, verificou-se que os reparos melhoraram a qualidade de vida dos moradores. Finalmente, trabalhos futuros quantitativos são abordados.

PALAVRAS-CHAVE: Engenharia Elétrica, Aprendizagem Baseada em Projetos, Responsabilidade Social, Atenuação de Riscos.

DIAGNOSIS, GROWTH AND RISK ATTENUATION OF ELECTRICAL INSTALLATIONS IN FAVELAS

ABSTRACT: The concept of social responsibility in engineering is the obligation of its professionals to assess the impact of their work on public welfare. Despite being content presented in the classroom, students at the Federal Technological University of Paraná – Cornélio Procópio (UTFPR-CP) have no contact with real-world situations of risk of electric shock and fires caused by inadequate electrical installations. To alleviate this deficit, the graduation extension project “Analysis and Correction of Electrical Installations in Low-Income Housing in the city of Cornélio Procópio” was created at UTFPR-CP. This work focuses on the inspection of the safety conditions of electrical installations and corrective actions in low-income housing in Cornélio Procópio, Brazil. The inspiration is Project Based Learning (PBL), in which students are inserted in real-world environments to point out and analyze electrical installation problems. In the project, a group of students and a supervising teacher inspect the risky situations according to a decision tree and repair the electrical installations in the houses visited. At the end, students answered a qualitative form that verified the project’s impact on learning and practical skills and awareness of social responsibility as engineers. Furthermore, it was found that the repairs improved the residents’ quality of life. Finally, future quantitative work is addressed.

KEYWORDS: Electrical Engineering, Project-based Learning, Social Responsibility, Risk Attenuation.

1 | INTRODUÇÃO

As condições de vida e moradia de uma grande quantidade de pessoas no Brasil é um tema que demanda atenção. O direito humano à moradia é um dos direitos sociais assegurado constitucionalmente, no artigo 6º da Constituição Federal. Além disso, deve-se considerar a responsabilidade social do engenheiro ser crucial é crucial para o desenvolvimento sustentável e a prevenção de acidentes ambientais que causam danos à natureza e até matam, dependendo do caso, seres humanos.

A Figura 1 mostra a realidade da população brasileira em termos de renda. Nela, o pico ocorreu em 2014 seguido por uma tendência negativa até 2020. Uma melhoria ocorre apenas em 2021, em especial após o período mais crítico da pandemia no país. Com uma renda mais baixa diversos fatores diminuem a qualidade de vida dessa população. Neste contexto, 6,5 milhões de brasileiros não possuem acesso a uma moradia digna, muitas vezes sem saneamento básico e com acesso ilegal à energia elétrica. Uma análise estatística acurada da renda no Brasil é apresentada em Neri (2018).

A piora nas condições de vida da população brasileira, principalmente como visto na Figura 1, é uma das motivações do presente trabalho, que objetiva uma análise dos riscos de incêndio e choque devido à baixa qualidade das moradias.

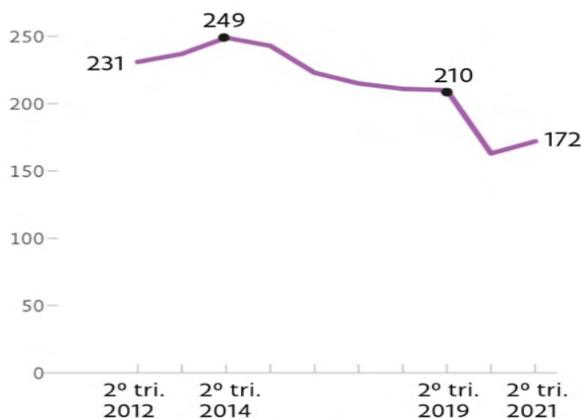


Figura 1 – Renda da população brasileira

A eletricidade é na atualidade um bem indissociável da sociedade, na qual seu acesso é visto como qualidade de vida. Entretanto, mesmo inerente aos modos de vida da sociedade, nem sempre tal acesso se dá de maneira organizada e segura para toda população, principalmente em regiões carentes: tanto das grandes cidades como no campo. É possível afirmar que, dentre este grupo citado, boa parte das instalações são executas pelos próprios cidadãos de maneira não organizada e pautado em normas de segurança. Desta forma, os cidadãos ficam submetidos a situações de risco, expondo-se a acidentes.

Nesse contexto, noções de segurança são importantes para que pessoas em condições de vulnerabilidade social não sejam expostas ao acesso precário à energia elétrica. Assim, para evitar riscos de incêndio e choques elétricos, um ambiente seguro deve obedecer às regulamentações de circuitos elétricos, como a NBR-5410 e a NR-10 (ABNT, 2008; MINISTÉRIO DO TRABALHO, 2016).

Entretanto, na execução do trabalho, as condições eram tão precárias que as normas foram aplicadas para orientações das ações a serem tomadas. Nesse sentido a prefeitura da cidade foi notificada da situação para uma ação de construção de casas populares, as quais poder-se-ia aplicar as normas nas suas integralidades. Ressalta que os estudantes por falta de experiência ou prática em instalações reais devem ser assistidos pelo orientador, como por exemplo o trabalho de (JUHANA; PRIHATMANTO, 2020), o qual objetiva atenuar essa real dificuldade de forma simulada.

Conseqüentemente, o choque elétrico pode ser caracterizado como uma perturbação de natureza e efeitos diversos que se manifestam no organismo humano ou animal quando este é percorrido por uma corrente elétrica (KINDERMANN, 2013). Em outras palavras, é o efeito patofisiológico resultante da passagem de uma corrente elétrica, a chamada corrente de choque, através do corpo de uma pessoa ou de um animal (ABNT, 2008). Essa situação, além de poder causar sustos, também pode causar queimaduras, parada cardíaca ou a morte em casos mais graves (MINISTÉRIO DO TRABALHO, 2016).

Durante o período de 2007 a 2011, a *National Fire Protection Association* (NFPA) estimou que um corpo de bombeiros nos EUA respondeu, em média, 3,34 incêndios em escritórios comerciais por ano. Distribuição elétrica e equipamentos de iluminação foi o segundo maior causador de incêndios (12%), acarretando em 15% de danos às propriedades analisadas (CAMPBELL, 2013).

Assim, diversos fatores podem contribuir para a utilização de instalações elétricas precárias, como escassez de recursos, falta de conhecimento de normas técnicas e construção de casas improvisadas em terras expropriadas ou invadidas, sem saneamento básico etc. Desse modo, a necessidade de energia elétrica para iluminação e tarefas de uso diário induzem a prática de instalações que proporcionam risco de vida.

De maneira a ilustrar tal fato, trazemos o incêndio do edifício Joelma (São Paulo, Brasil), ocorrido em 1974, que fora causado por um curto circuito elétrico, devido à má instalação de um ar condicionado, um exemplo de riscos de instalações não padronizadas e supervisionadas (SHARRY, 1974). Recentemente, o edifício Wilton Paes de Almeida, também cidade de São Paulo, alvo de invasões desde a década de 2000, sofreu um incêndio devido à má instalação elétrica, o que causou o colapso do prédio, com mortes e prejuízos para a União (DARLINGTON, 2018).

Com base na problemática apresentada, o objetivo do presente estudo é apresentar o trabalho realizado no projeto de extensão “Análise e Correção de Instalações Elétricas em Habitações de Baixa Renda na cidade de Cornélio Procópio-PR”. Nele, um grupo de quatro

estudantes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-CP), sob a orientação de um professor supervisor, realizaram visitas a cada duas semanas a moradias de baixa renda, durante dois semestres letivos, com aproximadamente dez meses de duração.

A motivação dessa pesquisa consiste em aprimorar e incentivar o ensino de habilidades práticas na UTFPR-CP proporcionando ao estudante uma visão mais ampla dos conceitos científicos aliados à realidade e às problemáticas sociais. Partindo de tal pressuposto, compreende-se que a missão da universidade é a excelência na educação tecnológica por meio de projetos de ensino, pesquisa e extensão. Entretanto, os projetos de extensão que visam a engenharia de responsabilidade social não são facilmente encontrados no ambiente acadêmico da UTFPR-CP.

Devido à dificuldade de quantificar os riscos de choques elétricos e incêndios, as atividades inicialmente foram analisadas qualitativamente. O estudo pautou-se na Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), inspirada em técnicas inovadoras de aprendizado em ambientes reais, como em (FONSECA; GÓMEZ, 2017; MARTINEZ-RODRIGO et al., 2017; WELTMAN, 2007).

A estrutura do trabalho é descrita como segue. Na Seção 2 são apresentados os fundamentos teóricos e a metodologia usada no trabalho. A Seção 3 mostra o desenvolvimento do projeto, apresentando também os dados das famílias e das habitações. Na Seção 4 são analisados alguns dos casos encontrados, mostrando os reparos e as considerações sobre as ações tomadas. Finalmente, a Seção 5 conclui o artigo e aborda futuros trabalhos.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção abordará conceitos para a elaboração do projeto de extensão.

2.1 Choques elétricos e acidentes decorrentes

No projeto de extensão, a análise das habitações levou em consideração a ocorrência de choques elétricos e suas consequências nos seres humanos, assim como o possível aumento no risco de incêndios decorrente da instalação incorreta de circuitos elétricos. Entretanto, não é escopo desse trabalho a análise do risco de incêndios, devido à necessidade de consulta de normas locais e do levantamento da carga de incêndio.

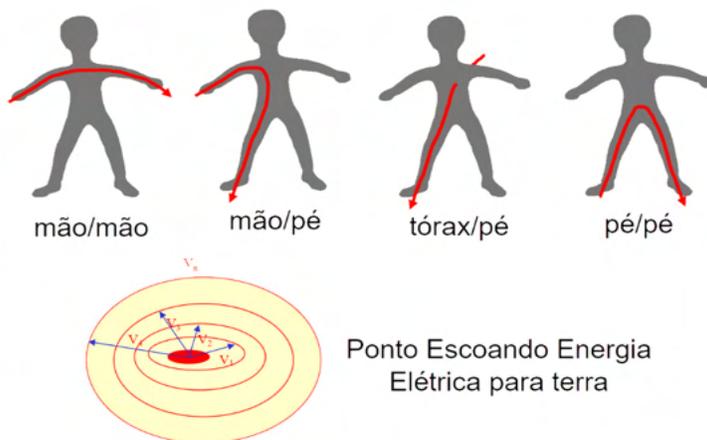


Figura 2 – Percurso da corrente elétrica no corpo humano de acordo com contato

A passagem de corrente elétrica pelo corpo humano o torna parte de um circuito energizado. Os choques elétricos podem causar diversos danos fisiológicos e patológicos ao organismo. Seus efeitos estão relacionados a intensidade da corrente elétrica que circula pelo organismo, o valor da tensão elétrica, a área de contato, a umidade presente na superfície de contato e o percurso da corrente e a resistência elétrica do corpo humano, Figura 2 (DIMOPOULOS et al., 2012).

Do total de acidentes, 822 são casos envolvendo choques elétricos, com 627 fatalidades. Ocorreram 311 acidentes decorrentes de curto-circuito, com alguns casos evoluindo para incêndios, causando 20 mortes. Os acidentes causados por descargas atmosféricas foram 89, com 46 vítimas fatais (ABRACOPEL, 2018).

2.2 Técnicas de aprendizado

Um dos conceitos abordados neste trabalho é a Aprendizagem Ativa (AA), introduzido por R. W. Revans (WELTMAN, 2007). Em suma, a AA é um método de aprendizagem na qual os alunos estão ativamente envolvidos no processo de aprendizagem. Conseqüentemente, o conhecimento adquirido depende do envolvimento do aluno (BONWELL; EISON, 1991). De forma sucinta, a AA é definida por um conjunto de práticas pedagógicas que abordam a questão da aprendizagem do aluno a partir de uma perspectiva diferente das técnicas clássicas de aprendizagem, como aulas expositivas em que aluno é visto como ser passivo no processo de aprendizagem.

No presente trabalho a inspiração principal é a ABP. Nela, a proposta de atividade pedagógica é direcionada pela apresentação de problemas aos alunos, que devem buscar ativamente métodos para sua resolução. Seu uso é particularmente interessante em disciplinas de engenharia e ciências.

Para apresentar em um ambiente real a necessidade de utilizar padrões técnicos

e de segurança, a ABP é utilizada para sugerir e aplicar soluções práticas baseadas em conceitos científicos para atenuar problemas. É importante salientar que as experiências de ensino que levam em conta a realidade multifacetada possuem potencial para contribuírem de maneira efetiva na aprendizagem em diversos níveis e modalidades de ensino. O diferencial de tal prática em relação às metodologias de ensino mais tradicionais refere-se principalmente ao contato direto com o contexto e à forma de abordagem do conteúdo técnico/científico problematizando, levantando hipóteses e soluções colocando o estudante como sujeito de sua própria aprendizagem.

Outro aspecto a ser destacado é o caráter social da aprendizagem. Parte-se do pressuposto que os conteúdos não são neutros e que a sociedade é perpassada por contradições. Nesta perspectiva, a aprendizagem estimula o desenvolvimento do pensamento crítico tendo como ponto de partida a realidade (FELDER; SILVERMAN, 1988).

2.3 Trabalhos correlatos

Na literatura pode-se encontrar trabalhos que apresentam aplicações de metodologias ativas, como AA e ABP. Em (OLEAGORDIA et al., 2014) foram descritos os aspectos de um conjunto de ABP e aprendizagem cooperativa na área do ensino superior na Europa. O uso de metodologias ativas é apresentado em (FONSECA; GÓMEZ, 2017) para o ensino de engenharia de software em engenharia da computação no Chile. Nesse caso, os autores procuraram melhorar as notas dos alunos com a integração dos conteúdos aprendidos com o desenvolvimento de projetos dentro de um contexto industrial.

No Brasil, o uso de metodologias ativas pode ser observado em (GAZZONI; MIYOSHI; DE LIMA, 2017) com o ensino de Cálculo em engenharia. O objetivo do artigo foi inserir conteúdo técnico na rotina dos alunos, facilitando a associação de conceitos com as matérias, permitindo que os alunos façam suas próprias contribuições e alcancem níveis mais altos de compreensão.

Também se pode mencionar (PRASAD; WICKLOW; TRAYNOR, 2018). Esse projeto interdisciplinar utilizou um grupo de estudantes e professores dos departamentos de Ciência da Computação e Biologia para resolver um problema social. Em (FONSECA; GÓMEZ, 2017; GAZZONI; MIYOSHI; DE LIMA, 2017; OLEAGORDIA et al., 2014) os alunos alcançaram melhores notas e apresentando uma ampliação de sua consciência crítica.

3 | DESENVOLVIMENTO

Por meio do ensino dos conceitos da AA e ABP, um grupo de quatro estudantes realizou visitas técnicas periódicas, a cada duas semanas, em quatro habitações na periferia do município de Cornélio Procópio (Paraná, Brasil), investigando a situação dos circuitos elétricos das habitações com o intuito de identificar possíveis riscos em instalações elétricas. Nos casos considerados mais severos, procurou-se atenuar a precariedade segundo os padrões de segurança da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e da

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

A priori, as ações foram conduzidas de forma corretiva, visando atenuar a segurança dos moradores, objetivando diminuir o risco de choques elétricos e incêndios. Assim, o professor orientador analisava as propostas de melhorias e correções, concluindo as ações e reparos realizados com o grupo de alunos em reuniões antecedentes as visitas técnicas.

Além disso, uma palestra foi realizada pelo grupo de extensão e apresentada pelo coordenador do projeto, oferecida para toda a universidade. A exigência de participação foi a doação de alimentos.

A ontologia completa das vistas e reparos é composta de quatro etapas, observadas na Tabela 1. Elas sumarizam os principais conceitos abordados. Dessa forma, como metodologia de avaliação e validação do projeto de extensão, assumiu-se que um formulário era capaz de fornecer os dados necessários para a interpretação do impacto do projeto nos alunos.

Etapa	Ação
1	Visita a habitação para verificar os problemas elétricos
2	Verificação das possíveis soluções de acordo com ABNT e ANEEL
3	Definição das ações de reparação total ou parcial dos problemas encontrados
4	Execução das ações em pares, explorando os conceitos de AA e ABP
5	Conscientização dos moradores dos riscos encontrados

Tabela 1 – Ontologia do projeto de extensão

A análise de dados acompanhou a dinâmica e a construção de indicadores qualitativos e quantitativos, que auxiliaram na tomada de decisão e no planejamento estratégico das etapas deste trabalho. A primeira etapa do projeto consistiu em uma análise realizada por professor e alunos dos problemas encontrados através da viabilidade das soluções pelos padrões técnicos.

As correções foram feitas formalmente de acordo com uma árvore de decisão proposta pelo professor supervisor, mostrada na Figura 3. Em suma, uma árvore de decisão consiste em nós (atributos) e folhas (decisões ou ações) ligadas através dos resultados possíveis dos ramos (WANG et al., 2018).

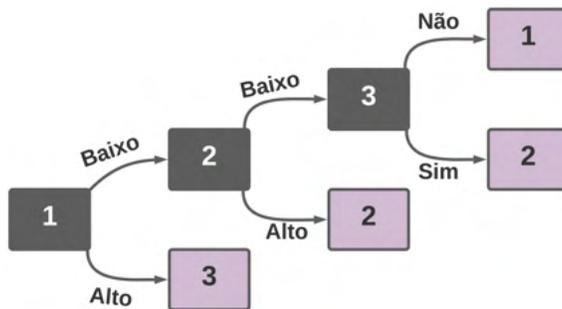


Figura 3 – Árvore de decisão utilizada nas visitas

Neste trabalho, abordaram-se os atributos da precariedade das fiações e equipamentos de iluminação, risco de incêndio (1) e choque elétrico (2), composto pela qualidade do isolamento e quantidade de remendos de fiação. O último atributo é a falta de iluminação adequada (3). Vale ressaltar que o atributo 1 corresponde automaticamente à substituição completa das instalações elétricas. A Tabela 2 mostra um exemplo de conjunto de dados para orientar o processo de tomada de decisão do grupo de alunos.

Id	Atributos			Ação
	1	2	3	
1	baixo	baixo	sim	2
2	baixo	baixo	não	1
3	baixo	alto	sim	2
4	alto	baixo	sim	3
5	alto	alto	não	3

Tabela 2 – Exemplo de conjunto de dados

Os riscos de incêndio e choque elétrico foram divididos em “baixo” e “alto”, e a falta de iluminação adequada é composta de “sim” ou “não”. Assim, as folhas da árvore de decisão são as ações de correção do grupo, descritas a seguir.

- (i) *Aconselhamento*: condições sem riscos alarmantes para os moradores.
- (ii) *Pequenos reparos*: condições com risco iminente de choques elétricos
- (iii) *Substituição total*: condições graves, quando as instalações elétricas podem imediatamente prejudicar várias vidas humanas e causar incêndios.

3.1 Aspectos socioeconômicos

De acordo com os dados coletados a partir da observação e documentação das habitações, verificou-se que nenhuma delas estava dentro dos padrões das normativas utilizadas (NBR-5410 e NR-10). As habitações não possuíam instalação elétrica adequada,

tampouco algum dispositivo de proteção contra descargas elétricas, devido à falta de condições financeiras e/ou técnicas dos moradores. As diretrizes para instalações, cálculo da bitola dos fios, disjuntores, demanda, aterramento, entre outros, foram feitas de acordo com os padrões da ABNT e ANEEL.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As condições estruturais das habitações analisadas eram precárias, com paredes frágeis que dificultavam a reparação dos componentes elétricos. Consequentemente, foi presenciada grande quantidade de situações de risco iminente de choques elétricos e incêndios. Nesta seção, foram relatadas as principais situações encontradas.



Figura 4 – Interruptor de luz não afixado

Por questões éticas, não serão revelados nomes e nem dados das moradias e sim alguns problemas nevrálgicos nas instalações elétricas. Conforme discutido anteriormente, selecionaram-se quatro habitações pelo projeto de extensão. Neste ponto será mostrado e discutido os casos encontrados, sugerindo as correções e soluções de segurança realizadas pelos alunos. Na Figuras 4 e 5, observa-se os terminais de fiação expostos, causando um risco elevado de choques elétricos, especialmente para crianças.

As Figuras 4 e 5 mostram outras situações de risco. Nestes casos, o grupo de alunos dedicava-se a melhorar os pontos de risco isolando adequadamente os condutores desencapados, fixando-os sempre que possível em tomadas, interruptores e pontos de iluminação. A fiação solta e/ou excedente foi removida ou realocada para minimizar o risco de choque elétrico ou curtos-circuitos. Para uma melhoria do conforto visual, em alguns casos, foram implementados novos pontos de iluminação e realocados os comutadores para outros locais para melhor acesso dos idosos e crianças.



Figura 5 – Fiação exposta, alto número de emendas

Como visto na Figura 5, foi instalado um novo conjunto de interruptor de luz no banheiro. No entanto, as paredes estavam em más condições, impossibilitando a reparação correta e efetiva. A fiação que conectava o interruptor à lâmpada foi substituída, enquanto a fiação derretida do chuveiro foi reparada, removendo as partes danificadas.

A falta de disjuntores e de separação dos circuitos foi observada nas habitações. Foram encontrados disjuntores em apenas duas, quando os padrões indicam um disjuntor por circuito. Além disso, todas as habitações visitadas tinham algum tipo de conserto de fiação inadequada e nenhuma possuía aterramento.

Devido à baixa luminosidade, cuidados adicionais de segurança foram tomados durante as visitas, feitas principalmente ao entardecer, de acordo com a disponibilidade dos alunos. Esse fato foi agravado pela falta de disjuntores, já que induziu o desligamento total para a realização das correções e melhorias.

A estrutura das habitações também caracterizou um obstáculo para a realização do trabalho. Paredes frágeis, acabamentos de má qualidade e falta de tetos impediram a fixação dos elementos em alguns casos.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados alcançados pelo trabalho desenvolvido foram promissores e proporcionaram a melhoria nas instalações elétricas das casas abordadas. Ao vivenciarem uma experiência de ensino e aprendizagem de cunho técnico, os alunos também são capazes de uma tomada de consciência acerca do contexto da sociedade que vive abaixo da linha da pobreza, exaltando que problemas de riscos de segurança eram presentes.

Os ganhos visíveis a partir da experiência vão além da apropriação de conteúdos científicos, ao permitirem uma análise da realidade em suas diferentes dimensões. Os estudantes claramente tomaram consciência de que os problemas diagnosticados não se

restringem somente aos aspectos técnicos, mas são imbricados na cultura, nas condições materiais e históricas do grupo analisado.

Finalmente, após as orientações do professor responsável pelo projeto de extensão e os alunos, observaram que as famílias se mostraram cientes acerca dos riscos de acidentes causados pelo uso de energia elétrica. Nos trabalhos futuros ações serão direcionadas nesse sentido, além da busca de empresas que auxiliem na aquisição de dispositivos elétricos, como lâmpadas, interruptores, fios e cabos entre outros necessários para ações de melhorias para atenuação de risco de choques elétricos e até incêndios.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Cornélio Procopio e a todos que apoiaram a realização desse trabalho.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR-5410: Instalações elétricas de baixa tensão**. Rio de Janeiro, Brasil: [s.n.].

ABRACOPEL. **Anuário Estatístico Abracopel de Acidentes de Origem Elétrica - Ano Base 2017**. Salto, SP, BR: [s.n.]. Disponível em: <http://www.abrinstal.org.br/docs/abracopel_anuario18.pdf>.

BONWELL, C. C.; EISON, J. A. **Active Learning: Creating Excitement in the Classroom**. 1. ed. Washington, USA: School of Education and Human Development, The George Washington University, 1991.

CAMPBELL, R. **U.S. Structure Fires in Office Properties** National Fire Protection Association - Fire Analysis and Research Division. Quincy, MA, USA: [s.n.].

DARLINGTON, S. **Fire in São Paulo, Brazil, Brings Down a High-Rise Building**. Disponível em: <<https://www.nytimes.com/2018/05/01/world/americas/sao-paulo-brazil-fire-collapse.html>>. Acesso em: 15 abr. 2019.

DIMOPOULOS, A. et al. Probability Surface Distributions for Application in Grounding Safety Assessment. **IEEE Transactions on Power Delivery**, v. 27, n. 4, p. 1928–1936, 2012.

FELDER, R. M.; SILVERMAN, L. K. Learning and teaching styles in engineering education. **Engineering education**, v. 78, n. 7, p. 674–681, 1988.

FONSECA, V. M. F.; GÓMEZ, J. Applying Active Methodologies for Teaching Software Engineering in Computer Engineering. **Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje**, v. 12, n. 3, p. 147–155, 2017.

GAZZONI, W. C.; MIYOSHI, J.; DE LIMA, V. D. P. Active Methodologies for Calculus in Engineering Courses (December 2016). **Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje**, v. 12, n. 4, p. 193–198, 2017.

JUHANA, A.; PRIHATMANTO, A. S. Basic Electrical Installation Trainer Boards. n. Icidm, 2020.

KINDERMANN, G. **Choque elétrico - 4ª edição modificada e ampliada**. 4. ed. Florianópolis, SC, Brasil: Do autor/FPOLIS, 2013.

MARTINEZ-RODRIGO, F. et al. Using PBL to Improve Educational Outcomes and Student Satisfaction in the Teaching of DC/DC and DC/AC Converters. **IEEE Transactions on Education**, v. 60, n. 3, p. 1–9, 2017.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. **NR-10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**. Rio de Janeiro, BR: [s.n.]. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR10.pdf>>.

NERI, M. **Desigualdade, Democracia e Desenvolvimento**. Disponível em: <https://www.cps.fgv.br/cps/bd/docs/FGV_Social_Desigualdade_Democracia_e_Developolvimento_Marcelo_Neri.pdf>. Acesso em: 1 nov. 2021.

OLEAGORDIA, I. J. et al. Active methodology applied in engineering by PBL. I-Approach. **Proceedings of XI Tecnologias Aplicadas a la Ensenanza de la Electronica (Technologies Applied to Electronics Teaching), TAAE 2014**, 2014.

PRASAD, R.; WICKLOW, B.; TRAYNOR, C. **Practical Problem-Based Learning: An Interdisciplinary Approach**. 2018 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC). **Anais...**Princeton, NJ, USA: IEEE, 2018

SHARRY, J. A. South America Burning. **Fire Journal**, v. 68, n. 4, p. 23–33, 1974.

WANG, L. et al. Region compatibility based stability assessment for decision trees. **Expert Systems with Applications**, v. 105, p. 112–128, 1 set. 2018.

WELTMAN, D. **A Comparison of Traditional and Active Learning Methods: An Empirical Investigation Utilizing a Linear Mixed Model**. [s.l.] The University of Texas at Arlington, 2007.

ÍNDICE REMISSIVO

A

ADMI 106, 108

Alimentadores 90, 91, 92, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 104, 105

Angulação 140, 141, 142, 143, 144, 147, 150, 151

Aprendizagem baseada em projetos 115, 118

Atenuação de riscos 114, 115

B

Balanco energético 20, 90, 91, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104

Barramento magnético 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192

Bomba centrífuga 33, 35, 41, 46

Borracha sintética 199

C

Circuitos digitais 21

Cliente 106, 108, 110, 112, 113

Controle adaptativo 50

Conversor CA/CC 153, 158

Conversor MAB 184, 187, 188

Correntes de Foucault 153, 155, 162

D

Densidade de ligações cruzadas 198, 199, 200, 201, 202, 204, 205, 206, 209

Descargas atmosféricas 119, 127, 128, 129, 130, 133, 134, 137, 138, 139

Direcionamento 140, 141, 143, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151

E

Economic feasibility 15

Eficiência energética 33, 35, 40, 41, 140, 151

Electronic spreadsheet 15

Energia solar 20, 113, 140, 141, 143, 145, 150, 151, 152

Engenharia elétrica 49, 61, 62, 114, 115, 138, 152, 182, 184, 210

Engine knock 1, 2, 3, 13, 14

F

Filtros probabilísticos 61, 62, 63, 72

Flory-Rehner 199, 201, 202, 204, 205

Freio eletromagnético 153, 154, 156, 158, 159, 161, 165, 166, 181, 182

Fuzzy cognitive maps 50, 51, 58, 59, 60

I

Inversor de frequência 33, 34, 35, 39, 40, 43

L

Localização 61, 62, 63, 64, 68, 69, 70, 71, 72, 132, 143, 144

Logistic regression 1, 2, 3, 4, 14

M

Machine learning 1, 4

Medição de alimentadores 90

Misturador industrial 50

Model based design 1

Mooney-Rivlin 199, 202, 204, 205, 207

N

Núcleos magnéticos 184

O

Operações modulares 21

Ouvidoria 106, 108, 109, 110, 111, 112, 113

P

Perda de energia 90

Photovoltaic energy 15, 16, 20

Prazos serviços comerciais 106

Processamento digital de sinais 21

Q

Qualidade de energia 90, 91, 92, 167

R

Red de distribución eléctrica 74

Responsabilidade social 115, 116, 118

Robótica 61, 62, 63, 64, 67, 68, 72, 73, 162

S

Satisfação 106, 108, 109, 111, 112, 113

SBR 198, 199, 200, 201, 206, 207, 208

Sistema de distribuição de água 33, 34, 35, 40, 41, 42, 43, 46

Sistemas de proteções contra descargas atmosféricas 128

Smart grid 74, 75, 86, 88

T

Transformador de estado sólido 184

V

Vehículo eléctrico 74, 75, 76, 77, 79, 81, 82, 83, 84, 85, 87, 88

Videoaulas 61, 62, 72

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Collection:

APPLIED ELECTRICAL ENGINEERING


Ano 2022

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Collection:

APPLIED ELECTRICAL ENGINEERING


Ano 2022