

GILBERTO JOÃO PAVANI
(ORGANIZADOR)

Collection:

**APPLIED MECHANICAL
ENGINEERING
2**

GILBERTO JOÃO PAVANI
(ORGANIZADOR)

Collection:

**APPLIED MECHANICAL
ENGINEERING
2**

Atena
Editora
Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

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

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

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

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª 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. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Collection: applied mechanical engineering 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Gilberto João Pavani

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C697 Collection: applied mechanical engineering 2 / Organizador
Gilberto João Pavani. – Ponta Grossa - PR: Atena,
2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-982-7

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.827222904>

1. Mechanical engineering. I. Pavani, Gilberto João
(Organizador). II. Título.

CDD 621

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

A engenharia mecânica aplica os princípios da engenharia, física e ciência dos materiais para a análise, projeto, fabricação e manutenção de sistemas mecânicos como veículos, máquinas e ferramentas, requerendo a compreensão dos conceitos como automação, ciência dos materiais, cinemática, dinâmica, energia, mecânica dos fluidos, mecanismos, processos de fabricação, termodinâmica e vibrações com o auxílio de ferramentas computacionais para desenho e simulação.

A presente obra “Collection: Applied Mechanical Engineering 2” tem como objetivo a apresentação e a discussão de temas relevantes sobre a aplicação da engenharia mecânica na análise da influência dos parâmetros térmicos e estruturais da solidificação de ligas AA5052 na resistência à corrosão, análise termofluidodinâmica em trocadores de calor do tipo casco e tubo utilizando técnicas de CFD (Computational Fluid Dynamics ou dinâmica dos fluidos computacional), aparelho para exame de audiometria com Arduino, estudo de expressões matemáticas para a difusividade efetiva da água de cascas de maracujá durante a secagem, manutenção centrada em confiabilidade (RCM - Maintenance Focusing on Reliability) como estratégia para otimizar um plano de manutenção, simulação de superfícies de peças resultantes do fresamento de topo reto utilizando MATLAB ® e validação do método numérico utilizando os softwares Ansys ® e Matlab ®.

Portanto, esta obra apresenta grande potencial para contribuir com o entendimento dos temas apresentados, podendo servir como referência valiosa para novas pesquisas e estudos sobre as questões aqui discutidas.

Agradeço aos autores dos capítulos por suas valiosas contribuições e desejo aos leitores sucesso em seus futuros trabalhos de pesquisa sobre os temas apresentados nesta obra.


Gilberto João Pavani

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS TÉRMICOS E ESTRU-TURAIIS DA SOLIDIFICAÇÃO DE LIGAS AA5052 NA RESISTÊNCIA À CORROSÃO


Vinícius Pereira da Silveira
Dielson Muniz Silva
Lanna Almeida Pereira
José Roberto Pereira Rodrigues
Fabio Alejandro Carvajal Florez
Jean Robert Pereira Rodrigues

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8272229041>

CAPÍTULO 2..... 9

ANÁLISE TERMOFLUIDODINÂMICA EM TROCADORES DE CALOR DO TIPO CASCO E TUBO UTILIZANDO TÉCNICAS DE CFD

Lucas Vinícius da Silva Azevedo
Francisco Augusto Aparecido Gomes
Jakeline Loureiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8272229042>

CAPÍTULO 3..... 23

APARELHO PARA EXAME DE AUDIOMETRIA COM ARDUINO


Camila Baleiro Okado Tamashiro
Ricardo Costa Rossi
Gabriel Moisés de Camargo
João Pedro de Paiva da Silva
João Pedro Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8272229043>

CAPÍTULO 4..... 29

ESTUDO DE EXPRESSÕES MATEMÁTICAS PARA A DIFUSIVIDADE EFETIVA ÁGUA DE CASCAS DE MARACUJÁ DURANTE A SECAGEM

Êmyle Myrelle Alves dos Santos
Aluizio Freire da Silva Júnior
Amélia Ruth Nascimento Lima
Josefa Dayse Lima Silva
Maria Tereza Lucena Pereira
Vera Solange de Oliveira Farias
Célia Maria Rufino Franco
Jair Stefanini Pereira de Ataíde
Luis Eduardo Araújo Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8272229044>


CAPÍTULO 5..... 40

MANUTENÇÃO CENTRADA EM CONFIABILIDADE (RCM) COMO ESTRATÉGIA PARA

OTIMIZAR UM PLANO DE MANUTENÇÃO

Esmeralda Hernandez Méndez

Miguel Ángel Rodríguez Lozada


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8272229045>

CAPÍTULO 6..... 53

SIMULAÇÃO DE SUPERFÍCIES DE PEÇAS RESULTANTES DO FRESAMENTO DE TOPO RETO UTILIZANDO MATLAB

Leon Yuhiti Mori Correa da Cunha

Milton Luiz Polli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8272229046>

CAPÍTULO 7..... 61

VALIDAÇÃO DO MÉTODO NUMÉRICO UTILIZANDO OS SOFTWARES ANSYS® E MATLAB®

Marie Madeleine Sarzi Inácio

Rubens Gallo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8272229047>

SOBRE O ORGANIZADOR..... 68

ÍNDICE REMISSIVO..... 69

VALIDAÇÃO DO MÉTODO NUMÉRICO UTILIZANDO OS SOFTWARES ANSYS® E MATLAB®

Data de aceite: 01/04/2022

Marie Madeleine Sarzi Inácio

Engenharia Mecânica, Universidade
Tecnológica Federal do Paraná
Cornélio Procópio, Paraná, Brasil

Rubens Gallo

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Campus Cornélio Procópio
Cornélio Procópio

RESUMO: O trabalho tem como propósito realizar a análise da integração do método direto, com aplicação de condições de contorno em simulações numéricas desempenhadas pelo software MATLAB®, e comparar os resultados obtidos com a modelagem realizada no software ANSYS®, seguindo as mesmas condições de contorno, tendo foco a validação da utilização do método direto para estimativas dos efeitos de transferência de calor. Realizou-se no MATLAB®, a implementação do método direto para regime transiente, considerando o método do gradiente conjugado (CGS) método iterativo que se aplica a eliminação de Gauss, e obteve-se resultados. Posteriormente desenvolveu-se um modelo no software ANSYS® com os mesmos parâmetros considerados para a análise anterior, e assim, comparou-se os resultados. Avaliou-se que os resultados de temperatura máxima foram satisfatórios devido ao erro de 2%, sugerindo assim que a aplicação do método se faz relevante em problemas de transferência de calor que objetiva analisar por meio de

simulações numéricas.

PALAVRAS-CHAVE: Método direto, Transferência de calor, Simulação numérica.

VALIDATION OF THE NUMERICAL METHOD USING THE SOFTWARE ANSYS® AND MATLAB®

ABSTRACT: The work aims to carry out the analysis of the integration of the direct method, applying boundary conditions in numerical simulations performed by the MATLAB® software, and compare the results obtained with the modeling performed in the ANSYS® software, following the same boundary conditions, focusing on the validation of the use of the direct method for estimating the effects of heat transfer. The direct method for transient regime was implemented in MATLAB®, considering the conjugate gradient method (CGS) iterative method that applies the Gaussian elimination, and obtained results. Later, a model was developed in ANSYS® software with the same parameters considered for the previous analysis, and thus, the results were compared. It was evaluated that the maximum temperature results were satisfactory due to the error of 2%, thus suggesting that the application of the method is relevant in heat transfer problems that aim to analyze through numerical simulations.

KEYWORDS: Direct Method, Heat Transfer, Numerical Simulation.

1 | INTRODUÇÃO

Existem técnicas que possuem dificuldades na aquisição direta dos dados, como por exemplo a de um processo de

fabricação complexo, na qual gera-se efeito de transferência de calor entre a superfície do material e a ferramenta utilizada, ocasionando excessivas temperaturas em sua performance, consequentemente provocando danos térmicos na microestrutura do material. Aplica-se o método de transferência de calor reversa para determinação das temperaturas desenvolvidas em regiões de uma superfície, e a qualidade da mesma está diretamente relacionada a temperatura gerada, Barrios (2013) por exemplo, utiliza-se do método inverso de Gauss-Newton, o qual baseia-se na expansão da série de Taylor, para estudo das primeiras derivadas na determinação do fluxo térmico gerado pelo processo de retificação.

Quando aplica-se análises com a metodologia reversa, torna-se possível estabelecer condições de processos de forma assertiva, sobressaindo em vantagens econômicas e sobre a obtenção de resultados, que posteriormente podem ser validados com ensaios experimentais. A transferência de calor é muito utilizada em sistemas de engenharia e em diversas áreas do cotidiano, não há necessidade ir muito a fundo para encontrar áreas aplicáveis. Se estuda vários sistemas de engenharia ou processos físicos de forma experimental, com testes e medidas, e analítica por meio de cálculos ou análises matemáticas (CENGEL, 2012, p.5).

Sabe-se também que a utilização de problemas inversos sucede em áreas fundamentais do conhecimento humano, na medida em que, há conhecimento de efeitos e há necessidade de determinação das causas dos mesmos (CUSTÓDIO, 2016).

Silva (2011), realizou-se um experimento controlado e obteve-se a comparação de técnicas de transferência de calor reversa, como a Brent, Seção Áurea, Função Especificada, Regularização de Tikhonov e Métrica Variável, relacionando-as à análise de precisão e o tempo do processamento consumido para estimar o fluxo de calor.

Com o método reverso da Seção Áurea, Carvalho (2013) desenvolveu-se uma modelagem térmica tridimensional em regime transiente, considerando-se a ferramenta de corte, o conjunto ferramenta, o calço e o porta-ferramentas, a fim de determinar o fluxo de calor e dos campos térmicos gerados no processo de torneamento.

Mediante a necessidade de modelos numéricos para análise de problemas inversos, é válido implementar o método direto para estimativas dos efeitos de transferência de calor? O objetivo do presente trabalho é analisar e validar aplicação do método direto em problemas de transferência de calor reversa, com a realização de implementação numérica e simulações nas condições propostas para transferência de calor.

2 | MÉTODO

Utilizou-se o método direto para a análise, com aplicação da equação de difusão de calor para o problema de transferência de calor. Atribuiu-se forma tridimensional e transiente para o sistema, desprezando-se a geração de calor dentro do elemento sólido

e adotou-se a condutividade térmica constante em relação a temperatura. Descreve-se a equação da difusão de calor como apresenta a Eq. (1).

$$\frac{\partial^2 T(x,y,z,t)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T(x,y,z,t)}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T(x,y,z,t)}{\partial z^2} = \frac{1}{\alpha} \times \frac{\partial T(x,y,z,t)}{\partial t} \quad (1)$$

O objetivo da resolução da Eq. (1) é aquisição de distribuição de temperatura, em razão disto foi-se imprescindível considerar as condições de contorno no qual submeteu-se o elemento.

Realizou-se o desenvolvimento numérico visando obter a distribuição de temperatura da amostragem, foi-se necessário resolver a equação da difusão de calor, utilizando o método de volumes finitos com a formulação explícita. Definiu-se as dimensões das malhas e o passo de tempo, contendo uma solução linear conforme apresentado abaixo na Eq. (2).

$$A \times T = B \quad (2)$$

Para a solução do sistema linear da Equação (2), estabeleceu-se a utilização do método do gradiente Conjugado (CGS – Conjugate Gradient Solver), método iterativo que se utiliza da eliminação de Gauss. A seleção do método CGS orientou-se pela acessibilidade de implementação. O balanço de energia se empregará há todos os nós existentes nas malhas em x, y e z, para resolução da equação no sistema estabelecido. Partiu-se para o proposto utilizando-se recursos computacionais, com a implementação no MATLAB®, um software iterativo voltado para cálculos numéricos. Definiu-se então, as condições de contorno para a continuidade do desenvolvimento computacional. Estabeleceu-se parâmetros importantes para a simulação, inicialmente determinou-se as propriedades do material a ser utilizado para a simulação, segue na Tab. 1.

Massa específica $\left(\frac{kg}{m^3}\right)$	Calor específico $\left(\frac{J}{kg \times K}\right)$	Viscosidad e absoluta (Pa × s)	Condutividade térmica $\left(\frac{W}{m \times K}\right)$
7580	434	1	60,5

Tabela 1 – Propriedades do material.

Fonte: Autoria própria (2021).

Delimitou-se as dimensões L_x , L_y , L_z respectivamente como 100x50x100 mm, apresentado na Fig. 1.

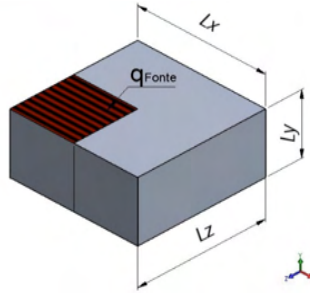


Figura 1 – Dimensões do bloco.

Fonte: Autoria própria (2021).

No estudo realizado aplicou-se isolamento térmico no elemento, o fluxo de calor prescrito, a temperatura prescrita, e a convecção. Ainda, definiu-se a malha numérica para $n = 20$ nas direções x , y e z , e as condições de contorno do sólido como consta na Tab. 2.

Condição inicial	Face superior	Face inferior	Face esquerda	Face direita	Face frontal	Face traseira
$q \left(\frac{W}{m^2} \right)$	0	0	0	0	0	0
$h \left(\frac{W}{m^2 \times K} \right)$	20	20	20	20	0	20
Temperatura ambiente (°C)	30	30	30	30	30	30

Tabela 2 – Condição de contorno.

Fonte: Autoria própria (2021).

Determinou-se que o fluxo de calor na fonte é $q_{fonte} = 2E6 \frac{W}{m^2}$, com posicionamento definido e dimensão $a_x = 50mm$ e $a_z = 50mm$, como se apresenta na Fig. 2.

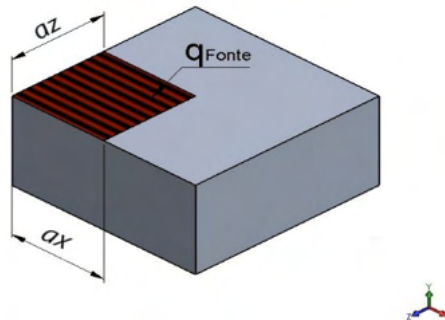


Figura 2 – Posicionamento da fonte no modelo.

Fonte: Autoria própria (2021).

Como a análise se fez em regime transiente, os parâmetros para a simulação foram definidos como apresenta-se na Tab. 3.

dt	$t_{máx}$	$T_{inicial}$
0,1 s	60 s	22 °C

Tabela 3 – Parâmetros de simulação.

Fonte: Autoria própria (2021).

A partir dos dados definidos, iniciou-se o desenvolvimento das simulações no MATLAB® e a criação de um modelo no ANSYS®. Com o MATLAB obteve-se a programação de transferência de calor tridimensional no regime transiente e realizou-se a simulação para análise dos dados. Assim então, elaborou-se a matriz A e B, com a definição dos parâmetros de entrada, também criou-se um *Setup* contendo as condições de contorno e propriedades físicas do material, e a parametrização da simulação correspondente ao processo explícito. Na fase final, realizou-se a conexão das informações de entrada e a simulação.

Utilizou-se o ANSYS® Workbench, sistema CAD para reprodução do design e CAE para a simulação do modelo, introduziu-se as propriedades do material na secção de *Engineering data*, conforme citado na Tab. 1. Posteriormente em *Geometry*, desenvolveu-se o desenho da geometria proposta conforme as dimensões contidas na Tabela 2, e em *Model* definiu-se condições do modelo 3D. Também, aplicou-se a malha numérica estabelecida, e as condições de contorno do sólido na secção *Setup* como consta na Tab. 3. Utilizando a definição do fluxo de calor na fonte, sua dimensão e seu posicionamento estabeleceu-se os parâmetros da fonte como apresentou-se na Fig. 2, anteriormente.

RESULTADOS

Com a simulação no MATLAB®, alcançou-se os valores de $T_{máx} = 1.047,4$ °C e $T_{méd} = 198,11$ °C. Em seguida gerou-se um gráfico contendo a temperatura máxima atingida no tempo determinado, visando analisar os resultados.

Do mesmo modo, com a simulação realizada no ANSYS®, atingiu-se os valores de $T_{máx} = 1.069,3$ °C e $T_{méd} = 198,03$ °C, e plotou-se gráficos com a variação da temperatura máxima e mínima no tempo para estudo.

Realizou-se então, a comparação entre as temperaturas máximas obtidas no ANSYS® e no MATLAB®, apresenta-se na Fig. 3.

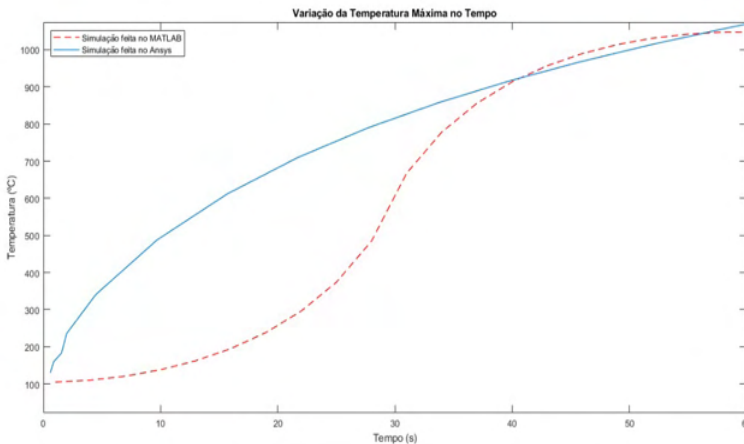


Figura 3 – Comparação da temperatura máxima.

Fonte: Autoria própria (2021).

Observa-se que as curvas são crescentes e atingem valores próximos, com os resultados obtidos, constata-se que a utilização do método de volumes finitos para a resolução da equação de difusão de calor se fez adequado. Visto os resultados, entende-se também que o comportamento de regime transiente adotado inicialmente foi determinante para uma análise efetiva.

Após comparação dos resultados obtidos, observa-se que os encontrados de temperatura máxima foram satisfatórios devido ao erro de aproximadamente 2%, que é considerado baixo, e acredita-se que essa diferença possa existir devido ao refinamento das análises nos softwares.

3 | CONCLUSÃO

Conclui-se a partir de todo estudo que o objetivo de validar a utilização do método direto em problemas inversos de transferência de calor foi alcançado, em função da análise numérica tridimensional realizada, visto que as temperaturas máximas de ambos modelos computacionais se aproximaram, contendo um erro mínimo de 2%. Constatou-se que o tempo de processamento consumido pelo MATLAB® foi relativamente alto, entendendo que se houvesse o refinamento das malhas nos parâmetros utilizados, os resultados gerados levariam um tempo muito maior para serem obtidos, e também seria necessário um equipamento contendo alta capacidade de processamento. Entende-se que o erro contido, se faz presente em virtude do refinamento das malhas e pretende-se futuramente realizar novas análises para avaliar redução do erro existente. Ainda para trabalhos futuros, pretende-se implementar novas simulações afim de discutir os resultados para temperatura máxima igual a 30 segundos, devido a diferença de temperatura encontrada nos resultados

na figura 3.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, meus colegas, e a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), que mesmo com todas dificuldades encontradas durante o período me deram suporte para realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ÇENGEL, Y. A. **Transferência de calor e massa: Uma abordagem prática**. 4. ed. São Paulo: AMGH, 2012. 915 p.

CUSTÓDIO, Caroline. **Técnicas de transferência de calor reversa**. 2016. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Mecânica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procópio, 2016.

BARRIOS, A. N. S. Modelagem **térmica para avaliação da temperatura no fresamento de aços para moldes e matrizes**. Dissertação (mestrado em Engenharia Mecânica). Faculdade de Engenharia Mecânica. Universidade Estadual Paulista – UNESP. Ilha Solteira-SP. P. 102. 2013.

CARVALHO, S. R. **Determinação do campo de temperatura em ferramentas de corte durante um processo de usinagem por torneamento**. Tese (doutorado em Engenharia Mecânica). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia-MG. p. 123. 2013.

SILVA, P. C. **Comparação de técnicas de problemas inversos em transferência de calor**. 2011. 123 f. Dissertação de Mestrado – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Itajubá - MG. 2011.

SOBRE O ORGANIZADOR

GILBERTO JOÃO PAVANI - Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1991), especialização em Análise de Sistemas pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (1994), licenciatura em Informática pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (1996), especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Unisinos (2001), mestrado em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2003) e doutorado em Ciência dos Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (em andamento). Atualmente é professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS). Tem experiência em informática, engenharia mecânica, segurança do trabalho, materiais compósitos e poliméricos e participando dos grupos de pesquisa Programas Especiais em Saúde (IPA/RS) e Pesquisa em Polímeros Avançados (IFRS), além de ter publicado vários artigos científicos e livros na área de Engenharia Mecânica.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alumínio 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 14

Arduino 23, 24, 25, 27

C

Casco e tubo 9, 15

CFD - Computational Fluid Dynamics 9, 22

Confiabilidade 40

Corrosão 1, 2, 4, 5, 6, 7

E

Educação 23, 29, 68

F

Fresamento 53, 54, 57, 59, 67

I

Impedância 1, 4, 6, 7

M

Manutenção Centrada em Confiabilidade - RCM 40

MATLAB 53, 54, 65

Método direto 61, 62, 66

Método dos volumes finitos 21, 30, 32, 38

Modelos difusivos 30, 31, 35

O

OpenFOAM 9, 10, 13, 14, 21, 22

Otimização 30, 34, 36, 38

R

Robótica 23, 25

S

Saúde 23, 24, 25, 27, 29, 68

Simulação 10, 13, 15, 19, 21, 30, 53, 54, 57, 58, 59, 61, 63, 65

Simulação numérica 21, 61

Solidificação 1, 2, 3, 5

Solução numérica 29, 30, 31, 32, 33, 34

T

Transferência de calor 9, 10, 12, 15, 16, 17, 20, 21, 22, 39, 61, 62, 65, 66, 67

Trocador de calor 9

U

Usinagem 53, 54, 67

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

Collection:

APPLIED MECHANICAL ENGINEERING 2


Ano 2022

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

Collection:

APPLIED MECHANICAL ENGINEERING 2