



**JÉSSICA APARECIDA PRANDEL
(ORGANIZADORA)**

PADRÕES AMBIENTAIS EMERGENTES E SUSTENTABILIDADE DOS SISTEMAS

Atena
Editora

Ano 2020



**JÉSSICA APARECIDA PRANDEL
(ORGANIZADORA)**

PADRÕES AMBIENTAIS EMERGENTES E SUSTENTABILIDADE DOS SISTEMAS

Atena
Editora

Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Prof^a Dr^a 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

Prof^a Dr^a 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^a Dr^a Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

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^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Prof^a Dr^a 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

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Prof^a Dr^a Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Prof^a Dr^a Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^a Dr^a Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Prof^a Dr^a Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. 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. 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
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
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
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª 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 Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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

Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a 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^a Dr^a Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

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. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a 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
Prof^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Prof^a Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof^a 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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof^a Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
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 Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
 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. Lilian 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. Me. 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. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
P124	<p>Padrões ambientais emergentes e sustentabilidade dos sistemas [recurso eletrônico] / Organizadora Jéssica Aparecida Prandel. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-065-0 DOI 10.22533/at.ed.650202805</p> <p>1. Padrões ambientais. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Meio ambiente – Preservação. I. Prandel, Jéssica Aparecida. CDD 363.7</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

A obra “Padrões Ambientais Emergentes e Sustentabilidade dos Sistemas” apresenta 13 capítulos com discussões de diversas abordagens acerca do respectivo tema.

Este e-book foi organizado de forma bem diversificada, trazendo conteúdos de maneira abrangente, voltados principalmente para questões relacionadas à sustentabilidade. Atualmente existe uma preocupação crescente em discutir questões ambientais, a exploração da natureza tem se intensificado cada vez mais, principalmente pela expansão das atividades humanas. O uso desordenado da terra, o consumismo acelerado e atividades agrícolas e urbanas inadequadas, tem afetado diretamente a qualidade ambiental.

Neste âmbito, este volume é dedicado aos trabalhos relacionados às diversas áreas voltadas ao tema Padrões ambientais emergentes e Sustentabilidade dos sistemas. A importância dos estudos dessa vertente é notada no cerne da produção do conhecimento. Os organizadores da Atena Editora entendem que um trabalho como este não é uma tarefa solitária. Os autores e autoras presentes neste volume vieram contribuir e valorizar o conhecimento científico. Agradecemos e parabenizamos a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, a Atena Editora publica esta obra com o intuito de estar contribuindo, de forma prática e objetiva, com pesquisas voltadas para este tema.

Uma excelente leitura a todos!

Jéssica Aparecida Prandel

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A BOTÂNICA NOS CURSOS TÉCNICOS DO COLÉGIO AGRÍCOLA VIDAL DE NEGREIROS (CAVN/ CCHSA/UFPB)	
Emerson Serafim Barros Vagner Sousa da Costa Weleson Barbosa da Fonseca Alcineide Moraes Joana D'Arck Pê de Nero Ivan Sérgio da Silva Oliveira Paulo Marks de Araújo Costa Vênia Camelo de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.6502028051	
CAPÍTULO 2	8
ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA SOBRE ECOTOXICIDADE DOS RESÍDUOS RESULTANTES DA DEGRADAÇÃO DOS POLÍMEROS PLA E PHBH NO SOLO	
Giselen Cristina Pascotto Wittmann Maira de Lourdes Rezende Komatsu Sílvia Pierre Irazusta	
DOI 10.22533/at.ed.6502028052	
CAPÍTULO 3	17
AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO DE CONCENTRADORES SOLARES DE CALHA PARABÓLICA NO SEMIÁRIDO PARAIBANO	
Aline da Silva Oliveira Fabiano Cordeiro Cavalcanti Cristiane Kelly Ferreira da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.6502028053	
CAPÍTULO 4	31
AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE CARDÁPIOS UTILIZADOS NO PROGRAMA NACIONAL DE ALIMENTAÇÃO ESCOLAR NO MUNICÍPIO DE CASA NOVA – BA	
Xenusa Pereira Nunes Xirley Pereira Nunes Lúcia Marisy Souza Ribeiro de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.6502028054	
CAPÍTULO 5	38
COEXISTÊNCIA HUMANO-FAUNA: MANEJO DE CONFLITOS ENTRE PROPRIETÁRIOS RURAIS E MAMÍFEROS CARNÍVOROS NO BRASIL	
Amanda Cristina Costa Prado Emanoele Lima Abreu Juliano Costa Gonçalves	
DOI 10.22533/at.ed.6502028055	
CAPÍTULO 6	50
DESIGUALDADE DIGITAL E DESIGUALDADES ESTRUTURAIS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO	
Milena Barros Marques dos Santos Cidoval Moraes de Sousa	
DOI 10.22533/at.ed.6502028056	

CAPÍTULO 7 62

ESTIMAÇÃO DE EVENTOS BIOCLIMÁTICOS EM NATAL/ RN, BRAZIL

Juliana Rayssa Silva Costa
Fernando Moreira da Silva
George Santos Marinho
Adalfran Herbert de Melo Silveira
Anderson Flávio Silva de Queiroz

DOI 10.22533/at.ed.6502028057

CAPÍTULO 8 71

ESTUDO DE CASO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO NA MICRORREGIÃO DE PATOS

Lucas Gomes de Medeiros
Islanny de Andrade Leite Anastacio
Maria Clara de Sousa Vieira
Sílvia Maria Galvão de Araújo
Mayara Gomes Dantas
Daniel Viana Andrade Silva
Anne Sales Barros

DOI 10.22533/at.ed.6502028058

CAPÍTULO 9 80

PAPEL DA OVINOCAPRINOCULTURA NO DESENVOLVIMENTO SOCIAL EM ASSENTAMENTOS DO SERTÃO PARAIBANO

Edvaldo Sebastião da Silva
Vivianne Cambuí de Figueiredo Rocha
Maiza Araújo Cordão
Hodias Sousa de Oliveira Filho
George Estêfano dos Santos Pereira
Joandro Ferreira Gomes
Salomão Cambuí de Figueiredo

DOI 10.22533/at.ed.6502028059

CAPÍTULO 10 87

PERCEPÇÃO DOS PESCADORES PROFISSIONAIS ARTESANAIS SOBRE O DECLÍNIO NA CAPTURA DO PEIXE MATRINXÃ NO RIO TELES PIRES, BACIA DO TAPAJÓS

Liliane Stedile de Matos
Herick Soares de Santana
João Otávio Santos Silva
Lucélia Nobre Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.65020280510

CAPÍTULO 11 102

POLÍTICAS PÚBLICAS PARA A ECONOMIA SOLIDÁRIA NO BRASIL

José Claudiano de Brito Batista
Cidoval Moraes de Sousa

DOI 10.22533/at.ed.65020280511

CAPÍTULO 12 113

SUSTENTABILIDADE NA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA: UMA ANÁLISE DAS BOAS PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE NA ESCOLA DE GOVERNO CARDEAL DOM EUGÊNIO DE ARAÚJO SALES

Yonara Claudia dos Santos
Felipe da Silva Teixeira

DOI 10.22533/at.ed.65020280512

CAPÍTULO 13	125
XILOTECA DO CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL DO SEMIÁRIDO COMO INSTRUMENTO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL	
Milena Soares Cardoso	
Adailson Feitoza de Jesus Santos	
DOI 10.22533/at.ed.65020280513	
SOBRE A ORGANIZADORA	133
ÍNDICE REMISSIVO	134

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO DE CONCENTRADORES SOLARES DE CALHA PARABÓLICA NO SEMIÁRIDO PARAIBANO

Data de aceite: 22/05/2020

Aline da Silva Oliveira

Departamento Engenharia de Energias
Renováveis da UFPB
João Pessoa – Paraíba
<http://lattes.cnpq.br/5027931610367110>

Fabiano Cordeiro Cavalcanti

Departamento Engenharia de Energias
Renováveis da UFPB
João Pessoa – Paraíba
<http://lattes.cnpq.br/5281851515064821>

Cristiane Kelly Ferreira da Silva

Departamento Engenharia de Energias
Renováveis da UFPB
João Pessoa – Paraíba
<http://lattes.cnpq.br/1121862308635839>

RESUMO: O Sol é uma fonte de energia renovável que pode ser convertida diretamente em eletricidade empregando a tecnologia fotovoltaica ou aproveitada termicamente para posteriormente gerar eletricidade em usinas de concentração solar térmica (*CSP*). O Brasil vem expandindo os projetos na área de concentração solar, e a região Nordeste destaca-se com potencial para implementação de usinas *CSP* devido aos seus altos índices de irradiância solar direta normal (*DNI*). Este trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho térmico

de concentradores solares de calha parabólica através do uso de informações climatológicas do semiárido Paraibano. Para tanto, foi realizado um levantamento de dados solarimétricos e meteorológicos do município do Coremas, os quais foram aplicados a um balanço de energia no sistema térmico de concentração, cujo modelo matemático foi solucionado em um código computacional empregando o método de Newton-Raphson. Observou-se que para a região de Coremas, levando-se em conta os dados climatológicos locais, os parâmetros construtivos do concentrador solar e o tipo de fluido térmico utilizado, as eficiências térmicas calculadas variaram entre 68% e 72% aproximadamente, em função da variação da *DNI*. Estes valores são compatíveis os encontrados na literatura, evidenciando o potencial para instalação de usinas de geração solar concentrada na região.

PALAVRAS-CHAVE: Usinas *CSP*, *DNI*, Paraíba, Newton-Raphson, Eficiência térmica.

EVALUATION OF THE THERMAL PERFORMANCE OF PARABOLIC TROUGH SOLAR CONCENTRATORS IN THE PARAIBANO SEMIARID

ABSTRACT: The Sun is a renewable energy source that can be converted directly into electricity using photovoltaic technology or

thermally used to later generate electricity in concentrated solar power plants (*CSP*). Brazil has been expanding projects in the area of solar concentration, and the Northeast region stands out with potential for the implementation of *CSP* plants due to its high levels of direct normal solar irradiance (*DNI*). This work aims to evaluate the thermal performance of parabolic trough solar concentrators by using climatological information from the semi-arid region of Paraíba. For that, a survey of solarimetric and meteorological data from the municipality of Coremas was carried out, which were applied to an energy balance in the thermal concentration system, whose mathematical model was solved in a computational code using the Newton-Raphson method. It was observed that for the Coremas region, taking into account the local climatological data, the construction parameters of the solar concentrator and the type of thermal fluid used, the calculated thermal efficiencies varied between approximately 68% and 72%, depending on the variation of the *DNI*. These values are compatible with those found in the literature, showing the potential for installing concentrated solar generation plants in the region.

KEYWORDS: CSP, DNI, Paraíba, Newton-Raphson, thermal efficiency.

1 | INTRODUÇÃO

A principal fonte de energia da Terra é o Sol. Grande quantidade de luz e de calor chega à superfície da Terra provenientes do Sol, mas apenas uma pequena parcela é aproveitada. A energia solar trata-se de um tipo de energia renovável, isto é, é inesgotável para a utilização humana por estar em constante renovação (VILLALVA, 2012).

O aproveitamento da energia solar pode ser realizado através da sua conversão direta em eletricidade, sem a emissão de gases do efeito estufa, utilizando células solares fotovoltaicas, ou através da conversão em energia térmica (VICHI; MANSOR, 2009). A energia térmica pode ser empregada na geração de eletricidade em usinas de concentração solar térmica (usinas heliotérmicas), ou *Concentrated Solar Power* (CSP), as quais são compostas por campos de concentradores solares constituídos por diversos espelhos que direcionam a radiação solar direta incidente para um tubo receptor que absorve esta radiação e a transfere para o fluido de trabalho que circula em seu interior, elevando a sua temperatura. O calor absorvido pelo fluido é convertido em energia mecânica e em seguida em energia elétrica (LODI, 2011).

No contexto mundial, até junho de 2019, a potência instalada das usinas heliotérmicas somavam 5769 MW, sendo 2304 MW provenientes de usinas localizadas na Espanha e 1740 MW nos Estados Unidos, com perspectivas de crescimento para os próximos anos, tendo em vista que atualmente há 2242 MW e 1592 MW referentes a usinas em fase de construção e de projeto, respectivamente (SOLARPACES, 2019).

No Brasil, atualmente, existem algumas plantas de pequeno porte de geração heliotérmica (100KW) em fase de projeto (plantas SMILE 1 e 2, em São Paulo e no

Rio Grande do Norte, respectivamente). Há uma usina heliotérmica em construção na cidade de Petrolina-PE com capacidade de geração de 1MW, e duas plantas de pequeno porte em operação, ambas com finalidade de pesquisa: uma com 7kW de potência na Universidade Federal de Itajubá-MG e outra com 50kW no Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (ENERGIA HELIOTÉRMICA, 2019).

A região do Nordeste do Brasil destaca-se devido aos altos índices de irradiância solar direta normal (DNI), favorecendo a implantação de usinas heliotérmicas, especialmente no semiárido paraibano, que apresenta níveis de DNI variando de 2200 a 2400 kWh/m².ano (PEREIRA et. al., 2017). A DNI é definida como a quantidade de radiação solar recebida por uma superfície que é sempre mantida perpendicular (ou normal) aos raios que vêm em uma linha reta da direção do Sol (NASA, 2019). Conforme foi abordado no trabalho de Fichter et. al. (2017), uma das localidades do Nordeste propícias à instalação de usinas heliotérmicas é o município de Coremas, localizado na região do semiárido do Estado da Paraíba (PB), levando em conta fatores relevantes como DNI e distância à rede elétrica de transmissão. Dessa maneira, o objetivo deste trabalho é avaliar desempenho térmico de concentradores solares de calha parabólica através do uso de informações climatológicas do município de Coremas.

2 | METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido com base em um balanço de energia em um tubo absorvedor de concentrador parabólico linear, isto é, aqueles em que a radiação é concentrada em um eixo. A análise foi realizada considerando a possibilidade da instalação de concentradores no município de Coremas – PB, pois se trata de uma região com consideráveis níveis de DNI ao longo no ano.

O problema físico consiste de um sistema composto por um tubo absorvedor metálico, no interior do qual escoar o fluido térmico, envolto por um tubo de vidro óptico concêntrico ao metálico, conforme ilustra a Figura 1. Um balanço de energia foi realizado sobre o sistema levando em consideração as seguintes simplificações: regime de transferência de calor estacionário no coletor; propriedades termofísicas e reológicas do fluido térmico determinadas pela temperatura - dada pela média aritmética entre a temperatura média de entrada e a média de saída -; as perdas de calor do tubo absorvedor para o meio ambiente ocorrendo na direção radial do coletor; o transporte de energia no interior do fluido térmico ocorre por advecção na direção principal do escoamento, desprezando os termos de difusão de calor dentro do fluido (problema puramente advectivo); o tubo absorvedor sendo uniformemente irradiado pelo fluxo de radiação na sua parte inferior e superior; o espaço que separa o tubo absorvedor de calor do tubo de vidro é evacuado; o vento externo ao tubo de vidro incide normal à sua superfície; foram desconsideradas as perdas de calor através do suporte de sustentação dos tubos; e variação energia potencial entre a entrada e a

saída da região aquecida do escoamento desprezada.

Os fluxos de calor considerados no sistema podem ser observados esquematicamente na Figura 1. O fluxo q'_{21conv} representa a troca de calor por convecção entre o fluido térmico e a parede interna do tubo absorvedor e assim o ganho líquido de calor pelo fluido, q'_{32cond} é o fluxo de calor por condução radial na parede do tubo absorvedor, q'_{34conv} é o fluxo térmico por convecção molecular livre entre a parede externa do tubo absorvedor e o gás à baixa pressão contido na região anular, q'_{34rad} é o fluxo de calor líquido por radiação entre a parede externa do absorvedor e a parede interna do tubo envoltório de vidro, q'_{45cond} o fluxo térmico por condução radial na parede do tubo de vidro, q'_{56conv} é o fluxo de calor por convecção entre a parede externa do vidro e o ar ambiente e q'_{57rad} é o fluxo de calor por radiação entre a parede externa do tubo de vidro e o céu ($q'_{56conv} + q'_{57rad}$ representam calor perdido para o ambiente e para o céu). O fluxo de energia solar absorvido pelo envoltório de vidro e pelo revestimento seletivo do tubo absorvedor foram nomeados de $q'_{5SolAbs}$ e $q'_{3SolAbs}$, respectivamente. Todos os fluxos foram tratados por unidade de comprimento do tubo, isto é, em W/m.

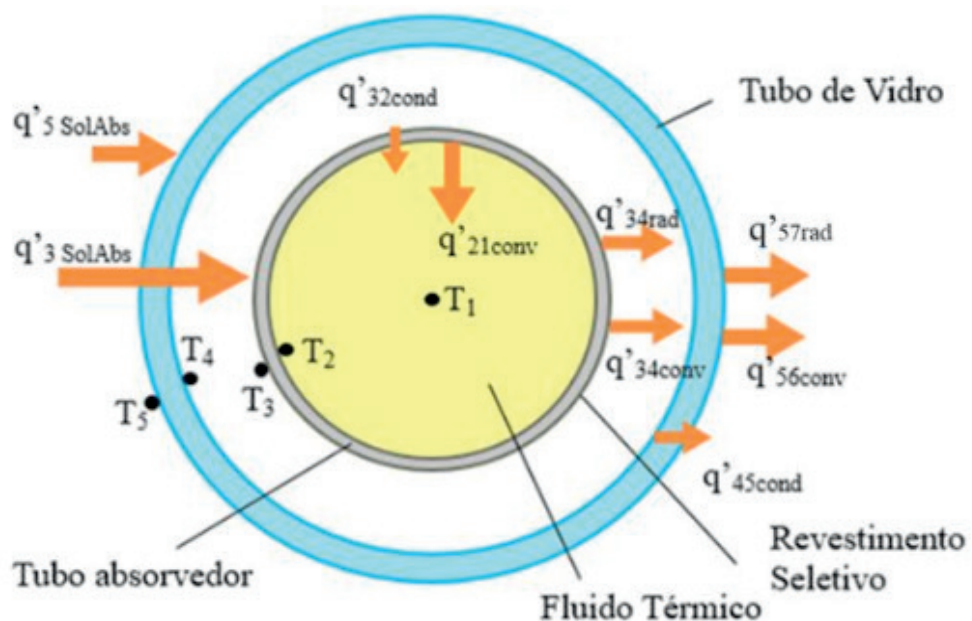


Figura 1 - Esquema do balanço de energia no tubo absorvedor com envoltório de vidro em corte transversal.

Fonte: adaptado de Forristal, 2003.

Os cálculos para determinação dos fluxos de calor são dependentes das temperaturas envolvidas no problema. Fazem-se necessárias a temperatura do óleo em um ponto central do tubo absorvedor T_1 (K), a temperatura em um ponto na parede interna do tubo absorvedor T_2 (K), a temperatura em um ponto na parede externa do tubo absorvedor T_3 (K), a temperatura em um ponto na parede interna do tubo e vidro T_4 (K) e a temperatura em um ponto na parede externa do tubo de vidro T_5 (K). Todas estas temperaturas referem-se a pontos localizados em um plano transversal

do conjunto óleo, tudo absorvedor, gás na região anular e tubo de vidro. Além disso, necessita-se da temperatura do ar ambiente T_6 (K) e da temperatura efetiva do céu T_7 (K). Assim como admitido por Forristall (2003), T_7 (K) foi considerada como $T_6 - 8$ K.

A eficiência térmica do sistema ($\eta_{sistema}$) foi calculada empregando a Equação 1, sendo G (W/m²) a irradiância solar direta normal que chega à superfície do espelho parabólico e A_a (m) a sua área de abertura – tomada como sendo a distância reta entre as duas extremidades da parábola:

$$\eta_{sistema} = \frac{q'_{21conv}}{GA_a} \quad (1)$$

De acordo com Incropera, et. al. (2008), admitindo as considerações mencionadas no início desta seção e levando em conta a queda de pressão, Δp , do fluido térmico entre a entrada e a saída do tubo absorvedor de calor, a temperatura média de saída do fluido térmico foi calculada via Equação 2:

$$T_{sai} = \frac{(q'_{5SolAbs} + q'_{3SolAbs} - q'_{56conv} - q'_{57rad})L}{\dot{m}c_{p,med}} + \frac{1/2(V_{ent}^2 - V_{sai}^2)}{c_{p,med}} \quad (2)$$

$$+ \frac{\Delta P}{\rho_{med}c_{p,med}} + T_{ent}$$

onde L (m) é o comprimento do tubo absorvedor, V_{ent} e V_{sai} (m/s) são as velocidades médias do escoamento do fluido térmico na entrada e na saída do tubo, respectivamente, $c_{p,med}$ (J/kg.K) é o calor específico à pressão constante e ρ_{med} [kg/m³] a massa específica do fluido térmico, ambos avaliados para a temperatura média da massa de fluido. A temperatura T_{ent} refere-se à temperatura média de entrada do fluido térmico no tubo de calor.

Através de iterações numéricas, utilizado o método de Newton-Raphson num código computacional (CHAPRA, 2013), as temperaturas T_{sai} , T_1 , T_2 , T_3 , T_4 e T_5 foram determinadas, empregando as equações de cálculos dos fluxos de calor estabelecidos na literatura.

Os dados do concentrador solar empregado nesta análise foi o do modelo *LS-2*, fabricado pela *LUZ Industries*. Os parâmetros do coletor relevantes para este trabalho, fornecidos por Dudley *et. al.* (1994), são diâmetro interno do tudo absorvedor (D_2) de 0,066 m, diâmetro externo do absorvedor (D_3) de 0,070 m, diâmetro interno do tubo de vidro (D_4) de 0,109 m, diâmetro externo do tubo de vidro (D_5) de 0,115 m, área de abertura em termos de comprimento (A_a) de 4,8235 m, transmissividade do tubo de vidro (τ_{vidro}) de 0,95 e comprimento unitário do absorvedor de 4 m. O comprimento total dos tubos absorvedores conectados em série considerado neste trabalho foi de 576 m, baseado em um *loop* de planta de geração solar Andasol-2 (NREL, 2019).

Os valores de emissividade ($\varepsilon_4 = \varepsilon_5$) e absorvidade (α_{vidro}) do vidro foram considerados constantes e baseadas em Forristall (2003), 0,86 e 0,02, respectivamente. A condutividade térmica do vidro (k_{45}) é de 1,04 W/m.K, como verificado em Touloukian e Dewitt (1972). O material constituinte do tubo absorvedor é o aço inoxidável 321H, cuja condutividade térmica é função da temperatura média da parede do tubo (Davis, 2000; Forristall, 2003), isto é, $k_{23} = 0,0153T_{23} + 14,775$.

As eficiências ópticas efetivas do tubo de vidro e do tubo absorvedor de calor necessitam ser calculadas no modelo. Para tanto, utilizou-se os parâmetros de erros envolvidos no sistema indicados por Price (2001): erro por sombreamento do tubo (ε'_1) de 0,974, erro de rastreamento (ε'_2) de 0,994, erro de alinhamento do espelho (ε'_3) de 0,98 e um valor referente a erros por fatores desconhecidos (ε'_6) de 0,96; além disso, foram considerados outros erros recomendados por Duffie e Beckman (2013): erro devido à sujeira no espelho (ε'_4) que é resultado da razão entre a refletividade do espelho (admitida como 0,9) e a refletividade do espelho limpo ρ_{esp} de 0,935, e erro por sujeira no absorvedor ε'_5 dado por $(1 + \varepsilon'_4)/2$.

O revestimento seletivo do tubo absorvedor no modelo foi o *Solel UVAC Cermet avg*, que conforme Forristall (2003) apresenta absorvidade (α_{Abs}) de 0,955 e emissividade dependente da temperatura, determinada por $\varepsilon_3 = (1,907 \cdot 10^{-7}) T^2 + (1,208 \cdot 10^{-4}) T + (6,282 \cdot 10^{-2})$.

O gás contido na região de vácuo entre o tubo absorvedor e de vidro considerado foi o hidrogênio, que segundo Marshal (1976) apresenta condutividade térmica ($k_{gás}$) constante de 0,1769 W/m.K e diâmetro molecular (δ_m) de $2,4 \cdot 10^{-8}$ cm.

O fluido térmico selecionado para o desenvolvimento deste modelo do sistema foi um óleo de nome comercial *Therminol VP1*. O fabricante do material, *Eastman Chemical Company* (2019), fornece dados que permitiram a interpolação das suas propriedades termofísicas e reológicas. As propriedades termofísicas e reológicas do ar, necessárias para estimar as trocas de calor entre o invólucro de vidro e o meio ambiente, foram obtidas através de valores tabelados do Incropera *et. al.* (2008).

3 | RESOLUÇÃO DO MODELO

Partindo da modelagem do problema físico descrito na seção anterior, os fluxos térmicos indicados na Figura 1 devem equacionados a fim de permitir a resolução do modelo.

O ganho térmico ou fluxo de calor q'_{21conv} da Figura 1 é dado pela Equação 3. Esta depende do coeficiente convectivo h_1 (W/m².K), que é calculado através da Equação 4. O número de Nusselt, Nu_{D2} , para escoamento turbulento interno, Equação 5, é aplicável, quando $0,5 \lesssim Pr \lesssim 2000$ e $3000 \lesssim Re_D \lesssim 5,0 \cdot 10^6$. A condutividade térmica do fluido térmico k_1 (W/m.K) é avaliada à temperatura média T_1 . Os parâmetros P_{r1} e P_{r2} são os números de Prandtl avaliados na temperatura média do fluido térmico que

escoa dentro do tubo e na temperatura da parede interna deste tubo, respectivamente (Incropera, *et. al.*, 2008).

$$q'_{21conv} = h_1 D_2 \pi (T_2 - T_1) \quad (3)$$

$$h_1 = Nu_{D2} \frac{k_1}{D_2} \quad (4)$$

$$Nu_{D2} = \frac{(f/8)(Re_{D2}-1000)Pr_1}{1+12,7(f/8)^{1/2}(Pr_1^{2/3}-1)} \left(\frac{Pr_1}{Pr_2}\right)^{0,11} \quad (5)$$

O fluxo de calor q'_{32cond} é determinado pela Equação 6, onde k_{23} (W/m.K) é a condutividade térmica do material do tubo absorvedor, avaliada na temperatura média da parede $(T_2+T_3)/2$:

$$q'_{32cond} = \frac{2\pi k_{23}(T_3 - T_2)}{\ln(D_3/D_2)} \quad (6)$$

A convecção molecular livre que ocorre na região anular evacuada entre o tubo absorvedor e o tubo de vidro é quantificada por q'_{34conv} aplicando a Equação 7 (Çengel; Ghajar, 2012):

$$q'_{34conv} = \pi D_3 h_{34} (T_3 - T_4) \quad (7)$$

A Equação 8 que determina h_{34} (W/m².K) é válida para número de Rayleigh $Ra_{D_4} < (D_4/(D_4 - D_3))^4$, onde b e λ_m (m) são o coeficiente de interação e percurso livre médio da molécula entre as colisões, respectivamente (Ratzel, *et al.*, 1979):

$$h_{34} = \frac{k_{gás}}{(D_3/2 \ln(D_4/D_3) + b\lambda_m(D_3/D_4 + 1))} \quad (8)$$

A troca de calor por radiação q'_{34rad} é dada em termos de fluxo pela Equação 9, considerando-se que o gás na região anular é não participante, as radiosidades das duas superfícies são uniformes e que os cilindros sejam muito longos em relação aos seus diâmetros. O fluxo de calor q'_{45cond} é calculado pela Equação 10 (Incropera, *et. al.*, 2008):

$$q'_{34rad} = \frac{\sigma \pi D_3 (T_3^4 - T_4^4)}{(1/\varepsilon_3 + (1 - \varepsilon_4)D_3/(\varepsilon_4 D_4))} \quad (9)$$

$$q'_{45cond} = \frac{2\pi * k_{45}(T_4 - T_5)}{\ln(D_5/D_4)} \quad (10)$$

A transferência de calor por convecção para o ar ambiente, q'_{56conv} , é dada pela Equação 11. Para a convecção forçada sobre o tubo de vidro, a Equação 12 é usada para determinar o número de Nusselt, onde Re_{D5} é o número de Reynolds baseado no diâmetro externo do tubo de vidro, Pr_5 e Pr_6 são respectivamente o número de Prandtl avaliados à T_5 e T_6 . Os valores de C e m são constantes: se $1 < Re_D \leq 40$, $C=0,75$ e $m=0,4$; se $40 < Re_D \leq 1000$, $C=0,51$ e $m=0,5$; se $1000 < Re_D \leq 200000$, $C=0,26$ e $m=0,6$; se $2 \cdot 10^5 < Re_D \leq 1 \cdot 10^6$, $C=0,076$ e $m=0,7$. O valor de n depende do número de Prandtl: $Pr_6 \leq 10$, $n=0,37$; se $Pr_6 \geq 10$, $n=0,36$ (Incropera, *et. al.*, 2008):

$$q'_{56conv} = h_{56} \pi D_5 (T_5 - T_6) \quad (11)$$

$$\overline{Nu}_{D5} = C Re_{D5}^m Pr_6^n \left(\frac{Pr_6}{Pr_5} \right)^{1/4} \quad (12)$$

O fluxo de calor q'_{57rad} (W/m) é calculado com base na Equação 13. Não é incluído neste cálculo a radiação recebida proveniente do Sol, pois esta parcela é quantificada em termos de absorção solar (Çengel; Ghajar, 2012):

$$q'_{57rad} = \sigma D_5 \pi \varepsilon_5 (T_5^4 - T_7^4) \quad (13)$$

O fluxo $q'_{5SolAbs}$ (W/m) absorvido pela superfície externa do tubo de vidro (Figura 1) é dado pela Equação 14. Onde q'_i (W/m) é o fluxo de radiação solar direta por unidade de comprimento do tubo que incidente no espelho parabólico. A eficiência óptica do tubo de vidro η_{vidro} (Equação 15) depende do ângulo de incidência de radiação solar direta modificado K , que foi considerado igual a 1 neste trabalho, isto é, considerou-se que irradiância solar é sempre normal à área de abertura do espelho parabólico (Kalogirou, 2012):

$$q'_{5SolAbs} = q'_i \eta_{vidro} \alpha_{vidro} \quad (14)$$

$$\eta_{vidro} = \varepsilon'_1 \varepsilon'_2 \varepsilon'_3 \varepsilon'_4 \varepsilon'_5 \varepsilon'_6 \rho_{esp} K \quad (15)$$

A energia solar absorvida na parede externa do tubo absorvedor também é considerada como um fluxo de calor $q'_{3SolAbs}$ (W/m), calculado pela Equação 16, sendo η_{Abs} , da Equação 17, a eficiência óptica do absorvedor (Kalogirou, 2012):

$$q'_{3SolAbs} = q'_i \eta_{Abs} \alpha_{Abs} \quad (16)$$

$$\eta_{Abs} = \eta_{vidro} \tau_{vidro} \quad (17)$$

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados das variáveis climatológicas indispensáveis para este estudo, tais como, valores médios mensais de irradiância solar direta normal (DNI), de velocidade do vento (V) e de temperatura do ar ambiente local (T_6) foram obtidos através da plataforma de dados *online* da NASA (<https://power.larc.nasa.gov>) para coordenadas geográficas de Coremas – PB, conforme Tabela 1. Os valores de DNI mensais são fornecidos pela NASA em kW.h/m²/dia. Foi considerado um período de 8 horas de sol pleno para o semiárido da Paraíba, de acordo com Pereira et. al. (2017), e os valores médios de DNI foram calculados em W/m²/dia.

Mês	DNI (W/m ² /dia)	V (m/s)	T ₆ (°C)
Janeiro	703,75	4,05	28,14
Fevereiro	698,75	3,48	27,23
Março	641,25	3,10	26,54
Abril	657,50	2,97	25,84
Mai	706,25	3,49	25,58
Junho	697,50	4,27	25,13
Julho	753,75	4,96	25,38
Agosto	857,50	5,55	26,42
Setembro	876,25	5,85	27,93
Outubro	868,75	5,79	29,15
Novembro	840,00	5,62	29,62
Dezembro	793,75	5,00	29,39

Tabela 1 – Dados das médias mensais de irradiância solar direta normal, velocidade do vento e temperatura do ar de Coremas – PB.

Fonte: NASA

A Figura 2 apresenta os resultados de ganho útil de calor pelo óleo térmico para todos os meses do ano, empregando temperaturas médias de entrada do óleo térmico no tubo absorvedor variando de 125 a 275 °C.

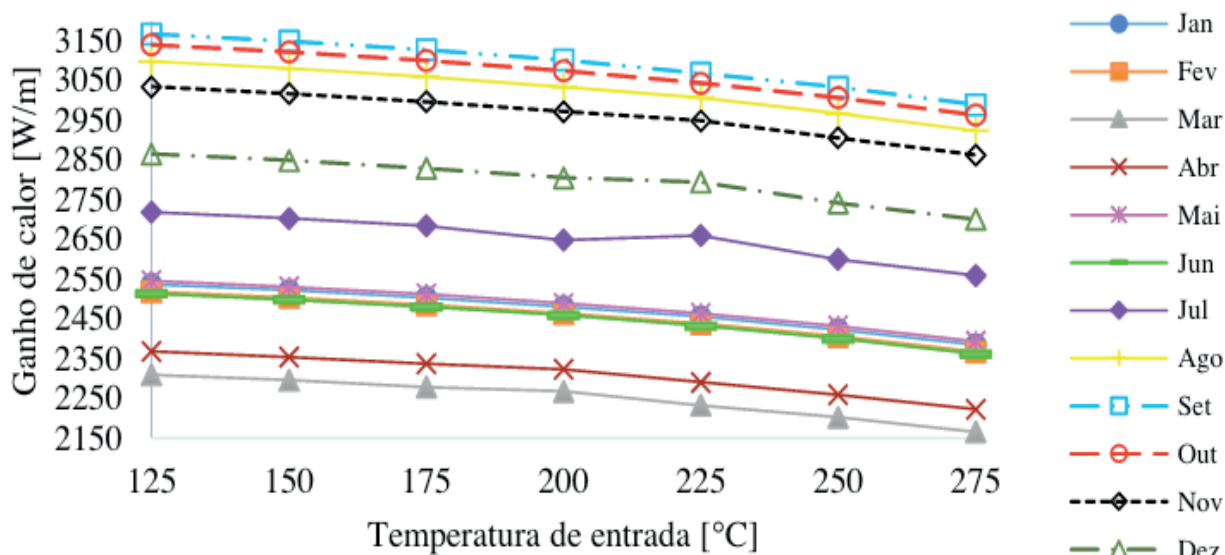


Figura 2 – Ganho de calor útil pelo óleo térmico para todos os meses do ano.

Fonte: do autor.

O maior ganho de calor acontece no mês de setembro, para todas as temperaturas de entrada, uma vez que este é o mês de maior média de DNI (876,25 W/m²/dia, Tabela 2), apesar de este mês também apresentar o maior valor de velocidade do vento registrada. Isto confirma que o espaço evacuado entre o tubo absorvedor e o tubo de vidro se mostra efetivo na redução das perdas de calor para o meio. De modo oposto, o mês de março, que apresenta o menor valor de *DNI*, apresentou o menor ganho de calor.

As perdas de calor apresentadas na Figura 3 também são maiores quanto maior foi o valor de *DNI* do respectivo mês. Isto ocorre devido ao fato de que quanto maior for o ganho de calor, maior será a diferença de temperatura entre o tubo absorvedor de calor e o meio ambiente, aumentando as perdas de calor, que também aumenta com o aumento da temperatura de entrada pelo mesmo motivo.

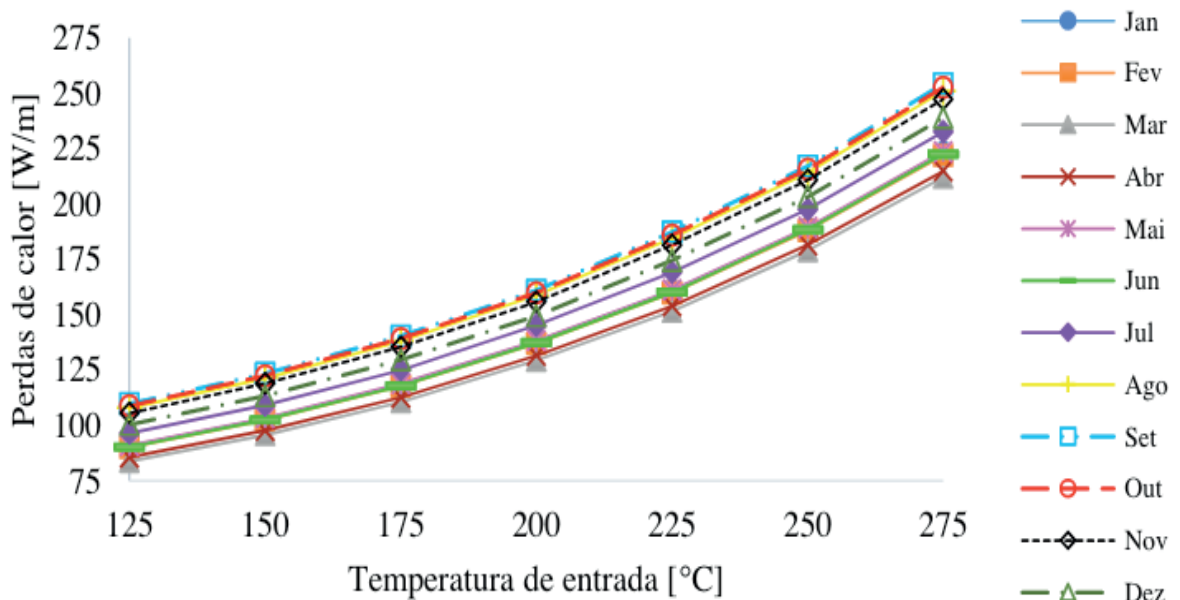


Figura 3 – Perdas de calor pelo óleo térmico para todos os meses do ano.

Fonte: do autor.

A temperatura de saída do óleo térmico do tubo absorvedor, Figura 4, é maior quanto maior for a irradiância, pois apesar de as perdas de calor aumentarem com o crescimento da *DNI*, a elevação do ganho de calor com o aumento da irradiância é superior ao aumento das perdas, isto é, há um maior ganho líquido de energia térmica para o fluido térmico.

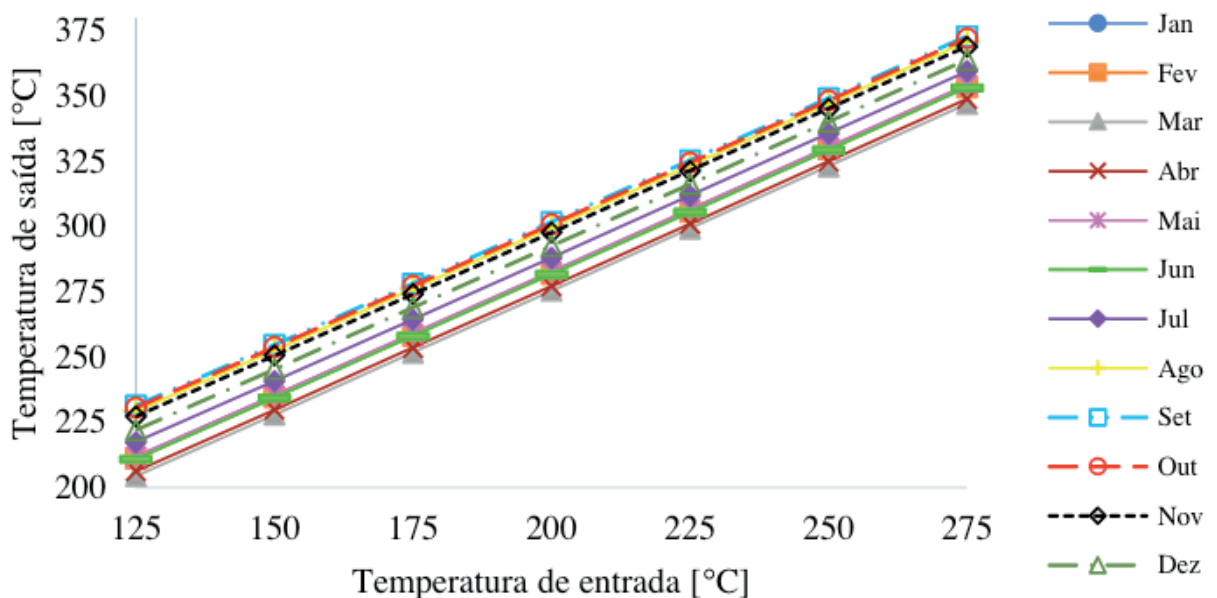


Figura 4 – Temperatura de saída do óleo térmico para todos os meses do ano.

Fonte: do autor.

A eficiência térmica do sistema apresentou valores próximos para todos os meses do ano, variando entre 68% e 72%, aproximadamente (Figura 5). Essas eficiências são próximas às dos testes apresentados por Dudley *et. al.* (1994) para plantas

SEGS (Solar Electric Generating Systems), evidenciando o potencial de geração solar concentrada.

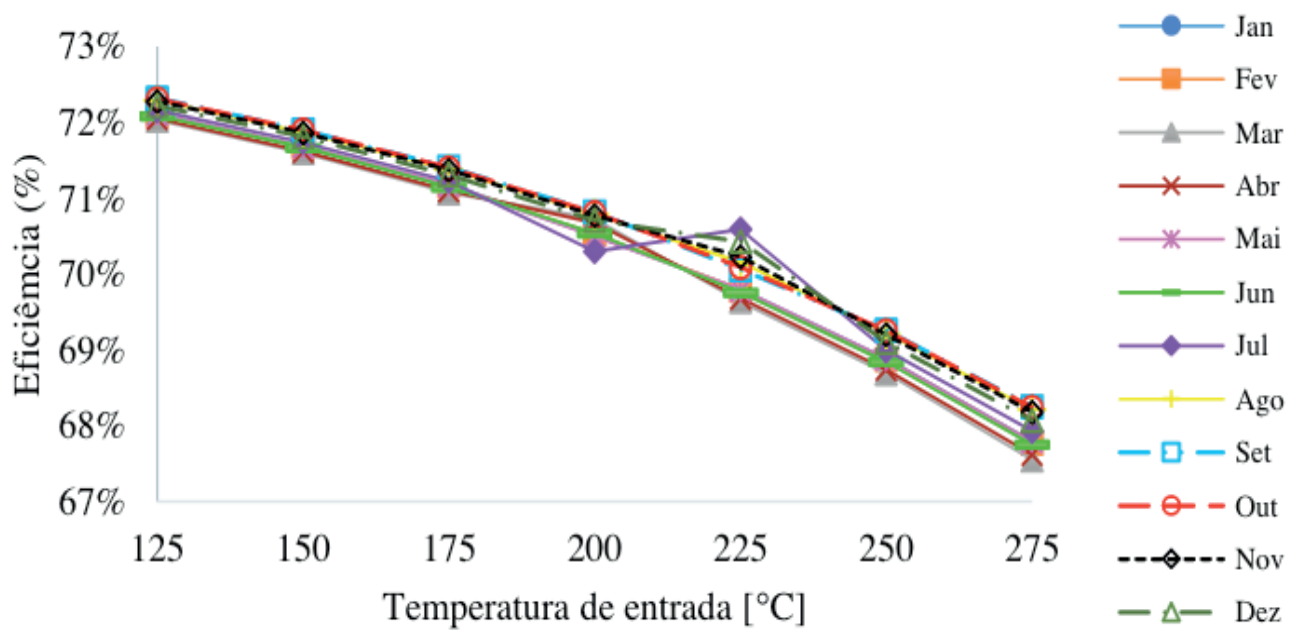


Figura 5 – Eficiência térmica do sistema para todos os meses do ano.

Fonte: do autor.

A oscilação que acontece para o mês de julho entre as temperaturas de 200 e 225 °C se deve ao aumento do ganho de calor observado na Figura 2 (2650 W/m a 200 °C de temperatura de entrada para 2660 W/m a 225 °C), característico da não linearidade da transferência de calor por convecção.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Análise de desempenho térmico do sistema de concentração solar apresentada neste trabalho confirmou o potencial para instalação de usinas CSP no município de Coremas, semiárido paraibano, verificado nos resultados de eficiência térmica obtidos. A variação dos índices de *DNI* influencia diretamente nessas eficiências, pois o ganho de calor pelo fluido térmico aumenta com o aumento da *DNI*. Todavia, apesar da ocorrência de convecção forçada externa ao tubo de vidro que envolve o tubo absorvedor de calor, para valores de diferentes velocidades do vento, o vácuo presente na região anular entre os dois tubos atua como um eficiente atenuador das perdas de calor para o meio ambiente.

Evidencia-se que os parâmetros e propriedades considerados para o modelo de concentrador solar LS-2 e a utilização do óleo térmico *Therminol VP1* proporcionaram resultados satisfatórios de temperatura de saída e eficiência térmica, podendo ser implementados em usinas *CSP*. Diante da viabilidade técnica determinada neste

trabalho e verificada em estudos relacionados, as usinas *CSP* representam uma oportunidade sustentável de substituição de combustíveis fósseis para geração de vapor em processos industriais, bem como de geração de eletricidade.

REFERÊNCIAS

- ÇENGEL, Y. A.; GHAJAR, A. J. **Transferência de Calor e Massa: Uma Abordagem Prática**, 4ª Edição. Porto Alegre, RS: Editora McGrawHill, 2012.
- CHAPRA, S. C. **Métodos Numéricos Aplicados com MATLAB® para Engenheiros e Cientistas**. 3ª edição. AMGH Editora: Porto Alegre, 2013.
- DAVIS, J. R. (Ed.). **Alloy Digest Sourcebook: Stainless Steels**. ASM international, 2000.
- DUDLEY, V. E. et. al. **Test Results: SEGS LS-2 Solar Collector**. Sandia National Labs. Albuquerque, NM (United States), 1994.
- DUFFIE, J. A.; BECKMAN, W. A. **Solar Engineering of Thermal Processes**. New York: Wiley, 2013.
- EASTMAN CHEMICAL COMPANY**. Therminol VP-1 Heat Transfer Fluid: catálogo. 2018. 08 p. Disponível em: <<https://www.therminol.com/heat-transfer-cfluids>>. Acesso em: 20 de junho de 2019.
- ENERGIA HELIOTÉRMICA**. Mapa virtual. Disponível em: <<http://energiaheliotermica.gov.br/pt-br/energia-heliotermica/tour-virtual>>. Acesso em: 24 de julho de 2019.
- FICHTER, T. et al. **Assessing the Potential Role of Concentrated Solar Power (CSP) for the Northeast Power System of Brazil Using a Detailed Power System Model**. Energy, v. 121, p. 695-715, 2017.
- FORRISTALL, R. **Heat Transfer Analysis and Modeling of a Parabolic Trough Solar Receiver Implemented in Engineering Equation Solver**. National Renewable Energy Laboratory, 2003.
- INCROPERA, P. F.; DEWITT, D. **Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa**. 6ª edição. Editora LTC: Rio de Janeiro, 2008.
- KALOGIROU, S. A. **A Detailed Thermal Model of a Parabolic Trough Collector Receiver**. Energy, v. 48, n. 1, p. 298-306, 2012.
- LODI, C. **Perspectivas para a Geração de Energia Elétrica no Brasil Utilizando a Tecnologia Solar Térmica Concentrada**. Universidade Federal do Rio de Janeiro/Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, 2011.
- MARSHAL, N. **Transl. Gas Encyclopedia**. New York, 1976.
- NASA. Power Data Access Viewer. Disponível em:< <https://power.larc.nasa.gov>>. Acesso em: 23 de julho de 2019.
- NREL. **Concentrating Solar Power Projects: Andasol-2**. Disponível em: < <https://solarpaces.nrel.gov/andasol-2>>. Acesso em: 28 de agosto de 2019.
- PEREIRA, E. B. et al. Atlas Brasileiro de Energia Solar. 2ª ed. São José dos Campos: Inpe, 2017.
- PRICE, H. **Concentrated Solar Power use in Africa**. NREL/TP. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory, 2001.

RATZEL, A. C.; HICKOX, C. E.; GARTLING, D. K. **Techniques for Reducing Thermal Conduction and Natural Convection Heat Losses in Annular Receiver Geometries**. Journal of Heat Transfer, v. 101, n. 1, p. 108-113, 1979.

SOLARPACES. CSP Projects Around the World. Disponível em: <<https://www.solarpaces.org/csp-technologies/csp-projects-around-the-world/>>. Acesso em: 02 de agosto de 2019.

TOULOUKIAN, Y. S.; DEWITT, D. P. **Radiative Properties, Nonmetallic Solids. Thermophysical Properties of Matter**, Vol. 8. 1972.

VICHI, F. M.; MANSOR, M. T. C. **Energia, Meio Ambiente e Economia: O Brasil no Contexto Mundial**. Quím. Nova, v. 32, n. 3, p. 757-767, 2009.

VILLALVA, M. G. **Energia Solar Fotovoltaica: Conceitos e Aplicações**. 2ª edição, rev. e atual. São Paulo: Érica, 2015.

SOBRE A ORGANIZADORA

Jéssica Aparecida Prandel: Mestre em Ecologia (2016-2018) pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), campus de Erechim, com projeto de pesquisa Fragmentação Florestal no Norte do Rio Grande do Sul: Avaliação da Trajetória temporal como estratégias a conservação da biodiversidade. Fez parte do laboratório de Geoprocessamento e Planejamento Ambiental da URI. Formada em Geografia Bacharelado pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG, 2014). Em 2011 aluna de Iniciação científica com o projeto de pesquisa Caracterização de Geoparques da rede global como subsídio para implantação de um Geoparque nos Campos Gerais. Em 2012 aluna de Iniciação Científica da Universidade Estadual de Ponta Grossa, com projeto de pesquisa Zoneamento Ambiental de áreas degradadas no perímetro urbano de Palmeira e Carambeí (2012-2013). Atuou como estagiária administrativa do laboratório de geologia (2011-2013). Participou do projeto de extensão Geodiversidade na Educação (2011-2014) e do projeto de extensão Síntese histórico-geográfica do Município de Ponta Grossa. Em 2014 aluna de iniciação científica com projeto de pesquisa Patrimônio Geológico-Mineiro e Geodiversidade-Mineração e Sociedade no município de Ponta Grossa, foi estagiária na Prefeitura Municipal de Ponta Grossa no Departamento de Patrimônio (2013-2014), com trabalho de regularização fundiária. Estágio obrigatório no Laboratório de Fertilidade do Solo do curso de Agronomia da UEPG. Atualmente é professora da disciplina de Geografia da Rede Marista de ensino, do Ensino Fundamental II, de 6º ao 9º ano e da Rede pública de ensino com o curso técnico em Meio Ambiente. Possui experiência na área de Geociências com ênfase em Educação, Geoprocessamento, Geotecnologias e Ecologia.

ÍNDICE REMISSIVO

SÍMBOLOS

3-Hidroxihexanoato 8, 10

A

Administração pública 113, 114, 116, 120, 123

Aedes Aegypti 62, 63, 66, 69

Alimentação escolar 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37

Análise bibliométrica 8, 10, 11, 14

Análise SWOT 113, 116, 118, 121

Aulas práticas 2, 3, 5, 6, 69

Avaliação nutricional 31, 32, 36

B

Brycon falcatus 88, 89, 97, 100

C

Caatinga 82, 84, 85, 125, 126, 127, 130, 132

Caprinos 80, 81, 82, 83, 85, 86

Coleção biológica 125, 127

Conflitos socioambientais 38, 39, 40

Copolímero 3-hidroxitirato 8

Creches 31, 32, 33, 34, 35, 36

Criação animal 81

D

Desenvolvimento 22, 31, 32, 33, 35, 36, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 60, 63, 68, 69, 70, 72, 78, 80, 84, 85, 100, 102, 104, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 115, 117, 118, 120, 122, 124, 126, 128, 132

Desigualdade digital 50, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 59

Desigualdades estruturais 50, 51, 52, 53, 56, 57, 59

DNI 17, 18, 19, 25, 26, 27, 28

E

Economia solidária 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112

Ecotoxicidade 8, 9, 14

Educação 3, 7, 19, 31, 32, 33, 36, 38, 41, 42, 46, 51, 54, 57, 59, 60, 80, 84, 87, 106, 110, 121, 125, 126, 127, 128, 131, 132, 133

Educação ambiental 3, 7, 38, 41, 42, 46, 121, 125, 127, 132
Eficiência térmica 17, 21, 27, 28
Empreendimentos 97, 102, 103, 104, 106, 108, 109, 110, 111
Erosividade 62, 63, 64, 65, 66, 68, 69, 70
Escola de Governo 113, 117, 118, 119, 121, 123, 124
Etnoictiologia 88, 97
Extensão 43, 63, 64, 65, 81, 117, 131, 133

M

Madeiras 125, 126, 127, 128, 130, 131
Mamíferos carnívoros 38, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 49
Manejo de fauna 39, 43
Meio ambiente 2, 3, 4, 5, 6, 9, 19, 22, 26, 28, 30, 40, 46, 62, 69, 70, 71, 72, 78, 90, 100, 101, 113, 114, 115, 116, 120, 121, 122, 123, 124, 127, 128, 131, 132, 133

N

Newton-Raphson 17, 18, 21

O

Ovinos 80, 81, 82, 83, 85, 86

P

Paraíba 1, 2, 4, 17, 18, 19, 25, 40, 50, 52, 62, 71, 73, 74, 78, 80, 81, 82, 83, 84, 86, 102, 112
Pesca predatória 88, 94, 95
Planejamento de cardápio 32
PNAE 31, 32, 33, 34, 36, 37
Poli (ácido láctico) 8, 10
Políticas públicas 46, 69, 98, 102, 103, 104, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112

Q

Questionários semiestruturados 87, 88, 90

R

Reflora 1, 2, 3, 4, 6, 7
Reino vegetal 2

S

Saneamento 54, 71, 72, 73, 74, 77, 78
Saúde humana 63, 68, 70

Saúde pública 63, 71, 72, 78

Semiárido brasileiro 50, 51, 52

Sensação termal 63

Serviços 45, 50, 55, 58, 69, 71, 72, 73, 74, 77, 78, 103, 105, 109, 117

Sustentabilidade 5, 3, 7, 81, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 121, 122, 123

U

Usinas CSP 17, 28, 29

 **Atena**
Editora

2 0 2 0