

ENGENHARIA ELÉTRICA:

COMUNICAÇÃO INTEGRADA
NO UNIVERSO DA ENERGIA

João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
(Organizadores)

 **Atena**
Editora

Ano 2021

ENGENHARIA ELÉTRICA:

COMUNICAÇÃO INTEGRADA
NO UNIVERSO DA ENERGIA

João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
(Organizadores)

 **Atena**
Editora

Ano 2021

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

Engenharia elétrica: comunicação integrada no universo da energia

Editora Chefe: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia elétrica: comunicação integrada no universo da energia / Organizadores João Dallamuta, Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-837-3

DOI 10.22533/at.ed.373212302

1. Energia. 2. Engenharia. I. Dallamuta, João (Organizador). II. Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). III. Título.

CDD 621.1

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

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.

Não há padrões de desempenho em engenharia elétrica e da computação que sejam duradouros. Desde que Gordon E. Moore fez a sua clássica profecia tecnológica, em meados dos anos 60, a qual o número de transistores em um chip dobraria a cada 18 meses - padrão este válido até hoje – muita coisa mudou. Permanece porém a certeza de que não há tecnologia na neste campo do conhecimento que não possa ser substituída a qualquer momento por uma nova, oriunda de pesquisa científica nesta área.

Produzir conhecimento em engenharia elétrica é, portanto, atuar em fronteiras de padrões e técnicas de engenharia. Também se trata de uma área de conhecimento com uma grande amplitude de subáreas e especializações, algo desafiador para pesquisadores e engenheiros.

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

Boa leitura

João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

APLICAÇÃO DE REDE NEURAL ARTIFICIAL ESPECIALISTA EM RECONHECIMENTO DE TRANSTORNOS VOCAIS MODERADOS

Eduardo Henrique da Silva

Mateus Morikawa

Vinícius Baratieri Suterio

María Eugenia Dajer

DOI 10.22533/at.ed.3732123021

CAPÍTULO 2..... 11

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF GROUNDING SYSTEMS MODELING ON THE LIGHTNING PERFORMANCE OF TRANSMISSION LINES

Felipe Vasconcellos

Rafael Alípio

Fernando Moreira

DOI 10.22533/at.ed.3732123022

CAPÍTULO 3..... 25

ANÁLISE DA ILUMINAÇÃO EM AMBIENTES DE INTERNAÇÃO E DE CONSULTA MÉDICA EM HOSPITAIS PÚBLICOS E PRIVADOS DE ARAPIRACA-AL

Augusto César Lúcio de Oliveira

Gabriel dos Santos Alves

Hapitaglo Rian da Silva

Igor Silva de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.3732123023

CAPÍTULO 4..... 36

SISTEMA AUTOMÁTICO DE CONTROLE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA COM BASE EM SENSORES DE PRESENÇA E BLUETOOTH

Wyctor Fogos da Rocha

Mário Mestria

DOI 10.22533/at.ed.3732123024

CAPÍTULO 5..... 50

DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE SISTEMA SUPERVISÓRIO PARA UM FOTÔMETRO

Gabriela Dias Alba

Alberto Noboru Miyadaira

Oldair Donizeti Leite

Domingos Perego Junior

Eduardo Cezar Lenz

João Pedro de Araújo Nespolo

DOI 10.22533/at.ed.3732123025

CAPÍTULO 6..... 60

THE INFLUENCE OF THE FREQUENCY-DEPENDENT BEHAVIOR OF GROUND

ELECTRICAL PARAMETERS ON THE LIGHTNING PERFORMANCE OF TRANSMISSION LINES

Felipe Vasconcellos

Rafael Alípio

Fernando Moreira

DOI 10.22533/at.ed.3732123026

CAPÍTULO 7..... 77

BANCADA EXPERIMENTAL PARA TESTE DE CONTROLADORES PRIMÁRIOS EM MICRORREDES

João Pedro Magalhães Fernandes

Márcio Stefanello

DOI 10.22533/at.ed.3732123027

CAPÍTULO 8..... 89

ANÁLISE DE SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO PADRÃO COM ESTRATÉGIA DE CONTROLE DE TENSÃO NO MODO TENSÃO-POTÊNCIA ATIVA

Vitor Francisco Bassi de Franchi Siqueira

Romeu Reginatto

DOI 10.22533/at.ed.3732123028

CAPÍTULO 9..... 103

DESENVOLVIMENTO DE UM FOTOMETRO MICROCONTROLADO PARA ANÁLISE DE SUBSTÂNCIAS

Domingos Perego Junior

Alberto Noboru Miyadaira

Oldair Donizeti Leite

Gabriela Dias Alba

Eduardo Cezar Lenz

João Pedro de Araújo Nespolo

DOI 10.22533/at.ed.3732123029

CAPÍTULO 10..... 112

MORTE POR ELETROCUSSÃO NA REGIÃO NORDESTE ENTRE OS ANOS DE 2014 E 2019

Daniela Asquidamini

Carlos A. C. Jousseph

Bruna Pontes Cechinel

DOI 10.22533/at.ed.37321230210

CAPÍTULO 11..... 119

PROJETO E IMPLEMENTAÇÃO DE UMA SOLUÇÃO DE BAIXO CUSTO PARA GERENCIAMENTO DO CONSUMO RESIDENCIAL DE ENERGIA

Raphael de Aquino Gomes

Vinicius de Mello Lima

Amanda Beatriz Mendanha Fernandes

Charles Lucas Santana de Souza

DOI 10.22533/at.ed.37321230211

CAPÍTULO 12.....	131
ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DO ESTÁGIO DE SAÍDA DE UM GERADOR DE ONDAS ARBITRÁRIAS	
Daiany Besen	
Felipe Walter Dafico Pfrimer	
Alberto Yoshihiro Nakano	
DOI 10.22533/at.ed.37321230212	
CAPÍTULO 13.....	140
DESENVOLVIMENTO DE PLACA DE AQUISIÇÃO E ELETRODOS SECOS EM ELETROMIOGRAFIA	
Luiz Augusto Garonce Ferreira	
Felipe Walter Dafico Pfrimer	
Alberto Yoshihiro Nakano	
DOI 10.22533/at.ed.37321230213	
CAPÍTULO 14.....	148
PROJETO E IMPLANTAÇÃO DE UM CURSO DE OPERADOR DE USINAS TERMELÉTRICAS ARTICULADO COM EMPRESAS DO COMPLEXO INDUSTRIAL E PORTUÁRIO DO PECÉM	
Marcel Ribeiro Mendonça	
Marcilia Maria Soares Barbosa Macedo	
DOI 10.22533/at.ed.37321230214	
CAPÍTULO 15.....	159
DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO DE ANÁLISE DE AZEITES E ÓLEO VEGETAL DE BAIXO CUSTO	
Matheus Bogo Polidorio	
Alexandre de Sousa Duarte	
Alberto Yoshihiro Nakano	
Ricardo Schneider	
Felipe Walter Dafico Pfrimer	
DOI 10.22533/at.ed.37321230215	
SOBRE OS ORGANIZADORES	170
ÍNDICE REMISSIVO.....	171

ANÁLISE DA ILUMINAÇÃO EM AMBIENTES DE INTERNAÇÃO E DE CONSULTA MÉDICA EM HOSPITAIS PÚBLICOS E PRIVADOS DE ARAPIRACA-AL

Data de aceite: 22/02/2021

Data de submissão: 15/01/2021

Augusto César Lúcio de Oliveira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas (IFAL)
Arapiraca – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/3003924380138444>

Gabriel dos Santos Alves

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas (IFAL)
Arapiraca – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/7638190005208863>

Hapitaglo Rian da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas (IFAL)
Arapiraca – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/1254291593145773>

Igor Silva de Oliveira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas (IFAL)
Arapiraca – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/1158445611623812>

RESUMO: Boas condições de iluminação são essenciais para um bom desempenho das atividades dos profissionais de saúde, dada a sua complexidade. Nesse sentido, este trabalho objetivou analisar as condições e as interferências dos aspectos luminotécnicos, como a iluminação e o uso da cor em ambientes hospitalares da cidade de Arapiraca-AL, nos quais as atividades

necessitam de extrema atenção, não abrindo margem para erros. Tendo em vista isso, o processo de análise luminotécnica é de suma importância a fim de conferir o cenário adequado de bem-estar e de produtividade no hospital. A metodologia empregada no estudo foi embasada nas normas técnicas vigentes no campo da luminotécnica, principalmente a ABNT NBR 5382/85 e a NBR 5413/92. Na coleta de dados, o aparelho utilizado foi o luxímetro, instrumento capaz de identificar as taxas de luminância. Identificou-se que 47,6% dos recintos analisados possuem iluminação natural, a iluminação artificial é composta 100% por lâmpadas fluorescentes, 12,1% das lâmpadas apresentam defeito e 91,5% das iluminâncias médias enquadram-se nos valores mínimos descritos na NBR 5413. Assim, a minoria dos ambientes destoa dos padrões técnicos, apresentando, em geral, aspectos luminotécnicos favoráveis, contribuindo com a melhoria e com a humanização dos espaços de saúde.

PALAVRAS-CHAVE: Análise Luminotécnica; Iluminação no Ambiente Hospitalar; Estudo de cores.

ILLUMINATION ANALYSIS IN HOSPITALIZATION AND MEDICAL CONSULTATION ROOMS IN PUBLIC AND PRIVATE HOSPITALS OF ARAPIRACA-AL

ABSTRACT: Good lighting conditions are essential for a good performance of the activities realized by healthcare professionals, due to their complexity. In this sense, this work aimed to analyze the conditions and interferences of luminotechnical aspects, such as lighting and

color use in hospital environments of the city of Arapiraca-AL, in which activities require extreme attention, not allowing mistakes. In view of this, the process of luminotechnical analysis is of paramount importance in order to confer the ideal scenario of well-being and productivity in the hospital. The methodology used in the study was based on the technical standards in the field of luminotechnical study, mainly ABNT NBR 5382/85 and NBR 5413/92. In data collection, the device used was the luximeter, an instrument capable of identifying the rates of luminance. It was identified that 47.6% of the analyzed enclosures have natural lighting, artificial lighting is composed 100% by fluorescent lamps, 12.1% of the lamps are defective and 91.5% of the average illuminances fit the minimum values described in NBR 5413. Thus, the minority of environments are out of touch with technical standards, showing, generally, positive luminotechnical aspects, contributing to the improvement and humanization of health spaces.

KEYWORDS: Luminotechnical Analysis; Lighting in the Hospital Environment; Color study.

1 | INTRODUÇÃO

O hospital é considerado uma entidade complexa e dinâmica, onde o planejamento do seu espaço requer diversos parâmetros para o conforto, usabilidade, acessibilidade e funcionalidade de seus usuários (KASPER et al., 2009). Além disso, o hospital configura-se como um lugar de oferta de cuidados em saúde humana, desde assistência básica até níveis complexos. Dessa forma, os projetos hospitalares devem ser pensados de modo que propiciem bem-estar e conforto para a equipe profissional que trabalha no local (BONI; FORTUNA; SILVA, 2018).

Nas esferas laborais, um aspecto importante para o desempenho das atividades é a quantidade de luminosidade disponível nos recintos. “O iluminamento ou iluminância é uma grandeza expressa em lux (lx) que indica o fluxo luminoso de uma fonte de luz que incide sobre uma superfície situada a certa distância desta fonte.” (QUERIOZ et al., 2010). Nesse prisma, é importante que a iluminação esteja em níveis adequados, a fim de que o trabalho possa ser desempenhado da melhor forma possível, sem prejuízo para os profissionais devido a uma iluminação insuficiente, pois condições ruins de iluminamento podem resultar em erros (BASUKALA; DEVARAKONDA; MEHROTRA, 2015).

Dentro desse entendimento, o trabalho tem como foco o estudo dos aspectos luminotécnicos no âmbito hospitalar, tais como as iluminâncias, tipo de luminárias, presença de iluminação natural e o uso da cor, uma vez que a iluminação de hospitais requer uma maior atenção, haja vista a complexidade das atividades laborais desenvolvidas pelas equipes de saúde, a exemplo dos procedimentos médicos, dado que o ambiente iluminado de maneira adequada contribuiu para que a assistência ocorra com segurança e com qualidade. Contudo, em muitos locais, o nível apropriado de iluminação nos recintos onde essas tarefas são realizadas nem sempre é respeitado (SILVA, 2018).

O projeto luminotécnico de um ambiente deve suprir a iluminância necessária de

cada espaço e considerar o conforto ótico e os efeitos da luz nas pessoas que o ocuparão (BONI; FORTUNA; SILVA, 2018). Entretanto, os hospitais nem sempre foram projetados com preocupações relacionadas ao conforto lumínico de seus usuários (CONTI; BETEGA; SONDA, 2015).

Além da iluminação em si, outros aspectos ambientais são de igual relevância no projeto, como a distribuição cromática do recinto, visto que, além de interferir na configuração final da iluminação, causa efeitos sobre as pessoas que o ocupam. As cores devem ser empregadas de forma cautelosa e equilibrada (CONTI; BETEGA; SONDA, 2015), uma vez que as colorações influenciam diretamente o humor do ser humano (ĆURČIĆ et al., 2019). Além de que, no âmbito hospitalar, a cor pode ser um instrumento possível de ser usado para contribuir com a estética e com a humanização desse local (LOPES; NAOUMOVA, 2016).

Visto dessa maneira, evidencia-se a importância de se explorar as condições da iluminação nos setores hospitalares de assistência em saúde atualmente, e de se analisar o uso da cor enquanto ferramenta de humanização do paciente. Esperou-se, com isso, identificar os setores mais e menos prejudicados no tocante à qualidade lumínica, bem como criar um panorama da situação luminotécnica dos ambientes. Para tal, o estudo teve como objetivo analisar as condições luminotécnicas de espaços hospitalares de internação e de consulta médica em instituições de saúde do município de Arapiraca-AL, com o propósito de se verificar a aplicação das normas técnicas brasileiras de iluminação nas áreas examinadas. Para mais, se procurou estabelecer relações com questões de ergonomia e de humanização desses locais.

2 | OBJETIVOS

A realização desta pesquisa teve por objetivo geral investigar se os níveis de iluminamento em diferentes setores de hospitais de Arapiraca seguem as determinações previstas na NR 5413 – Iluminação de interiores. Ainda, o projeto visou também um levantamento das condições luminotécnicas dos ambientes, tais como o predomínio das cores, tipos de luminárias utilizadas e existência de iluminação natural nos ambientes, com a intenção de averiguar o nível de importância que é conferido pela instituição à interferência da iluminação que, como é sabido, pode impactar de maneira significativa as atividades realizadas na esfera hospitalar.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa em questão teve como base os pressupostos técnicos das normas reguladoras brasileiras no que se refere à iluminação de interiores. A investigação ocorreu em setores hospitalares de internação e consulta médica, tais como enfermarias, ambulatórios e os serviços de maternidade, pediatria, pronto-socorro e centro cirúrgico de

um hospital localizado na cidade de Arapiraca, situada no estado de Alagoas.

3.1 Caracterização do espaço estudado

A estrutura física do hospital estudado conta com ambulatórios, urgência e emergência, clínica médica, clínica cirúrgica, centro cirúrgico, unidades de terapia intensiva adulto e neonatal, unidade de cuidados intermediários, centro obstétrico e apartamentos. A instituição atende, também, pacientes de mais 50 municípios do Agreste de Alagoas, tanto pelo Sistema único de Saúde (SUS), quanto por serviços privados. A seleção foi realizada com base na existência dos dois sistemas de atendimento – público e privado – e na disposição do hospital em participar da pesquisa.

3.2 Coleta de dados

A metodologia empregada na coleta de dados foi a descrita na ABNT NBR 5382, denominada “Verificação de iluminância de interiores”, a qual descreve os procedimentos de medição com o luxímetro, que é um aparelho que mede a intensidade da luz expressa em lux (lx), assim como os meios de se obter a iluminância média do ambiente através de fórmulas matemáticas, de acordo com a formatação predial e luminotécnica do recinto. Ademais, foram analisados elementos qualitativos, como as cores dos ambientes, presença de iluminação externa e de lâmpadas defeituosas ou sem funcionamento.

Nas mensurações para a avaliação da iluminância nos ambientes de assistência de saúde, foi utilizado um luxímetro digital, marca Minipa, modelo MLM-1011, com sensor de luminosidade com fotodiodo de silício e com correção de fator óptico pela regra do cosseno. As medições ocorreram no período de dezembro de 2019 a fevereiro de 2020, entre as 09:00 e 11:00 horas, e entre as 14:00 e 17:00 horas, sendo a maioria das análises feitas neste horário.

Vale ressaltar que, a partir de 2013, a NBR ISO 8995-1: iluminação de ambientes de trabalho substituiu as normas NBR 5413 e a NBR 5382. Entretanto, no ano de 2014, o extinto Ministério do Trabalho e Emprego lançou a Nota Técnica 224/2014, a qual recomenda a permanência das normas 5413 e 5382 como referência para avaliação luminotécnica.

3.3 Etapas do estudo

A primeira etapa do estudo deu-se com as mensurações luminotécnicas *in loco*, tal como com os registros das condições de funcionamento, quantidade e tipos luminárias empregadas nas instalações elétricas dos recintos e da presença ou não de iluminação natural.

Na segunda etapa da pesquisa, foram realizados os cálculos de iluminância média para cada local visitado, a partir das equações matemáticas apresentadas na NBR 5382. Em seguida, foi feito um estudo comparativo entre os valores de iluminância média obtidos e os indicados na NBR 5413, com a finalidade de sondar o enquadramento nas exigências técnicas. Para os campos de trabalho retangulares, iluminados com fontes de iluminação

em padrão regular, simetricamente espaçadas, foi usada a equação (1).

$$I_{lum. média} = \frac{R(N-1)(M-1) + Q(N-1) + T(M-1) + P}{NM} \quad (1)$$

Onde:

N: Número de luminárias por fila

M: Número de filas

Nos locais com formatação regular com luminária central, foi utilizada a equação (2) para definir a iluminância média.

$$I_{lum. média} = \frac{p_1 + p_2 + p_3 + p_4}{4} \quad (2)$$

Onde:

p: ponto de medição

A Equação (3) foi utilizada no cálculo para as áreas regulares com linha única de luminárias individuais.

$$I_{lum. média} = \frac{\left(\frac{q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 + q_7 + q_8}{8}\right)(N-1) + \frac{p_1 + p_2}{2}}{N} \quad (3)$$

Onde:

N: Número de luminárias

q e p: pontos de medição

Em recintos regulares com duas ou mais linhas contínuas de luminárias, foi empregada a equação (4).

$$I_{lum. média} = \frac{R * N(M-1) + Q * N + T(M-1) + P}{M(N+1)} \quad (4)$$

Onde:

N: Número de luminárias

M: Número de filas

R, Q, T e P: pontos de medição

Em locais regulares com linha contínua de luminárias, o cálculo da iluminação média foi realizado com a equação (5).

$$I_{lum. média} = \frac{QN + P}{N + 1} \quad (5)$$

Onde:

N: Número de luminárias

Q e P: pontos de medição

Na terceira etapa do projeto, foram executados os agrupamentos dos dados coletados, como também os cálculos de porcentagens dos ambientes que apresentaram iluminação externa, dos tipos de lâmpadas usadas, de lâmpadas defeituosas, de cores dos ambientes e a média aritmética de lâmpadas por ambiente.

3.4 Análise de dados

A análise ocorreu em duas fases, a primeira com exame dos dados quantitativos referentes à distribuição das iluminâncias e aspectos luminotécnicos nos diferentes setores do hospital. Já a segunda fase priorizou os aspectos qualitativos relacionados ao uso das cores nos setores de cuidados médicos.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos a partir da metodologia descrita estão dispostos nas Tabelas 1, 2, 3, 4, 5 e 6, as quais apresentam a porcentagem dos tipos de lâmpadas usadas nos ambientes, a porcentagem de ambientes com e sem iluminação natural, média de lâmpadas por setor, obtida pela razão entre o número total de lâmpadas pela quantidade de ambientes estudados, o percentual de lâmpadas defeituosas encontradas nos recintos visitados, a iluminância média em lux (lx), obtida pela média aritmética dos iluminâncias individuais dos locais analisados, bem como os valores mínimos de iluminação descritos na NBR 5413.

Tipo de lâmpada	Iluminação natural	Média de lâmpadas por enfermaria
Fluorescente (100%)	Presente (77,7%)	5,8 lâmpadas
	Ausente (22,3%)	
Lâmpadas defeituosas	Iluminância média	Iluminância na norma (lx)
28,3 %	222,7 lx	100 – 150 - 200

Tabela 1 - Dados luminotécnicos das enfermarias

Fonte: Autores (2020).

A Tabela 1 trata das enfermarias, onde se encontram os pacientes internados. Nessas repartições, foi identificada uma forte presença de luz natural: em 77,7% das enfermarias, fator essencial, visto o tempo de permanência dos pacientes nesses locais. Esse dado converge com os estudos de BASUKALA, DEVARAKONDA e MEHROTRA (2015), segundo os quais, a iluminação natural e o acesso às janelas são fatores estimados por pacientes no espaço hospitalar. Todavia, o percentual de lâmpadas defeituosas nesses recintos é alto: 28,3% das lâmpadas apresentaram falha ou não funcionamento. Outrossim, os valores mínimo e máximo de iluminância encontrados nesses setores foram, respectivamente,

125,6 lx e 372,3 lx. Logo, as iluminâncias encontradas estão dentro dos valores mínimos indicados pela NBR 5413.

Tipo de lâmpada	Iluminação natural	Média de lâmpadas por sala
Fluorescente (100%)	Ausente (100%)	2 lâmpadas
Lâmpadas defeituosas	Iluminância média	Iluminância na norma (lx)
0 %	288,6 lx	100 – 150 - 200

Tabela 2 - Dados luminotécnicos da Maternidade

Fonte: Autores (2020).

A Tabela 2 refere-se à maternidade, especificamente às salas de parto, verifica-se nela que em todas as salas há ausência de iluminação natural, e que a iluminação artificial provém totalmente de lâmpadas fluorescentes. No que concerne às lâmpadas defeituosas, constatou-se que nenhuma lâmpada nesse estado foi identificada. A menor iluminância calculada foi de 191,7 lx e a máxima foi de 385,5 lx. Desse modo, as iluminâncias obtidas enquadram-se nos parâmetros normativos.

Tipo de lâmpada	Iluminação natural	Média de lâmpadas por sala
Fluorescente (100%)	Presente (33,3%)	3,3 lâmpadas
	Ausente (66,7%)	
Lâmpadas defeituosas	Iluminância média	Iluminância na norma
0 %	297,3 lx	150 - 200 - 300

Tabela 3 - Dados luminotécnicos das salas de consulta médica

Fonte: Autores (2020).

A Tabela 3 alude às salas de consulta médica. Foram visitados ambulatórios nos departamentos de cirurgia, pronto-socorro e maternidade. Observou-se que a maioria dos ambientes não possuem iluminação natural: 66,7%, e que todas as fontes de luz artificial são fluorescentes. Não foram encontradas lâmpadas defeituosas. O valor mínimo de iluminância identificado foi de 167,2 lx e o máximo 543 lx, sendo este último mensurado no centro cirúrgico. Portanto, as iluminâncias observadas estão em conformidade com as recomendações normativas.

Tipo de lâmpada	Iluminação natural	Média de lâmpadas por ambiente
Fluorescente (100%)	Presente (20%) Ausente (80%)	3,4 lâmpadas
Lâmpadas defeituosas	Iluminância média	Iluminância na norma
0 %	232,7 lx	300 – 500 - 750

Tabela 4 - Dados luminotécnicos do Pronto-socorro

Fonte: Autores (2020).

A Tabela 4 diz respeito às salas de cuidados do pronto-socorro, nas quais foi possível observar que a maioria desses ambientes não possui luz natural: 80% dos recintos analisados. As fontes de luz artificial são todas fluorescentes e não apresentaram falhas de funcionamento em nenhum ambiente. Além disso, o valor mínimo de iluminância obtido nesse setor foi 108,2 lx e o máximo, 330,5 lx. Nesse setor, apenas 60% dos valores de iluminação atendem aos critérios normativos, enquanto 40% dos recintos apresentaram valor inferior a 300 lx, o que resultou em uma iluminância média geral 67,3 lx menor que o valor mínimo indicado em norma, ou seja, 40% dos ambientes destoam dos valores adequados e, conforme QUEIROZ et al. (2010), em espaços com iluminação inadequada, é necessário um esforço maior da visão do indivíduo.

Tipo de lâmpada	Iluminação natural	Média de lâmpadas por sala
Fluorescente (100%)	Ausente (100%)	20 lâmpadas
Lâmpadas defeituosas	Iluminância média	Iluminância na norma
0 %	1294 lx	300 – 500 - 750

Tabela 5 - Dados luminotécnicos das salas de cirurgia

Fonte: Autores (2020).

A Tabela 5 expõe os dados coletados nas salas de cirurgia, onde é possível perceber a ausência de iluminação natural, uma alta iluminância média, bem como o alto número de lâmpadas. Vale destacar que esses recintos possuem uma luminária complementar à iluminação proveniente das instalações elétricas convencionais, o foco, que é um equipamento de luz direcionada usado para iluminar o plano de trabalho em cirurgias, permaneceu ligado durante as medições. Ademais, a iluminação artificial convencional é composta totalmente por lâmpadas fluorescentes e não foram encontradas lâmpadas defeituosas ou sem funcionamento. O menor valor de iluminância identificado foi de 1289,2 lx e o máximo de 1304,8 lx, nesse sentido, esses valores atendem aos critérios mínimos da norma supracitada.

Tipo de lâmpada	Iluminação natural	Lâmp. defeituosas	Iluminância média
Fluorescente (100%)	Presente (47,6%)	12,1%	350,3 lx
	Ausente (52,4%)		

Tabela 6 - Dados luminotécnicos gerais

Fonte: Autores (2020).

Em uma análise geral, evidenciada na Tabela 6, considerando todos os ambientes examinados, constatou-se que 47,6% possuem iluminação natural, a iluminação artificial é composta 100% por lâmpadas fluorescentes, 12,1% das lâmpadas apresentaram defeito e 91,5% das iluminâncias enquadram-se nos valores mínimos da NBR 5413. Esse percentual de enquadramento é bom, visto que condições de iluminação adequadas são fundamentais para a realização de atividades visuais por funcionários em hospitais, e más condições de iluminação podem resultar em erro (BASUKALA; DEVARAKONDA; MEHROTRA, 2015).

4.1 As cores no ambiente hospitalar

Cores e iluminação nos hospitais podem ter um grande impacto na disposição dos pacientes e na humanização do espaço. E por esse motivo, de acordo com BETTEGA, CONTI e SONDA (2015), um bom projeto de iluminação deve contemplar os aspectos de humanização do ambiente. As porcentagens das cores utilizadas nos locais estudados estão dispostas no Gráfico 1.

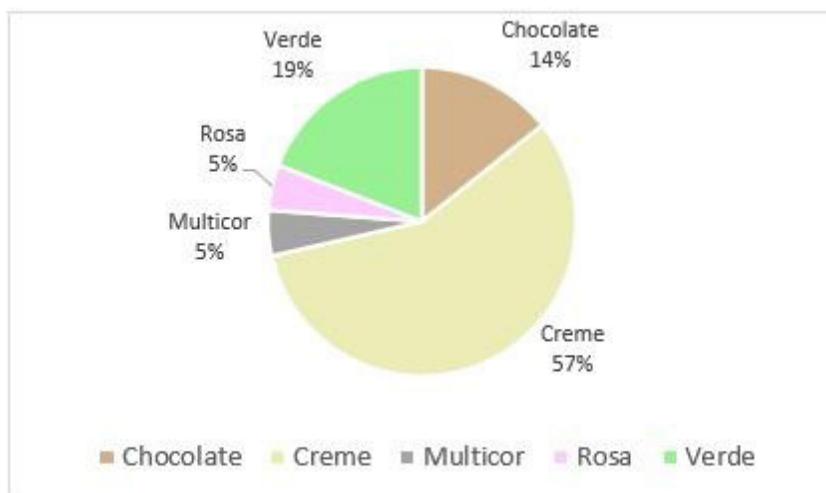


Gráfico 1 - Distribuição cromática dos ambientes hospitalares analisados.

Fonte: Autores (2020).

Percebe-se, no gráfico 1, a predominância da cor creme (57%), seguida pela cor verde (19%) e pela cor chocolate (14%) e, em menores proporções, constatou-se o uso do rosa (5%) e ambientes multicolores (5%). Em relação às cores observadas, o uso de cores variadas, a depender do ambiente, é muito importante, dado que, em conformidade com as pesquisas de *ĆURČIĆ et al. (2019)*, uma pessoa reage de modo diferente às cores e essas podem causar diferentes efeitos emocionais nos seres humanos.

Ainda, pôde-se apontar que os ambientes multicolores foram todos encontrados no setor de pediatria. Isso é muito importante para proporcionar à criança e aos familiares um espaço lúdico e humanizado, que amenize o estresse de estar em um hospital. Esse quesito do uso diferentes cores no setor de pediatria corrobora as análises de *LOPES e NAOUMOVA (2016)*, segundo as quais um ambiente humanizado é capaz de despertar estímulos positivos.

5 | CONCLUSÃO

O estudo mostrou que os aspectos de cores e iluminação em espaços de tratamento de saúde estão ligados tanto à ergonomia, à saúde do trabalhador e à humanização dos locais, tendo em vista alcançar um ambiente menos estressante e acolhedor aos pacientes. Além da humanização, uma boa iluminação proporciona uma maior segurança para profissionais e pacientes, visto que um bom projeto de iluminação reduz a probabilidade de erros.

A iluminação natural revelou-se como fundamental no projeto hospitalar, uma vez que é preferível pelas pessoas. A luz natural foi encontrada majoritariamente nas enfermarias, onde os pacientes passam mais tempo internados. No que tange à iluminação artificial, seus valores mínimos de iluminância aumentam de acordo com o nível de complexidade do atendimento que é prestado.

O uso de cores interfere nas sensações que cada pessoa tem do ambiente, assim sendo, um bom planejamento cromático pode ofertar aos usuários dos espaços um maior conforto e tornar a experiência de estar em um hospital menos estressante.

AGRADECIMENTOS E FINANCIAMENTO

Este artigo é fruto de um projeto do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), intitulado “Análise da iluminação em ambientes de internação e consulta médica de hospitais públicos e privados do município de Arapiraca-AL”, da Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação do Instituto Federal de Alagoas – IFAL, desenvolvido no IFAL – Campus Arapiraca.

REFERÊNCIAS

BASUKALA, Sunil; DEVARAKONDA, Shiva; MEHROTRA, Sameer. **Effective Lighting Design Standards Impacting Patient Care: A Systems Approach**. Journal of Biosciences and Medicine, vol. 3, n. 11, p. 54-61, nov. de 2015.

BETTEGA, Patrícia; CONTI, Carla Jussara; SONDA, Carolina de Moraes. **Cores e iluminação em ambientes hospitalares**. In: 13º ENCONTRO CIENTÍFICO CULTURAL INTERINSTITUCIONAL. 2015. Anais do 13º Encontro Científico Cultural Interinstitucional, 2015. p. 1-3.

BONI, Cláudio; SILVA, Conrado Renan; FORTUNA, Talita Carli. **Conforto ambiental hospitalar na perspectiva dos hospitais da rede Sarah Kubistchek**. Revista Contemporânea: Revista Uniletoledo: Arquitetura, Comunicação, Design e Educação, v. 3, n. 01, p. 74-88, jan/jun 2018.

ĆURČIĆ, Aleksandra *et al.* **Effects of color in interior design**. In: 7TH INTERNATIONAL CONFERENCE CONTEMPORARY ACHIEVEMENTS IN CIVIL ENGINEERING. 2019. Subotica, Serbia. Abr. 2019. p. 867-876.

KASPER, Andrea de Aguiar *et al.* **A Influência da Iluminação como Fator de Humanização em Ambientes Hospitalares: o Caso das Salas de Espera e dos Corredores Hospitalares**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. São Carlos, SP: USP, 2009. p. 89-100.

LOPES, Leila; NAOUMOVA, Natalia. **O uso da cor como ferramenta de humanização de ambientes de assistência à saúde infantil sob a percepção do usuário: caso de estudo Pelotas, RS**. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO. 2016. Porto Alegre: PROPAP / UFRG, jul. de 2016. p. 1-20.

QUEIROZ, et al. **Estudo de caso: Impactos da iluminação inadequada em área de internação hospitalar**. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA - VII SEGeT; 2010; Rio de Janeiro. 2010. p. 1-12.

SILVA, Livia Gabriela da Costa. **QUALIDADE LUMÍNICA PERCEBIDA EM ENFERMARIAS HOSPITALARES: Estudo no Hospital das Clínicas de Pernambuco**. 2018. 145f. Dissertação (Mestrado em Ergonomia) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Artes e Comunicação, Recife, 2018.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acidentes fatais 112, 113, 117

AD633 131, 132, 133, 135, 136, 137, 138

Análise luminotécnica 25

Arduino 37, 39, 41, 42, 43, 46, 47, 48, 49, 59, 111, 119, 120, 121, 122, 124, 125, 128, 129, 130

Automação 9, 22, 36, 38, 47, 48, 59, 119, 121, 123, 127, 128, 150, 154, 155

Azeite 159, 160, 161, 163, 168

B

Backflashover 11, 12, 19, 20, 21, 22, 60, 61, 62, 70, 71, 72, 73

Bancada experimental 77, 78, 84, 85, 88

Bluetooth 36, 37, 39, 46, 47, 48, 49, 122

Boxplot 112, 113, 114, 115, 116

C

Classificadores 159, 160

Controle volt-watt 89

Costs 21, 36

D

DAC 131, 132, 134, 135, 137, 138

Descargas atmosféricas 11, 12, 60, 61

Design automation 36, 141

Distúrbios da voz 1

E

Eletricidade 45, 112, 113, 118, 120, 121, 129

Eletrodo de superfície 140

Eletromiografia 140, 143, 147

EMG 140, 141, 142, 143, 145

Espectrofotometria 50

Estágio de saída 131, 132, 133, 134, 136, 138

Estudo de cores 25

Extensão 148, 157

F

Fotometria 103, 104, 105

G

Geração solar 89, 90, 101

Gerador de ondas arbitrárias 131, 132, 138, 139

I

Iluminação no ambiente hospitalar 25

Infrared sensors 36

Instrumentos de medição 103

Internet das coisas 119, 120, 122, 130

L

Lighting control 36, 49

Linhas de transmissão 11, 12, 60, 61, 117

M

Microcontroladores 103

Microprocessador 36

Microrrede 77, 78, 79, 87

O

Óleo vegetal 159, 161

P

Perceptron multicamadas 1, 3

Processamento de imagem 159

Q

Qualificação profissional 148, 149, 155, 156

R

Raspberry Pi 46, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 159, 160, 163

Reconhecimento de padrão 159, 160

Recursos distribuídos de energia 77, 78

S

Sistemas de aterramento 11, 12, 61

Sobretensão 89, 91, 98, 100, 101

Software de controle 50

T

Transformada Wavelet Packet 1, 2

U

Usinas termelétricas 148, 149, 152, 155

ENGENHARIA ELÉTRICA:

COMUNICAÇÃO INTEGRADA
NO UNIVERSO DA ENERGIA

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2021

ENGENHARIA ELÉTRICA:

COMUNICAÇÃO INTEGRADA
NO UNIVERSO DA ENERGIA

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2021