

Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias 2

Alexandre Igor Azevedo Pereira
(Organizador)

Alexandre Igor Azevedo Pereira
(Organizador)

**Estudos Interdisciplinares: Ciências
Exatas e da Terra e Engenharias
2**

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

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. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.ª Dr.ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E82	Estudos interdisciplinares: ciências exatas e da terra e engenharias 2 [recurso eletrônico] / Organizador Alexandre Igor Azevedo Pereira. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias; v. 2) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-587-7 DOI 10.22533/at.ed.877190309 1. Ciências exatas e da terra. 2. Engenharia. I. Pereira, Alexandre Igor Azevedo. II. Série. CDD 507
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

A obra “*Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias 2*” aborda um considerável acervo técnico-científico de publicação da Atena Editora. Este primeiro volume, apresenta 21 capítulos dedicados às Ciências Exatas. De leitura compreensível, com resultados relevantes envolvendo aplicações teóricas, práticas e atualizadas nas áreas de Matemática, Química e Física, a presente obra configura-se como um conglomerado de estudos que utilizam (não apenas) o raciocínio lógico, cálculos, modelagem e teste de hipóteses fortemente atrelados à área de Ciências Exatas; mas uma proposta contextual mais ampla através da resolução e direcionamento de inovação para manipulação de problemas atuais.

O reconhecimento das Ciências Exatas como de grande utilidade e importância para a humanidade reside no fato dos avanços e inovações tecnológicas terem sido apresentadas desde muito tempo e em escala de descobertas bastante amplas, como no caso da eletricidade, computadores e smartphones, por exemplo; a até as temáticas abordadas na presente obra, sob caráter contemporâneo, como simulação computacional, modelagem, ensino de matemática, biocombustíveis, vulcanização, manipulação de resíduos industriais, ensaios eletroquímicos, química da nutrição, nanofibras, componentes poliméricos, fibras vegetais e suas propriedades mecânicas, educação de jovens e adultos, manipulação química de etanol de segunda geração, empregabilidade de novos componentes químicos sob contextos multidisciplinares e etc.

No meio profissional, os cursos ligados às Ciências Exatas ilustram um futuro promissor no mercado de trabalho devido ao seu amplo espectro funcional. Por isso, desperta o interesse de jovens estudantes, técnicos, profissionais e na sociedade como um todo, pois o ritmo de desenvolvimento atual observado em escala global gera uma robusta, consolidada e pungente demanda por mão-de-obra qualificada na área. Não obstante, as Ciências Exatas estão ganhando cada vez mais projeção, através da sua própria reinvenção frente às suas intrínsecas evoluções e mudanças de paradigmas impulsionadas pelo cenário tecnológico e econômico. Para acompanhar esse ritmo, a humanidade precisa de recursos humanos atentos e que acompanhem esse ritmo através da incorporação imediata de conhecimento com qualidade.

Esperamos que o presente e-book, de publicação da Atena Editora, possa representar como legado, em seu primeiro volume da obra “*Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias 2*”, a oferta de conhecimento para capacitação de mão-de-obra através da aquisição de conhecimentos técnico-científicos de vanguarda praticados por diversas instituições em âmbito nacional; instigando professores, pesquisadores, estudantes, profissionais (envolvidos direta e indiretamente) com as Ciências Exatas e a sociedade (como um todo) frente a construção de pontes de conhecimento de caráter lógico, aplicado e com potencial de transpor o limiar fronteiro do conhecimento, o que - inclusive - sempre caracterizou

as Ciências Exatas ao longo dos tempos.

Alexandre Igor de Azevedo Pereira

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA ONDULAÇÃO GEOIDAL NA MEDIÇÃO DE PONTOS SOBRE A SUPERFÍCIE FÍSICA	
Plinio Temba Júlia Couto Nogueira Vitoria Ellen da Silva Oliveira Marcelo Antonio Nero Marcos Antonio Timbó Elmiro Sandra Cristina Deodoro Daniel Henrique Carneiro Salim	
DOI 10.22533/at.ed.8771903091	
CAPÍTULO 2	14
INTERVENÇÃO DIDÁTICA NAS AULAS DE FÍSICA: EXPERIMENTO SOBRE ESPELHOS PLANOS E ÓPTICA GEOMÉTRICA	
Adriane Beatriz Liscano Janisch Karin Ritter Jelinek Alana Amaral Rotter	
DOI 10.22533/at.ed.8771903092	
CAPÍTULO 3	19
A UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE STELLARIUM COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE ECLIPSES E ESTAÇÕES DO ANO NO ENSINO MÉDIO	
Arilson Paganotti Marcos Rincon Voelzke Graciene Carvalho Vieira	
DOI 10.22533/at.ed.8771903093	
CAPÍTULO 4	29
AS NOÇÕES BÁSICAS DE GEOMETRIA ESPACIAL X ORIGAMIS MODULARES VISTOS SOBRE O CONTEXTO DA SALA DE AULA DE TEMPO INTEGRAL	
José Erildo Lopes Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.8771903094	
CAPÍTULO 5	41
O ENSINO DE MATEMÁTICA NA EJA: A FORMAÇÃO DE PROFESSORES E AS PRÁTICAS	
Janaina da Conceição Martins Silva Cibele Paula Silva Marta Aparecida Quintiliano Rabelo Vânia Lúcia Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.8771903095	
CAPÍTULO 6	51
PROPORÇÕES ENTRE PRODUTOS EXPONENCIAIS	
Guilherme Cavichiolo Moreira Barbosa	
DOI 10.22533/at.ed.8771903096	

CAPÍTULO 7 63

ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE DISSIPADORES DE CALOR PARA FONTES LED RGB POR MEIO DE MODELAGEM E SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS

Thiago Lopes Quevedo
Filipe Melo Aguiar

DOI 10.22533/at.ed.8771903097

CAPÍTULO 8 76

CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DAS HIDROTALCITAS DE MAGNÉSIO E ALUMÍNIO MODIFICADAS COM FERRO (III) E CRÔMIO (III) SINTETIZADAS PELO MÉTODO DA PRECIPITAÇÃO POR HIDRÓXIDOS

Graciele Vieira Barbosa
Cintia Hisano
Rafael Aparecido Ciola Amoresi
Maria Aparecida Zaghete Bertochi
Jusinei Meireles Stropa
Lincoln Carlos Silva de Oliveira
Alberto Adriano Cavalheiro

DOI 10.22533/at.ed.8771903098

CAPÍTULO 9 88

CATALISADORES DE ARGILA BENTONÍTICA NA35 PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL

Alan Gabriel Adamczewski
Edson Cezar Grzebielucka
Eder Carlos Ferreira de Souza
Maria Elena Payret Arrúa
André Vitor Chaves de Andrade
Sandra Regina Masetto Antunes

DOI 10.22533/at.ed.8771903099

CAPÍTULO 10 101

EMBALAGENS: UM ESTUDO DE CASO DA SUA APLICAÇÃO NA PRODUÇÃO DE SABONETES

Caroline de Souza Rodrigues
Carolina Laguna Pimenta
Laís Cabrerizo Vargas de Almeida
Marcos Vinícius Pereira da Costa
Sara Rudek
Raquel Teixeira Campos

DOI 10.22533/at.ed.87719030910

CAPÍTULO 11 108

ESTUDOS DOS PROCESSOS CORROSIVOS DO ALUMÍNIO AA 3003 EM MEIO DE ETANOL E GASOLINA

Mayara Soares
Carine Vieira
Cynthia Beatriz Fürstenberger
Danielle Borges
Danielle Cristina Silva Olizeski
Felipe Staciaki da Luz
Everson do Prado Banczek

DOI 10.22533/at.ed.87719030911

CAPÍTULO 12 120

EXTRAÇÃO, ANÁLISE E ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE OBTENÇÃO DE ERGOSTEROL EM RESÍDUOS DE *Ganoderma lucidum* (FR.) KRAST (GANODERMATACEAE)

Bianca de Araujo Ribeiro Rodrigues
Marcelo Telascrêa
Raquel Teixeira Campos
Oswaldo Luiz Gonçalves da Cunha
Márcia Ortiz Mayo Marques

DOI 10.22533/at.ed.87719030912

CAPÍTULO 13 132

FABRICAÇÃO DE SENSOR DE GÁS AMÔNIA ATRAVÉS DA TÉCNICA DE ELETROFIAÇÃO DE POLÍMEROS CONDUTORES EM MATRIZES ISOLANTES

Deuber Lincon da Silva Agostini
André Antunes da Silva
Bruno Henrique de Santana Gois
Jessyka Carolina Bittencourt
Clarissa de Almeida Olivati
Pedro Leonardo Silva
Vagner dos Santos
Wilson Silva Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.87719030913

CAPÍTULO 14 142

INVESTIGAÇÃO DO DIÓXIDO DE TITÂNIO ESTABILIZADO COM ZIRCÔNIO E SILÍCIO COMO MATRIZ PARA NOVOS DOPANTES

Natali Amarante da Cruz
Rafael Aparecido Ciola Amoresi
Maria Aparecida Zaghete Bertochi
Silvanice Aparecida Lopes dos Santos
Lincoln Carlos Silva de Oliveira
Alberto Adriano Cavalheiro

DOI 10.22533/at.ed.87719030914

CAPÍTULO 15 154

MATERIAIS COMPÓSITOS DE MATRIZ POLIÉSTER E FIBRA DE CAPIM CAPETA: RESISTÊNCIA À TRAÇÃO

Douglas Santos Silva
Igor dos Santos Gomes
Edil Silva de Vilhena
Edielson Silva de Vilhena
Rodrigo da Silva Magalhães Dias
Maurício Maia Ribeiro
Roberto Tetsuo Fujiyama

DOI 10.22533/at.ed.87719030915

CAPÍTULO 16 167

MICROBALANÇA DE CRISTAL DE QUARTZO NO MONITORAMENTO DE REAÇÕES EM TEMPO-REAL

Cesar Augusto Tischer
Gina Alejandra Gil Giraldo

DOI 10.22533/at.ed.87719030916

CAPÍTULO 17 180

PRODUÇÃO DE ETANOL ATRAVÉS DE UMA PLANTA INTEGRADA DE PRIMEIRA E SEGUNDA GERAÇÃO

Rafael Rodrigues Gomes
Diego Martinez Prata
Lizandro de Sousa Santos

DOI 10.22533/at.ed.87719030917

CAPÍTULO 18 193

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES DE BLENDAS DE POLI(CAPROLACTONA) E ACETATO DE CELULOSE CONTENDO ÁCIDO ASCÓRBICO

Sthefany Ananda Bruna Almeida Mendes
Maria Oneide Silva de Moraes
Tainah Vasconcelos Pessoa
Taisa Lorene Sampaio Farias
Catarina Barbosa Levy
Ivanei Ferreira Pinheiro
Walter Ricardo Brito
João de Deus Pereira de Moraes Segundo

DOI 10.22533/at.ed.87719030918

CAPÍTULO 19 202

SÍNTESE DA ESTRUTURA PEROVSKITA DE TITANATO DE CÁLCIO E COBRE EM BAIXA TEMPERATURA PELO MÉTODO SOL-GEL

Eliane Kujat Fischer
Vinícius Moreira Alves
Rafael Aparecido Ciola Amoresi
Maria Aparecida Zaghete Bertochi
Graciele Vieira Barbosa
Cintia Hisano
Silvanice Lopes dos Santos
Lincoln Carlos Silva de Oliveira
Alberto Adriano Cavalheiro

DOI 10.22533/at.ed.87719030919

CAPÍTULO 20 214

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE HIDROTALCITAS FOSFATADAS DE MAGNÉSIO E ALUMÍNIO POR COPRECIPITAÇÃO

Alberto Adriano Cavalheiro
Sabrina Vitor Gonçalves
Creuza Kimito Caceres Kawahara
Rafael Aparecido Ciola Amoresi
Graciele Vieira Barbosa

DOI 10.22533/at.ed.87719030920

CAPÍTULO 21 225

COMPÓSITO DE BORRACHA NATURAL REFORÇADO COM BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR: EFEITOS MECÂNICOS DO TRATAMENTO ALCALINO

Fábio Friol Guedes de Paiva

Vitor Peixoto Klienchen de Maria
Giovani Barrera Torres
Guilherme Dognani
Renivaldo José dos Santos
Flávio Camargo Cabrera
Aldo Eloizo Job

DOI 10.22533/at.ed.87719030921

SOBRE O ORGANIZADOR.....	235
ÍNDICE REMISSIVO	236

ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE DISSIPADORES DE CALOR PARA FONTES LED RGB POR MEIO DE MODELAGEM E SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS

Thiago Lopes Quevedo

Universidade Federal do Paraná

Curitiba – Paraná

Filipe Melo Aguiar

Universidade Federal do Paraná

Curitiba – Paraná

RESUMO: O desenvolvimento de dispositivos eletrônicos trouxe como consequência o aumento na geração de energia térmica, sendo, portanto, imprescindível a utilização de trocadores de calor. Assim, a construção de dispositivos para arrefecimento deve ser baseada em parâmetros de desempenho que tornem possível a refrigeração do componente com excesso de energia térmica. Para dispositivos eletrônicos que empregam semicondutores como fonte de luz, para fins de utilização para uso em fototerapia dinâmica, é demonstrado a necessidade de adotar-se dissipadores térmicos mais eficientes, tendo em vista a diminuição da degradação da própria fonte de luz. No presente trabalho, buscou-se investigar dissipadores de maior eficiência para uma fonte de iluminação, por meio de um estudo teórico-experimental, adotando-se *softwares* de modelagem e simulações aliados a medições experimentais. A validação dos resultados obtidos nos *softwares* e simulações foi verificada através dos dados coletados de

um dissipador de calor/fonte de iluminação já utilizado para fins de fototerapia e fotocontrole dinâmico. Seguindo a proposta de melhorar o desempenho da dissipação térmica, foram projetados dissipadores com geometrias diferentes. Posteriormente a elaboração dos projetos, os mesmos foram inseridos em simulações de desempenho. As simulações de energia térmica e de fluxo de calor foram produzidas na plataforma CAE (*Computer-Aided Engineering*) utilizando recursos do CFD (*Computational fluid dynamics*). As simulações possibilitaram a análise de condução térmica, fluxo de calor e variação de temperatura nas diferentes configurações propostas.

PALAVRAS-CHAVE: Dissipação de calor, Simulação computacional, Modelagem, Análise de materiais.

ABSTRACT: The development of electronic devices has resulted in an increase in the generation of thermal energy so that it is essential to use heat exchangers. Thus, the construction of cooling devices must be based on performance parameters that make it possible to refrigerate components. For electronic devices employing semiconductors as a light source for use, for instance, in photodynamic therapy, it has been demonstrated the need to adopt more efficient heat sinks in order to reduce the degradation of the light source itself. In the present work, it

was investigated more efficient heat exchangers for LEDs light source, by means of a theoretical-experimental study, adopting modeling software and simulations allied to experimental measurements. The validation of the results was done through data collected from a heat sink / light source already used for phototherapy and photocontrol purposes. Following the proposal of improving the performance of thermal dissipation, heatsinks with different geometries and materials were designed. After the elaboration of the projects, they were inserted in performance simulations. Thermal energy and heat flux simulations were produced on the CAE (Computer-Aided Engineering) platform using CFD (Computational Fluid Dynamics) capabilities. The simulations enabled the analysis of thermal conduction, heat flux and temperature variation in the different proposed configurations.

KEYWORDS: Heat dissipation, Computer simulation, Modeling, Materials analysis.

1 | INTRODUÇÃO

Com o crescente desenvolvimento de novas tecnologias, e a necessidade de desempenhos mais eficientes, equipamentos e dispositivos trabalham com potências e rendimentos cada vez mais elevados. No caso de equipamentos eletrônicos e máquinas térmicas, os dissipadores de calor devem acompanhar o desenvolvimento desses dispositivos. Em diversos casos o sistema de troca de calor deve passar por uma remodelagem para atender as novas exigências como taxas de energia térmica que estão sendo geradas de forma cada vez mais intensas.

A elaboração de projeto de dissipadores é baseada na otimização de desempenho da transferência de calor e massa, o que torna possível o arrefecimento de um equipamento com excesso de energia térmica (INCROPERA et al., 2005). O dimensionamento correto de um dissipador pode estabelecer taxas ou fluxos de calor do meio interno para o meio externo do equipamento, propiciando uma apropriada dissipação de energia térmica em um sistema integrado (NAIA et al., 2007).

Um exemplo da necessidade e busca de desempenho na dissipação de calor é a utilização no Diodo Emissor de Luz ou *Light Emitting Diode* (LED), em que o elevado índice de calor, tanto pela radiação quanto pela condução gerados pelo LED ou o sistema, interfere diretamente no desempenho da fonte emissora de luz.

Este trabalho tem como proposta a análise térmica de um dispositivo que utiliza LED como uma fonte de luz. Este dispositivo é uma alternativa para uso em fototerapia dinâmica, visando o controle populacional de larvas *Aedes Aegypti* e de bactérias, que apresentam mecanismos de defesa em relação à família de antibióticos considerados de “último recurso”, como, por exemplo, a colistina. Recentes estudos demonstraram sucesso no emprego de fontes de luz, tanto em larvas quanto em bactérias, pois a interação da luz e do fotossensibilizador fazem com que o oxigênio molecular seja retirado das células. A vantagem em relação processo físico é que larvas e bactérias não desenvolvam resistência com o passar do tempo (LIMA, 2016; CAIRES et. al.,

2017). No entanto, a utilização de equipamentos na fototerapia dinâmica demonstrou a necessidade de usar dissipadores de calor que apresentem desempenho satisfatório.

O transporte de calor torna-se um aliado para emprego em equipamentos baseados na fotodinâmica, em que a temperatura elevada muitas vezes está relacionada a sistemas de emissão de radiação. O uso de LEDs em sistemas de emissão de radiação para fototerapia dinâmica é devido a sua elevada eficiência, que em certos casos aproxima-se de 100%, ao contrário de outras fontes de luz. Entretanto, ainda há liberação de potência dissipada em forma de calor, o que pode danificar o próprio LED ou o seu rendimento, como: a elevação de temperatura na junção de dopagem (p-n) também considerada uma região impura, em que o tipo N (a impureza doa elétrons à rede), tipo P (impureza produz buracos eletrônicos, falta de elétrons na rede). A temperatura limite pode degradar sua vida útil; e a composição, ao qual pode resultar em interferência quando submetido a elevadas temperaturas.

Projetos de dissipadores com geometrias irregulares é uma opção para a troca de calor mais eficaz, no entanto eram impraticáveis até meados dos anos 2000 devido a precisão dos cálculos (ÇENGEL; GHAJAR, 2012). Tal situação propiciava apenas estimativas a partir dos modelos teóricos disponíveis. De forma alternativa, conclusões podiam ser obtidas por meio de aferições em protótipos produzidos. Todavia, a implementação do estudo de geometrias irregulares ou não usuais começaram a tornar-se viáveis após a implementação de recursos computacionais (ROSADO, 2018; ANSELMO, 2016).

O uso de *softwares* em simulações de propagação de calor tem crescido, contribuindo para o estudo e desenvolvimento de novos produtos (ÇENGEL; GHAJAR, 2012). Nesse sentido, programas que possuem as plataformas de Engenharia Auxiliada por Computador (CAE, do inglês *Computer-Aided Engineering*) e de Desenho auxiliado por computador (CAD, do inglês *Computer-Aided Design*), aliadas ao conhecimento técnico-científico em Ciência e Engenharia de Materiais, acabam tornando-se indispensáveis no delineamento de dissipadores (ÇENGEL; GHAJAR, 2012; ANSELMO, 2016; SOUZA, 2015).

Em vista do exposto, esse projeto propõe um estudo teórico-experimental da dissipação de calor em sistemas de radiação baseados em LED's para utilização em fototerapia dinâmica.

2 | METODOLOGIA

A definição da metodologia do trabalho dividiu-se em três etapas, o primeiro momento foi o estudo do referencial teórico na área térmica e de aplicação do *software*, com ênfase em conceitos como a condução, convecção e radiação, bem como a utilização do modelo computacional envolvendo modelagens e simulações.

A segunda etapa contemplou a coleta de dados do emissor de luz, com a análise

da sua geometria possibilitou realizar a modelagem computacional e implementação do *software*, a utilização do mesmo foi por possuir maior confiabilidade técnica, interação entre as plataformas CAD e CAE em um mesmo sistema e autorização de utilização.

Após o desenho da geometria e aferição dos dados térmicos, foi gerada uma simulação na qual foi reproduzido o ambiente de operação do equipamento. A partir dos dados práticos e teóricos foi estabelecida uma validação do modelo computacional que respalda os projetos que serão modelados.

A terceira etapa consistiu na criação e desenvolvimento de projetos, iniciado pelas adaptações do sistema já utilizado. Para os novos módulos de dissipação de energia térmica, realizou-se um estudo de geometrias, a partir do qual se propôs um projeto inédito e desenhado de forma específica para o trabalho com os LEDs. As análises também foram feitas com geometrias de dissipadores usuais disponíveis no mercado. Dentre as geometrias selecionadas, o estudo baseou-se em aletas verticais retangulares e aletas circulares verticais, visando um melhor desempenho na troca de calor com o meio em relação ao modelo utilizado. A forma da obtenção dos dados deu-se pela simulação com análises térmicas demonstradas por diversas vistas e cortes virtuais.

Para a conclusão do projeto, foi desenvolvido um método comparativo de avaliação térmica, com um corte no meio dos módulos e marcação dos pontos de coleta na área de contato próxima dos LEDs e entre estes. As medidas foram realizadas à uma distância de 1,5 mm do dissipador ao LED (sobre os LEDs), sendo 0,5 mm de pasta térmica e 1 mm para o interior do dissipador (módulo). O ponto de medição pode ser visto na figura 1, corte frontal do emissor de luz no meio do módulo de dissipação de calor.

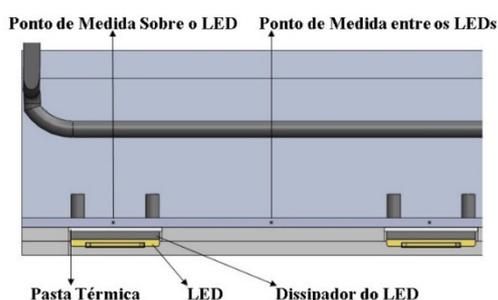


Figura 1. Vista do corte no meio do módulo no sentido axial, observando os pontos de medição e nomenclatura dos componentes.

Para manter um parâmetro de comparação, definiu-se que os novos projetos de dissipadores e adaptações adotassem os mesmos ventiladores, placas de circuito, pranchas, apoios, diâmetro dos cabos de energia e a mesma espessura da pasta térmica.

2.1 Implementação da simulação

O *software* empregado possui as ferramentas de modelagem e simulação integradas, o que diminui potenciais erros de leituras de geometrias em regiões de acabamento. Em modelos computacionais em que há necessidade de importar e exportar arquivos, a conversão na leitura da modelagem na plataforma de cálculo pode gerar erros que são difíceis de serem percebidos, mas impactam significativamente os resultados finais (FIALHO, 2008; MATSSON, 2012; PETROVA, 2015).

Para demonstrar a validação do programa e até mesmo visualizar possíveis anormalidades no emissor de luz, o mesmo foi modelado e elaborado um estudo térmico envolvendo o método de volumes finitos. Em cada componente, definiu-se o material idêntico ao do produto analisado, gerados as mesmas características como condução, absorção de energia térmica, e até mesmo o grau de atrito que a superfície do dispositivo.

Os dados de entrada para as simulações foram inseridos de acordo com a coleta de dados do emissor de luz, temperatura ambiente de 23,5 °C, a temperatura na lente dos LEDs de 80,7 °C e a velocidade do fluxo de ar na saída dos ventiladores em 6 m/s, também foram inseridas as características dos materiais de cada componente.

2.2 Equipamento emissor de luz

Para a coleta de dados, montou-se o equipamento de acordo com seu uso, sendo os ventiladores dispostos na direita e numerados de cima para baixo. Os módulos foram separados entre si por uma distância de 18 mm, enquanto os dissipadores das extremidades ficaram com a lateral rente à lateral dos ventiladores. Na figura 2 pode ser observado o equipamento montado para utilização. Os dados foram obtidos com o instrumento multifunção Anemômetro-Termo-Higrômetro-Luxímetro modelo THAL-300 e a câmera infravermelho *Flir Systems* Modelo Flir I3.

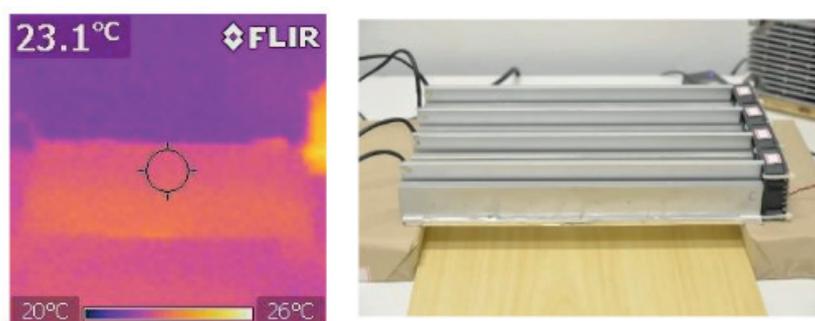


Figura 2. Temperatura inicial do emissor de luz, da esquerda para a direita a temperatura inicial medida pela câmera térmica e a imagem de referência do equipamento para melhor compreensão da imagem térmica.

Para a aferição da energia térmica no emissor de luz foram definidos pontos de referência na parte superior (superfície da aleta) e na lateral dos módulos. Cada dissipador recebeu 12 pontos na superfície e na lateral, sendo estes equidistantes

entre si a cada 34,34 mm. Ao todo o sistema possui 96 pontos de medição, cada ventilador foi numerado de acordo com seu módulo.

Conforme pode ser observado na figura 3, os pontos superiores estão mais afastados dos LEDs, já os pontos laterais, estão próximos aos LEDs, os pontos laterais estão a uma altura de 19 mm em relação ao dissipador de calor dos LEDs.

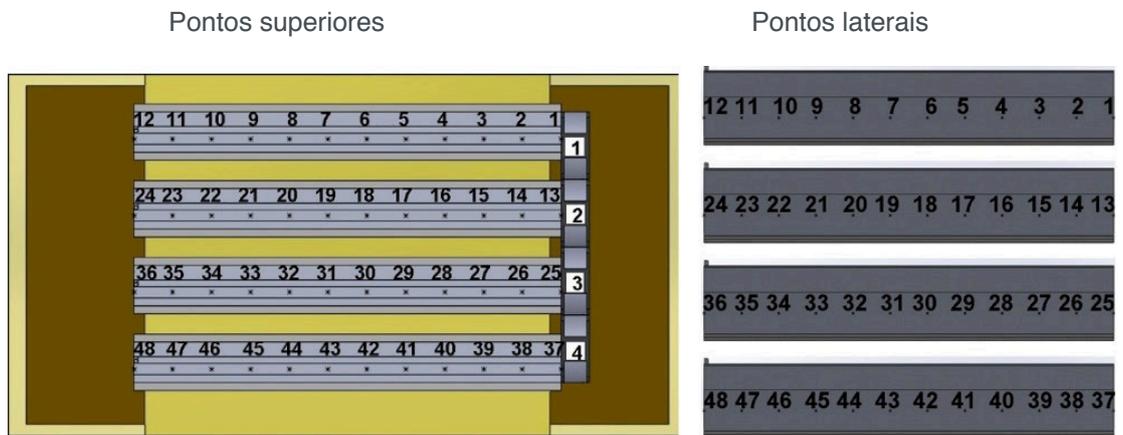


Figura 3. Marcação dos pontos superiores dos módulos e ventiladores, vista superior dos módulos do emissor de luz

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A primeira aferição da temperatura no emissor de luz foi realizada antes do acionamento dos LEDs e dos ventiladores. O THAL-300 com o sensor termopar registrou temperatura de 23,5 °C. A câmera térmica, por sua vez, registrou temperatura inicial de 23,1 °C com as seguintes especificações: ajuste para cor fosca, distância focal de 0,6 metros (precisão de ± 2 °C).

Após o acionamento dos ventiladores, foram registradas as velocidades do fluxo de cada equipamento, sendo obtida a velocidade média de 5,97 m/s, os ventiladores apresentaram velocidade próximas, a maior diferença foi de 1 %.

Quando o emissor de luz é montado, cada ventilador é posicionado em uma região diferente do módulo, como efeito, a velocidade na extremidade do módulo difere entre os dissipadores. O módulo 1 fica rente à lateral do primeiro ventilador, fazendo com que o meio do ventilador esteja no centro do módulo. Com a configuração a região central não sofre troca de calor, nesse dissipador, o ponto de maior fluxo de ar encontra-se na placa de circuito logo na entrada do módulo, com isso o ar sai do ventilador e se dispersa. Tal observação pode ser vista na tabela 1. No dissipador do módulo 4, o encaixe do ventilador em relação a placa de circuito é ao contrário. O entendimento do fluxo do fluido é importante para compreensão dos próximos resultados envolvendo o comportamento térmico.

Módulo	Velocidade (m/s)
1	0,4 m/s

2	0,5 m/s
3	0,9 m/s
4	1,1 m/s

Tabela 1. Velocidade do fluxo na extremidade dos dissipadores do emissor de luz.

A figura 4 indica a temperatura no centro do equipamento pela câmera infravermelho após o tempo de estabilização.



Figura 4. Imagens do emissor de luz em funcionamento, à esquerda a imagem térmica da câmera Infravermelho seguido pela imagem de referência.

Para medição da temperatura dos LEDs pela câmera térmica, os módulos permaneceram na região de trabalho e o sensor termopar foi posicionado para coletar a temperatura de cada ponto.

Os módulos receberam pequenos pontos em grafite como indicativos do local da coleta de temperatura. Conforme apontado anteriormente na figura 3. A temperatura foi medida no emissor pela câmera térmica e pelo sensor termopar. A figura 5 os pontos são demonstrados apenas no módulo 1 por meio da simulação gerada pelo *software*.

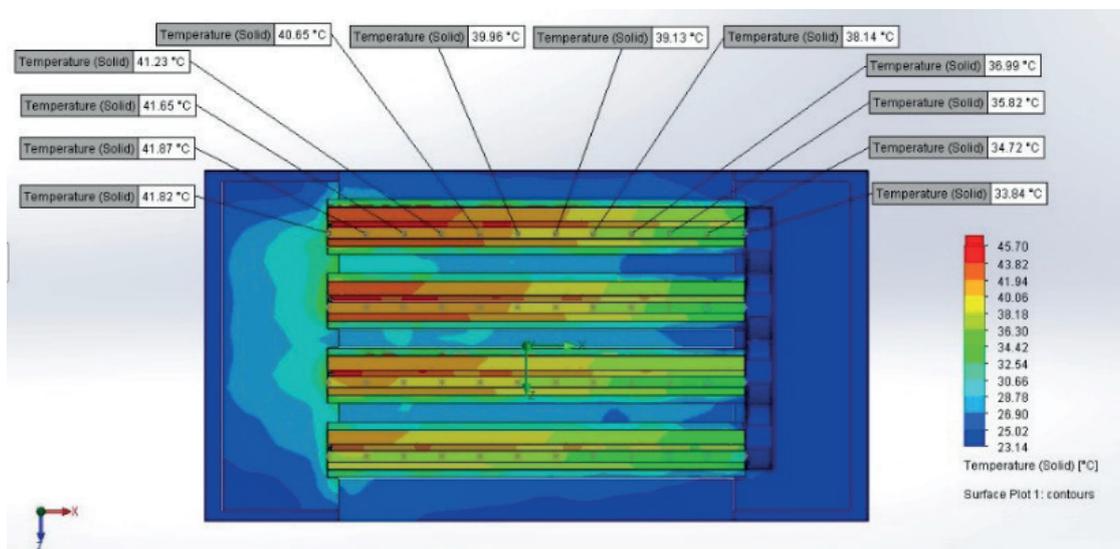


Figura 5. Temperaturas da superfície superior da aleta do módulo 1 do emissor de luz.

Com a combinação da resistência do ar imposta pela placa de circuito e com a posição do ventilador no módulo 1, o fluido é dissipado e chega com menor intensidade de volume e velocidade na extremidade do módulo. Já no módulo 4, há um aproveitamento melhor do fluxo de ar porque as condições são opostas em relação à posição do ventilador/módulo. Na figura 6 no lado esquerdo (vista isométrica) é notado que a extremidade do módulo 1 o fluxo de ar é menor que no módulo 4, na imagem à direita (vista superior) o fluido é redirecionado do módulo 1 ao módulo 4, a figura representa a mesma simulação com dois pontos de vista.

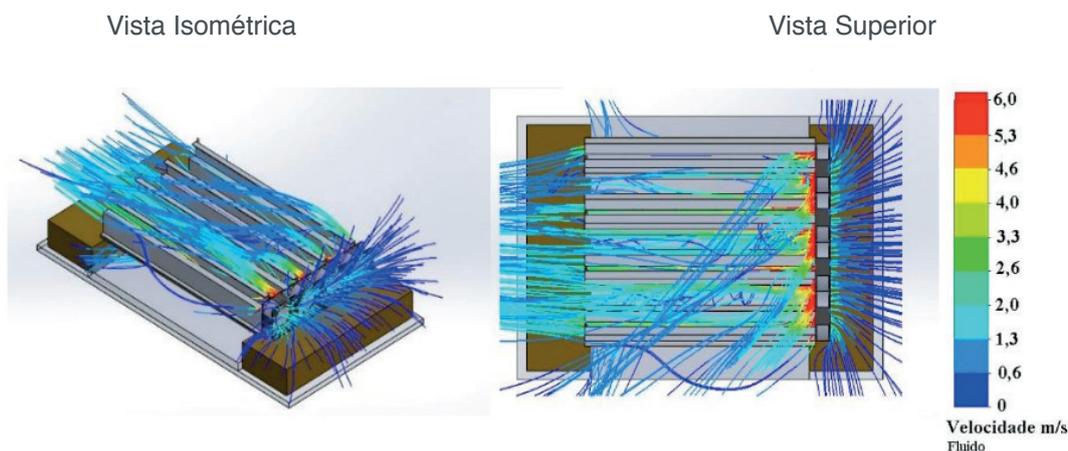


Figura 6. Vista isométrica e superior, análise do fluxo de ar na entrada dos módulos pelos ventiladores até a extremidade dos dissipadores.

A figura 7 representa a indicação das temperaturas no modelo da simulação (*flow simulation*), já no modelo real foram realizadas as medições pela câmera térmica e sensor termopar nos mesmos pontos do modelo simulado.

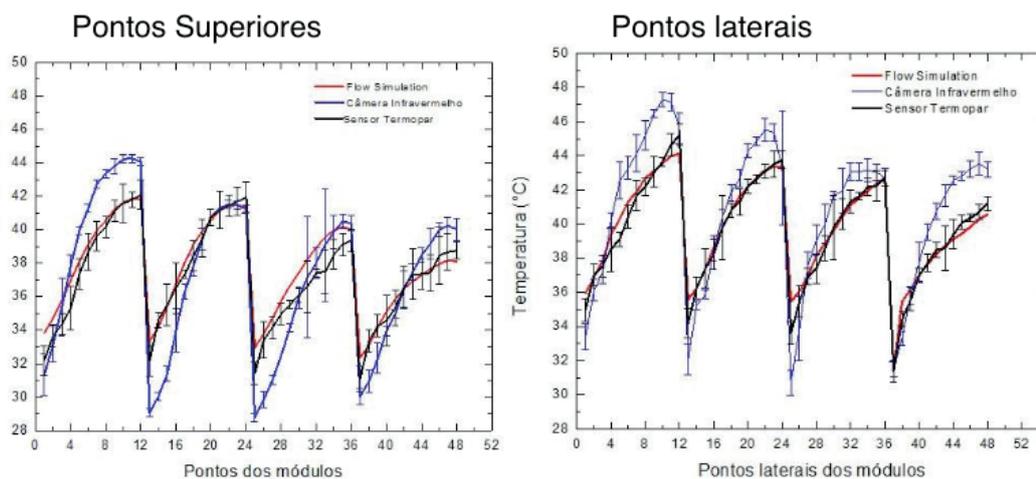


Figura 7. Comparativo de temperatura nos pontos superiores e laterais.

Pelas análises pode ser notado que o sensor termopar e os dados da simulação são muito próximos e até coincidentes, motivo que acabou validando o modelo computacional selecionado.

3.3 Otimização do emissor de luz

Foram analisadas formas de otimizar o emissor de luz, os projetos tiveram como propósito alterar o fluxo de ar, as alterações não poderiam modificar a posição da placa de circuito e nenhuma peça do aparelho. Ao todo foram desenhadas sete opções para melhorar o fluxo de ar e assim diminuir a temperatura do dissipador. O melhor resultado foi a adaptação 7 (figura 8), com a inserção de canaletas feitas em impressora 3d utilizando o material ABS.

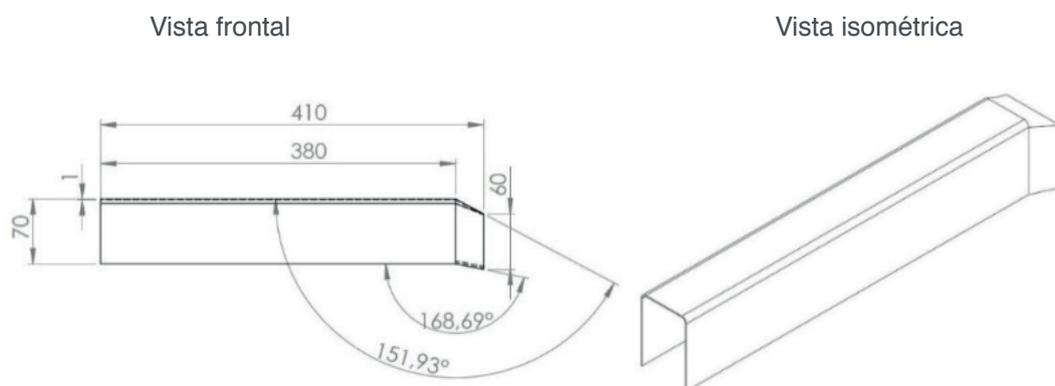


Figura 8. Vista frontal e isométrica da canaleta da adaptação 7.

3.4 Projetos desenvolvidos

Foram desenvolvidos três projetos de dissipadores, dissipador em leque, dissipadores com aletas retangulares verticais e dissipador com aletas circulares verticais (figura 9). Todos os projetos seguiram com as mesmas medidas e dados de entrada para as simulações. Os pontos selecionados para medição foram posicionados com 1,5 mm de distância dos LEDs e entre os LEDs, os mesmos pontos foram colocados no modelo do emissor de luz. Todos os projetos utilizaram as canaletas da adaptação 7.

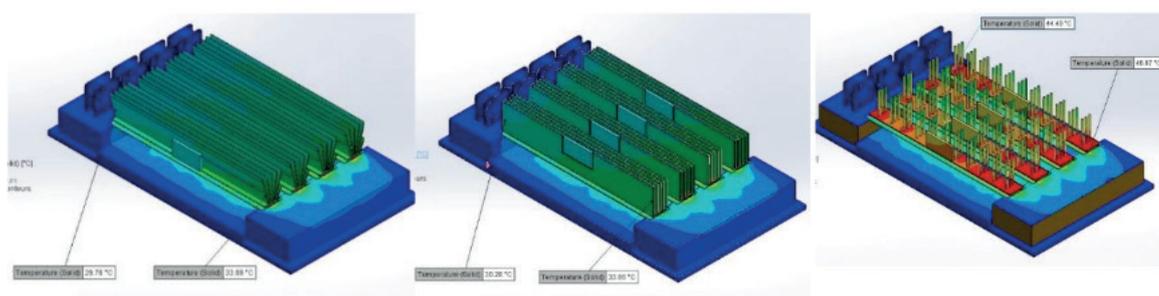


Figura 9. Projeto de dissipador em leque, aletas verticais e aletas circulares.

Entre os três modelos o que registrou as menores temperaturas foi o dissipador em leque (figura 10), o modelo consegue ligar as aletas nos pontos críticos de temperatura, já na região com ar mais aquecido (superior) a geometria se abre e libera o ar quente de forma mais rápida.

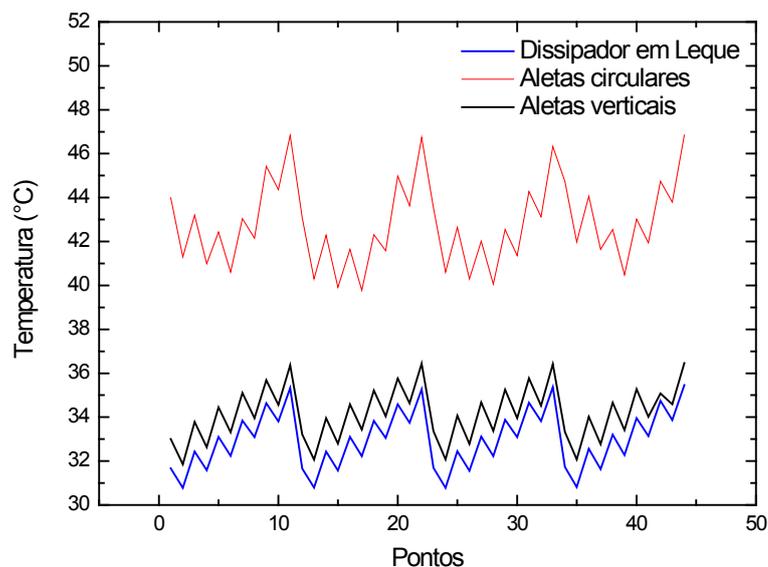


Figura 10. Temperatura dos dissipadores em leque, aletas verticais e aletas circulares.

3.5 Análise térmica dos dissipadores

O dissipador em leque é comparado (mesmas condições) com a adaptação 7 e o dissipador do emissor de luz. O dissipador em leque apresenta em todos os módulos temperaturas menores, tal observação pode ser vista na figura 11.

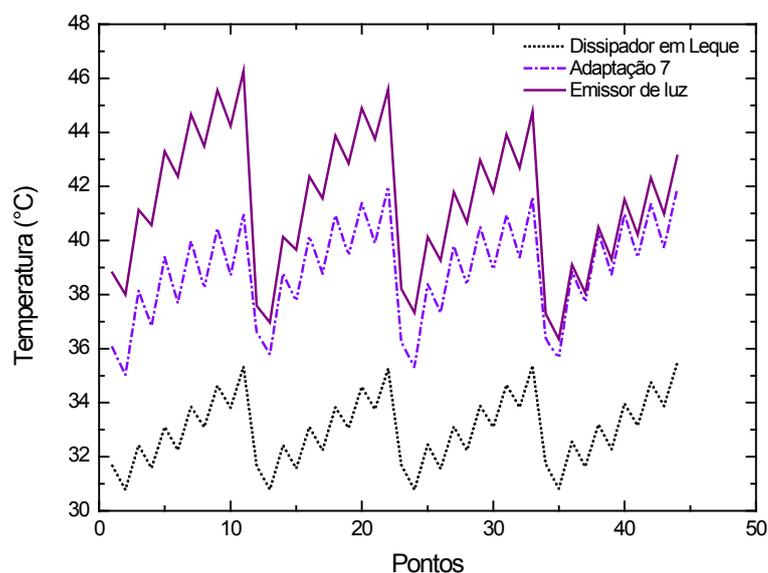


Figura 11. Comparativo de temperatura dos dissipadores.

As temperaturas menores do dissipador em leque podem ser justificadas também pela velocidade do fluido (figura 12). Quando comparada ao do emissor de luz da figura 6, o novo modelo apresenta melhor aproveitamento e o fluido em vez de

se dissipar consegue percorrer todo o módulo com maior velocidade.

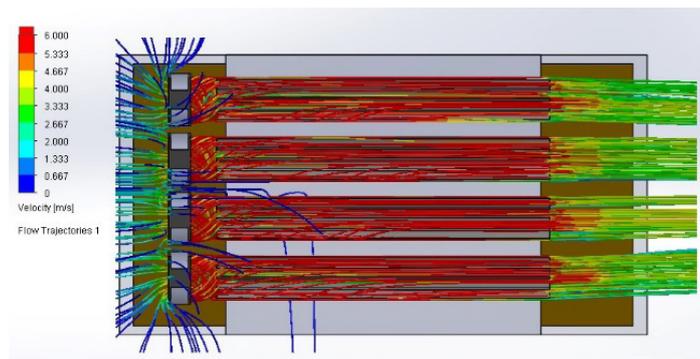
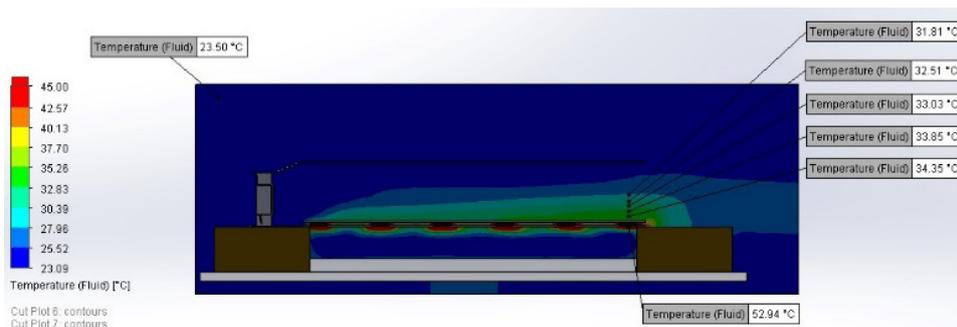


Figura 12. Velocidade do fluxo de ar no dissipador em leque.

Como no dissipador em leque a otimização do fluido é superior e ocorre um efeito de diminuição da temperatura do sólido e do fluido. Na figura 13 pode ser visto uma comparação entre os dois modelos, as temperaturas são consideravelmente menores no dissipador em leque.

Temperatura do fluido do dissipador em leque.



Temperatura do fluido do dissipador do emissor de luz.

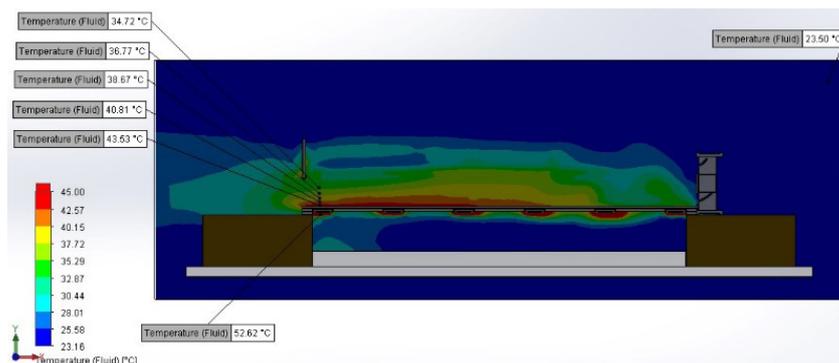


Figura 13. Temperatura do fluido no dissipador em leque e do emissor de luz.

4 | CONCLUSÃO

Este trabalho analisou o comportamento de um equipamento emissor de luz e propôs um novo projeto de maior eficiência em dissipação de calor. Nas análises do equipamento foram acrescentadas uma validação computacional, e demonstrou-se uma

metodologia teórica e experimental que uniu resultados práticos com cálculos teóricos. Por meio da validação e análise das simulações, o modelo utilizado foi recriado, o que permitiu entender os principais problemas do dispositivo e, assim, direcionar com soluções tangíveis um novo modelo de dissipador. Realizou-se estudos de geometria e aplicação de materiais, dos quais se adquiriu informações para que um novo dissipador fosse projetado especificamente para dispositivo emissor de luz. Esse dissipador, denominado de dissipador em leque, apresentou o melhor resultado, com pontos definidos a 1,5 mm de distância de uma fonte de calor (LED), permitiu diminuir 23,62% da temperatura (medida realizada no ponto 11 do módulo 1). No ponto em que menos houve redução de temperatura, ainda foi possível diminuir 15,21% (ponto 35, segundo ponto de medição do módulo 4). Ressalta-se ainda que as medições foram tomadas próximas aos LEDs, e com um material de elevada transferência de energia térmica, na extremidade do módulo 1, com 2,5 mm do LED a diferença de temperatura foi registrada em 25,43%. Dessa maneira, o presente trabalho elencou condições de otimizar o equipamento que atualmente é utilizado e propor um projeto de novo dispositivo de dissipação térmica.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES pelo auxílio financeiro para este trabalho.

REFERÊNCIAS

ANSELMO, B. de C. S. **Análise dos Parâmetros Geométricos e Estatística Usando Minitab no Estudo da Convecção Natural em Dissipadores**. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Itajubá/UNIFEI, Itajubá/MG, 2016.

CAIRES, C.S.A.; LEAL, C.R.B.; RODRIGUES, A.C.S.; LIMA, A.R.; SILVA, C.M.; RAMOS, C.A.N.; CHANG, M.R.; OLIVEIRA, S.L.; NASCIMENTO, V.A.; CAIRES A.R.L. **Photoinactivation effect of eosin methylene-blue and sodium-copper chlorophyllin against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli***. *Laser Med Sci* (Accepted), 2017.

CELERA, **Guia para Design Térmico de Luminárias de LED**. Campinas/SP, 2017.

ÇENGEL, Y. A.; GHAJAR, A. J. **Transferência de calor e massa**. 4^a. ed. Porto Alegre/RS: Editora AMGH Limitada, 2012.

FIALHO, A. B. **Cosmos. Plataforma CAE do Solidworks 2008**. 1. ed. São Paulo/SP: Editora Érica, 2008.

INCROPERA, F. P.; DEWITT, D. P.; BERGMAN, T. L.; LAVINE, A. **Fundamentos da transferência de calor e de massa**. 6^a. ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2005.

LIMA, A. R. **Avaliação de corantes como agente fotossensibilizadores para controle fotodinâmico da população de larvas de *Aedes Aegypti* (Diptera: Culicidae)**. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal da Grande Dourados/UFGD, Dourados/MS, 2016.

MATSSON, J. E. **An Introduction to Solidworks flow Simulation 2012**. 1. ed. New York: SDC Publications, 2012.

NAIA, F. R.; SILVA, A. L. F.; SILVA, S. M. M. de L. **Análise da transferência de calor por convecção natural em aletas planas retangulares**. XIV Congresso Nacional de estudantes de engenharia mecânica, 2007.

PETROVA, R. V. **Introduction to Static Analysis Using Solidworks Simulation**. 1. ed. New York: CRC Press, 2015.

ROSADO, Rubens. **O efeito da temperatura na expectativa de vida das lâmpadas LED**. Associação Brasileira de Fabricantes e Importadores de Produtos de Iluminação (ABILUMI), 2018.

SOUSA, T. N.R. **Estudo de transferência de calor utilizando recursos de modelamento 3D do Solidworks e simulação com o suplemento Flow Simulation**. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Mecânica) - Universidade Santa Cecília/UNISANTA, Santos/SP, 2015.

SOBRE O ORGANIZADOR

Alexandre Igor Azevedo Pereira - é Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutor em Entomologia pela Universidade Federal de Viçosa. Professor desde 2010 no Instituto Federal Goiano e desde 2012 Gerente de Pesquisa no Campus Urutaí. Orientador nos Programas de Mestrado em Proteção de Plantas (Campus Urutaí) e Olericultura (Campus Morrinhos) ambos do IF Goiano. Alexandre Igor atuou em 2014 como professor visitante no John Abbott College e na McGill University em Montreal (Canadá) em projetos de Pesquisa Aplicada. Se comunica em Português, Inglês e Francês. Trabalhou no Ministério da Educação (Brasília) como assessor técnico dos Institutos Federais em ações envolvendo políticas públicas para capacitação de servidores federais brasileiros na Finlândia, Inglaterra, Alemanha e Canadá. Atualmente, desenvolve projetos de Pesquisa Básica e Aplicada com agroindústrias e propriedades agrícolas situadas no estado de Goiás nas áreas de Entomologia, Controle Biológico, Manejo Integrado de Pragas, Amostragem, Fitotecnia e Fitossanidade de plantas cultivadas no bioma Cerrado.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Argila aniônica 76
Astronomia 19, 20, 21, 23, 27, 28
Ativação ácida 88, 90

B

Biocompósitos 225

C

CCT 203, 209
Cerâmica dielétrica 203
Combustível 119
Compósitos poliméricos 155

D

Dissipação de calor 63

E

Eclipses 19, 20
Educação em tempo integral 29
Eletrofiação 9, 132
Embalagem 101, 106, 107
Ensino de matemática 29
Ergosterol 120, 121, 122, 123, 127, 128, 129
Espectrofotometria 120, 125
Etanol 109, 114, 115, 118, 119, 184, 185, 187, 188, 191

F

Filmes 173, 174, 193
Filmes poliméricos 193
Formação de professores 41

G

Ganodermalucidum 130

M

Método Sol-Gel 144, 203, 205, 206
Modelagem 63

N

Nanofibras 134, 136

O

Oficina 14, 16, 18
Ondulação geoidal 6, 10, 11

Origami modular 29

P

Padrão 10, 51, 126

Perfilamento laser 1

Perovskita 203, 204, 205, 206, 209, 210, 211

Potenciação 51

Proporção 51, 61

S

Sabonetes 101

Semicondutor 143

Simulação computacional 63

Sohxlet 120, 121

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-587-7



9 788572 475877