

Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias 3

Franciele Braga Machado Tullio
Lucio Mauro Braga Machado
(Organizadores)



Atena
Editora

Ano 2020

Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias 3

Franciele Braga Machado Tullio
Lucio Mauro Braga Machado
(Organizadores)



2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Karine de Lima

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
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. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

P474 Pesquisa científica e inovação tecnológica nas engenharias 3 [recurso eletrônico] / Organizadores Franciele Braga Machado Tullio, Lucio Mauro Braga Machado. – Ponta Grossa PR: Atena, 2020.

Formato: PDF
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
 Modo de acesso: World Wide Web
 Inclui bibliografia
 ISBN 978-65-81740-21-4
 DOI 10.22533/at.ed.214201402

1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 2. Inovações tecnológicas.
 3. Tecnologia. I. Tullio, Franciele Braga Machado. II. Machado, Lucio
 Mauro Braga

CDD 658.5

Elaborado por Maurício Amormino Júnior | CRB6/2422

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Em “Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias 3” temos treze capítulos que trazem preciosas contribuições para a inovação tecnológica nas engenharias.

Pesquisas na área de gestão de resíduos, produção de energia limpa, cuidados com o ambiente em que vivemos demonstram que os pesquisadores estão preocupados com a inovação, mas respeitando os recursos naturais.

Na mesma linha, pesquisas na área de logística e mecânica demonstram preocupação com o bem-estar da sociedade sem renunciar aos benefícios proporcionados pela tecnologia. Benefícios presentes ainda na otimização de custos em construção e na utilização de tecnologias de informação móveis.

Esperamos que esta obra seja útil ao progresso da ciência e possa melhorar as pesquisas na área. Boa leitura!

Franciele Braga Machado Túllio
Lucio Mauro Braga Machado

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
CARACTERIZAÇÃO DO LODO DE EFLUENTE INDUSTRIAL TRATADO DE BENEFICIADORA DE ARROZ OBTIDO COMO BIOMASSA PARA PROCESSO DE PIRÓLISE	
Emerson de Moraes Böhm Roberto Tomedi Sacco Iago Riveiro Santos Dutra Pedro José Sanches Filho Giani Mariza Barwald Bohm	
DOI 10.22533/at.ed.2142014021	
CAPÍTULO 2	7
PETRODIESEL WITH BIODIESEL WATER/OIL SEPARATOR FILTER – LOW PERFORMANCE	
Sérgio Roberto Amaral José Luz Silveira Eloisa Couto Parkutz Costa Alan Baio Bonel Thiago de Miranda Nogueira Marcos Morin Marcondes Cesar Marcio José Cirino	
DOI 10.22533/at.ed.2142014022	
CAPÍTULO 3	21
GESTÃO DOS PROCESSOS DE BENEFICIAMENTO DAS MARMORARIAS DO MUNICÍPIO DE TUCURUÍ – PARÁ	
Taiana da Silva Ferreira Felipe José Marques Mesquita Mateus Mamede Mousinho Junior Hiroyuki Ishihara	
DOI 10.22533/at.ed.2142014023	
CAPÍTULO 4	32
ESTUDO DA CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS CLIMATOLÓGICAS E A QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA DO SISTEMA FOTOVOLTAICO DO ESCRITÓRIO VERDE DA UTFPR	
Eloi Rufato Junior Plinio Caetano de Siqueira Rafael de Freitas Gasparelo Danderfer Thomas Hideki Sasaya	
DOI 10.22533/at.ed.2142014024	
CAPÍTULO 5	52
DESENVOLVIMENTO DE BANCADA DE VIBRAÇÃO EM PROTÓTIPO DE VAGÃO DE MINÉRIO DE FERRO	
Alexandre Luiz Amarante Mesquita Ítalo José Cunha Araújo Eivelton André Oliveira da Trindade Ronaldo Menezes dos Santos Junior	
DOI 10.22533/at.ed.2142014025	

CAPÍTULO 6	62
AVALIAÇÃO QUALI-QUANTITATIVA DA EFICIÊNCIA DO SISTEMA BRS BELÉM, SOB A ÓTICA DOS USUÁRIOS	
Diego Ribeiro Pinto de Castro	
Jânio Luiz Marques Trindade Júnior	
Gabrieli Inácio dos Santos	
Christiane Lima Barbosa	
DOI 10.22533/at.ed.2142014026	
CAPÍTULO 7	78
DESENVOLVIMENTO DO MÓDULO DE TESTE PARA CONTROLE DE POSIÇÃO DA VÁLVULA DISTRIBUIDORA	
Geanderson Cutrim Soares	
Hugo da Rocha Conceição	
Marcelo Alves de Sousa	
Bernard Carvalho Bernardes	
DOI 10.22533/at.ed.2142014027	
CAPÍTULO 8	90
USO DO ALGORITMO SIMULATED ANNEALING MODIFICADO PARA OTIMIZAÇÃO DE MUROS DE CONTENÇÃO	
Carlos Millan-Paramo	
Jair de Jesus Arrieta Baldovino	
Euriel Millan Romero	
DOI 10.22533/at.ed.2142014028	
CAPÍTULO 9	106
COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS GPS GEODÉSICO E GARMIN EM LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS	
Eduardo Vinícius Franco da Silva	
Gustavo Souza Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.2142014029	
CAPÍTULO 10	118
GERENCIAMENTO DE QUALIDADE DE PROJETO: COMPOSIÇÃO UNITÁRIA DOS CUSTOS DE SERVIÇOS DE MÃO-DE-OBRA	
Hamohhamed Henrik Santana Carvalho	
Lízia Sousa Alves	
Wilker David de Oliveira	
Selma Araújo Carrijo	
DOI 10.22533/at.ed.21420140210	
CAPÍTULO 11	124
SISTEMA DE INFORMAÇÃO: O USO DE APLICATIVO MÓVEL EM AGÊNCIAS BANCÁRIAS	
Railma Saldanha da Silva	
Leanderson Augusto dos Santos Santana	
André Luis Rodrigues Mathias	
Suelma do Nascimento Brito Lôbo Mathias	
DOI 10.22533/at.ed.21420140211	
CAPÍTULO 12	133
ESTIMATION OF PARAMETERS OF THE TORQUE CONVERTER OF AN AUTOMATIC	

TRANSMISSION OF A PASSENGER VEHICLE

Elias Dias Rossi Lopes
André Flora Alves Pinto
Caio César do Prado Dorea Reis
Gustavo Simão Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.21420140212

CAPÍTULO 13 147

APLICAÇÃO DE *CYMBOPOGON WINTERIANUS* (CITRONELA) COMO AGENTE INIBIDOR DE BACTÉRIAS ISOLADAS DO FLUÍDO DE CORTE

Edgar Augusto Aliberti
Kátia Valéria Marques Cardoso Prates
Pâmela Nunes Sá

DOI 10.22533/at.ed.21420140213

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 153

ÍNDICE REMISSIVO 154

ESTUDO DA CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS CLIMATOLÓGICAS E A QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA DO SISTEMA FOTOVOLTAICO DO ESCRITÓRIO VERDE DA UTFPR

Data de aceite: 03/02/2020

Eloi Rufato Junior

elrufato@utfpr.edu.br

UTFPr - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento Acadêmico de Engenharia Elétrica

COPEL - Departamento de Energia Eólica.

Plinio Caetano de Siqueira

plinio-caetano@hotmail.com

UTFPr - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento Acadêmico de Engenharia Elétrica

Rafael de Freitas Gasparelo Danderfer

rafa_de_freitas@hotmail.com

UTFPr - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento Acadêmico de Engenharia Elétrica

Thomas Hideki Sasaya

thomas.sasaya@gmail.com

UTFPr - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento Acadêmico de Engenharia Elétrica

RESUMO: Buscando-se determinar o impacto do modelo de produção de energia elétrica por sistemas fotovoltaicos conectados à rede (SFVCR) na operação do sistema elétrico de potência, este trabalho discorre sobre o desempenho do sistema fotovoltaico monofásico conectado à rede do Escritório

Verde da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), câmpus Curitiba, localizado na região central da cidade, em operação desde 14 de dezembro de 2011, quanto aos parâmetros de qualidade de energia de tensão em regime permanente, fator de potência, distorção harmônica de tensão e variação de frequência preconizados pela 10^a revisão do módulo 8 do PRODIST (Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional) e efetua comparativos entre os resultados das análises de qualidade de energia elétrica com dados climatológicos e atmosféricos registrados por um período de três semanas distintas. Os dados climatológicos são provenientes de base de dados pertencente ao SIMEPAR (Sistema Meteorológico do Paraná), com base em estação meteorológica localizada na cidade de Curitiba. Através dos resultados das análises e comparações realizadas, observa-se que o SFVCR do Escritório Verde atende adequadamente às definições da ANEEL quanto à qualidade de energia elétrica produzida. Nota-se, também, o impacto substancial da irradiância incidente e da temperatura média ambiente no município de Curitiba sobre alguns dos parâmetros de qualidade de energia elétrica registrados no estudo, observando-se momentos e que o coeficiente de correlação de Pearson entre as variações de irradiância global no plano horizontal e o fator de potência para

as fases do sistema alcançou a ordem de 76% para a segunda semana de estudo, compreendida entre os dias 25 de Setembro e 02 de Outubro de 2019. Na mesma semana, observou-se índices de correlação entre a temperatura média ambiente e a tensão em regime permanente em patamares próximos a 50%.

PALAVRAS-CHAVE: Eficiência Energética, Energia Fotovoltaica, Qualidade de Energia Elétrica.

ABSTRACT: In order to determine the impact of the grid-connected photovoltaic power generation (SFVCR) model on the operation of the power system, this paper discusses the performance of the single-phase photovoltaic system connected to the Federal Technological University of Paraná (UTFPR) Green Office, campus Curitiba, located in the central region of the city, in operation since December 14, 2011, regarding the parameters of steady state voltage power quality, power factor, voltage harmonic distortion and frequency variation recommended by the 10th revision of module 8 of PRODIST (Procedures for Distribution of Electricity in the National Electric System) and makes comparisons between the results of the analyzes of electric power quality with climatic and atmospheric data registered for a period of three distinct weeks. Climatological data come from a database belonging to SIMEPAR (Paraná Meteorological System), based on a meteorological station located in the city of Curitiba. Through the results of the analyzes and comparisons performed, it is observed that the SFVCR of the Green Office adequately meets ANEEL's definitions of the quality of electricity produced. It is also noted the substantial impact of the incident irradiance and the average ambient temperature in the city of Curitiba on some of the electric power quality parameters registered in the study, observing moments and that the Pearson correlation coefficient between the variations of the global irradiance in the horizontal plane and the power factor for the system phases reached 76% for the second study week, from 25 September to 02 October 2019. In the same week, we observed correlation indices between average ambient temperature and steady state voltage at levels close to 50%.

KEYWORDS: Energy Efficiency, Photovoltaic Energy, Electric Energy Quality.

1 | INTRODUÇÃO

Em meio a uma sociedade cada vez mais dependente da eletricidade como matriz energética para suas mais diversas finalidades, torna-se crescente a preocupação com o aumento de sua demanda, justificando a busca por novas formas de geração (ABILIO et al., 2010). O aproveitamento da energia proveniente do Sol tem despontado como uma das alternativas mais promissoras para o saciamento da demanda da sociedade por energia elétrica e por calor (PINHO; GALDINO, 2014).

Segundo o Global Status Report, em 2017, a capacidade total instalada de energia solar fotovoltaica mundial alcançou o patamar de 402 GW de potência instalada, traduzindo-se em um crescimento de mais de 30% em relação ao ano anterior (REN21,

2018).

Segundo Tiepolo (2015), os valores de irradiação solar global incidente em qualquer região do território brasileiro são superiores aos da maioria dos países da União Europeia, onde projetos para aproveitamento de recursos solares foram impulsionados com fortes incentivos governamentais. O Estado do Paraná demonstra elevado potencial de geração, conforme demonstrado na Figura 1, que ilustra um comparativo entre a irradiação total anual no Estado e no continente europeu.

Em abril de 2012 publicou-se a primeira resolução normativa da ANEEL, cujo escopo abrangeu a regulamentação da política de créditos de energia para a geração distribuída no Brasil, a Resolução nº 482. Em dezembro do mesmo ano, a ANEEL publicou a resolução nº 517, que alterou a resolução anterior no que tange ao sistema de compensação financeira pela energia produzida pela unidade e injetada na rede (TONIN, 2017). Ao final de 2015, a ANEEL tornou pública a resolução nº 687, que introduziu melhorias para a geração de energia por fontes renováveis, dentre as quais se destacam o incremento da duração dos créditos de energia elétrica de 36 meses para 60 meses e a redução do prazo de tramitação dos pedidos de conexão junto às distribuidoras (ANEEL, 2015).

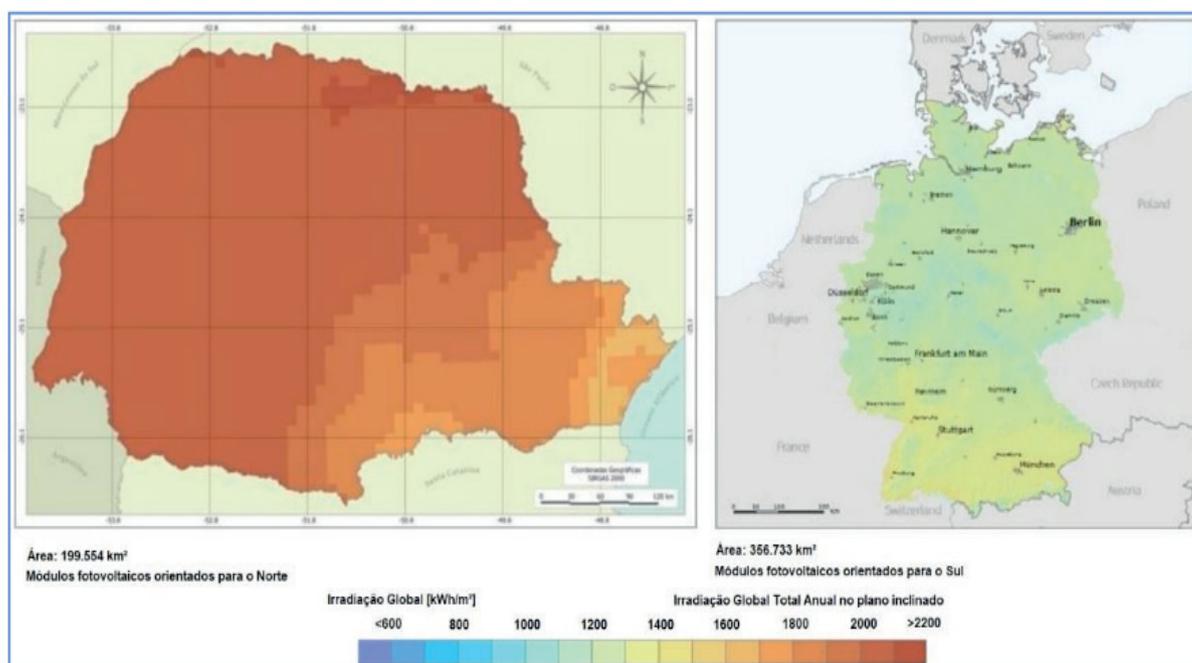


Figura 1 – Comparativo entre a irradiação anual no Paraná e na Alemanha.

Fonte: adaptado de (TIEPOLO et al., 2014).

Considerando o contexto apresentado e a necessidade inequívoca de diversificação da matriz elétrica brasileira, confirma-se a crescente importância da GD (Geração Distribuída) de energia elétrica no país, de forma que a preocupação com a qualidade da energia injetada na rede se acentua, principalmente quando realizada por micro e mini plantas geradoras (BRASIL, 2015).

2 | EMBASAMENTO TEÓRICO E METODOLOGIA

A localidade na qual este estudo se embasa consiste no Escritório Verde (EV) da UTFPR (Figura 2), localizado no bairro Rebouças, região central do município de Curitiba. No local, encontra-se em operação um sistema fotovoltaico conectado à rede de 2,1 kWp, composto por 10 módulos fotovoltaicos de silício policristalino da marca KYOCERA, modelo KD210GX-LP, interligados em série, e por um inversor monofásico com transformador de baixa frequência, modelo PVP2000, da marca PVPOWERED, de 2 kW de potência.



Figura 2 – Escritório Verde da UTFPR.

Fonte: acervo próprio (2019).

O monitoramento dos indicadores de qualidade de energia elétrica do local fora realizado seguindo-se os critérios estabelecidos pela Seção 8.1 da 10^a Revisão do Módulo 8 do PRODIST, envolvendo os parâmetros de Tensão em Regime Permanente, Fator de Potência, Variação de Frequência e Distorção Harmônica de Tensão. Além do exposto, a Distorção Harmônica de Corrente também foi registrada, apesar de não possuir limites especificados pelo documento (ANEEL, 2017)

Os parâmetros de qualidade de energia elétrica descritos foram abstraídos por meio de aquisições realizadas em intervalos regulares de 10 minutos entre cada amostra, ao longo do período de uma semana, totalizando 1008 registros por semana. O procedimento fora repetido por 3 semanas, sendo que a primeira análise compreende o intervalo entre os dias 16 e 22 de setembro de 2019, a segunda abrange o período entre o dia 25 de setembro e 01 de outubro de 2019 e a última integra o intervalo entre os dias 02 e 08 de outubro de 2019.

Os registros de Qualidade de Energia Elétrica (QEE) do EV foram realizados

por meio de um analisador de qualidade de energia da marca EMBRASUL, modelo RE6000, conectado ao ponto de interligação do SFVCR ao quadro geral do Escritório Verde, conforme o diagrama apresentado na Figura 3.

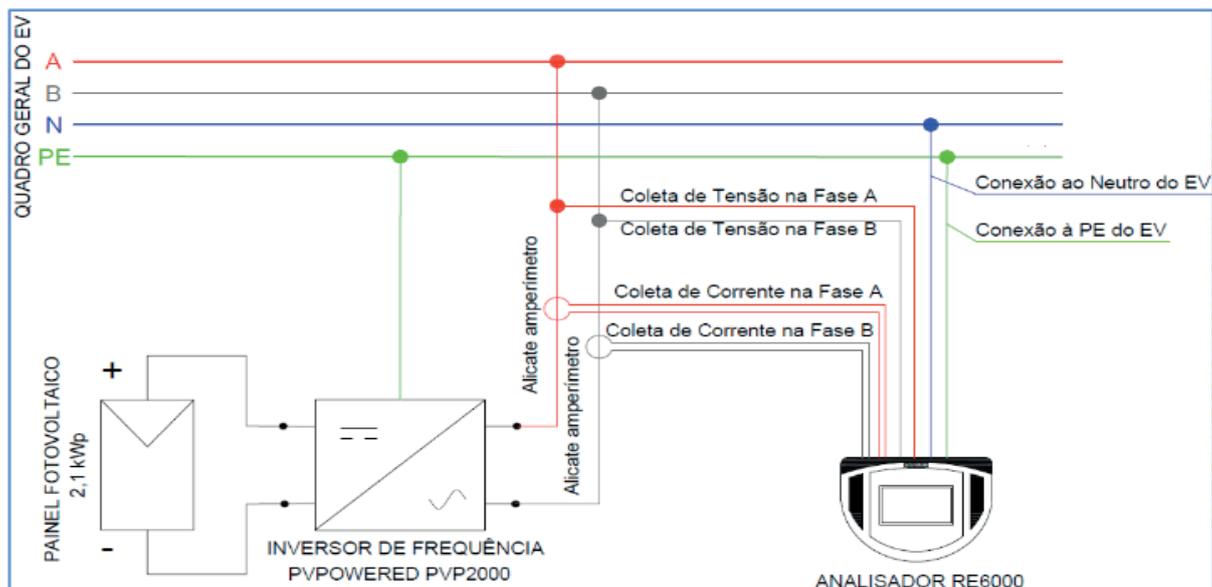


Figura 3 – Diagrama de conexão do analisador RE6000 à instalação do EV.

Fonte: autoria própria (2019).

2.1 Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede

A energia solar fotovoltaica consiste na energia elétrica produzida por células fotovoltaicas, a unidade básica de um sistema solar, fabricado com material semicondutor, com base na conversão direta de luz em eletricidade, através do efeito fotovoltaico (TONIN, 2017).

Um painel fotovoltaico é formado por um conjunto de módulos fotovoltaicos interligados em associações em série, em paralelo ou misto. Um módulo, por sua vez, representa um conjunto de células fotovoltaicas, que são interconectadas e, sequencialmente, encapsuladas de maneira a se evitar danos aos componentes provenientes da exposição do módulo ao tempo.

A definição das propriedades elétricas do módulo fotovoltaico tem como fundamento a determinação da curva característica da corrente (I) pela tensão elétrica (V), observável na Figura 4. Tal comportamento deve ser obtido em condições particulares de temperatura, irradiância, massa de ar e velocidade do vento (BUHLER, 2007).

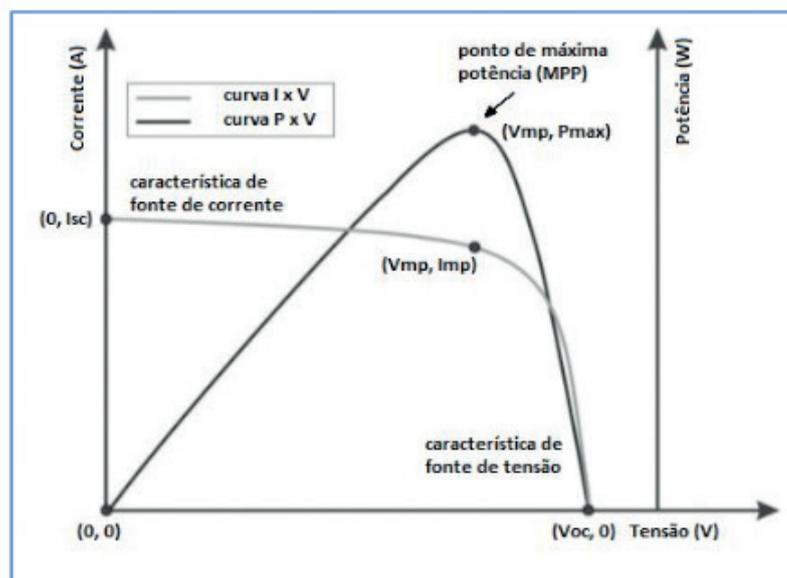


Figura 4 – Curva característica de um módulo fotovoltaico.

Fonte: (CARLETTE, 2015).

A definição das propriedades elétricas do módulo fotovoltaico tem como fundamento a determinação da curva característica da corrente (I) pela tensão elétrica (V), observável na Figura 4. Tal comportamento deve ser obtido em condições particulares de temperatura, irradiância, massa de ar e velocidade do vento (BUHLER, 2007).

Além do painel fotovoltaico, um sistema conectado à rede conta com a existência de um dispositivo capaz de converter a energia elétrica em corrente contínua produzida pelo sistema em corrente alternada adequada à entrega de energia à rede. Tal operação é executada pelo inversor de frequência, cuja topologia está diretamente ligada à qualidade da energia elétrica entregue no ponto de conexão, uma vez que a forma de onda injetada à rede não é perfeitamente senoidal, possibilitando a inserção de distorções ao sistema elétrico de potência.

Os inversores têm seus projetos concebidos com diferentes sistemas de conversão de energia e variadas opções de acoplamento com transformadores, podendo ser classificados quanto a critérios como: número de estágios de processamento de energia, localização dos capacitores de desacoplamento, presença de transformador de baixa ou alta frequência e pelo modelo de interface com a rede elétrica (URBANETZ; RUTHER, 2011). A Figura 5 ilustra um diagrama de representação simplificada de um inversor de frequência com transformador de baixa frequência de operação, análogo ao existente no Escritório Verde da UTFPR.

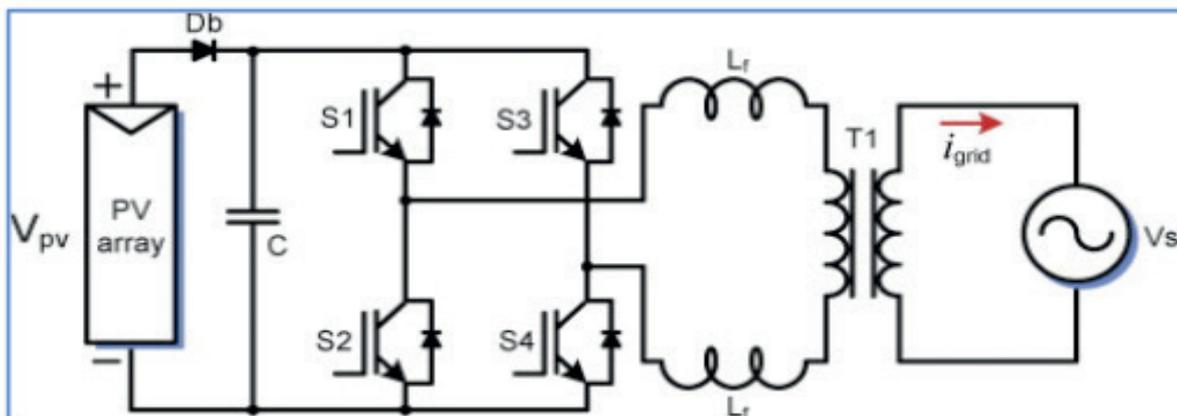


Figura 5 – Inversor com transformador de operação em baixa frequência.

Fonte: (GUZMAN et al., 2015).

2.2 Parâmetros de Qualidade de Energia Elétrica e Limites Determinados pela ANEEL

Os parâmetros de qualidade de energia destacados para este estudo, a partir do Módulo 8 do PRODIST, são os referentes à tensão em regime permanente, à variação de frequência, ao fator de potência e à distorção harmônica de tensão.

A verificação da tensão em regime permanente, segundo a normativa, é estabelecida através da classificação da tensão de operação em faixas adequada, precária e crítica, segundo percentuais relativos à tensão de referência do sistema, através de valores estabelecidos pelo PRODIST. Após o registro de 1008 leituras válidas de tensão em regime permanente ao longo de uma semana de avaliação, o número de transgressões dos valores de tensão, nas faixas precárias e crítica, e comparado a limites estabelecidos para cada faixa de tensão de operação do sistema (ANEEL, 2017). Para o sistema elétrico do EV, cuja faixa de tensão de operação é de 220/127 V, os valores de Duração Relativa da Transgressão Máxima de Tensão Precária (DRPM) é de 3%, enquanto para o índice de Duração Relativa da Transgressão Máxima de Tensão Crítica (DRCM) situa-se em 0,5%.

O fator de potência trata-se da relação direta entre a energia ativa e a energia aparente consumida ou produzida por determinado sistema. Segundo o Módulo 8 do PRODIST, para unidades consumidoras com tensão de regime em valor inferior a 230 kV, o fator de potência ideal deve se encontrar na faixa de 0,92 a 1,00 indutivo ou 1,00 indutivo a 0,92 capacitivo (ANEEL, 2017).

As distorções harmônicas são caracterizadas como fenômenos associados às deformações nas formas de onda de tensão e de corrente elétricas em relação à onda senoidal da frequência fundamental, referentes à energia elétrica produzida e distribuída pelas concessionárias de energia. Tais distorções são produzidas por cargas não-lineares. Ressalta-se que cargas trifásicas, por definição, não produzem harmônicos de ordem 3 e seus múltiplos (MEHL, 2012).

A 10ª Revisão do Módulo 8 do PRODIST trata somente da distorção harmônica de corrente, segmentando-a em indicadores relativos às distorções harmônicas totais para componente de ordem par (DTTP) e ímpar (DTTI) não múltiplas de 3, componentes múltiplas de 3 (DTT3) e distorção harmônica total de tensão (DTT). Todos os indicadores descritos são registrados a cada amostra ao longo de um período de uma semana e, ao final, o percentil 95% de cada classificação é registrada e comparada com os limites estabelecidos na norma (ANEEL, 2017). Os limites definidos pelo PRODIST são apresentados na Tabela 1.

Indicador	Tensão nominal		
	$V_n \leq 1,0 \text{ kV}$	$1,0 \text{ kV} < V_n < 69 \text{ kV}$	$69 \text{ kV} \leq V_n < 230 \text{ kV}$
<i>DTT</i> _{95%}	10,0%	8,0%	5,0%
<i>DTT</i> _p 95%	2,5%	2,0%	1,0%
<i>DTT</i> _i 95%	7,5%	6,0%	4,0%
<i>DTT</i> ₃ 95%	6,5%	5,0%	3,0%

Tabela 1 – Limites de Distorção Harmônica estabelecidos pelo PRODIST, Módulo 8.

Fonte: (ANEEL, 2017).

A variação de frequência é um parâmetro de extrema importância quando se aborda a operação segura e contínua do sistema elétrico de potência. Fenômenos de variação de frequência da rede são resultados de desequilíbrios entre os níveis de potência de geração e demanda, muitas vezes ocasionados por elevada carga no sistema elétrico (MAIA, 2011).

Uma questão de fundamental importância para sistemas de geração trata-se da frequência em que a concessionária entrega sua energia, que é normatizada pela ANEEL. Esta normatização determina que os sistemas de distribuição e as instalações de geração conectadas aos mesmos devem estar regularizados em condições normais de operação em regime permanente, a operar dentro de um intervalo de frequência, que varia entre 59,9 Hz e 60,1 Hz.

Em casos de ocorrências de distúrbios no sistema elétrico, o Módulo 8 do PRODIST determina que a frequência retorne aos limites tolerados em um intervalo de trinta segundos após o evento, para a faixa de 59,5 Hz a 60,5 Hz, permitindo a readequação e a recuperação do equilíbrio carga-geração. A normativa também estabelece que, havendo necessidade de corte de geração ou de carga para a recuperação do equilíbrio, a frequência não deve exceder 66 Hz ou ser inferior a 55,6 Hz em condições extremas, pode se manter acima de 62 Hz por, no máximo, trinta segundos e acima de 63,5 Hz por, no máximo, dez segundos ou permanecer abaixo de 58,5 Hz por até dez segundos e abaixo de 57,5 Hz por até cinco segundos (ANEEL, 2017).

2.3 Critérios Estatísticos e Comparativo Meteorológico

O comparativo entre os indicadores de qualidade de energia registrados pelo analisador RE6000 e os dados climatológicos obtidos por meio de base de dados concedida pelo SIMEPAR, para dias relativos aos meses de setembro e outubro de 2019, foi realizado seguindo-se metodologias de avaliação estatística. A média aritmética foi obtida para as variáveis climatológicas de precipitação, irradiância global no plano horizontal, umidade relativa, temperatura média e velocidade do vento. Para os indicadores de qualidade de energia elétrica, foram obtidas a média aritmética, o desvio padrão e os indicadores conforme a definição do PRODIST para a tensão em regime permanente, variação de frequência, fator de potência e distorção harmônica de tensão e de corrente.

Além do procedimento exposto, o coeficiente de correlação de Pearson foi dimensionado entre as variáveis climatológicas e os índices de QEE registrados. Tal coeficiente é expresso conforme a Equação 1.

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} = \frac{Cov(X,Y)}{S_x S_y} \quad (1)$$

Na qual os termos x_1, x_2, \dots, x_n e y_1, y_2, \dots, y_n são os valores medidos das variáveis a serem correlacionadas, enquanto \bar{x} e \bar{y} representam as médias aritméticas de ambas as variáveis. A Equação 2 define o cálculo do desvio padrão de determinada variável, expressa pelo termo x .

$$S_x = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

A Equação 3 expressa o cálculo da covariância, que define o grau de interdependência entre duas variáveis (x e y), mas que não possui valores limitados em escala, limites estes que são estabelecidos pelo coeficiente de Pearson. Variáveis aleatórias que possuem covariância nula são descritas como sendo descorrelacionadas. Variáveis independentes são intrinsecamente descorrelacionadas. No entanto, duas variáveis podem não ser independentes e, outrossim, serem descorrelacionadas.

$$S_y = \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n x_i \right) \left(\sum_{i=1}^n y_i \right) \right] \quad (3)$$

Alguns dos valores associados aos índices mais expressivos de correlação foram selecionados e expostos em forma de gráficos de dispersão, cuja linearização dos

resultados permite obter uma avaliação mais precisa do comportamento correlativo entre a qualidade de energia do sistema fotovoltaico conectado à rede e as variações climatológicas presentes.

3 | DISCUSSÃO E RESULTADOS

3.1 Qualidade de Energia Elétrica do Escritório Verde

O corrente estudo compreende a realização de três análises distintas de QEE entre os meses de setembro e outubro de 2019, de maneira que a primeira abrange o período entre 16 e 22 de setembro, a segunda abrange o período entre 25 de setembro e 01 de outubro e a terceira, o período entre os dias 02 e 08 de outubro.

A tensão em regime permanente do sistema foi coletada e classificada segundo os critérios do PRODIST em faixas adequada, precária e crítica de tensão. A Figura 6 ilustra o panorama da tensão de operação do sistema para a primeira semana de estudo.



Figura 6 – Panorama da tensão em regime permanente entre os dias 16 e 22 de setembro.

Fonte: autoria própria (2019).

Verificou-se, através dos dados coletados pelo analisador RE6000, que nenhum valor de tensão crítica fora registrado, resultando em um indicador de DRCM de 0,00% para as três semanas. Em relação à faixa precária, a DRPM dimensionada para a primeira, segunda e terceira semana foram de 0,28%, 2,19% e de 1,09%, respectivamente.

A frequência de operação do sistema elétrico do Escritório Verde fora monitorada segundo os critérios da seção 8.1 do PRODIST, e nenhum valor excedente aos limites

estabelecidos pela norma foi registrado. A Figura 8 apresenta o panorama de frequência de operação do sistema elétrico associado ao Escritório Verde para a primeira semana de estudo.

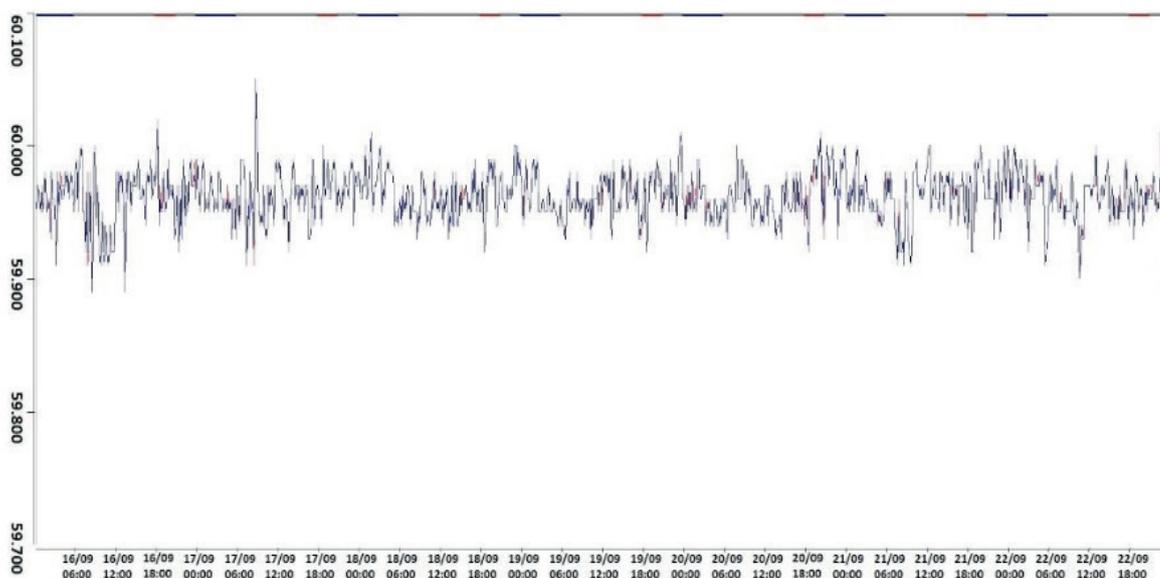


Figura 8 – Frequência de operação do sistema entre os dias 16 e 22 de setembro.

Fonte: autoria própria (2019).

O relatório diário emitido pelo software ANL6000, para os dias 21 e 22 de setembro, destacam os dias com pior qualidade de energia no aspecto de fator de potência, para a primeira semana de análise. Neste período, o único dia em que o fator de potência diário excedeu os limites do PRODIST fora no dia 21 de setembro, situando-se na faixa de 0,872 indutivo.

Para os indicadores de valores de QEE para distorções harmônicas de tensão, verificou-se que as amostras coletadas durante a primeira semana de análise não ultrapassaram os limites estabelecidos pelo módulo 8 do PRODIST. O gráfico da Figura 10 ilustra os valores de distorção harmônica total de tensão (DTT%) ao longo dos dias 16 a 22 de setembro de 2019, para as fases A e B do SFVCR do Escritório Verde.

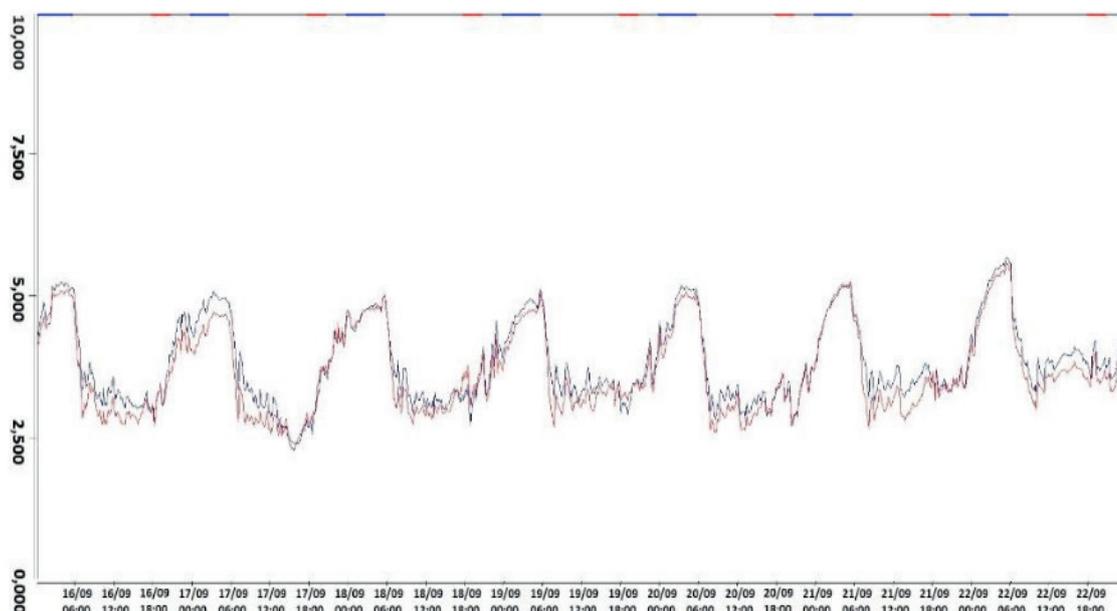


Figura 10 – DTT% de tensão do SFVCR entre os dias 16 e 22 de setembro.

Fonte: autoria própria (2019).

Analogamente aos resultados da primeira semana de análise, os demais intervalos de estudo não revelaram qualquer transgressão aos limites de distorção harmônica de tensão definidos pelo módulo 8 do PRODIST. A Tabela 2 apresenta os indicadores de distorção harmônica de tensão, definidos em percentil 95%, para as ordens ímpares e pares não múltiplas de 3 e para as ordens múltiplas de três, além da distorção harmônica total de tensão da instalação, para cada fase do sistema, ao longo das três semanas de análise.

	Primeira semana		Segunda semana		Terceira semana	
	Fase A	Fase B	Fase A	Fase B	Fase A	Fase B
<i>DTT</i> _{95%}	5,14%	5,04%	5,01%	4,84%	5,22%	5,01%
<i>DTT</i> _{195%}	5,07%	4,93%	4,94%	4,74%	5,14%	4,93%
<i>DTT</i> _{p95%}	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>DTT</i> _{395%}	1,76%	1,48%	1,73%	1,50%	1,44%	1,37%

Tabela 2 – Distorções Harmônicas de Tensão das Fases A e B.

Fonte: autoria própria (2019).

3.2 Comparativo Meteorológico

O coeficiente de correlação de Pearson foi dimensionado envolvendo as diferentes variáveis climatológicas e os registros realizados pelo analisador RE6000 em intervalos regulares de 10 minutos, para cada semana. Os resultados observados e aferidos após o término das aquisições revelaram valores substanciais de correlação entre as variáveis de irradiância no plano global horizontal e temperatura média

ambiente nos registros de qualidade de energia elétrica realizados. As variáveis de precipitação, umidade relativa e velocidade do vento não apresentaram valores apreciáveis e estáveis de correlação direta com a qualidade de energia ao longo das semanas de estudo, apesar de exercerem impacto indireto na temperatura ambiente e na irradiância que atinge a superfície terrestre. A Figura 11 ilustra o panorama geral de potência elétrica produzida pelo sistema fotovoltaico, injetada nas duas fases do Escritório Verde.

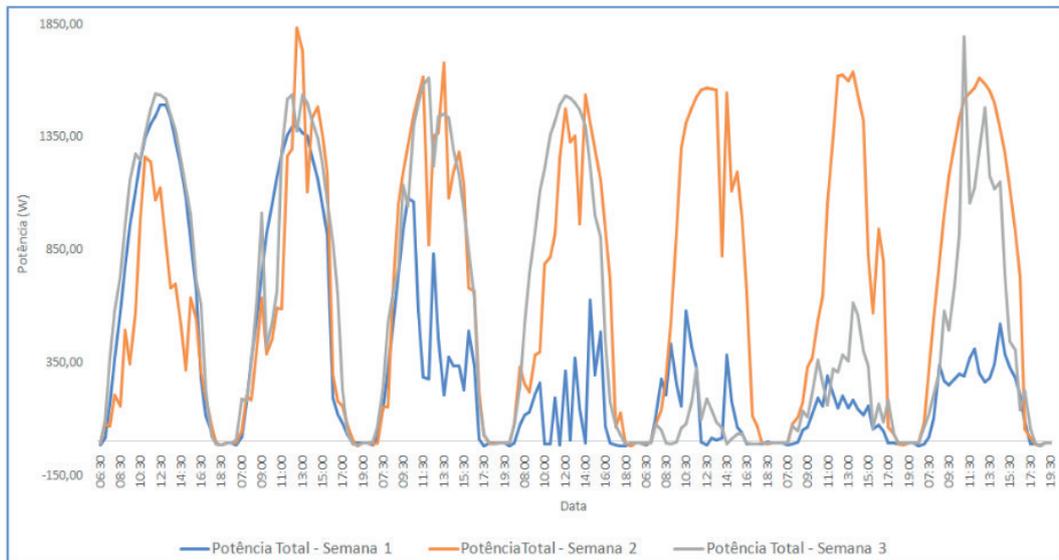


Figura 11 – Potência total produzida pelo sistema fotovoltaico do escritório verde.
Fonte: autoria própria (2019).

A Figura 12 ilustra a irradiância global no plano horizontal registrada pela estação meteorológica do SIMEPAR, localizada no município de Curitiba, para as três semanas envolvidas no estudo.

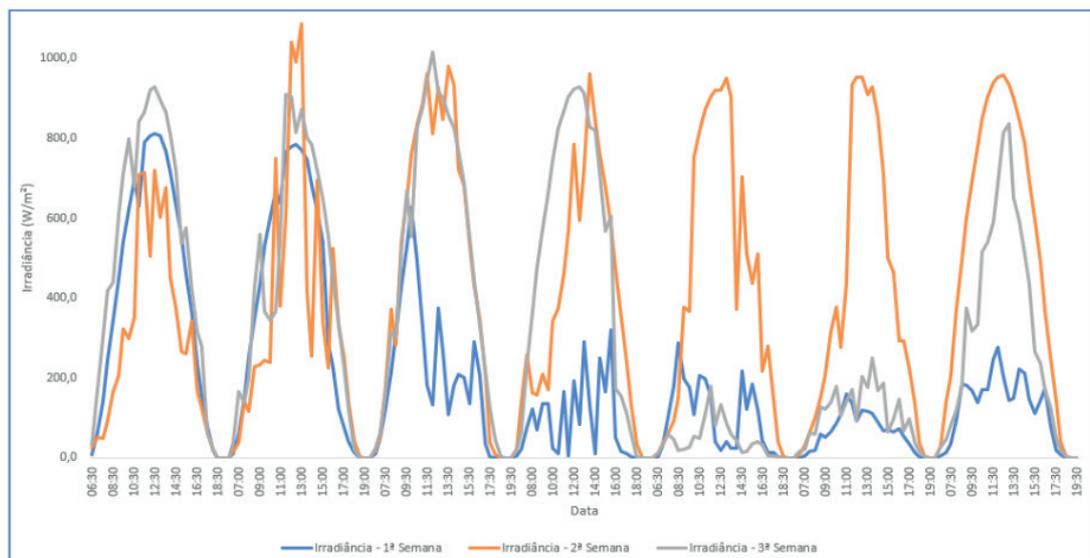


Figura 12 – Irradiância global no plano horizontal em Curitiba.
Fonte: autoria própria (2019).

Para estabelecer um grau comparativo entre os parâmetros analisados e as variáveis climatológicas, calculou-se o coeficiente de correlação de Pearson entre as informações, este coeficiente descreve o grau e o sentido da correlação entre duas variáveis de escala simétrica. Os valores do coeficiente possuem valores entre -1 e 1, sendo 1 uma correlação perfeitamente direta, -1 um coeficiente uma correlação perfeitamente inversa e 0 significa que as duas variáveis não dependem linearmente uma da outra. A equação 1 descreve o cálculo do coeficiente.

Através da avaliação dos valores de correlação obtidos ao longo de estudo, a expressividade dos valores associados à irradiância e à temperatura média ambiente corroboram com um estudo mais aprofundado à tais indicadores. A Figura 13 ilustra o módulo dos coeficientes de Pearson para a variável climatológica de irradiância no plano global horizontal ao longo das três semanas de análise. Os indicadores de potência trifásica e de fator de potência trifásica remetem aos valores que consistem às duas fases do sistema elétrico do Escritório Verde da UTFPR.

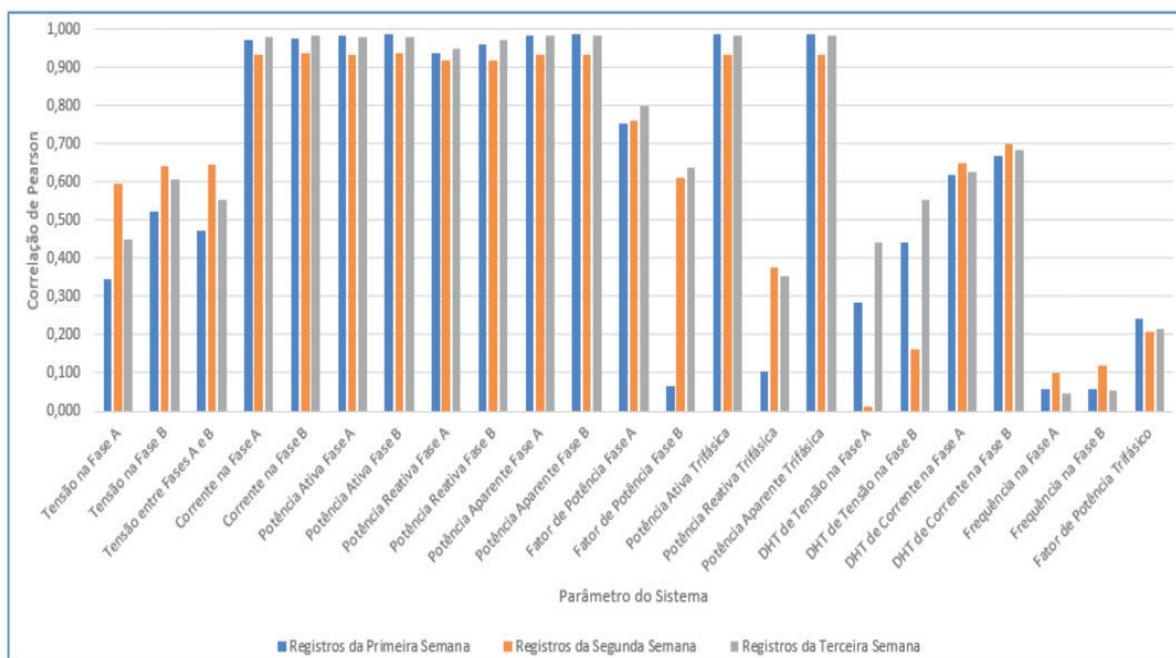


Figura 13 – Módulos dos Coeficientes de Pearson para a irradiância.

Fonte: autoria própria (2019).

Observa-se o impacto considerável da irradiância na distorção harmônica total (DHT) (*Total Harmonic Distortion*) de corrente em ambas as fases do sistema, que estão intrinsecamente relacionadas às potências, ativa e reativa produzidas ou consumidas pelo sistema fotovoltaico. A Figura 14 apresenta os módulos dos coeficientes de correlação de Pearson para a variável climatológica de temperatura média ambiente.

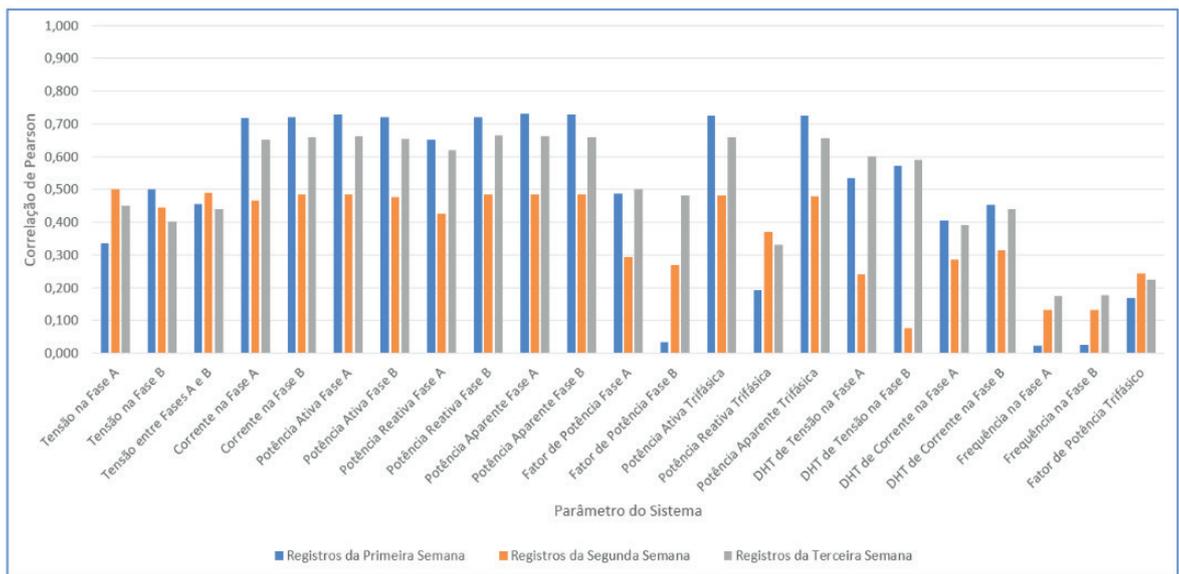


Figura 14 – Módulos dos Coeficientes de Pearson para a temperatura média ambiente.

Fonte: autoria própria (2019).

Conforme observável na Figura 14, a maioria dos indicadores de correlação de QEE com a temperatura média foram reduzidos quando em comparação à irradiância. No entanto, a distorção harmônica total de tensão apresentou incremento considerável para a primeira e para a terceira semana de análise.

A Figura 15 apresenta o panorama de distorção harmônica total de corrente na fase B do sistema elétrico do escritório verde ao longo do dia 27 de setembro de 2019, um dos dias de maior destaque na primeira semana de estudo em relação aos indicadores climatológicos. A correlação entre a distorção descrita e a irradiância é essencialmente inversa, de maneira que, nos momentos em que a geração se estabiliza, as componentes harmônicas produzidas pelo sistema em relação aos valores de frequência fundamental são significativamente reduzidas.

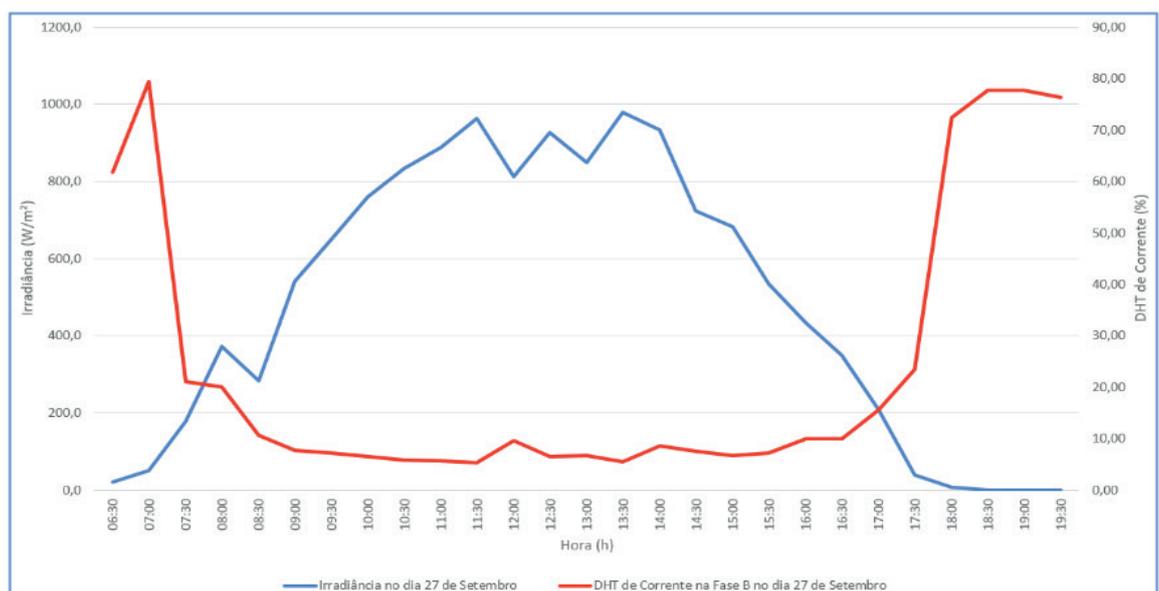


Figura 15 – Distorção harmônica total de corrente na fase B no dia 27 de setembro de 2019.

O gráfico ilustrado na Figura 16 apresenta a dispersão entre a corrente na fase A e a irradiância relativa à primeira semana de aferição, com vista ao aprofundamento da análise comparativa entre os indicadores.

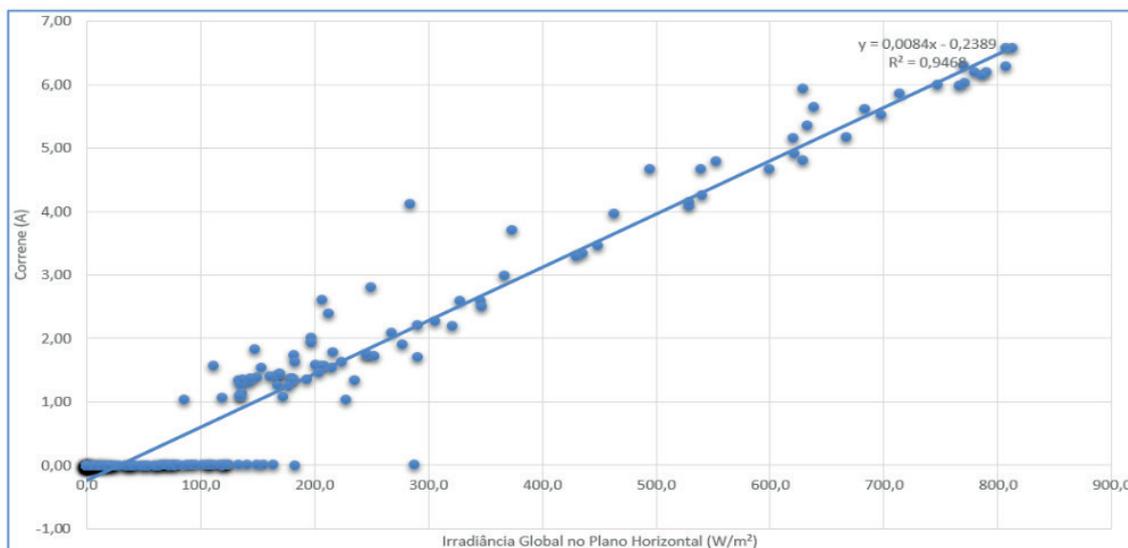


Figura 16 – Gráfico de dispersão entre a corrente na fase A e a irradiância global no plano horizontal.

Fonte: autoria própria (2019).

A Figura 17 ilustra a dispersão entre a corrente na fase B e a irradiância global no plano horizontal do município de Curitiba, para a primeira semana de estudo.

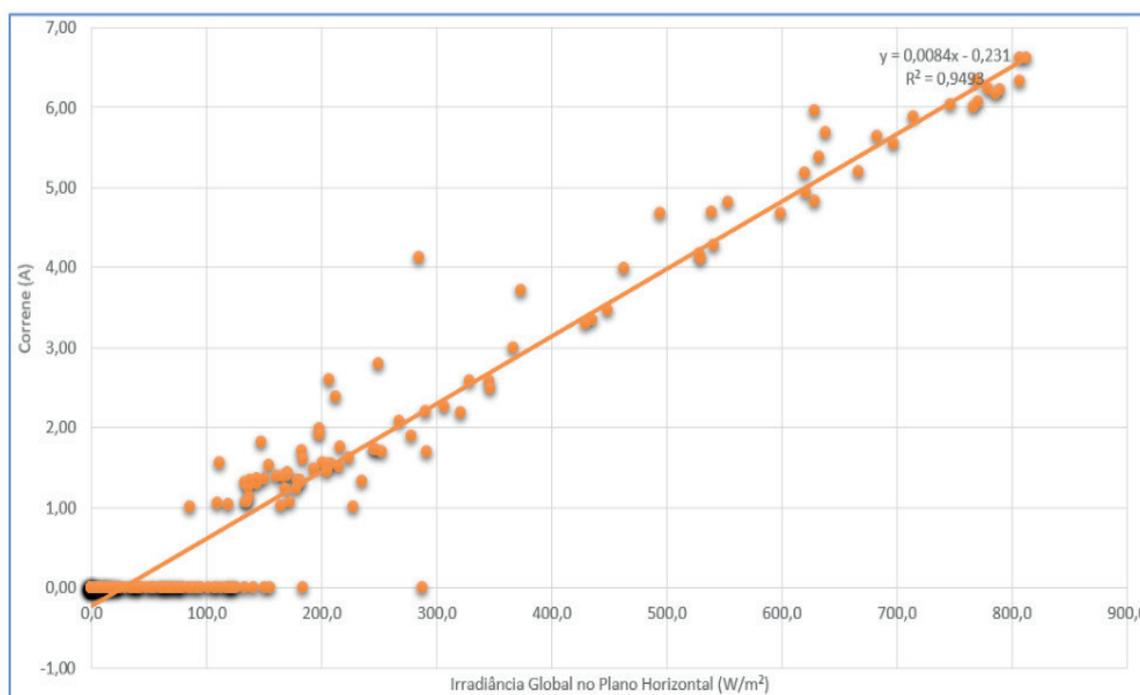


Figura 17 – Gráfico de dispersão entre a corrente na fase B e a irradiância global no plano horizontal.

Fonte: autoria própria (2019).

Em ambos os gráficos de dispersão nota-se o efeito da queda de produção de energia nos momentos em que a irradiância incidente é baixa. Em momentos em que a irradiância incidente torna-se mais expressiva, a produção de energia se estabiliza.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da descrição detalhada dos fenômenos observados por meio da análise dos resultados dos registros de qualidade de energia elétrica relativa ao Escritório Verde da UTFPR, verifica-se que não há transgressões significativas aos limites definidos pelo Módulo 8 dos Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional da ANEEL, quanto às relações de tensão de operação em regime permanente, frequência de operação, distorção harmônica e fator de potência. Isto pode ser reafirmado pela análise de três semanas do perfil de operação da instalação elétrica do local.

Apesar dos parâmetros de QEE descritos neste estudo não serem impactados exclusivamente pelo sistema fotovoltaico conectado à rede do EV, as informações coletadas asseguram que não se observou impactos indesejáveis da operação do sistema no ponto de conexão com o sistema elétrico da concessionária da energia.

Como parte integrante do estudo, buscou-se aferir o grau de distorção ocasionada no sistema devido à intermitência meteorológica, considerando índices destacados em grau de importância considerando a bibliografia existente sobre o assunto. Para isso, os dados coletados pelo analisador e obtidos do SIMEPAR foram normalizados em periodicidade de 30 minutos entre cada registro, delimitados ao horário útil de operação do sistema fotovoltaico e, sequencialmente, a correlação matemática entre cada parâmetro foi obtida de maneira a se observar a interdependência entre elas de maneira nítida.

Concluiu-se, através da análise, que o impacto direto da precipitação e da umidade relativa sobre a qualidade de energia foi relativamente pequeno. O impacto da velocidade do vento na cidade de Curitiba foi desconsiderável, o que pode ser justificado pela localização do sistema fotovoltaico, na região central da cidade, onde, por conta da elevada densidade de construções, a velocidade do vento à altura dos módulos é severamente reduzida.

Em contrapartida, a temperatura ambiente e, em especial, a irradiância, apresentaram um grau considerável de correlação de Pearson com vários parâmetros do sistema. A Tabela 3 apresenta a correlação de Pearson entre a irradiância e alguns dos parâmetros mais afetados por ela.

Parâmetros	Primeira semana	Segunda semana	Terceira semana
V_A	0,346	0,597	0,450
V_B	0,522	0,643	0,607
FP_A	0,753	0,762	0,798
FP_B	-0,064	-0,611	-0,638
DHT_{V_A}	-0,285	-0,011	-0,442
DHT_{V_B}	-0,442	-0,160	-0,554
DHT_{I_A}	-0,620	-0,649	-0,626
DHT_{I_B}	-0,667	-0,698	-0,685

Tabela 3 – Correlação de Pearson entre a Irradiância e os parâmetros.

Fonte: Autoria própria (2019).

No que tange ao âmbito da geração distribuída e da comercialização de energia elétrica, são pertinentes os estudos de métodos com os quais as concessionárias de energia elétrica poderão implementar ou baratear o monitoramento e o controle da qualidade de energia elétrica no sistema elétrico de distribuição, especialmente no ambiente urbano onde, devido à popularização dos sistemas fotovoltaicos conectados à rede, o impacto da geração distribuída frente à geração centralizada poderá afetar substancialmente a qualidade da energia acessível às indústrias, domicílios e comércios.

5 | AUTORIZAÇÕES E RECONHECIMENTOS

O SIMEPAR, por meio de termo de compromisso assinado pelas partes interessadas e apresentado ao instituto, autorizou a publicação dos resultados obtidos por meio de análises pautadas em dados fornecidos pelo mesmo.

6 | AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Eloi Rufato Junior, por disponibilizar tempo e dedicação na orientação do tema e pelos conhecimentos e experiências repassadas nas temáticas envolvidas neste trabalho.

Ao corpo de profissionais do SIMEPAR, pela disposição ao nosso atendimento e pela prestatividade quanto ao fornecimento de dados climatológicos preciosos para o desfecho deste estudo.

Aos professores e pesquisadores do LABENS (Laboratório de Energia Solar da UTFPR), da UTFPR, por todas as informações aprendidas e pelos laços de

amizade formados durante o incansável trabalho de pesquisa na área de energia solar fotovoltaica.

REFERÊNCIAS

- ABILIO, A. A.; SANCHES, R. S.; SALGADO, R. O. Limitações e potenciais energéticos. **Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e Instituto Federal Fluminense**. p. 139-150, 2010. Acesso em 09 de nov. 2018. Disponível em: <<http://www.essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/BolsistaDeValor/article/viewFile/1807/985>>.
- ANEEL. **ANEEL amplia possibilidades para micro e minigeração distribuída**. 2015. Acesso em 27 mai. 2019. Disponível em <http://www2.aneel.gov.br/aplicações/noticias/Output_Noticias.cfm?Identidade=8955id>.
- ANEEL. **Agência Nacional de Energia Elétrica, Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional - PRODIST – Módulo 8. Revisão 10 – Resolução Normativa 794/2107**. 2017. Acesso em 27 de mai. 2019. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656827/14866914/M%C3%B3dulo_8-Revis%C3%A3o_10/2f7cb862-e9d7-3295-729a-b619ac6baab9>.
- BRASIL, G. do. **ENERGIA renovável representa mais de 42% da matriz energética brasileira**. 2015. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2015/11/energia-renovavel-representa-mais-de-42-da-matriz-energetica-brasileira>>.
- BUHLER, A. J. **Determinação de parâmetros fotovoltaicos a partir de ensaios de curvas características sem iluminação**. 2007. 30 p. Disponível em: <<http://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/10621/000598650.pdf>>.
- CARLETTE, L. P. **Comparação de algoritmos de máxima potência para carregamento de baterias em sistemas fotovoltaicos**. 2015. Disponível em: <<http://gesep.ufv.br/wp-content/uploads/Luan-2015.pdf>>.
- GUZMAN, G. V.; PANFILO, M. R.; SOSA-ZÚÑIGA, J. M. High efficiency single-phase transformer-less inverter for photovoltaic applications. **Ingeniería, Investigación y Tecnología**, 2015.
- MAIA, R. M. **Caracterização das Variações de Tensão de Curta Duração e seus Impactos em uma Planta da Indústria Alimentícia**. 2011.
- PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL), Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito (CRESESB), Grupo de Trabalho de Energia Solar (GTES), 2014. Disponível em: <<http://www.portal-energia.com/downloads/livro-manual-de-engenharia-sistemas-fotovoltaicos-2014.pdf>>.
- REN21. **Renewable 2018: Global Status Report**. 2018. Acesso: 08 de out. 2018. Disponível em: <http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2018/06/178652_GSR2018_FullReport_web_final_.pdf>.
- TIEPOLO, G. M. **A Energia Solar e o Potencial Fotovoltaico do Estado do Paraná**. 2015. Acesso em 25 de mai. 2019. Disponível em: <<http://www.iep.org.br/iep/wp-content/uploads/2015/09/Energia-Solar-e-Potencial-Fotovoltaico-do-Estado-do-Paran%C3%A1-IEP.pdf>>.
- TIEPOLO, G. M.; JR, O. C.; JR, J. U.; VIANA, T.; PEREIRA, E. B. Comparação dentre o potencial de geração fotovoltaica no estado do Paraná com Alemanha, Itália e Espanha. **V Congresso Brasileiro de Energia Solar**, Recife, 2014.
- TONIN, F. S. **Caracterização de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica**,

na cidade de Curitiba. 2017. 131 p. Disponível em: <<http://drive.google.com/file/d/0B9uCAMDD9bvbY1Q1a2E2amh6YWc/view>>.

URBANETZ, J.; RUTHER, R. **Qualidade de energia elétrica e o funcionamento de inversores de sistemas fotovoltaicos conectados à rede.** 2011. Acesso em 27 de nov. 2019. Disponível em: <<http://labens.ct.utfpr.edu.br/wp-content/uploads/2016/06/URBANETZ-e-RUTHER-RBENS-2011.pdf>>.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Franciele Braga Machado Tullio: Engenheira Civil (Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG/2006), Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho (Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR/2009, Mestre em Ensino de Ciências e Tecnologia (Universidade Tecnológica federal do Paraná – UTFPR/2016). Trabalha como Engenheira Civil na administração pública, atuando na fiscalização e orçamento de obras públicas. Atua também como Perita Judicial em perícias de engenharia. E-mail para contato: francielebmachado@gmail.com

Lucio Mauro Braga Machado: Bacharel em Informática (Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG/1995), Licenciado em Matemática para a Educação Básica (Faculdade Educacional da Lapa – FAEL/2017), Especialista em Desenvolvimento de Aplicações utilizando Tecnologias de Orientação a Objetos (Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR/ 2008). É coordenador do Curso Técnico em Informática no Colégio Sant’Ana de Ponta Grossa/PR onde atua também como professor desde 1992, também é professor na Faculdade Sant’Ana atuando nas áreas de Metodologia Científica, Metodologia da Pesquisa e Fundamentos da Pesquisa Científica e atua como coordenador dos Sistemas de Informação e do Núcleo de Trabalho de Conclusão de Curso da instituição. E-mail para contato: machado.lucio@gmail.com

ÍNDICE REMISSIVO

A

Absorção atômica 1, 3
Agências bancárias. 129, 130, 131
Algoritmo *simulated annealing* modificado 90, 91, 97, 104
Análise termogravimétrica 1, 3, 4, 5
Aplicativos móveis 124, 129
Automatic Transmissions 133, 134

B

Biocida natural 147

C

Carvão 1, 5
Controle de poeira 52, 60

D

Distribuidor 78, 79, 80, 82, 86, 87, 88, 89

E

Eficiência Energética 33
Emulação 78, 82, 85, 89
Energia Fotovoltaica 33

F

Filmes poliméricos 52, 53, 55, 60

G

Gestão 19, 21, 31, 118, 119, 123, 126
Granito 21, 23, 25, 29, 30, 31

H

Halos 147, 148, 149, 150, 151

I

Insumos 118, 119, 120, 122

M

Mão-de-Obra 118, 119, 120
Mármore 21, 22, 23, 25, 28, 29, 30
Microprocessador 78
Minério de ferro 52, 53, 60
Muros de contenção 90

N

NDAE 21, 52, 53, 59, 60, 62, 63

O

Orçamento 118, 119, 120, 123, 153

Otimização 90, 91, 95, 98, 99, 103

Oxidation stability 7, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 18

P

Particle Swarm Optimization 90, 133, 134, 139

Potencial inibitório 147, 151

Pre filter 7, 8, 9, 11, 12, 13, 16, 18

Produtividade 27, 118, 119, 120

Q

Qualidade de Energia Elétrica 32, 33, 35, 38, 40, 41, 44, 48, 49, 51

Qualidade de Serviço 62

R

Reaproveitamento 21, 30

Regulador 23, 78, 79, 80, 81, 83, 89

Resíduos 1, 2, 5, 19, 21, 22, 23, 24, 28, 29, 30, 80, 118

S

Sistema BRS 62, 68, 70

Sistema de informação 65, 124, 125, 126, 127, 132

Sludge 1, 2, 5, 6, 7, 8, 13

T

Torque Converter 133, 134, 135, 136, 137, 140, 141, 142, 146

Transporte público 62, 64, 65, 66, 67, 73, 74, 75, 76, 77

V

Vagão 52, 53, 55, 56, 58, 59, 60

Válvulas 78, 80, 82, 85, 89

Vibração 52, 53, 55, 58, 59, 60

W

Water separation 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18

 **Atena**
Editora

2 0 2 0