



Projeto, Análise e Otimização na Área das Engenharias

Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)



Projeto, Análise e Otimização na Área das Engenharias

Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 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 Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

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

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

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Prof^a Dr^a Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof^a Dr^a Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof^a Dr^a Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof^a Dr^a Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof^a Dr^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^a Dr^a Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof^a Dr^a Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Prof^a Dr^a Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

Prof^a Dr^a Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof^a Dr^a Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^a Dr^a Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

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

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

Prof^a Dr^a Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof^a Dr^a Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^a Dr^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

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

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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

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

Prof^a Dr^a 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 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
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. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

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

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Secconal Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. 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. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Projeto, análise e otimização na área das engenharias

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Vanessa Mottin de Oliveira Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Henrique Ajuz Holzmann

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P964 Projeto, análise e otimização na área das engenharias /
Organizador Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta Grossa -
PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-696-6

DOI 10.22533/at.ed.966210601

1. Engenharia. I. Holzmann, Henrique Ajuz
(Organizador). II. Título.

CDD 620

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

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.

APRESENTAÇÃO

Um dos grandes desafios enfrentados atualmente pelos engenheiros nos mais diversos ramos do conhecimento, é de saber ser multidisciplinar, aliando conceitos de diversas áreas. Hoje exige-se que os profissionais saibam transitar entres os conceitos e práticas, tendo um viés humano e técnico.

Neste sentido este livro traz capítulos ligados a teoria e prática em um caráter multidisciplinar, apresentando de maneira clara e lógica conceitos pertinentes aos profissionais das mais diversas áreas do saber.

Apresenta temas relacionados a área de engenharia mecânica e materiais, dando um viés onde se faz necessária a melhoria continua em processos, projetos e na gestão geral no setor fabril. Destaca-se ainda a apresentação das áreas da engenharia e elétrica e eletrônica, com a busca da redução de custos e automação de processos.

Da ênfase em alguns trabalhos voltados a realizar um levantamento econômico dos de processos e o estudo das áreas térmicas.

De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais.

Aos autores, agradeço pela confiança e espírito de parceria.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ESTUDO E IMPLEMENTAÇÃO DE MICROCONTROLADORES NA AUTOMAÇÃO DE SHOPPING CENTER

Rafael Jacinto dos Santos
Guilherme Henrique Ferreira Neves
Luiz Felipe Costa Rosa
Washington Junio Ferreira Resende

DOI 10.22533/at.ed.9662106011

CAPÍTULO 2..... 8

ANÁLISE DE DESEMPENHO DOS INVERSORES DE TRÊS NÍVEIS NPC E PONTE H

Kennedy Ricardo da Silva
Abinadabe Silva Andrade

DOI 10.22533/at.ed.9662106012

CAPÍTULO 3..... 20

VIABILIDADE DE SUBSTITUIÇÃO DE LUMINÁRIAS CONVENCIONAIS POR LUMINÁRIAS LED NO SETOR INDUSTRIAL

Bruno Sousa de Castro
Antonio Manoel Batista da Silva

DOI 10.22533/at.ed.9662106013

CAPÍTULO 4..... 34

PROJETO PARA ELABORAÇÃO DE UMA PEN PLOTTER

Rafael Ferreira da Silva
Welton Abreu Rosa
Luciana Paro Scarin Freitas
Jorge Luis Ribeiro dos Santos Júnior
Luís Henrique Chouay Dall’Agnese
Grégori da Cruz Balestra

DOI 10.22533/at.ed.9662106014

CAPÍTULO 5..... 40

DEPRECIAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS USANDO OS MÉTODOS LINHA, COLE, PERCENTAGEM CONSTANTE E CAIRES

Adalberto Gomes de Miranda
Jonhunny Jeyson da Costa Gandra
Adailza Aparício de Miranda
Steven Frederick Durrant
José Costa de Macêdo Neto
Adailson Aparício de Miranda

DOI 10.22533/at.ed.9662106015

CAPÍTULO 6..... 56

ANÁLISE DOS IMPACTOS GERADOS PELA FALTA DE COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS NO CUSTO DA EXECUÇÃO DE UMA CRECHE TIPO 1 PADRÃO FNDE EM

CARUARU-PE

Matheus Henrique Pacheco Bezerra
Maria Victória Leal de Almeida Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.9662106016

CAPÍTULO 7..... 70

ESTIMAÇÃO E AVALIAÇÃO DE DIFERENTES AGENTES ARRASTADORES NA MISTURA AZEOTRÓPICA ÁGUA/1-PROPANOL POR MEIO DO XSEOS

Erich Potrich
Larissa Souza Amaral

DOI 10.22533/at.ed.9662106017

CAPÍTULO 8..... 78

PROJETO DE ELEMENTOS FINITOS: FLEXÃO EM BARRAS COM DIFERENTES MATERIAIS

Gabriel Brandão Santos
Gleudson Silva Figueiredo
Jullyane Milena Silva de Figueiredo

DOI 10.22533/at.ed.9662106018

CAPÍTULO 9..... 93

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DE COMPÓSITO DE MATRIZ DE GESSO REFORÇADO COM CAPIM

Diogo Antonio Correa Gomes
Eduardo Hélio de Novais Miranda
Gustavo Monteiro Costa Sbampato Resende
Henrique Andrade Alvarenga Barbosa
Márcia Aparecida Imaculada de Oliveira
Mariane Duarte Resende
Thaiane Oliveira Marcelino

DOI 10.22533/at.ed.9662106019

CAPÍTULO 10..... 100

PROJETO DO SISTEMA DE TRANSMISSÃO MECÂNICA DE UM GUINCHO DE IÇAMENTO PARA LOCOMOÇÃO DE CARGAS

Antonio Rodrigues Freitas de Carvalho
Diógenes Linard Aquino Freitas
Eduardo Ataíde de Oliveira
Jardielson José da Costa Almeida
Lucas Filipe de Vasconcelos

DOI 10.22533/at.ed.96621060110

CAPÍTULO 11..... 113

PROJETO E CONSTRUÇÃO DE REFRIGERADOR PORTÁTIL BASEADO NO EFEITO PELTIER

Bruno Almeida Miranda Silva
Vitor Alves Pimenta
Maksym Ziberov

DOI 10.22533/at.ed.96621060111

CAPÍTULO 12..... 124

PROPOSTA DE INVESTIGAÇÃO EXPERIMENTAL DO DESEMPENHO TERMO-HIDRÁULICO DE NANOFLUIDOS NA REFRIGERAÇÃO DE REATORES NUCLEARES À ÁGUA LEVE

Alexandre Melo de Oliveira
Amir Zacarias Mesquita
Isabela Carolina Reis

DOI 10.22533/at.ed.96621060112

CAPÍTULO 13..... 131

SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DO ESCOAMENTO DE AR EM DIFUSORES PARA APLICAÇÃO NA GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA

Silmara Bispo dos Santos
Rodrigo Sabino Pereira
Francisco Carlos Lima de Souza
Keteri Poliane Moraes de Oliveira
Edson Godoy

DOI 10.22533/at.ed.96621060113

CAPÍTULO 14..... 144

FATORES DE EQUILÍBRIO E DOSES EM MINAS SUBTERRÂNEAS BRASILEIRAS

Talita de Oliveira Santos
Zildete Rocha
Paulo Cruz
Vandir de Azevedo Gouvea
Flávia Luiza Soares Borges
João Batista de Siqueira
Laura Cardoso Takahashi

DOI 10.22533/at.ed.96621060114

CAPÍTULO 15..... 152

PHYSICAL DISTRIBUTION AND RADIOLOGICAL CONTRAST OF CEMENTS IMPLANTED *IN VITRO* VERTEBRAE

Carlos Julio Montañó Valencia
Sonia Seger Pereira Mercedes
Luciana Batista Nogueira
Tarcísio Passos Ribeiro de Campos

DOI 10.22533/at.ed.96621060115

CAPÍTULO 16..... 160

PROJETO DE UM PADRÃO UNIVERSAL DE BAIXO CUSTO PARA CALIBRAÇÃO DE EQUIPAMENTOS E INSPEÇÃO DE SOLDAGEM

Monalisa Pereira Silva
Maksym Ziberov

DOI 10.22533/at.ed.96621060116

SOBRE O ORGANIZADOR.....	170
ÍNDICE REMISSIVO.....	171

ESTIMAÇÃO E AVALIAÇÃO DE DIFERENTES AGENTES ARRASTADORES NA MISTURA AZEOTRÓPICA ÁGUA/1-PROPANOL POR MEIO DO XSEOS

Data de aceite: 04/01/2021

Erich Potrich

Universidade do Estado do Amapá (UEAP)
Macapá – AP

Larissa Souza Amaral

Universidade de São Paulo (USP)
São Carlos – SP
<http://lattes.cnpq.br/2125269475429446>
<https://orcid.org/0000-0003-3796-0032>

RESUMO: Azeotropia é um problema recorrente na indústria para a obtenção de substâncias mais puras e/ou concentradas. A mistura líquido-líquido binária de água e 1-propanol apresenta um ponto de azeotropia quando a mistura contém cerca de 42% molar de 1-propanol à 1 atm. Uma maneira de contornar esse problema é a adição de um agente arrastador que altera as interações moleculares e muda o azeótropo. Este trabalho avalia os efeitos de 24 diferentes compostos arrastadores na mistura água e 1-propanol quanto ao rendimento da destilação. A adição de um arrastador na mistura possibilita uma separação mais eficiente, principalmente se formar um ponto de azeotropia heterogênea ternária. O efeito desse arrastador foi determinado pelo método de contribuição de grupos UNIFAC, utilizando-se da abordagem computacional do XSEOS.

PALAVRAS-CHAVE: Arrastador, Azeotropia, Equilíbrio Líquido-Líquido, Mistura água/1-propanol, XSEOS.

ABSTRACT: Azeotropy is a recurring problem

in the industry for obtaining purer and/or concentrated substances. The binary liquid-liquid mixture of water and 1-propanol shows an azeotropy point when the mixture contains about 42 % molar of 1-propanol at 1 atm. One way around this problem is to add an entraining agent that alters molecular interactions and changes the azeotrope. This work evaluates the effects of 24 different entraining compounds in the water and 1-propanol mixture in terms of distillation yield. The addition of an entrainer in the mixture allows for a more efficient separation, especially if a heterogeneous ternary azeotropy point is formed. The effect of this entrainer was determined by the UNIFAC group contribution method, using the XSEOS computational approach.

KEYWORDS: Entrainer, Azeotropy, Liquid-Liquid Equilibrium, Water/1-propanol mixture, XSEOS.

INTRODUÇÃO

Destilação azeotrópica heterogênea é um processo largamente praticado para a desidratação de uma vasta gama de materiais, incluindo ácido acético, clorofórmio, etanol, e muitos álcoois superiores. Segundo Benedict e Rubin (1945), o princípio da destilação azeotrópica consiste em adicionar uma nova substância (arrastador) a uma mistura, de maneira a aumentar a volatilidade relativa dos dois componentes-chaves e tornar, assim, relativamente fácil a separação. A substância adicionada forma um azeótropo com um ou mais dos constituintes da mistura e, em

consequência, está presente na maioria dos pratos da coluna em concentração apreciável.

Dadas as não idealidades, a divisão de fases, os limites de destilação presentes, e à possível existência de múltiplos estados estacionários em tal sistema, colunas como estas podem ser extremamente difíceis para simular e para operar. Uma abordagem computacional para o problema pode poupar muitas dores de cabeça (TAYLOR e KRISHNA, 2000).

Dentre das várias abordagens computacionais possíveis, destaca-se o XSEOS, devido ao seu baixo gasto computacional e sua fácil instalação. O XSEOS é um add-in gratuito para Excel para o cálculo de propriedades termodinâmicas. Com mais de 22.000 linhas de comando, cobre várias áreas da Termodinâmica da Engenharia Química. A sua utilização e funcionamento foi descrito por Castier (2008).

Dos vários modelos termodinâmicos que o XSEOS calcula, o UNIFAC é um dos métodos mais utilizados. O método UNIFAC supõe que a mistura líquida é uma solução das unidades estruturais (denominadas grupos e subgrupos) que constituem as moléculas em vez de considerá-las como uma mistura das próprias moléculas. Desta maneira, as propriedades de uma mistura podem ser representadas pela soma das contribuições individuais de cada um dos grupos que compõem a mesma (DONG *et al.*, 2020).

MATERIAIS E MÉTODOS

Um ponto de azeotropia ocorre quando a fração molar da fase líquida (X_i) é igual a fração molar da fase vapor (Y_i). O equilíbrio líquido-vapor da mistura 1-propanol e água, inclusive seu ponto de azeotropia, está representado na Figura 1. Um esquema de separação por coluna destilação e decantadores entre água e 1-propanol por meio do arrastador éter di-isopropílico está representado na Figura 2.

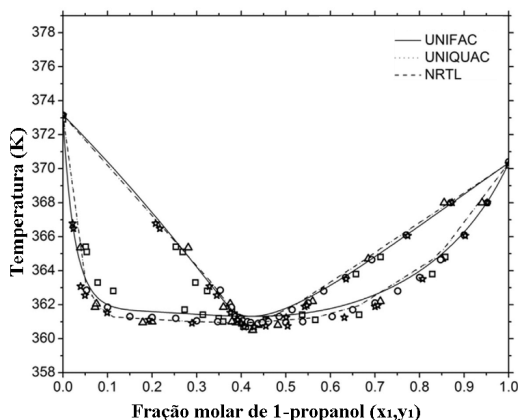


Figura 1. Equilíbrio líquido-vapor da mistura 1-propanol e água à 1 atm.

Fonte: Adaptado de Devi *et al.* (2017).

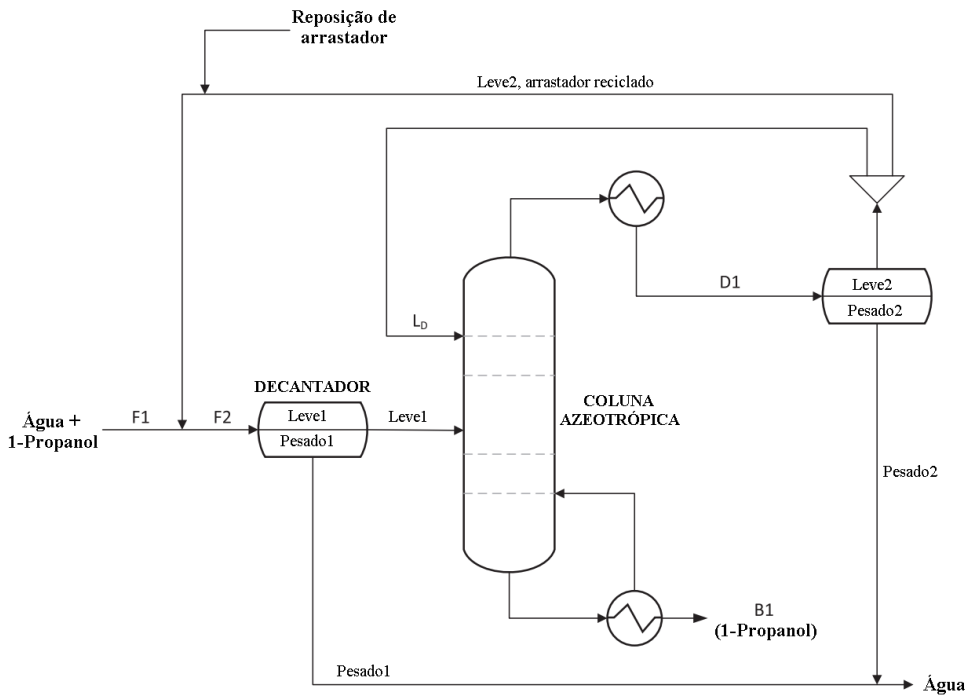


Figura 2. Sequência geral de destilação azeotrópica da mistura água/1-propanol com separação com o auxílio do arrastador éter di-isopropílico.

Fonte: Adaptado de Pla-Franco *et al.* (2019).

No caso de um azeótropo heterogêneo, duas fases líquidas ocorrem. As frações molares das fases líquidas devem estar relacionadas com a fração molar geral da fase líquida de acordo com o seguinte balanço de conservação de mols:

$$X_i \cdot Ml = x_i^{alfa} \cdot Ml^{alfa} + x_i^{beta} \cdot Ml^{beta} \quad (1)$$

e

$$Ml = Ml^{alfa} + Ml^{beta} \quad (2)$$

Onde: Ml é o número de mols total das fases líquidas, x_i^{alfa} é a fração molar de i na fase líquida alfa, Ml^{alfa} é o número de mols da fase alfa, x_i^{beta} é a fração molar de i na fase beta e Ml^{beta} é o número de mols da fase beta.

No azeótropo heterogêneo, as fases líquidas estão em equilíbrio entre si e também com a fase vapor, logo as seguintes condições devem ser satisfeitas:

$$y_i \cdot P = x_i^{alfa} \cdot \gamma_i^{alfa} \cdot P_i^{sat} = x_i^{beta} \cdot \gamma_i^{beta} \cdot P_i^{sat} \quad (3)$$

Onde: P é a pressão total do sistema, γ_i^{alfa} é o coeficiente de atividade de i na fase líquida alfa, P_i^{sat} é a pressão de saturação e i na temperatura do sistema e γ_i^{beta} é o coeficiente de atividade de i na fase líquida beta. Os coeficientes de atividade foram calculados utilizando o modelo UNIFAC. As pressões de saturação foram calculadas de acordo com as equações presentes no software DIADEM.

$$P_{sat} = \exp\left(A + \frac{B}{T} + C \cdot \ln T + DT^E\right) \quad (4)$$

Onde a temperatura (T) é dada em Kelvin (K) e P_{sat} é dada em Pascal (Pa). As constantes A , B , C , D e E variam para cada substância e foram retiradas da base de dados do DIADEM.

Para que todas as condições citadas acima fossem satisfeitas, a minimização da seguinte função objetivo foi realizada no programa Excel para Windows, utilizando a ferramenta "Solver":

$$FO = Erro1 + Erro2 + Erro3 \quad (5)$$

Sendo:

$$Erro1 = \sum_{i=1}^{NC} (X_i - y_i)^2 \quad (6)$$

$$Erro2 = \sum_{i=1}^{NC} \left(X_i \cdot Ml - (x_i^{alfa} \cdot Ml^{alfa} + x_i^{beta} \cdot Ml^{beta}) \right)^2 \quad (7)$$

$$Erro3 = \sum_{i=1}^{NC} \left(x_i^{alfa} \cdot \gamma_i^{alfa} - x_i^{beta} \cdot \gamma_i^{beta} \right)^2 \quad (8)$$

Onde FO é a função objetivo, Erro1 é o erro associado à condição de azeotropia, Erro2 é o erro associado a condição de conservação de número de moles das fases líquidas e Erro3 é o erro associado à condição de equilíbrio entre as duas fases líquidas.

Durante o processo de minimização, as frações molares gerais da fase líquida, as frações molares de cada fase líquida, o número de mols da fase alfa, e a temperatura do sistema foram considerados as variáveis de decisão (ou seja, foram as variáveis ajustadas para minimizar a função objetivo). As frações molares da fase vapor e o número de mols da fase líquida beta foram calculados da seguinte forma:

$$y_i = \frac{x_i^{alfa} \cdot \gamma_i^{alfa} \cdot P_i^{sat}}{P} \quad (9)$$

$$Ml^{beta} = 1 - Ml^{alfa} \quad (10)$$

O valor de 1 na equação acima foi a base de cálculo escolhida para o número total

de moles nas fases líquidas.

É necessário, primeiramente, o teste da metodologia em vários equilíbrios azeotropos ternários, os dados encontrados na literatura foram do equilíbrio água-propanol-arrastador. Na Tabela 1 temos os dados retirados de Dimian *et al.* (2004) para 11 diferentes arrastadores.

Arrastador	Azeótropo heterogêneo ternário			Temperatura do azeótropo (°C)
	Água	1-Propanol	Arrastador	
Hexano	0,1900	0,0940	0,7160	59,23
Heptano	0,3810	0,2100	0,4090	75,30
Octano	0,4850	0,2910	0,2240	81,40
Nonano	0,5655	0,3170	0,1175	85,40
2,2,4-trimetilpentano	0,4400	0,2080	0,3520	73,89
1-hexeno	0,0570	0,1530	0,7900	57,07
1-hepteno	0,3330	0,1910	0,4760	73,34
1-octeno	0,4610	0,2880	0,2510	81,57
Ciclohexano	0,2936	0,1036	0,6028	66,55
Ciclohexeno	0,2890	0,1150	0,5960	68,50
1,3-Ciclo-hexadieno	0,2730	0,1040	0,6230	67,75

Tabela 1. Dados experimentais retidos da literatura das frações molares dos equilíbrios ternários Água+1-Propanol+Arrastador.

Fonte: Baseado em Dimian *et al.* (2004).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 2 é apresentado os dados calculados utilizando-se do XSEOS para os mesmos 11 arrastadores da Tabela 1.

Arrastador	Azeótropo heterogêneo ternário (% Erro)			Temperatura do azeótropo (°C)
	Água	1-Propanol	Arrastador	
Hexano	0,1873 (1,42%)	0,1008 (7,23%)	0,7119 (0,57%)	59,92 (1,16%)
Heptano	0,3584 (5,93%)	0,2015 (4,05%)	0,4400 (7,58%)	74,65 (0,86%)
Octano	0,4805 (0,93%)	0,2886 (0,82%)	0,2308 (3,04%)	82,11 (0,87%)
Nonano	0,5449 (3,64%)	0,3440 (8,52%)	0,1111 (5,45%)	85,59 (0,22%)

2,2,4-trimetilpentano	0,3543 (19,48%)	0,2063 (0,82%)	0,4394 (24,83%)	74,53 (0,87%)
1-hexeno	0,1662 (191,58%)	0,0826 (46,01%)	0,7512 (4,91%)	57,00 (0,12%)
1-hepteno	0,3393 (1,89%)	0,1872 (1,99%)	0,4735 (0,53%)	73,26 (0,11%)
1-octeno	0,4704 (2,04%)	0,2768 (3,89%)	0,2528 (0,72%)	81,45 (0,15%)
Ciclohexano	0,2566 (12,60%)	0,1343 (29,63%)	0,6091 (1,05%)	66,72 (0,26%)
Ciclohexeno	0,2746 (4,98%)	0,1400 (21,74%)	0,5853 (1,80%)	68,15 (0,51%)
1,3-Ciclo-hexadieno	0,2634 (3,52%)	0,1328 (27,69%)	0,6038 (3,08%)	67,16 (0,87%)
Média ± DP	22,55±56,34	13,85±15,12	4,87±7,01	0,55±0,39

Tabela 2. Valores calculados pelo XSEOS das frações molares dos equilíbrios ternários Água+1-Propanol+Arrastador.

Com base nos dados da Tabela 1, foi calculado o erro relativo de cada mistura ternária na Tabela 2, em que os valores dos erros estão entre parênteses. Além disso, calculou-se o desvio padrão (DP) dos erros. Apesar do 1-hexeno apresentar um alto erro relativo, ele apresenta um baixo erro absoluto. Além de que essa porcentagem mais elevada de erro se deve por o valor real se aproximar de zero, sendo que todo denominador que tende o valor para zero faz elevar o valor da divisão. Devido aos baixos valores dos erros, comprovou-se a eficiência da metodologia.

Estimou-se os valores das composições globais e a temperatura do ponto azeotrópico para 24 diferentes arrastadores alcanos e alcenos, determinando se há ou não azeotropia e qual seria o tipo, se binária ou ternária. Os valores estimados estão na tabela 3.

Arrastador	Azeótropo heterogêneo ternário			Temperatura do azeótropo (°C)	Tipo de Azeotropia
	Água	1-Propanol	Arrastador		
Etano	0,0001	0,0002	0,9998	-88,63	Nenhuma
Propano	0,0003	0,0003	0,9994	-41,96	Nenhuma
Butano	0,0003	0,0003	0,9994	-0,25	Nenhuma
Isobutano	0,0035	0,0022	0,9943	-11,70	Nenhuma
Pentano	0,0538	0,0228	0,9234	34,62	Ternária
Isopentano	0,0432	0,0136	0,9432	26,73	Ternária
2-metilpentano	0,3166	0,0003	0,6832	44,50	Binária
3-metilpentano	0,3340	0,0003	0,6657	46,07	Binária

2-metilhexano	0,4892	0,0000	0,5108	58,52	Binária
3-metilhexano	0,4980	0,0000	0,5020	59,29	Binária
Decano	0,7893	0,0000	0,2107	80,35	Binária
1-propeno	0,0006	0,0002	0,9992	-47,59	Nenhuma
1-buteno	0,0145	0,0002	0,9853	-6,39	Binária
1-penteno	0,1342	0,0003	0,8656	26,70	Binária
1-noneno	0,7308	0,0004	0,2688	76,72	Binária
1-deceno	0,9819	0,0003	0,0178	60,75	Binária
Ciclopropano	0,0005	0,0003	0,9991	-32,66	Nenhuma
Ciclobutano	0,0146	0,0048	0,9806	12,44	Binária
Ciclopentano	0,0967	0,0423	0,8610	45,72	Ternária
Cicloheptano	0,0000	0,6362	0,3638	92,09	Binária
Ciclooctano	0,0060	0,8899	0,1041	97,02	Binária
Ciclopenteno	0,0822	0,0319	0,8859	42,04	Ternária
Ciclohepteno	0,4445	0,2524	0,3031	79,93	Ternária
Cicloocteno	0,5779	0,4215	0,0005	88,24	Binária

Tabela 3. Valores estimados via XSEOS das frações molares dos equilíbrios ternários Água+1-Propanol+Arrastador.

Na Tabela 3 pode-se ver que dos 24 arrastadores: 6 não apresentam nenhuma azeotropia, 13 apresentam azeotropia binária e 5 apresentam azeotropia ternária.

CONCLUSÕES

A ferramenta XSEOS se mostra de fácil implementação e de baixa demanda computacional. Além disso, a metodologia aqui empregada se mostrou uma ferramenta útil na estimativa de equilíbrios azeotrópicos não disponíveis na literatura ou de difícil obtenção experimental, devido a ser uma ferramenta gratuita e os seus resultados serem próximos dos da literatura.

REFERÊNCIAS

BENEDICT, M.; RUBIN, L.C. **Extractive and azeotropic distillation**. Transactions of the American Institute of Chemical Engineers, v. 41 p. 353, 1945.

CASTIER, M. **XSEOS: an Open Software for Chemical Engineering Thermodynamics**. Chemical Engineering Education, v. 42(2), p. 74-81, 2008.

DEVI, V.K.P.J.; SAI, P.S.T.; BALAKRISHNAN, A.R. **Heterogeneous azeotropic distillation for the separation of n-propanol + water mixture using n-propyl acetate as entrainer.** Fluid Phase Equilibria, v. 447, p. 1-11, 2017.

DIMIAN, A.C.; OMOTA, F.; BLIEK, A. **Entrainer-Enhanced Reactive Distillation.** Chemical Engineering and Processing, v. 43, p. 411-420, 2004.

DONG, Y.; GUO, Y.; ZHU, R.; ZHANG, J.; LEI, Z. **UNIFAC Model for Ionic Liquids. 2. Revision and Extension.** Industrial & Engineering Chemistry Research, v. 59, p. 10172-10184, 2020.

PLA-FRANCO, J.; LLADOSA, E.; LORAS, S.; MONTÓN, J.B. **Azeotropic distillation for 1-propanol dehydration with diisopropyl ether as entrainer: Equilibrium data and process simulation.** Separation and Purification Technology, v. 212, p. 692-698, 2019

TAYLOR, R.; KRISHNA, R. **Review: modelling reactive distillation.** Chemical Engineering Science, v.55, p.5183-5229, 2000.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ansys 78, 79, 86, 91, 92, 135

Arduino 1, 2, 3, 7, 37

Arrastador 70, 71, 72, 74, 75, 76

Automação 1, 2, 6, 7, 35

Azeotropia 70, 71, 73, 75, 76

B

Barras 36, 78, 79, 83

Bim 56, 57, 58, 68, 69

C

Calibração 160, 161, 162, 167, 168, 169

Cimento ósseo 152

CNC 34, 35, 39

Contraste radiológico 152

Custos 6, 28, 30, 31, 32, 57, 134, 139, 168

D

Depreciação 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 52, 53, 54, 55

Difusores 131, 132, 134, 138, 139

Dinâmica dos fluidos 132

E

Eficiência 8, 10, 13, 15, 18, 19, 21, 23, 75, 92, 114, 118, 119, 121, 124, 125, 131

Elementos finitos 78, 79, 90, 91

Equilíbrio 9, 10, 70, 71, 72, 73, 74, 80, 82, 104, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150

Equipamentos 2, 8, 36, 40, 41, 42, 43, 44, 46, 47, 48, 50, 53, 54, 55, 57, 100, 101, 105, 112, 114, 122, 125, 160, 161, 162, 168

F

Fator de equilíbrio 144, 145, 146, 147, 148, 149

Fibras vegetais 94

Flexão 78, 79, 80, 81, 82, 83, 93, 94, 97, 98, 100, 105, 109, 110, 111

Flexão estática 93, 94, 97, 98

G

Guincho 100, 101

H

Hidroxiapatita 152

I

Iluminação 1, 2, 4, 6, 20, 21, 26, 28, 30, 31, 32, 33

Incompatibilidade 56, 57, 61, 62, 63, 68

Industrial 7, 18, 19, 20, 21, 23, 32, 33, 77, 113, 143

Inspeção de solda 160, 167

Inversor multinível 8, 10

L

Led 20, 21, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33

M

Máquinas 34, 35, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 46, 47, 48, 50, 53, 54, 55, 100, 101, 111, 112

Métodos de avaliações 41

Mistura 70, 71, 72, 75, 147

O

Obra pública 56, 57

P

Peltier 113, 114, 122, 123

PenPlotter 34, 35, 38, 39

Periférico 1

Potência eólica 132, 133, 138, 139

Precisão 34, 35, 78, 79, 92, 96, 120

Projeto 2, 6, 25, 26, 28, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 56, 57, 58, 61, 63, 64, 68, 78, 97, 98, 100, 101, 102, 103, 105, 106, 107, 108, 109, 111, 112, 113, 115, 116, 118, 121, 123, 134, 147, 160, 161, 162, 163, 167, 168, 169

Prototipagem 3D 113

Q

Qualidade de energia 8, 10, 13

S

Sistema 1, 2, 4, 5, 6, 21, 22, 35, 37, 39, 58, 65, 66, 68, 71, 73, 80, 87, 94, 100, 101, 102, 103, 105, 106, 107, 108, 112, 114, 115, 116, 120, 121, 133, 149, 152, 169

Sistema de transmissão 100, 102, 103, 112

Soldagem 160, 162, 164, 165, 167, 168, 169, 170

Sustentabilidade 8, 21, 94

T

Transferência de calor 113, 123, 124, 125, 126, 127, 128

V

Valor residual 40, 42, 43, 44, 53, 55

Viabilidade 20, 21, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 128, 131, 169

X

XSEOS 70, 71, 74, 75, 76

Projeto, Análise e Otimização na Área das Engenharias

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Projeto, Análise e Otimização na Área das Engenharias

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 