

Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

**Marcelo Máximo Purificação
Miriam Ines Marchi
Nélia Maria Pontes Amado
(Organizadores)**



Atena
Editora

Ano 2020

Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

**Marcelo Máximo Purificação
Miriam Ines Marchi
Nélia Maria Pontes Amado
(Organizadores)**



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: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Lorena Prestes

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



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

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

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

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª 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

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

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

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice

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

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

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

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

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

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

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

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

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

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
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)	
C569	<p>Ciências exatas e da terra exploração e qualificação de diferentes tecnologias / Organizadores Marcelo Máximo Purificação, Miriam Ines Marchi, Nélia Maria Pontes Amado. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-085-8 DOI 10.22533/at.ed.858200306</p> <p>1. Ciências exatas e da terra. 2. Tecnologia. I. Purificação, Marcelo Máximo. II. Marchi, Miriam Ines. III. Amado, Nélia Maria Pontes.</p> <p style="text-align: right;">CDD 507</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

O contexto atual nos coloca diante da assertiva da importância da ciência na resolução de problemas de ordem diversas. A (r)evolução tecnológica têm dado visibilidade a ciência e de maneira especial as Ciências Exatas e da Terra, que vêm gerando conhecimentos em diferentes eixos temáticos e perspectivas. Nesse viés, apresentamos o e-book “Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias”, organizado em 15 capítulos teóricos que trazem as interfaces de vários saberes.

Um dos objetivos do e-book é promover de forma pertinente a reflexão entre as múltiplas áreas do conhecimento que transitam no eixo central das Ciências Exatas e da Terra, em contextos formais e não formais de educação. A necessidade de diálogos nessa direção é tanto maior, quanto é reconhecida a sua escassez, e olhe, que as Ciências Exatas estão entre as mais antigas das Ciências.

Os textos apresentados neste e-book, são resultados de pesquisas científicas desenvolvidas em território brasileiro. Trazem marcas de seus autores, assim como de suas áreas de formação/atuação, mas, acima de tudo, trazem respostas as suas inquietudes e problemas. Problemas esses, que na sua maioria, visam melhorar os contextos sociais.

Esperamos, que este e-book publicado pela Atena Editora, possa explicitar particularidades de conceitos nas Ciências Exatas e da Terra, apontar utilização e descrever processos e qualificação desenvolvidos com uso de diferentes tecnologias.

Isto dito, desejamos a vocês leitores, uma boa leitura.

Dr. Marcelo Máximo Purificação

Dra. Miriam Ines Marchi

Dra. Nélia Maria Pontes Amado

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
CHARACTERISTIC ANALYSIS OF ELECTRICAL CONDUCTIVITY IN LIQUID MEDIA IN PLASTIC INJECTION SERVICE BY CONFORMATION	
Vagner dos Anjos Costa	
Cochiran Pereira dos Santos	
Fábio Santos de Oliveira	
Leonardo Luiz Sousa Silveira	
Fabício Oliveira da Silva	
Janice Gomes da Silva	
Jean Kelvin Menezes	
Daniel Cruz Santos	
Manoel Victor da Silva Sousa	
Vinícius José dos Santos	
Everton Viana Soares	
Mackson Flávio dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.8582003061	
CAPÍTULO 2	13
COMPARAÇÃO ENTRE PROPRIEDADES MECÂNICAS DE CINCO MARCAS COMERCIAIS DE PRESERVATIVOS MASCULINOS	
Rômulo Queiroz Fratari	
Jorge Trota Filho	
Sérgio Pinheiro de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.8582003062	
CAPÍTULO 3	22
CARACTERIZAÇÃO DE SEDIMENTO DO RIBEIRÃO SAMAMBAIA EM CATALÃO (GO)	
Alynne Lara de Souza	
Antover Panazzolo Sarmento	
Maria Rita de Cassia Santos	
DOI 10.22533/at.ed.8582003063	
CAPÍTULO 4	30
DESENVOLVIMENTO DE UMA ROTINA COMPUTACIONAL EM MATLAB PARA ANÁLISE DE PROBLEMAS DE CONDUÇÃO EM ALETAS	
Anelize Terroni Teixeira	
Santiago Del Rio Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.8582003064	
CAPÍTULO 5	44
ESTUDO PRELIMINAR PARA IMPLANTAÇÃO DE PROJETO MODELO DE ATERRO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO, SANTARÉM-PA	
Alef Régis Lima	
Arthur Almeida Silva	
Poliana Felix de Souza	
Sérgio Gouvêa de Melo	
DOI 10.22533/at.ed.8582003065	

CAPÍTULO 6	49
DETERMINAÇÃO DE GLICEROL EM BIODIESEL A PARTIR DE UM MÉTODO ELETROQUÍMICO EM MICROEMULSÃO	
João Pedro Jenson de Oliveira	
Acelino Cardoso de Sá	
Miguel Sales Porto de Sousa	
Leonardo Lataro Paim	
DOI 10.22533/at.ed.8582003066	
CAPÍTULO 7	61
EVALUATION OF STEELS USED FOR HARDNESS STANDARD BLOCKS PRODUCTION	
Jorge Trota Filho	
Sérgio Pinheiro de Oliveira	
Rômulo Queiroz Fratari	
DOI 10.22533/at.ed.8582003067	
CAPÍTULO 8	68
IMOBILIZAÇÃO DE LIPASES MICROBIANAS EM SUORTES HIDROFÓBICOS PARA A PRODUÇÃO DE BIODIESEL	
Maria Carolina Macário Cordeiro	
César Milton Baratto	
Cristian Antunes de Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.8582003068	
CAPÍTULO 9	79
VALIDAÇÃO DO FATOR DA ANTENA BICONILOG	
Marcelo Sanches Dias	
Wagner de Souza Mello	
DOI 10.22533/at.ed.8582003069	
CAPÍTULO 10	85
UTILIZAÇÃO DE ANÁLISE DE RADÔNIO COMO TÉCNICA PARA A LOCAÇÃO DE POÇOS TUBULARES DE ÁGUA SUBTERRÂNEA EM AQUÍFEROS FRATURADOS	
Paulo Henrique Prado Stefano	
Ari Roisenberg	
José Domingos Faraco Gallas	
Zildete Rocha	
DOI 10.22533/at.ed.85820030610	
CAPÍTULO 11	99
METROLOGIA DIMENSIONAL DA FUSÃO E DA SEGMENTAÇÃO DE IMAGENS	
Douglas Mamoru Yamanaka	
Manuel António Pires Castanho	
DOI 10.22533/at.ed.85820030611	
CAPÍTULO 12	110
MAPEAMENTO GEOLÓGICO DE 1:25.000 E EVOLUÇÃO TECTÔNICA DO SINCLINAL PIEDADE, NORDESTE DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, CAETÉ/MG	
Sabrine Conceição de Moraes	
Jhonny Nonato da Silva	
Ulisses Cyrino Penha	
DOI 10.22533/at.ed.85820030612	

CAPÍTULO 13 130

IMPLEMENTATION OF THE GAMMA MONITOR CALIBRATION LABORATORY (LABCAL) OF THE INSTITUTE OF CHEMICAL, BIOLOGICAL, RADIOLOGICAL AND NUCLEAR DEFENSE(IDQBRN) OF THE TECHNOLOGY CENTER OF THE BRAZILIAN ARMY (CTEX)

Mario Cesar Viegas Balthar
Aneuri Souza de Amorim
Avelino dos Santos
Paulo Ricardo Teles De Vilela
Luciano Santa Rita Oliveira
Paulo Eduardo Chagas de Oliveira Penha
Roberto Neves Gonzaga
Luiz Cesar Sales Fagundes
Thiago de Medeiros Silveira Silva
Fábio Gomes Vieira
Domingos D'Oliveira Cardoso
Ana Carolina dos Anjos da Cruz Izidório

DOI 10.22533/at.ed.85820030613

CAPÍTULO 14 136

CARACTERIZAÇÃO DE FILMES FINOS DE DERIVADOS DE POLIFULERENOS

André Vítor Santos Simões
Lucas Kaique Martins Roncaselli
Hasina Harimino Ramanitra
Meera Stephen
Deuber Lincon da Silva Agostini
Roger Clive Hiorns
Clarissa de Almeida Olivati

DOI 10.22533/at.ed.85820030614

CAPÍTULO 15 144

UTILIZAÇÃO DA CENTRAL DE AJUDA PARA A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO: ESTRATÉGIAS PARA AUXÍLIO AO USUÁRIO

Paulo Freire Sobrinho

DOI 10.22533/at.ed.85820030615

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 150

ÍNDICE REMISSIVO 151

DESENVOLVIMENTO DE UMA ROTINA COMPUTACIONAL EM MATLAB PARA ANÁLISE DE PROBLEMAS DE CONDUÇÃO EM ALETAS

Data de aceite: 28/05/2020

Data de submissão: 12/02/2020

Anelize Terroni Teixeira

Universidade Estadual Paulista (UNESP) –
Faculdade de Engenharia, Departamento de
Engenharia Mecânica – Bauru - SP
<http://lattes.cnpq.br/2184978737031169>

Santiago Del Rio Oliveira

Universidade Estadual Paulista (UNESP) –
Faculdade de Engenharia, Departamento de
Engenharia Mecânica – Bauru - SP
<http://lattes.cnpq.br/6469406277752689>

RESUMO: O objetivo deste trabalho é desenvolver uma rotina computacional didática para analisar problemas de condução de calor em aletas. Essa rotina foi desenvolvida em MATLAB para diversas geometrias de aletas onde o usuário entra com dados de análise através de uma interface e obtém resultados para a temperatura em pontos de interesse, o gráfico da distribuição de temperaturas, a eficiência térmica da aleta e a efetividade da aleta. A formulação utilizada foi aquela fornecida em livros de transferência de calor. Espera-se que a rotina seja útil como ferramenta didática e de estudo para problemas de condução calor em aletas,

usualmente de solução tediosa e complexa.
PALAVRAS-CHAVE: Aletas, MATLAB, condução.

DEVELOPMENT OF A MATLAB COMPUTATIONAL ROUTINE FOR ANALYSIS OF FINS CONDUCTION PROBLEMS

ABSTRACT: The objective of this study is to develop a didactic computational routine to analyze heat conduction problems in fins. This routine will be developed in MATLAB for various fin geometries where the user will enter analysis data through an interface and obtain results for the temperature at points of interest, the graph of the temperature distribution, the thermal efficiency of the fin and the effectiveness of the fin. The formulation used will be that provided in heat transfer books. It is expected that the routine will be useful as a didactic and study tool for heat conduction problems in fins, usually with a tedious and complex solution.

KEYWORDS: Ins, MATLAB, conduction.

1 | INTRODUÇÃO

Problemas de transferência de calor em aletas são bastante comuns em engenharia térmica. Processos de resfriamento de componentes eletrônicos

(microprocessadores), resfriamento de cilindros de motocicletas, resfriamento de cilindros de motores de combustão interna, transferência de calor em trocadores de calor, condensadores, centrais elétricas, indústria química, refinarias, usinas geotérmicas, dentre outros, são exemplos comuns de condução de calor em aletas. As aletas, também chamadas de superfície estendidas, podem ser classificadas conforme sua forma geométrica, sendo assim divididas em três categorias, conforme Kraus *et al.* (2001) e Lavine *et al.* (2014):

1) Longitudinal: quando está fixada em uma parede plana e sua área superficial é dada pela área de um retângulo, podendo ter o perfil retangular, triangular, parabólico côncavo e parabólico convexo.

2) Radial: ela está fixada em um cilindro e sua área superficial varia radialmente, podendo ter o perfil retangular e hiperbólico.

3) Piniforme: quando a área da seção transversal é circular, podendo ter o perfil cilíndrico, retangular, elíptico, cônico, parabólico côncavo e parabólico convexo.

Em regime permanente, a temperatura no interior da aleta varia com as coordenadas espaciais. Em uma aproximação tradicional de engenharia, usualmente, as aletas podem ser analisadas utilizando apenas uma coordenada espacial. Esses problemas são analisados então sob a ótica unidimensional em regime permanente. Embora seja uma aproximação, a formulação analítica de condução unidimensional em regime permanente pode ser utilizada para obter estimativas de temperaturas, eficiência térmica e efetividade para diversas geometrias de aletas utilizadas em engenharia térmica.

Diversos estudos foram desenvolvidos com o intuito de se obter e comparar a eficiência entre aletas. Neste segmento de pesquisa, Kundu *et al.* (2012) apresentaram um trabalho analítico sobre o desempenho e análise de projeto ótimo de aletas porosas de vários perfis operando em um ambiente com convecção, utilizando o método analítico de decomposição Adomian para comparar os resultados entre aletas porosas e sólidas. Como resultado, foi verificado que a taxa de transferência de calor em aletas porosas ocorre para qualquer geometria em comparação com a taxa de transferência de calor em aletas sólidas para um parâmetro de baixa porosidade e alto fluxo.

Já no trabalho de Kundu *et al.* (2015) foram desenvolvidas técnicas analíticas exatas e aproximadas para determinar o design ótimo de uma aleta anular de passo retangular com temperatura constante na base a partir de uma expressão algébrica baseada no teorema de valor médio para resultados aproximados e funções de Bessel para resultados exatos a fim de realizar uma comparação entre os dois métodos. Foi verificado que os erros associados com o método aproximado encontram-se dentro dos níveis de precisão aceitáveis para a análise de projeto de engenharia.

Vahabzadeh *et al.* (2015) investigou a distribuição de temperatura, taxa de transferência de calor, eficiência e otimização para diferentes tipos de aletas piniformes porosas em condições totalmente úmidas, utilizando o método dos mínimos quadrados como solução analítica e o método de quarta ordem de Runge-Kutta como solução numérica, concluiu-se que o método dos mínimos quadrados é um método conveniente e eficaz para problemas de engenharia.

Dessa forma, o objetivo desse estudo é desenvolver uma rotina computacional utilizando o MATLAB para automatizar a análise de problemas de transferência de calor em aletas, seguindo o modelo matemático apresentado por Kraus *et al.* (2001). Serão utilizados 12 perfis de aletas: Aleta longitudinal de perfil retangular, triangular, parabólico côncavo e parabólico convexo; Aleta radial de perfil retangular e perfil hiperbólico; Aleta piniforme de perfil cilíndrico, retangular, elíptico, cônico, parabólico côncavo e parabólico convexo.

2 | MODELAGEM MATEMÁTICA

Seguindo a formulação do livro “Extended Surface Heat Transfer” de Kraus *et al.* (2001), as aletas, podem ser divididas em três classes segundo sua geometria, sendo elas, longitudinal, radial ou piniforme, de modo que, antes de se determinar as soluções analíticas para cada um dos doze perfis, é de grande importância na análise de geometrias aletadas as condições de contorno e considerações de análise que são empregadas para definir e limitar o problema e usualmente simplificar a solução. A análise das três geometrias fundamentais analisadas nesse capítulo emprega as considerações propostas por Murray (1938) e Gardner (1945). Essas considerações limitantes quase sempre são referidas como considerações de Murray-Gardner, que são:

1. A taxa de transferência de calor na aleta e sua distribuição de temperaturas são constantes no tempo, ou seja, admite-se regime permanente de operação;
2. O material da aleta é homogêneo, sua condutividade térmica é a mesma em todas as direções e é uma constante;
3. O coeficiente de transferência de calor nas faces da aleta é constante e uniforme sobre toda a superfície da aleta;
4. A temperatura do meio circundante é uniforme;
5. A espessura da aleta é pequena quando comparada com seu comprimento e profundidade de tal maneira que os gradientes de temperaturas através da espessura da aleta e a transferência de calor a partir das bordas da aleta podem ser desprezadas;
6. A temperatura na base da aleta é uniforme;
7. Não há resistência de contato entre a base da aleta e a superfície primária;
8. Não existe geração de energia volumétrica no interior da aleta;
9. O calor transferido através da extremidade da aleta é desprezível quando comparado com o calor transferido através de sua superfície lateral;
10. A transferência de calor da aleta ou para a aleta é proporcional ao excesso de temperaturas entre a aleta e o meio circundante.

2.1 Eficiência Térmica

Uma medida do desempenho térmico de uma aleta é determinada pela eficiência térmica da aleta. O potencial máximo para convecção é a diferença de temperaturas entre a base da aleta e o fluido, (excesso de temperaturas). Consequentemente, a taxa máxima na qual uma aleta poderia dissipar energia é a taxa que existiria se toda a superfície da aleta estivesse na temperatura da base. Entretanto, como qualquer aleta é caracterizada por uma resistência de condução finita, existe um gradiente de temperaturas finito ao longo da aleta e a condição anterior é uma idealização. Uma definição lógica para a definição de eficiência térmica da aleta η é então escrita como:

$$\eta = \frac{q_{\text{real, aleta}}}{q_{\text{máximo, aleta}}} = \frac{q_b}{hA_{\text{superfície, aleta}} (T_b - T_\infty)} = \frac{q_b}{hA_{\text{superfície, aleta}} \theta_b} \quad (1)$$

onde q_b é a taxa real de transferência de calor na base da aleta, $q_{\text{real, aleta}}$ a taxa real de transferência de calor da aleta, $q_{\text{máximo, aleta}}$ a taxa máxima de transferência de calor da aleta, h o coeficiente de transferência de calor por convecção, $A_{\text{superfície, aleta}}$ é a área superficial total da aleta, T_b a temperatura da base da aleta, T_∞ a temperatura ambiente e θ_b o excesso de temperaturas na base da aleta.

Efetividade Outra medida de desempenho térmico de uma aleta é a chamada efetividade de uma aleta. Ela é definida como a relação entre a taxa real de transferência de calor da aleta e a taxa de transferência de calor que existiria caso não houvesse a aleta, ou seja:

$$\varepsilon = \frac{q_{\text{real, aleta}}}{q_{\text{sem aleta}}} = \frac{q_b}{hA_{\text{base, aleta}} (T_b - T_\infty)} = \frac{q_b}{hA_{\text{base, aleta}} \theta_b} \quad (2)$$

Em qualquer projeto racional o valor de ε deve ser o maior possível, em geral, a utilização de aletas é justificada quando $\varepsilon \geq 2$.

2.2 Equação Diferencial Generalizada para Aletas Longitudinais

Gardner (1945) propôs uma equação diferencial generalizada para a análise de aletas longitudinais, representada pelo perfil arbitrário na Fig. (1).

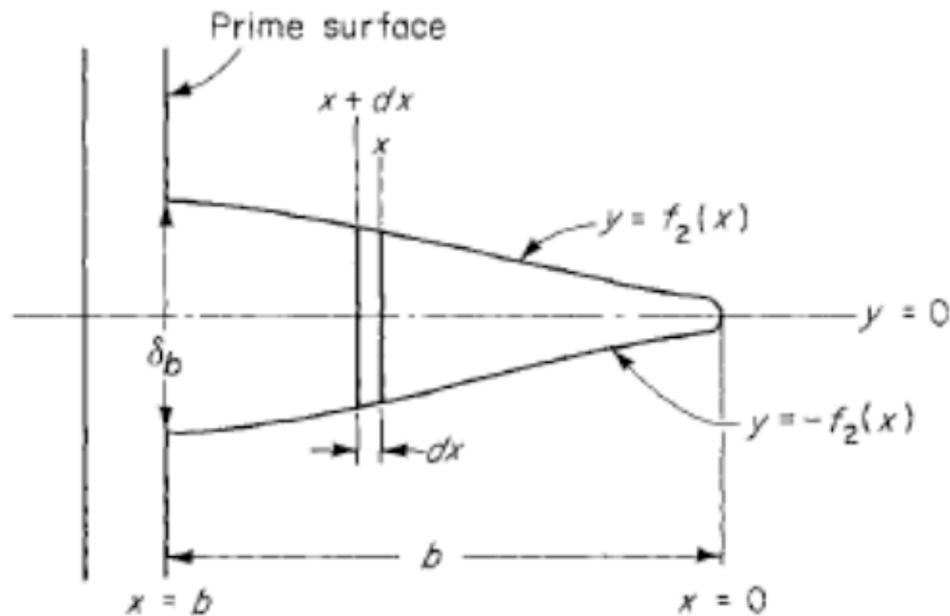


Figura 1 – Aleta Longitudinal de perfil arbitrário. Fonte: Kraus *et al.* (2001).

Considerando o eixo x positivo no sentido ponta para base da aleta, b o comprimento da aleta, δ_b a espessura da aleta na base, e $f_2(x)$ uma função decorrente do perfil da aleta. Posto isto, temos que a equação diferencial e a função do perfil são dadas a partir do balanço de energia entre a taxa de condução e a taxa de convecção, com o auxílio das simplificações de Murray e Gardner, chegando às seguintes equações, respectivamente:

$$2Lf_2(x) \frac{d^2\theta}{dx^2} + 2L \frac{df_2(x)}{dx} \frac{d\theta}{dx} - \frac{2h}{k} \theta = 0 \quad (3)$$

$$f_2(x) = \frac{\delta_b}{2} \left(\frac{x}{b}\right)^{(1-2n)/(1-n)} \quad (4)$$

onde n tem uma correspondente para cada geometria, a partir dessas equações, com o auxílio das condições de contorno, pode-se obter as equações particulares, assim como as equações de distribuição de temperaturas, taxa real de calor, eficiência térmica e efetividade para cada perfil de aleta longitudinal, que são todas demonstradas e apresentadas por de Kraus *et al.* (2001). Para exemplificação destes resultados, segue na Tab.(1) as equações fornecidas para aleta longitudinal de perfil retangular (ressaltando que as demais equações para os perfis restantes podem ser consultadas em Kraus *et al.* (2001).

DISTRIBUIÇÃO DE TEMPERATURAS: $T(x) = T_{\infty} + (T_b - T_{\infty}) \frac{\cosh(mx)}{\cosh(mb)}$
TAXA REAL DE CALOR: $q_b = k(\delta_b L)m(T_b - T_{\infty}) \tanh(mb)$
TAXA MÁXIMA DE CALOR: $q_{\text{máximo, aleta}} = h(2Lb)(T_b - T_{\infty})$
EFICIÊNCIA TÉRMICA: $\eta = \frac{\tanh(mb)}{mb}$ EFETIVIDADE: $\varepsilon = \frac{2}{m\delta_b} \tanh(mb)$
PARÂMETRO DA ALETA: $m = \left(\frac{2h}{k\delta_b}\right)^{1/2}$

Tabela 1 – Aleta longitudinal de perfil retangular. EFICIÊNCIA TÉRMICA: EFETIVIDADE:

2.3 Equação Diferencial Generalizada para aletas Radiais

Gardner (1945) propôs uma equação diferencial generalizada para a análise de aletas longitudinais, representada pelo perfil arbitrário na Fig. (2).

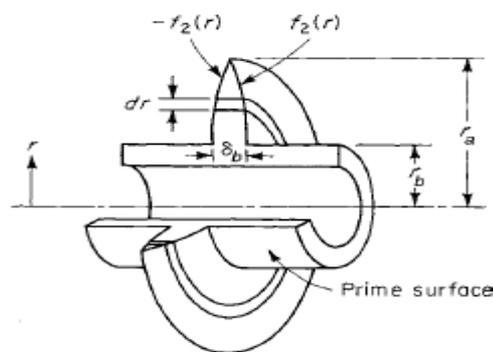


Figura 2 - Aleta radial de perfil arbitrário. Fonte: Kraus *et al.* (2001).

Considerando o eixo r positivo no sentido radial da aleta desde o interior do cilindro onde $r = 0$, r_a o raio na extremidade da aleta, o raio na base da aleta, r_b a espessura da aleta δ_b na base, e $f_2(r)$ uma função decorrente do perfil da aleta. Posto isto, temos que a equação diferencial e a função do perfil são dadas a partir do balanço de energia entre a taxa de condução e a taxa de convecção, com o auxílio das simplificações de Murray e Gardner, chegando às seguintes equações, respectivamente:

$$f_2(r) \frac{d^2\theta}{dr^2} + \frac{f_2(r)}{r} \frac{d\theta}{dr} + \frac{df_2(r)}{dr} \frac{d\theta}{dr} - \frac{h}{k} \theta = 0 \quad (5)$$

$$f_2(r) = a$$

(6)

onde k corresponde a Condutividade térmica e δ tem uma correspondente para cada geometria. A partir dessas equações, com o auxílio das condições de contorno, pode-se obter as equações particulares, assim como as equações de distribuição de temperaturas, taxa real de calor, eficiência térmica e efetividade para cada perfil de aleta radial, que são todas demonstradas e apresentadas por Kraus *et al.* (2001). Para exemplificação destes resultados, segue na Tab.(2) as equações fornecidas para aleta radial de perfil retangular, ressaltando que as demais equações para os perfis restantes podem ser consultadas em Kraus *et al.* (2001).

<p>DISTRIBUIÇÃO DE TEMPERATURAS:</p> $T(r) = T_\infty + (T_b - T_\infty) \frac{I_0(mr)K_1(mr_a) + I_1(mr_a)K_0(mr)}{I_0(mr_b)K_1(mr_a) + I_1(mr_a)K_0(mr_b)}$
<p>TAXA REAL DE CALOR: $q_b = k(2\pi r_b \delta_b)m(T_b - T_\infty) \frac{I_1(mr_a)K_1(mr_b) - I_1(mr_b)K_1(mr_a)}{I_0(mr_b)K_1(mr_a) + I_1(mr_a)K_0(mr_b)}$</p>
<p>TAXA MÁXIMA DE CALOR: $q_{\text{máximo,aleta}} = h[2\pi(r_a^2 - r_b^2)](T_b - T_\infty)$</p>
<p>EFICIÊNCIA TÉRMICA: $\eta = \frac{2r_b}{m(r_a^2 - r_b^2)} \frac{I_1(mr_a)K_1(mr_b) - I_1(mr_b)K_1(mr_a)}{I_0(mr_b)K_1(mr_a) + I_1(mr_a)K_0(mr_b)}$</p>
<p>EFETIVIDADE: $\varepsilon = \frac{km}{h} \frac{I_1(mr_a)K_1(mr_b) - I_1(mr_b)K_1(mr_a)}{I_0(mr_b)K_1(mr_a) + I_1(mr_a)K_0(mr_b)}$</p>
<p>PARÂMETRO DA ALETA: $m = \left(\frac{2h}{k\delta_b}\right)^{1/2}$</p>

Tabela 2 – Aleta radial de perfil retangular.

2.4 Equação Diferencial Generalizada para aletas Piniformes

Gardner (1945) propôs uma equação diferencial generalizada para a análise de aletas piniformes, representada pelo perfil arbitrário na Fig. (3).

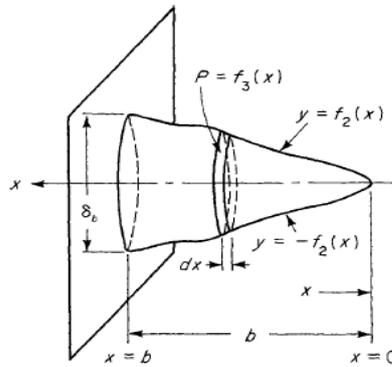


Figura 3 – Aleta piniforme de perfil arbitrário. Fonte: Kraus *et al.* (2001).

Considerando o eixo x positivo no sentido ponta para base da aleta, b o comprimento da aleta, δ_b o diâmetro da aleta na base, e $f_2(x)$ uma função decorrente do perfil da aleta, e $f_3(x)$ uma função decorrente do perímetro da seção do perfil. Posto isto, temos que a equação diferencial e a função do perfil são dadas a partir do balanço de energia entre a taxa de condução e a taxa de convecção, com o auxílio das simplificações de Murray e Gardner, chegando às seguintes equações, respectivamente:

$$[f_2(x)]^2 \frac{d^2\theta}{dx^2} + \frac{d}{dx} [f_2(x)]^2 \frac{d\theta}{dx} - \frac{2h}{k} f_2(x)\theta = 0 \quad (7)$$

$$f_2(x) = \frac{\delta_b}{2} \left(\frac{x}{b}\right)^{(1-2n)/(2-n)} \quad (8)$$

onde n tem uma correspondente para cada geometria, a partir dessas equações, com o auxílio das condições de contorno, pode-se obter as equações particulares, assim como as equações de distribuição de temperaturas, taxa real de calor, eficiência térmica e efetividade para cada perfil de aleta piniforme, que são todas demonstradas e apresentadas por de Kraus *et al.* (2001). Para exemplificação destes resultados, segue na Tab.(3) as equações fornecidas para aleta piniforme de perfil cilíndrico (ressaltando que as demais equações para os perfis restantes podem ser consultadas em Kraus *et al.* (2001).

DISTRIBUIÇÃO DE TEMPERATURAS: $T(x) = T_{\infty} + (T_b - T_{\infty}) \frac{\cosh(mx)}{\cosh(mb)}$
TAXA REAL DE CALOR: $q_b = k \left(\frac{\pi d^2}{4} \right) m (T_b - T_{\infty}) \tanh(mb)$
TAXA MÁXIMA DE CALOR: $q_{\text{máximo, aleta}} = h(\pi db)(T_b - T_{\infty})$
EFICIÊNCIA TÉRMICA: $\eta = \frac{\tanh(mb)}{mb}$ EFETIVIDADE: $\varepsilon = \frac{km}{h} \tanh(mb)$
PARÂMETRO DA ALETA: $m = \left(\frac{4h}{kd} \right)^{1/2}$

Tabela 3 – Aleta piniforme de perfil cilíndrico. EFICIÊNCIA TÉRMICA: EFETIVIDADE:

3 | METODOLOGIA

Como o objetivo deste trabalho é desenvolver uma rotina computacional no MATLAB para análise de condução em aletas, o primeiro passo para tal foi obter as equações diferenciais necessárias para descrever o processo de condução de calor em cada uma das doze geometrias de aletas utilizando a formulação proposta por Kraus et al. (2001), para assim ser possível determinar a distribuição de temperaturas, eficiência térmica e efetividade de cada tipo de aleta. Com a formulação matemática desenvolvida e as equações finais a disposição para implementação no MATLAB, para cada tipo de aleta separadamente, o próximo passo foi iniciar a implementação dessas equações diferenciais no MATLAB, começando esta implementação no “Editor” do MATLAB, antes da utilização do “Guide”, com intuito de nomear cada variável existente no equacionamento na linguagem computacional.

Com todo o equacionamento já transcrito para o MATLAB, e previamente testado, passou-se para a montagem do programa em si. Para tal, foram consultados Chapman (2003), apostilas de MATLAB assim como o próprio site da MathWorks (desenvolvedora do MATLAB) e seus fóruns de discussão, com o intuito de compreender melhor o funcionamento do GUIDE no MATLAB para obter uma melhor utilização das ferramentas disponíveis nesta extensão do programa.

Com este suporte, já na interface gráfica do MATLAB, o GUIDE, realizou-se um esboço da forma visual do programa, ou seja, um design próximo ao final, com todos os ícones necessários para o funcionamento do programa, como botões, menus, caixas de textos e figuras. Feito isso, o MATLAB criou automaticamente um arquivo de extensão “.m” que pode ser modificado através da interface Editor, de modo que, neste arquivo pode ser inserido os comandos que realizarão o controle e conseqüentemente o funcionamento da

interface gráfica. Por conseguinte, nesta extensão “.m” foram inseridos todos os comandos responsáveis por controlar as ações do GUIDE juntamente com os valores inseridos pelo usuário, estes procedimentos de inserção foram testados, corrigidos e adaptados, chegando assim a uma rotina finalizada e funcionando corretamente. Juntamente com as modificações da extensão “.m”, o esboço gráfico do GUIDE foi ajustado diversas vezes no decorrer do projeto, com o intuito de obter uma melhor performance, como também um design mais distinto para facilitar a visualização e utilização das suas funções, chegando então ao design finalizado do layout do programa apresentado na Fig. (4).

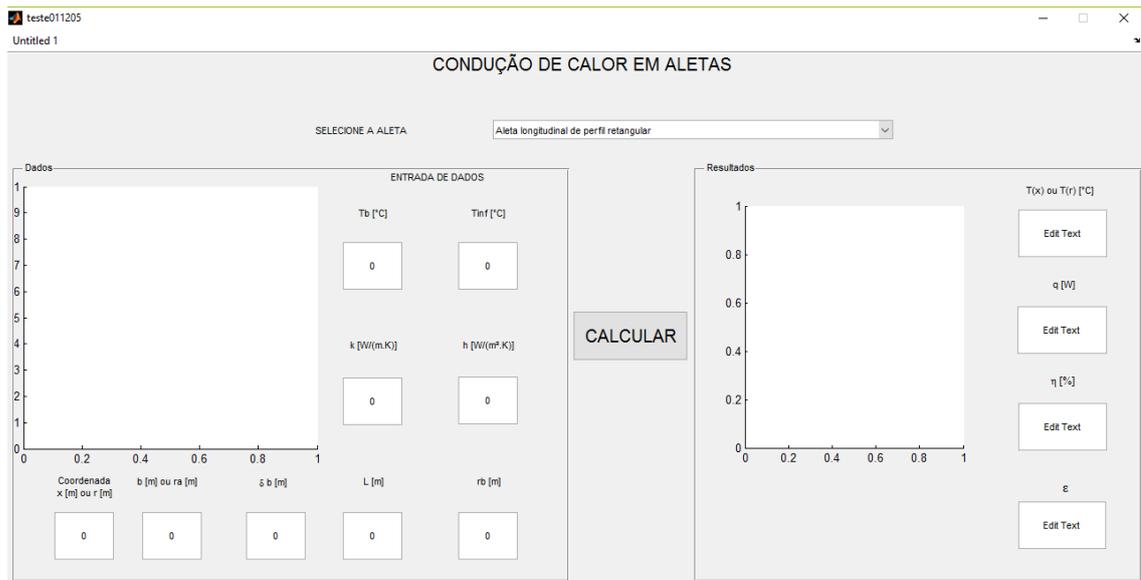


Figura 4 - Design gráfico final da interface.

Inicialmente deve-se selecionar o perfil de aleta desejada em um menu pop-up, como pode ser visto na Fig. (5).

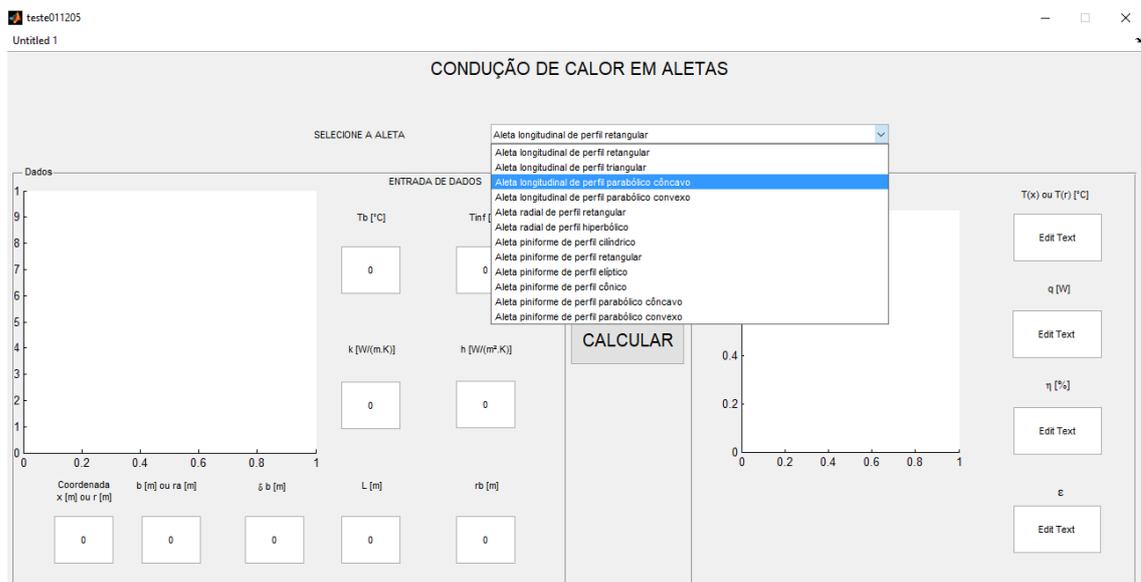


Figura 5 - Selecionando o perfil da aleta desejada.

Deve-se então preencher o quadro localizado na esquerda do display com os dados de entrada do problema, sendo eles a temperatura na base da aleta T_b , temperatura ambiente T_∞ , condutividade térmica k , coeficiente médio de transferência de calor h , o ponto onde se deseja saber a temperatura (x para aletas longitudinais e piniformes) ou (r para aletas radiais), comprimento b ou raio externo da aleta ou, espessura da aleta na base δ_b , largura da aleta L e raio interno r_b no caso das aletas radiais, como segue na Fig. (6).

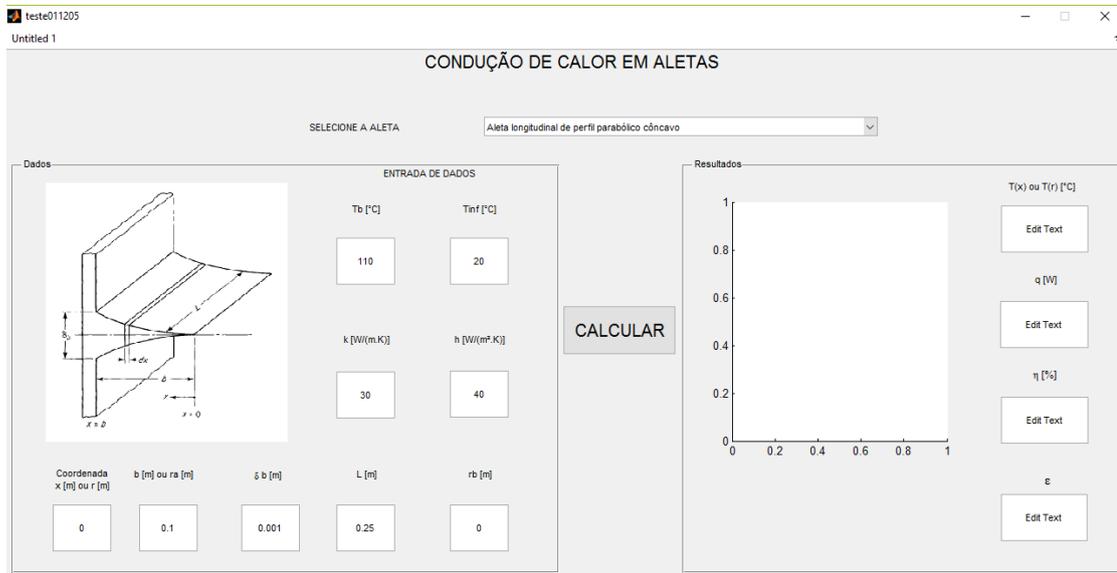


Figura 6 - Preenchimento da entrada de dados.

Após isto, basta pressionar o botão “CALCULAR” que automaticamente os resultados são apresentados, ou seja: temperatura no ponto desejado $T(x)$ ou $T(r)$, taxa de transferência de calor q , eficiência térmica h , efetividade ε e o gráfico de distribuição de temperaturas, como apresentado na Fig. (7).

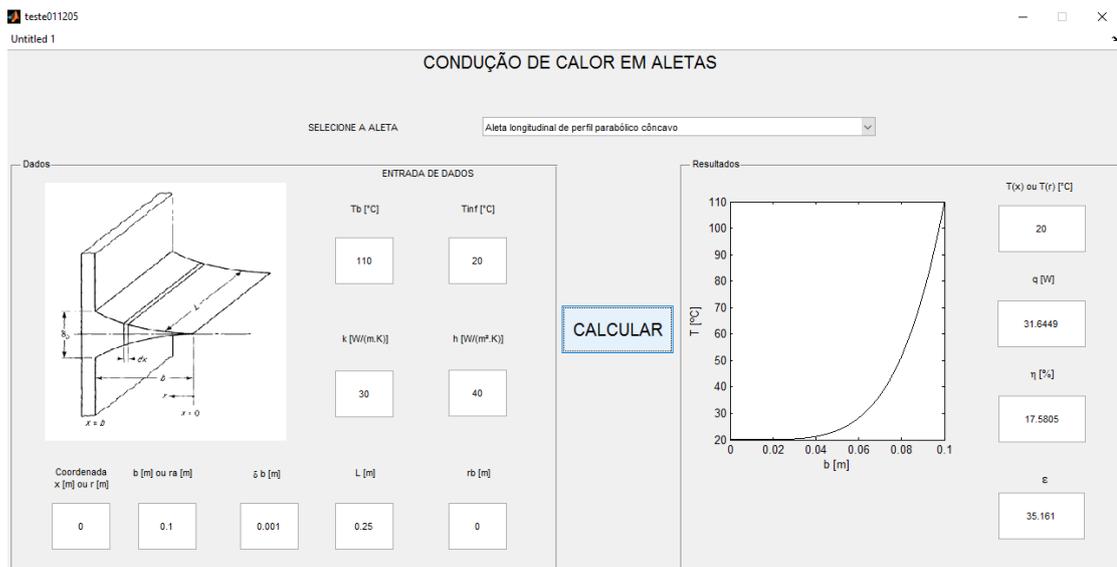


Figura 7 - Resultados fornecidos pelo programa.

Também foram inseridas caixas de diálogo para alertar ao usuário se ele inseriu parâmetros geométricos fora das dimensões cabíveis ao perfil da aleta disponível, como mostrado na Fig. (8).

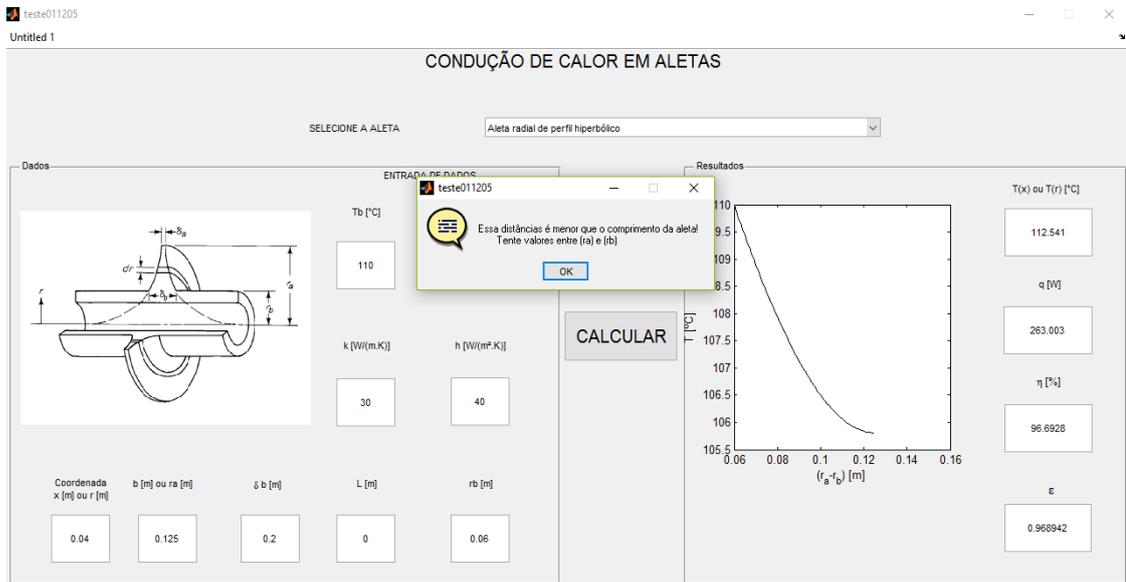


Figura 8 - Exemplo de caixa de diálogo para correção de dados inseridos pelo usuário.

Também foram inseridos alguns “Tooltip String”, uma propriedade da interface gráfica do MATLAB na qual é possível inserir alguns “textos de ajuda” quando o cursor do mouse passa sobre a caixa de entrada de dados. Um exemplo do “Tooltip String” pode ser visualizado na Fig. (9).

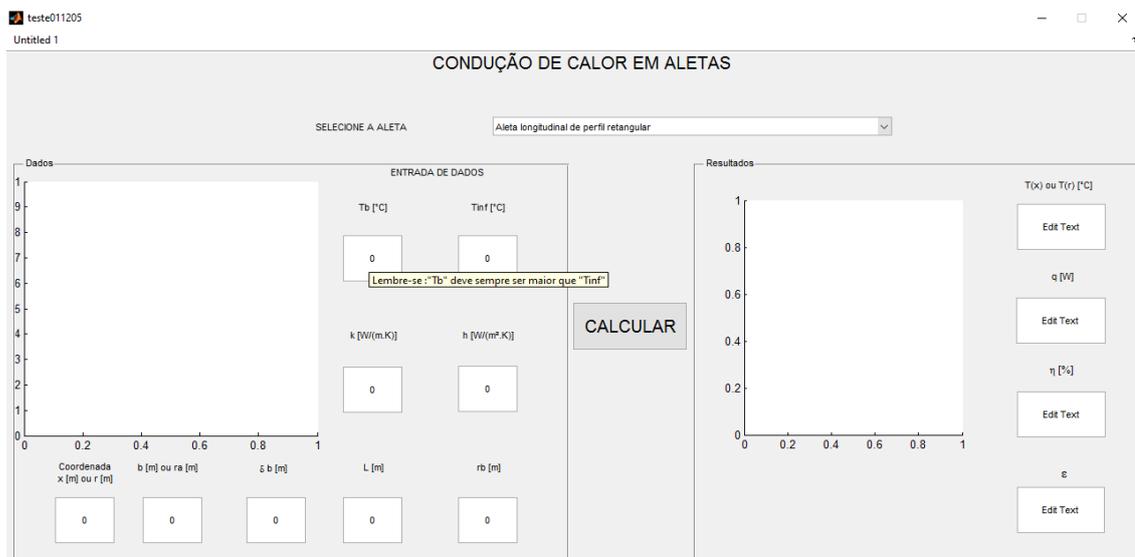


Figura 9 - Exemplo da utilização do “Tooltip String”.

Com o programa totalmente finalizado, um arquivo executável foi criado para que, qualquer computador que contenha o MATLAB instalado, possa executar o programa desenvolvido sem abrir o MATLAB, de modo que o programa passe a funcionar como um

aplicativo independente.

4 | RESULTADOS

Para demonstração e comprovação do funcionamento adequado da rotina computacional desenvolvida, foi realizada uma comparação entre o exemplo numérico 1.2 apresentado na página 23 de Kraus *et al.* (2001) e sua correspondente solução utilizando a rotina desenvolvida para aletas longitudinais. O enunciado do exemplo e seus respectivos resultados, numérico e pela rotina computacional, podem ser visualizados a seguir:

Exemplo 1.2 – Kraus et al, (2001) – Página 23: Aletas longitudinais de diferentes perfis estão expostas a um ambiente com temperatura de 20 °C com um coeficiente de transferência de calor $h = 40 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$. Em todos os casos, a temperatura da base da aleta é 90 °C e as aletas são feitas de aço com $k = 30 \text{ W}/(\text{m.K})$. Todas as aletas têm um comprimento de 10 cm com 0,80 cm de espessura na base. Compare as eficiências térmicas das aletas, a dissipação de calor por unidade de profundidade e as temperaturas nas extremidades se os perfis são (a) retangular, (b) triangular, (c) parabólico côncavo e (d) parabólico convexo.

Perfil da aleta	η	ε	q_b (W)	T (°C)
Retangular	0,520	13,0	291,1	42,0
Triangular	0,465	11,6	260,3	28,3
Parabólico côncavo	0,418	10,4	234,0	20,0
Parabólico convexo	0,492	12,3	275,6	20,0

Tabela 4 – Resumo dos resultados numéricos para aletas de perfil longitudinal

Perfil da aleta	η	ε	q_b (W)	T (°C)
Retangular	0,520	13,0	291,2	42,0
Triangular	0,465	11,6	260,3	28,3
Parabólico côncavo	0,418	10,4	234,0	20,0
Parabólico convexo	0,492	12,3	275,6	20,0

Tabela 5 – Resumo dos resultados para aletas de perfil longitudinal pela rotina.

5 | CONCLUSÃO

A partir dos resultados apresentados ao longo deste trabalho, ficou claro que o objetivo do projeto foi atingido, de modo que foi desenvolvida uma rotina computacional capaz de apresentar a distribuição de temperaturas, temperatura em um ponto determinado pelo usuário, assim como sua correspondente eficiência térmica e efetividade, a partir de dados

inseridos pelo usuário, de modo que, a rotina pode ser utilizada em aulas para exemplificação da condução de calor em aletas, já que se mostrou funcional e de fácil utilização, com resultados precisos, conforme resultados apresentados pelas Tab. (4) e Tab. (5), onde tanto o resultado numérico quanto o resultado da rotina obtiveram valores iguais.

REFERÊNCIA

- [1] CHAPMAN, Stephen J. **Programação em MATLAB para engenheiros**. Pioneira Thomson Learning, 2003.
- [2] KRAUS, Allan D. *et al.* **Extended surface heat transfer**. Appl. Mech. Rev., v. 54, n. 5, p. B92-B92, 2001.
- [3] KUNDU, Balaram; BHANJA, Dipankar; LEE, Kwan-Soo. **A model on the basis of analytics for computing maximum heat transfer in porous fins**. International Journal of Heat and Mass Transfer, v. 55, n. 25-26, p. 7611-7622, 2012.
- [4] KUNDU, Balaram; LEE, Kwan-Soo. **Analytic solution for heat transfer of wet fins on account of all nonlinearity effects**. Energy, v. 41, n. 1, p. 354-367, 2012.
- [5] KUNDU, Balaram; LEE, Kwan-Soo; CAMPO, Antonio. **An ease of analysis for optimum design of an annular step fin**. International Journal of Heat and Mass Transfer, v. 85, p. 221-227, 2015.
- [6] LAVINE, A. S. *et al.* **Fundamentos da Transferência de Calor e Massa**. 2014.
- [7] VAHABZADEH, A.; GANJI, D. D.; ABBASI, M. **Analytical investigation of porous pin fins with variable section in fully-wet conditions**. Case Studies in Thermal Engineering, v. 5, p. 1-12, 2015.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aletas 30, 31, 32, 33, 35, 36, 38, 40, 42, 43
Antena 11, 79, 80, 81, 82, 83, 84
Aquíferos fraturados 11, 85, 86, 87, 97
Aterro sanitário 44, 45, 46, 48

C

Condução 30, 31, 33, 34, 35, 37, 38, 43
Condutividade 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 32, 36, 40, 137, 140, 141, 142

D

Desenvolvimento de suportes 68

E

Eletrodeposição 49, 52, 53, 54
Emissão radiada 79, 80, 81
Ensaio de tração 13

F

Fator 5, 11, 51, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 115
Filmes finos 12, 136, 137, 138, 141, 142
Fulereo 136, 137

G

Glicerol 49, 50, 51, 52, 53, 57, 58, 59, 69

I

Imobilização 68, 70, 73, 74, 75, 76, 77, 78

M

Medição dimensional 99
Metrologia 2, 4, 99, 100, 108, 131, 132, 135
Microemulsão 49, 57, 58, 59

P

Poluição 44, 46
Preservativos 10, 13, 21

Q

Quadrilátero Ferrífero 110, 111, 112, 114, 127, 128, 129
Qualidade 2, 3, 4, 5, 10, 11, 23, 47, 48, 51, 59, 80, 88, 98, 100, 103, 144, 145, 147, 148

R

Radônio 11, 85, 86, 87, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98

Refrigeração industrial 2

Resistividade 5, 12, 85, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97

S

Sedimento 22, 23, 24, 27

T

Textura cristalográfica 61

Transesterificação 49, 50, 60, 68, 69, 73, 75

V

Validação 10, 11, 79, 80, 82, 83

Visão computacional 108

 **Atena**
Editora
2 0 2 0