

Avaliação, Diagnóstico e Solução de Problemas Ambientais e Sanitários

Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2020

Avaliação, Diagnóstico e Solução de Problemas Ambientais e Sanitários

Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

 **Atena**
Editora
Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 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, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
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 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^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 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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
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

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

Linguística, Letras e Artes

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

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Avaliação, diagnóstico e solução de problemas ambientais e sanitários

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Helenton Carlos da Silva

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

A945 Avaliação, diagnóstico e solução de problemas ambientais e sanitários 1 / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5706-329-3
DOI 10.22533/at.ed.293202508

1. Ecologia. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Saneamento. I.Silva, Helenton Carlos da.

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*Avaliação, Diagnóstico e Solução de Problemas Ambientais e Sanitários*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora e apresenta, em dois volumes com 34 capítulos, sendo 21 capítulos do primeiro volume e 13 capítulos no segundo volume, discussões de diversas abordagens acerca da importância da preocupação ambiental quanto a seus problemas ambientais e sanitários, considerando sempre sua avaliação, diagnóstico e solução destes problemas.

No campo do gerenciamento dos resíduos tem-se que é uma questão estratégica para as empresas, o que tem levado a busca de alternativas para o aproveitamento dos resíduos industriais, como cinzas provenientes da queima de matéria prima.

A poluição e os impactos causados pela produção e utilização de fontes convencionais de energia vêm mostrando um crescimento na busca por energias alternativas, das quais, na maioria dos casos, a solar demonstra ser a mais promissora. Dentre os vários locais em que os sistemas de energia solar podem ser implementados, destacam-se as estações de tratamento de água de esgoto dado os diversos benefícios que podem ser obtidos, como a redução de impacto ambiental e a atenuação do alto custo operacional destas atividades.

A água, como recurso natural e limitado, é fundamental para o desenvolvimento humano e para viver no planeta. A utilização descontrolada levou esse recurso à exaustão, evidenciando a importância da consciência ambiental e o aumento da pesquisa no assunto. Uma das ações que ampliam a racionalidade do uso desse recurso é o recolhimento e armazenamento da chuva para uso posterior. Como ferramenta para detectar e analisar esses dados, destaca-se o monitoramento dos sistemas de armazenamento. Dessa forma, isso integra a tecnologia de ações preventivas, além de promover mudanças positivas para reduzir o desperdício desse recurso, obtendo também menor impacto ambiental.

As questões relacionadas ao ambiente evoluíram do pensamento de que a natureza é uma fonte infindável de recursos naturais até o reconhecimento de que a humanidade deveria mudar sua relação com o ambiente. A partir da necessidade de se reverter a degradação do meio ambiente, surge a Educação Ambiental como um meio de formar cidadãos com um novo pensamento moral e ético e, conseqüentemente, uma nova postura em relação às questões ambientais.

Os ambientes costeiros são os mais diretamente afetados pelo descarte irregular de materiais, devido à grande concentração de pessoas nas cidades litorâneas, o que prejudica inúmeros ecossistemas e compromete a vida no planeta como um todo.

Diante da necessidade da busca de solução que visa à garantia de um abastecimento de qualidade e em quantidade suficiente à população, o crescimento populacional, a industrialização e o processo de urbanização têm cada vez mais contribuído com o aumento da escassez de água no Brasil e no mundo.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos que apresentam avaliações,

análises e desenvolvem diagnósticos, além de apresentarem soluções referentes aos problemas ambientais e sanitários. A importância dos estudos dessa vertente é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista a preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento.

Os organizadores da Atena Editora agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Helenton Carlos da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ABORDAGENS DE FONTES/COLHEITAS DE ENERGIAS RENOVÁVEIS EM MICRO/MACRO ESCALA NO CAMPUS UNIVERSITÁRIO DA REGIÃO SUL

Jorge Luis Palacios Felix
Alessandro Cassiano Vargas do Nascimento
Thaís Cordeiro Prates
Thanity Braun Kaufmann
Francesco Jurinic

DOI 10.22533/at.ed.2932025081

CAPÍTULO 2..... 11

APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP NA ESCOLHA DE UMA CIDADE PERNAMBUCANA PARA A INSTALAÇÃO DE UMA CENTRAL HELIOTÉRMICA

Yago Fraga Ferreira Brandão
Diogo Vignoli Diu
Isabela Alves da Silva
Wagner Eustáquio de Vasconcelos

DOI 10.22533/at.ed.2932025082

CAPÍTULO 3..... 20

APROVEITAMENTO DA CINZA PROVENIENTE DE DIFERENTES FONTES DE GERAÇÃO DE ENERGIA: UM ESTUDO COMPARATIVO

Mariana Gomes Oliveira
Júlia Nercolini Göde
Renata Bulling Magro
Taciana Furtado Ribeiro
Diego Hoefling Souza

DOI 10.22533/at.ed.2932025083

CAPÍTULO 4..... 27

DESENVOLVIMENTO DE UM ALGORITMO PARA INTEGRAR UM SISTEMA DE GESTÃO DE COMBUSTÃO EM USINAS TERMELÉTRICAS A CARVÃO

Yago Fraga Ferreira Brandão
Valdemir Alexandre dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.2932025084

CAPÍTULO 5..... 36

DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA AS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA E EFLUENTES DE LAGES/SC

Renata Bulling Magro
Mariana Gomes Oliveira
Isabella Alessandra Branco
Camila Luzia Rufino
Aline Schroeder

DOI 10.22533/at.ed.2932025085

CAPÍTULO 6..... 43

VIABILIDADE DE INSERÇÃO DE PRODUÇÃO DE ENERGIA LIMPA MEDIANTE UM SISTEMA SOLAR FOTOVOLTÁICO (ON GRID) PARA REDUÇÃO DE CO₂ e GASTOS COM ENERGIA NA UNIVASF CAMPUS JUAZEIRO-BA

Edgardo Guillermo Camacho Palomino

Leonardo Alves de Melo

Liudson Rafael Pires Ribeiro

Túlio Salomão de Sá Carvalho

Vítor Moreira de Oliveira

Jenifer Tejada Cardoso

Tainara Tejada Camacho

DOI 10.22533/at.ed.2932025086

CAPÍTULO 7..... 55

AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE MATERIAL PARTICULADO NO AR EM UMA INDÚSTRIA DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Yago Fraga Ferreira Brandão

Diogo Vignoli Diu

Isabela Alves da Silva

Wagner Eustáquio de Vasconcelos

DOI 10.22533/at.ed.2932025087

CAPÍTULO 8..... 60

DIGRESSÃO HISTÓRICA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS PROVENIENTES DE CONFLITOS POLÍTICOS E BELICOSOS NOS HOTSPOTS DE BIODIVERSIDADE

Eric Bem dos Santos

Hernande Pereira da Silva

DOI 10.22533/at.ed.2932025088

CAPÍTULO 9..... 63

IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA MINIMIZAÇÃO DA GERAÇÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL – ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA

Eduardo Antonio Maia Lins

Annielle Cristine Peixoto Carvalho dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.2932025089

CAPÍTULO 10..... 72

POLUIÇÃO POR RESÍDUOS SÓLIDOS E MICROPLÁSTICOS EM AMBIENTES COSTEIROS

Lucas Ferreira Corrêa

Andrea Viana Macedo

Emanuelle Assunção Loureiro Madureira

Rebeca Oliveira Castro

André Luiz Carvalho da Silva

Ana Beatriz Pinheiro

DOI 10.22533/at.ed.29320250810

CAPÍTULO 11	86
PROPOSTA PARA IMPLANTAÇÃO DE UMA UTR – UNIDADE DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NA ILHA DE COTIJUBA, BELEM DO PARÁ	
Clodomir Barros Pereira Junior	
Vicente de Paula Silva	
DOI 10.22533/at.ed.29320250811	
CAPÍTULO 12	106
O USO DA TÉCNICA DA GRAVIMETRIA EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR COMO FERRAMENTA DE APOIO A POLÍTICAS AMBIENTAIS	
Armando Dias Duarte	
Paulo Sérgio da Silva Pinheiro	
Flávio José Cordeiro de Andrade Filho	
Jefferson Carlos de Oliveira Ribeiro Costa	
Thayse Diniz Pedrosa	
José Floro de Arruda Neto	
DOI 10.22533/at.ed.29320250812	
CAPÍTULO 13	112
OCUPAÇÃO DO ESPAÇO POR ATIVIDADES HUMANAS: PROPOSTA DE ZONEAMENTO AMBIENTAL NO LITORAL SUL DO BRASIL	
Daniela Marques Nunes	
Jéssica da Silveira Prezzi	
DOI 10.22533/at.ed.29320250813	
CAPÍTULO 14	121
REAPROVEITAMENTO DO ÓLEO VEGETAL DE COZINHA PARA PRODUÇÃO DE PASTA CASEIRA PARA LIMPEZA DE ALUMÍNIO	
Juliana Cristina Ferreira de Lima	
Luana Santana dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.29320250814	
CAPÍTULO 15	128
SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO AO ZONEAMENTO E PLANEJAMENTO AMBIENTAL ANTE EVENTOS EXTREMOS NA ZONA DA MATA SUL DO ESTADO DE PERNAMBUCO	
Eric Bem dos Santos	
Hernande Pereira da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.29320250815	
CAPÍTULO 16	134
USO DE INDICADORES DE ARBOVIROSES COMBINADO COM O MÉTODO MULTICRITÉRIO PROMETHEE II COMO FERRAMENTA DE SUPORTE PARA A TOMADA DE DECISÃO	
Armando Dias Duarte	
Thayse Diniz Pedrosa	
José Vitor Silva Aragão	
José Floro de Arruda Neto	

Paulo Sérgio da Silva Pinheiro
Flávio José Cordeiro de Andrade Filho
DOI 10.22533/at.ed.29320250816

CAPÍTULO 17..... 145

INFLUÊNCIA DE ILHAS DE CALOR NA FORMAÇÃO DE ARBOVIROSES - ESTUDO DE CASO NO BAIRRO DE BOA VIAGEM, RECIFE, PE

Eduardo Antonio Maia Lins
Giselle de Freitas Siqueira Terra
Sérgio de Carvalho Paiva
João Victor de Melo Silva
Adriana da Silva Baltar Maia Lins
Ana Carolina Albuquerque Barbosa
Cecília Maria Mota Silva Lins
Andréa Cristina Baltar Barros
Manuela Cristina Mota Lins
Josicléia de Souza Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.29320250817

CAPÍTULO 18..... 157

USO DO GEOPROCESSAMENTO NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

Mariana Veloso Nollys Braga

DOI 10.22533/at.ed.29320250818

CAPÍTULO 19..... 169

VERMICOMPOSTAGEM COMO FILTRO PARA TRATAMENTO DE BIOFERTILIZANTE OBTIDO DA BIODIGESTÃO DE DEJETOS DA BOVINOCULTURA

Eunice Helena Ellwanger
Marcelo Luis Kronbauer

DOI 10.22533/at.ed.29320250819

CAPÍTULO 20..... 175

INFLUÊNCIA DA MUDANÇA DE PARÂMETROS OPERACIONAIS DE UMA CALDEIRA NA EMISSÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS

Yago Fraga Ferreira Brandão
Diogo Vignoli Diu
Isabela Alves da Silva
Wagner Eustáquio de Vasconcelos

DOI 10.22533/at.ed.29320250820

CAPÍTULO 21..... 181

EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA A SAÚDE HUMANA

Raquel Rego Rodrigues de Deus
Bárbara Gonçalves Reis
Paola Ressurreição Moreira
Mariana Moreau de Almeida Soares Vieira

DOI 10.22533/at.ed.29320250821

SOBRE O ORGANIZADOR.....	190
ÍNDICE REMISSIVO.....	191

VIABILIDADE DE INSERÇÃO DE PRODUÇÃO DE ENERGIA LIMPA MEDIANTE UM SISTEMA SOLAR FOTOVOLTÁICO (ON GRID) PARA REDUÇÃO DE CO₂ E GASTOS COM ENERGIA NA UNIVASF CAMPUS JUAZEIRO-BA

Data de aceite: 03/08/2020

Data de submissão: 07/07/2020

Edgardo Guillermo Camacho Palomino

UNIVASF, Colegiado de Engenharia Elétrica
Juazeiro – BA
<http://lattes.cnpq.br/6485073592379730>

Leonardo Alves de Melo

UNIVASF, Colegiado de Engenharia Elétrica
Juazeiro – BA

Liudson Rafael Pires Ribeiro

UNIVASF, Colegiado de Engenharia Elétrica
Juazeiro – BA
<http://lattes.cnpq.br/7128428185179726>

Túlio Salomão de Sá Carvalho

UNIVASF, Colegiado de Engenharia Elétrica
Juazeiro – BA

Vítor Moreira de Oliveira

UNIVASF, Colegiado de Engenharia Elétrica
Juazeiro – BA
<http://lattes.cnpq.br/6051088631815428>

Jenifer Tejada Cardoso

UNIVASF, Colegiado de Engenharia Civil
Juazeiro – BA
<http://lattes.cnpq.br/2559687464374080>

Tainara Tejada Camacho

Faculdade Soberana
Petrolina - PE
<http://lattes.cnpq.br/5157316944790054>

condições do meio ambiente, está em alta a procura por fontes limpas de energia renováveis. Pois, além de preservar o meio ambiente gera um retorno financeiro. Este trabalho analisa os impactos econômicos e ambientais da implementação de sistemas fotovoltaicos conectados a rede (SFCR) nas instalações da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) - Campus Juazeiro/BA. O objetivo do trabalho é quantificar o valor da geração fotovoltaica e do nível de emissão de dióxido de carbono a partir da medição de energia elétrica. Além do mais, tem como objetivos específicos avaliar a redução de gastos com energia elétrica e comparar o nível de emissão de dióxido de carbono em duas situações: suprindo o consumo com energia da concessionária ou, quando o consumo é atendido unicamente pelo SFCR. Os resultados encontrados quando da implementação de um SFCR de 443,52 KWp, demonstram que, além de obter uma economia importante de aproximadamente R\$ 35.571,65, mensal, na conta de energia elétrica é possível reduzir em 32.054,57 kgCO₂ no período de um ano a quantidade de emissões de CO₂ e geraria menos gases de efeito estufa (GEE).

PALAVRAS-CHAVE: Energia solar, Módulos fotovoltaicos, Sistema fotovoltaicos On-Grid, Emissão de CO₂, Emissão de gases de efeito estufa.

RESUMO: Devido a situação global, onde as nações cada vez mais se preocupam com as

FEASIBILITY OF INSERTING CLEAN ENERGY PRODUCTION THROUGH A SOLAR PHOTOVOLTAIC SYSTEM (ON GRID) FOR REDUCTION OF CO₂ AND ENERGY EXPENSES AT UNIVASF CAMPUS JUAZEIRO-BA

ABSTRACT: Due to the global situation, where nations are increasingly concerned with environmental conditions, the demand for clean renewable energy sources is high. Besides preserving the environment, it generates a financial return. This work analyzes the economic and environmental impacts of the implementation of photovoltaic systems connected to the grid (SFCR) at the facilities of the Federal University of Vale do São Francisco (UNIVASF) - Campus Juazeiro / BA. The objective of the work is to quantify the value of photovoltaic generation and the level of carbon dioxide emission from the measurement of electrical energy. In addition, its specific objectives are to assess the reduction in electricity costs and to compare the level of carbon dioxide emission in two situations: supplying energy consumption from the concessionaire or, when consumption is met only by SFCR. The results found when implementing an SFCR of 443.52 KWp, demonstrate that, in addition to obtaining important savings of approximately R\$ 35,571.65, monthly, in the electric bill it is possible to reduce 32,054.57 kgCO₂ in the period of a year the amount of CO₂ emissions and would generate less greenhouse gases (GHG).

KEYWORDS: Solar energy, Photovoltaic modules, On-Grid photovoltaic systems, CO₂ emissions, greenhouse gas emissions.

1 | INTRODUÇÃO

Com o aumento crescente da população mundial e da tecnologia cada vez mais moderna, a sociedade contemporânea se faz muito dependente da energia elétrica. Para atender a grande demanda energética necessária para alimentar as necessidades e os interesses da sociedade atual, é preciso de muita energia e conseqüentemente uma matriz energética eficiente. Além disso, sabe-se que o principal recurso da matriz energética no mundo é uma fonte não renovável e não mudou desde a Segunda Revolução Industrial (1850), o petróleo, mostrando desta forma a necessidade de se buscar outros tipos de fontes energéticas, principalmente fontes renováveis de energia.

Em um determinado país, a matriz energética compreende as diferentes formas de energia disponíveis para o uso em várias atividades sociais. No cenário atual as nações discutem e buscam fontes renováveis limpas e baratas como alternativa sustentável as opções já existentes. É muito interessante o uso renovável de energia, pois além de ter um apelo econômico, com a utilização de recursos mais baratos para a produção de energia, tem o fato de estar contribuindo com meio ambiente, o preservando, pois, a maioria desses recursos utiliza meios naturais e abundantes. Assim, evidencia a oportunidade de se utilizar energia solar fotovoltaica como uma forma de amenizar e talvez em um futuro substituir as fontes de energia não renováveis e promover a redução das emissões de dióxido de carbono (CO₂) através do uso de cálculos de quantificação de emissões evitadas de CO₂.

O Brasil é um dos poucos países no mundo, que recebe uma insolação (número

de horas de brilho do Sol) superior a 3000 horas por ano. E a região Nordeste conta com uma incidência média diária entre 4,5 a 6 kWh. Por si só estes números colocam o país em destaque no que se refere ao potencial solar (COSTA, H. S. 2015). Assim, com a aprovação da Comissão de Trabalho, de Administração e Serviço Público (CTASP - 30/08/2017) do Projeto de Lei que incentiva a implantação de painéis para captação de energia solar em edifícios públicos e privados, e que obriga o uso dos painéis em prédios que pertencem à Administração Pública Federal e, Também em (04/12/2017) a Comissão de Minas e Energia da Câmara dos Deputados aprovou alíquota zero de Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) para coletores ou painéis solares usados no aquecimento de água e na geração de energia (FAGUNDES, W. 2017).

Apesar disso, todo esse potencial não é aproveitado da melhor maneira por alguns motivos. No Nordeste, por exemplo, que é uma região com o um dos melhores índices de irradiação no país, e, por isso, ser um local de escolha para a construção de usinas solares, a falta de linhas de transmissão e outros problemas na infraestrutura são alguns dos problemas enfrentados na distribuição da energia gerada pelas usinas. Quando é o caso da pessoa física gerar energia, o problema é financeiro, pois faltam linhas de créditos com juros mais baixos, atrapalhando bastante o investimento nesse setor, em um estado com grande parte da população de baixa renda.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Avaliação do Espaço Físico

A região onde está situada a Univasf - Campus Juazeiro-BA, possui uma média de insolação diária elevada em relação ao resto do país, devido à localização geográfica. Segundo dados do ATLAS SOLAMÉTRICO DO BRASIL, esta região apresenta uma média de insolação diária de 7 horas, embora alguns meses, como: Agosto, Setembro, Outubro e Novembro, apresentam uma média de 8 a 9 horas de irradiação diária.

Em posse dessas informações torna-se viável o estudo da implementação de sistemas fotovoltaicos conectados à Rede (SFCR). As plantas da Univasf - Campus Juazeiro-BA apresentam excelentes espaços nas lajes dos prédios de aula, dos colegiados acadêmicos e do complexo multieventos mostrados nas figuras 1 e 2.



Figura 1 - Imagens aéreas prédios de aulas e dos colegiados

Fonte: Adaptado de Google Earth (2019)



Figura 2 - Imagens aéreas do espaço Multieventos

Fonte: Adaptado de Google Earth (2019)

2.2 Sistema Fotovoltaico

São avaliadas as coberturas dos prédios de aulas e dos colegiados do Campus Juazeiro/BA e do Complexo Multieventos mostradas nas figuras 1 e 2. De acordo com os espaços disponíveis, definição dos ângulos de inclinação, sombreamento e manutenção, são projetados os sistemas fotovoltaicos correspondentes especificamente para cada bloco.

As 1344 placas solares projetadas estão divididos em 28 módulos fotovoltaicos, os quais possuem 4 strings em paralelo, onde cada string possui 12 placas em série. A escolha foi feita de maneira a utilizar o maior espaço disponível, inclinação, posicionamento e espaçamento entre as placas além de que cada módulo possa fornecer uma potência

pico de placa aproximada de 15840 Wp e uma tensão de saída de aproximadamente 550 V.

2.3 Análise das Emissões de CO₂

Para analisar a contribuição dos sistemas fotovoltaicos conectados à Rede (SFCR), que proporcionam a redução das emissões de CO₂ foram utilizadas informações de potência instalada da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e estimados os dados de energia gerada e as emissões de dióxido de carbono evitadas, a partir do uso de Geração Distribuída (GD) por fonte solar fotovoltaica.

De acordo com a metodologia Bottom-up do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas é possível quantificar as emissões de CO₂ provenientes da geração de energia elétrica consumida. Através da Equação 1, adaptada do manual de diretrizes para inventário nacional de GEE do IPCC (2006), será mensurado o nível de emissão de CO₂ da unidade consumidora (DANTAS et al., 2019):

$$E_{CO_2} = Cons + FE \quad (1)$$

Onde:

- E_{CO_2} Emissão de gases de efeito estufa (GEE) em [kgCO₂/dia];
- $Cons$ Geração de Eletricidade em [kWh/dia];
- FE Fator de emissão geração FV em [kgCO₂/kWh].

O fator emissão de CO₂ (FE), pode ser obtido através do relatório mensal do órgão Ministério da Ciência e Tecnologia quando o consumo de energia elétrica da unidade consumidora for proveniente da concessionária local que é interligada ao Sistema Interligado Nacional do Brasil (SIN). Neste relatório estima-se a quantidade de CO₂ de emissão do SIN em função da média das emissões da geração, levando em consideração todas as usinas que estão gerando energia. Se todos os consumidores de energia elétrica do SIN calculassem as suas emissões multiplicando a energia consumida por esse fator de emissão, o somatório corresponderia às emissões do SIN (MCTIC, 2018).

Para calcular o volume de CO₂ de energia consumida do SIN, utiliza-se o Fator Médio Anual de 0,074 (tCO₂/MWh), referente ao ano de 2018, mostrada na Tabela 1.

Fator Médio Mensal - 2018 (tCO ₂ /MWh) 8						Fator Médio Anual (tCO ₂ /MWh)
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	
0,0640	0,0608	0,0635	0,0523	0,0607	0,0915	
Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
0,1076	0,1181	0,1182	0,0802	0,0366	0,0343	

Tabela 1 - Fator médio Mensal de emissões de CO₂ (kgCO₂/kWh) do SIN

Fonte: Adaptado (MCTIC, 2018)

O fator de emissão de CO₂ para a geração fotovoltaica é obtido segundo o anexo técnico do Pacto de Prefeitos para o Clima e Energia da Europa, que contém a tabela de fatores de emissão para a produção local de energia renovável (PP, 2018).

Este fator leva em consideração a ferramenta de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) que determina os aspectos ambientais e impactos potenciais associados a um produto ao longo de sua vida, desde a aquisição da matéria-prima, passando por produção, uso e disposição. Os impactos ambientais que necessitam ser consideradas incluem o uso de recursos, a saúde humana e as consequências ecológicas (ABNT, 2009).

Para estudo e cálculo do volume de CO₂ evitada pela energia gerada por usina FV, utiliza-se o valor médio de 0,035 kgCO₂/kWh da Tabela 2.

Fonte de Energia Renovável	Fator de emissão (kgCO ₂ /kWh)
Energia fotovoltaica	0,020 – 0,050

Tabela 2: Fator emissão de CO₂ produzida por um sistema fotovoltaico (kgCO₂/kWh)

Fonte: Adaptado (MCTIC, 2018) por (DANTAS et al., 2019)

3 I DESENVOLVIMENTO

3.1 Sistemas Conectados à Rede (On-Grid)

O SFCR completo projetado está composto por 1344 placas AXITEC AC-330P/156-72S com especificações mostradas na Tabela 3 com dimensões de 1956 mm de comprimento, 992 mm de largura e 40 mm de espessura, dos quais, em função de parâmetros como: espaço disponível, inclinação, posicionamento e espaçamento entre as placas, 576 placas estão projetadas para sua instalação nos prédios de aulas e dos colegiados e 768 nas coberturas do Complexo Multieventos.

Fabricante	AXITEC SOLAR
Modelo	AC-330P/156-72S
Potência máxima (W)	330
Tensão de Circuito Aberto Voc (V)	45,83
Corrente de Curto Circuito Isc (A)	9,27

Tabela 3 – Características da placa fotovoltaica

A energia gerada pelo sistema fotovoltaico, é entregue a rede por meio de 28 inversores de frequência em conexão trifásica 380 V, 60 Hz, dos quais: 12 inversores nos prédios de aulas e dos colegiados e 16 inversores nas coberturas do Complexo Multieventos de especificações mostradas na Tabela 4.

Fabricante PHB Solar	
Modelo PHB20K-DT	
Tensão de entrada	260-850 V
Tensão de saída	60Hz; 380/220Vca
Eficiência	98,4%
Potência	20 KW

Tabela 4 - Especificações do inversor PHB Solar

3.2 Arranjo Fotovoltaico e Potência de Pico Ideal dos Geradores Fotovoltaicos

O sistema fotovoltaico foi dividido em módulos fotovoltaicos, os quais possuem 4 strings em paralelo, onde cada string possui 12 placas em série. A escolha foi feita de maneira a utilizar o maior espaço disponível, além de que cada módulo possa fornecer uma potência de placa aproximada de 15840 WP e uma tensão de saída de aproximadamente 550 V.

Com base nessas especificações e no número total de placas, foi dimensionada uma quantidade de 28 módulos que serão ligados a 28 inversores de 20,0 kW. Para atender às especificações do inversor, cada grupo formaria uma associação série-paralela de 4x12 módulos.

Tanto na cobertura do Complexo Multieventos e dos prédios de aulas e dos colegiados do Campus Juazeiro/BA, os módulos de quatro fileiras com 46 placas, estarão voltadas para o norte geográfico e com uma inclinação de 9.4°, separadas por um corredor de aproximadamente 2 m. de comprimento para respeitar o espaço mínimo evitando o sombreamento e facilitando a manutenção.

Somando os prédios de aulas, colegiados e multieventos foram projetados um total de 1344 placas, com um potencial pico nominal aproximado de 443,52 KWp.

Com base no valor pico da potência instalada pode-se calcular a quantidade diária de energia pico gerada. Considerando a média de insolação diária de 7 horas, teremos aproximadamente uma energia pico gerada por dia de 3104,64 KWh/dia, resultando em uma produção mensal pico de 93,14 MWh/mês e aproximadamente uma produção anual pico de 1117,64 MWh/ano.

3.3 Análise de Perdas em SFCR

Conhecer as perdas em SFCR e como elas impactam na geração é imprescindível

para seu correto dimensionamento. Existem as perdas na eficiência das células fotovoltaicas causadas por questões ambientais, como a temperatura e a irradiância. O valor da potência máxima (nominal) das placas de 330 Wp, é um valor baseado na produção de energia medida em condições de laboratório, “Condições Padrão de Teste” (STC - Standard Testing Conditions) que não representam as condições reais da região onde serão instaladas. As condições de laboratório foram estabelecidas para manter a uniformidade nos padrões de medição das placas solares.

Nos laboratórios as placas são submetidas a uma fonte de luz (irradiante) medida a 1000 W/m², o que equivale a exposição a um sol forte. Essa condição de irradiação é bastante comum na região do vale do São Francisco. A dificuldade encontrada consiste em não apresentarmos temperaturas semelhantes as submetidas em condições de teste (25°C), sendo aproximadamente de 33°C a média da temperatura anual na região (NOAA, 2017).

Conhecer os dados de temperaturas da região é essencial, pois as placas apresentam uma variação no seu rendimento quando são submetidas a temperaturas maiores do que a padrão. Na prática uma placa solar instalada na laje, ficará, em média, aproximadamente 20°C mais quente do que a temperatura ambiente, ou seja, a temperatura média de operação será aproximadamente 53°C. Verificando na folha de dados do fabricante da placa escolhida, observa-se que a mesma possui uma redução na potência de 0,42 %/°C, ou seja, a cada unidade de temperatura acima do valor de teste, a potência total será reduzida em 0,42 %. Nesta forma, nas condições de temperatura de operação da região (53°), o SFCR terá uma perda de 11,76 % na sua produção de energia.

Além das perdas por temperatura de operação das placas solares, pode-se contabilizar as perdas por queda de tensão, devido à resistência elétrica de condutores e conectores, mismatch, sombreamento, espectro além das perdas por sujeira, rendimento do inversor, indisponibilidade do sistema, entre outras São mostradas na Tabela. 5.

Fatores de Perda	Percentual
IAN	2,3%
Sujedade	3,0%
LID e PID	3,0%
Mismatch	1,6%
Perdas Ôhmicas	1,0%
Inversor	3,4%
Inatividade	0,4%

Tabela 5 – Influência dos fatores de perdas na eficiência do sistema

Fonte: (NASCIMENTO e FERREIRA, 2018)

Onde:

IAM: (Incidence Angle Modifier) ou fator modificador do ângulo de incidência, é ocasionado pela reflexão dos raios solares causada pelos componentes do módulo;

LID: (Light Induced Degradation), é a degradação induzida pela luz em uma célula fotovoltaica cristalina durante as primeiras horas de exposição ao sol, após esse período o painel alcança um nível estável;

Mismatch: Estas perdas são aquelas que ocorrem devido ao 'descasamento' de módulos fotovoltaicos. Módulos e células de mesmo modelo e mesmo fabricante ainda sim podem apresentar diferenças na sua constituição;

Perdas Ôhmicas: Ocorrem devido ao aquecimento ou degradação dos cabos de ligação, causados por fatores como a corrosão, envelhecimento sobretensão ou até mesmo danos causados por animais;

Perdas no Inversor: são as perdas geradas nas conversões de energia realizadas pelo inversor;

Inatividade: Perdas ocasionadas pelo desligamento do sistema ao longo do ano para a realização de limpeza e manutenções.

Finalmente, utilizamos a Equação 2 para calcular o Fator de Desempenho Global (FDG) (somatório das perdas).

$$FDG = P_{temp} + IAN + Sujedade + LID + PID + Mismatch + P_{ôhmicas} + P_{inversor} + Inatividade \quad (2)$$

$$FDG = 26,46\%$$

3.4 Avaliação do Potencial Energético Real

Para determinar a Energia Real de um SFCR considera-se a soma das porcentagens de todas as perdas que ocorrem no sistema, no caso, as perdas antes dos módulos, perdas nos módulos e perdas depois dos módulos. A fim de desenvolver um sistema mais preciso e eficiente é necessário conhecer as perdas que o sistema pode sofrer para que se possa atuar e minimizar esta perda, até mesmo a qualidade dos componentes, dependendo do fabricante, pode alterar a eficiência de um sistema significativamente (ALMEIDA, 2012). A Equação 3 permite calcular o desempenho global (Energia Real) do SFCR.

$$DG = (MWh_p - FDG * MWh_p) \quad (3)$$

Onde,

DG Desempenho Global do SFCR (Energia Real Gerada);

FDG Fator de desempenho global (Perdas do sistema);

MWh_p Geração pico do SFCR.

Considerando a tarifa B3 COMERCIAL – COMERCIAL Trifásico aplicada pela Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia (Coelba) igual a 0,51937 por Consumo

Ativo (para Poder Público Federal e Uso Próprio). A Tabela 6, mostra o desempenho global diário, mensal e anual do SFCR.

Ano	DG (MWh _{dia})	DG (MWh _{mês})	DG (MWh _{ano})
2018	2,283	68,495	821,912
Tarifa R/KWh	0,51937	0,51937	0,51937
Custo da Geração do SFCR (R\$)	1185,72	35.571,65	426.859,82

Tabela 6 - Desempenho Global (Energia Real) do SFCR.

3.5 Avaliação de Emissões de CO₂ Evitadas

No período diurno a carga será atendida pelo SFCR e pela energia proveniente da rede elétrica, porém nos períodos em que não há irradiação solar e no período noturno, a carga será atendida pela rede elétrica da concessionária. Desta forma, é possível ter ao longo do dia a unidade consumidora consumindo energia ativa de duas fontes diferentes (SFCR e concessionária). Isso implica em diferentes fatores de emissões de efeito estufa (GEE), para o SFCR e quando o consumo é proveniente do SIN, conforme apresentado nas tabelas 1 e 2.

De acordo com o objetivo do trabalho, somente avalia-se as emissões de CO₂ evitadas pela implementação do SFCR. A Tabela 7 apresenta os valores de emissão de CO₂ evitados durante o ano de 2018 para a unidade consumidora, segundo o método Bottom-up. Nessa tabela são apresentadas para a mesma quantidade de geração (SFCR e SIN) duas situações para a unidade consumidora: na primeira, o consumo provém da concessionária, na segunda, considera-se que o consumo da unidade consumidora seria todo proveniente do SFCR.

O fator de emissão de CO₂ do SIN para o ano de 2018 foi valor médio de 0,074 kgCO₂/kWh e para o SFCR foi adotado o valor médio de 0,035 kgCO₂/kWh.

	Consumo alimentada pela concessionária	Consumo alimentada pelo SFCR	Emissões de CO ₂ Evitadas
Energia ativa anual (kWh/ano)	821912,00	821912,00	
Fator emissão SIN (kgCO ₂ /kWh)	0,074	n/a	
Fator emissão FV (kgCO ₂ /kWh)	n/a	0,035	
Valor total (kgCO ₂)	60.821,49	28.766,92	32.054,57

Tabela 7 - Valores de emissão de CO₂ (kgCO₂) evitada pelo SFCR – 2018

Observando a Tabela 7, se o consumo de energia ativa do Campus Juazeiro/BA fosse realizado todo pela rede da concessionária, proveniente do SIN, o nível de emissão de CO₂ seria de 60.821,49 kgCO₂, que representa um aumento no nível de emissão de CO₂ de 32.054,57 kgCO₂, em relação ao emitido pelo SFCR em operação.

4 | CONCLUSÃO

Os prédios que pertencem à Administração Pública Federal, especialmente as das universidades podem hospedar grandes quantidades de painéis fotovoltaicos que podem resultar em usinas de energia estrategicamente localizada com energia limpa e renovável.

Com o desenvolvimento deste trabalho, foi possível avaliar quantitativamente a redução de gastos com energia na Univasf Campus Juazeiro-BA e o nível de emissão de CO₂ evitado através da implementação de um SFCR de 443,52 KWp.

Tomando como referência o ano de 2018, verifica-se que o SFCR em operação permite reduzir os gastos com energia elétrica mensal de R\$ 35.571,65 e redução anual de R\$ 426.859,82.

Também, verifica-se que o SFCR em operação reduziu no período de um ano a quantidade de 32.054,57 kgCO₂ as emissões de CO₂ e gerou menos gases de efeito estufa em comparação a situação em que a unidade consumidora consumisse apenas energia ativa da concessionária.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14040 **Gestão Ambiental: Avaliação do Ciclo de Vida-Princípios e Estrutura**. Rio de Janeiro, 2009. 10p;

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Procedimento de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional** – PRODIST. Módulo 3 – Acesso de Micro e Minigeração Distribuída, Brasília, 2017;

ALMEIDA, M. P. **Qualificação de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede**. 2012. Dissertação. Universidade de São Paulo, São Paulo;

COSTA, H. S. **Por que a energia solar não deslança no Brasil**, 2015. Disponível em: <https://www.cartacapital.com.br/blogs/outras-palavras/por-que-a-energia-solar-nao-deslanca-no-brasil-3402.html>> Acesso em: 15 jan. 2018;

DANTAS, O. L.; APOLONIO, R.; JUNIOR, A. A. **Potencial da geração distribuída e seu impacto na redução de emissões de CO₂**: Estudo de uma micro usina fotovoltaica conectada à rede de energia elétrica. 2019. ENGEVISTA, V. 21, n.2, p.329-340, Maio 2019;

FAGUNDES, W. **Comissão aprova isenção para painéis solares e uso obrigatório em prédios públicos novos**, 2017. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/camaranoticias/noticias/MEIO-AMBIENTE/550214-COMISSAO-APROVA-ISENCAO-PARA-PAINEIS-SOLARES-E-USO-OBRIGATORIO-EM-PREDIOS-PUBLICOS-NOVOS.html>> Acesso em: 15 jan. 2020;

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. 2006 IPCC **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Disponível em: <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>>. Acessado em: 12 out. 2018;

MCTIC – MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES. **Fator Médio – Inventários corporativos (tCO₂/MWh)**. Disponível em:< https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/textogeral/emissao_corporativos.html>. Acessado em: 08 out. 2018;

NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), Global **Climate Report - Annual 2017**. Disponível em: <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201713>> Acesso em: 20 jan. 2018;

PP – PACTO DOS PREFEITOS PARA O CLIMA E ENERGIA DA EUROPA. **Anexo técnico às instruções do modelo de PAES: Fatores de emissão (tCO₂/MWh)**. Disponível em: <http://www.soglasheniemerov.eu/IMG/pdf/technical_annex_pt.pdf>. Acessado em: 08 out. 2018.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ambiente saudável 56

B

Bagaço de cana de açúcar 20, 21, 25

Biodigestor 169, 171

Biodiversidade 60, 61, 62, 73, 186, 188

Biomassa florestal 20, 21, 22, 24, 25

C

Caldeira 175, 177, 178, 179, 180

Carro solar 1, 2, 7

Carvão mineral 26, 27, 28, 35

Cinzas 20, 21, 22, 24, 25, 26, 180

Combustão 22, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 175, 177, 178, 179

Construção civil 55, 56, 57, 59, 63, 64, 65, 66, 67, 69, 70, 71, 87, 91, 190

D

Dejetos bovinos 169

Destinação final 64, 86, 87, 91, 92, 103, 107, 121, 122, 143

E

Ecologia humana 112, 113, 118

Emissão de gases de efeito estufa 43, 47

Emissão de poluentes 28, 175, 177

Energia 1, 2, 3, 4, 8, 9, 11, 12, 13, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 26, 27, 28, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 94, 97, 130, 146, 147, 151, 176, 180, 190

Energia renovável 8, 12, 22, 48

Energia solar 1, 11, 12, 19, 36, 42, 43, 44, 45, 53, 151

Estação de tratamento de água 36, 37, 38, 41

Eventos extremos 128

G

Geoprocessamento 128, 129, 130, 131, 132, 157, 160, 163, 168

Gerenciamento de resíduos 64, 86, 122, 157, 160, 166

Gestão 15, 18, 27, 29, 33, 34, 53, 64, 70, 74, 86, 87, 88, 92, 97, 103, 104, 106, 107, 111,

122, 130, 133, 136, 139, 142, 143, 160, 161, 162, 163, 167, 175, 190

Gestão ambiental 53, 70, 106, 107, 133, 161, 190

Guerra 60, 61, 62

L

Lixo 63, 64, 72, 74, 75, 78, 79, 85, 87, 90, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 104, 105, 159, 173, 185, 186

Lixo marinho 72, 75

M

Material particulado 28, 55, 57, 58, 59

Meio ambiente 1, 9, 27, 34, 43, 44, 55, 56, 58, 59, 62, 63, 65, 68, 70, 86, 87, 90, 91, 93, 94, 103, 104, 107, 122, 126, 127, 129, 133, 135, 136, 159, 160, 161, 163, 170, 176, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190

Microestrutura 1, 2, 4, 7, 8, 9

Módulos fotovoltaicos 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 46, 49, 51

Monitoramento 59, 72, 76, 78, 103, 144, 152, 160, 165, 175, 177, 179

O

Obras 63, 64, 71, 95, 143, 183, 190

Óleo de vegetal 121

Orientações 9, 63

P

Painel fotovoltaico 1, 2, 7, 8, 9

Piezoelétrico polimérico 1, 2, 5

Planejamento 34, 71, 98, 103, 106, 111, 119, 128, 129, 130, 132, 133, 143, 157, 160, 162, 163, 164, 166, 190

Plano de ação 55, 58, 59, 175, 178, 179

Política 60, 61, 70, 91, 94, 104, 107, 121, 122, 127, 161, 167, 184, 187, 188

População 42, 44, 45, 63, 64, 66, 73, 86, 88, 89, 90, 95, 97, 98, 99, 103, 121, 122, 127, 129, 130, 135, 146, 147, 154, 157, 158, 162, 181, 184, 185

Praias 72, 73, 74, 76, 78, 79, 80, 83, 85, 89, 95, 119

Prevenção 134, 182, 183

Processos costeiros 72, 74

Q

Qualidade do ar 55, 57, 59, 146, 177

R

Reciclagem 63, 64, 68, 69, 70, 86, 92, 94, 99, 100, 104, 111, 121, 122, 123, 126, 127

Resíduos sólidos 64, 68, 69, 70, 72, 73, 74, 75, 78, 80, 82, 83, 84, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 97, 98, 99, 103, 104, 106, 107, 108, 109, 111, 121, 122, 127, 143, 155, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 166, 167

S

Saúde 48, 56, 57, 59, 74, 78, 86, 89, 91, 92, 94, 95, 97, 103, 104, 107, 135, 136, 137, 139, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 150, 153, 154, 155, 156, 158, 160, 161, 166, 167, 176, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189

Seleção 11, 97, 134, 143, 165

Sertão 12

Sistema Grid-Tie 36

T

Temperatura 7, 50, 87, 90, 92, 101, 123, 145, 146, 147, 148, 149, 151, 152, 153, 154, 175, 177, 179, 186

Tomada de decisão 11, 13, 14, 18, 134, 139, 143, 163

Tratamento 13, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 64, 68, 86, 87, 88, 90, 92, 93, 99, 102, 103, 104, 122, 157, 163, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 187

U

Umidade 31, 87, 102, 145, 146, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154

Urbanização 63, 64, 128, 129, 132, 135, 147, 158, 186

V

Vermifiltração 169, 173

Vigilância ambiental 181, 183, 184, 188

Z

Zoneamento ambiental 112, 113, 114, 117, 118, 119

Avaliação, Diagnóstico e Solução de Problemas Ambientais e Sanitários

 **Atena**
Editora
Ano 2020

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

Avaliação, Diagnóstico e Solução de Problemas Ambientais e Sanitários

Atena
Editora
Ano 2020

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