



JOÃO DALLAMUTA
HENRIQUE AJUZ HOLZMANN
RENNAN OTAVIO KANASHIRO
(ORGANIZADORES)

AMPLIAÇÃO E APROFUNDAMENTO DE CONHECIMENTOS NAS ÁREAS DAS ENGENHARIAS 2


Ano 2020



JOÃO DALLAMUTA
HENRIQUE AJUZ HOLZMANN
RENNAN OTAVIO KANASHIRO
(ORGANIZADORES)

AMPLIAÇÃO E APROFUNDAMENTO DE CONHECIMENTOS NAS ÁREAS DAS ENGENHARIAS 2

 **Atena**
Editora
Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 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 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, 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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
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 Internazionele 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 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^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 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. 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. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
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

Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
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. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
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. 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
Profª 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
Profª Drª 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
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. Lillian 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. 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. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
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
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

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Luiza Alves Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Rennan Otavio Kanashiro

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

A526 Ampliação e aprofundamento de conhecimentos nas áreas das engenharias 2 [recurso eletrônico] / Organizadores João Dallamuta, Henrique Ajuz Holzmann, Rennan Otavio Kanashiro. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-388-0

DOI 10.22533/at.ed.880202209

1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 2. Inovações tecnológicas. I. Dallamuta, João. II. Holzmann, Henrique Ajuz. III. Kanashiro, Rennan Otavio.

CDD 620

Elaborado por Maurício Amormino Júnior | CRB6/2422

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Caro(a) leitor(a)

Como definir a engenharia? Por uma ótica puramente etimológica, ela é derivada do latim *ingenium*, cujo significado é “inteligência” e *ingeniare*, que significa “inventar, conceber”.

A inteligência de conceber define o engenheiro. Fácil perceber que aqueles cujo ofício está associado a inteligência de conceber, dependem umbilicalmente da tecnologia e a multidisciplinaridade.

Nela reunimos várias contribuições de trabalhos em áreas variadas da engenharia e tecnologia. Ligados sobretudo a indústria petroquímica com potencial de impacto nas engenharias. Aos autores dos diversos trabalhos que compõe esta obra, expressamos o nosso agradecimento pela submissão de suas pesquisas junto a Atena Editora. Aos leitores, desejamos que esta obra possa colaborar no constante aprendizado que a profissão nos impõe.

Boa leitura!

João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Rennan Otavio Kanashiro

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

MUDANÇA NA CULTURA DE PREVENÇÃO A INCÊNDIO EM INSTITUIÇÕES PÚBLICAS

Myrna da Cunha

Alexandre Martinez dos Santos

João Terêncio Dias

Maryêva Paulino Vieira

Bernardo Manhães Cantuaria Moura

DOI 10.22533/at.ed.8802022091

CAPÍTULO 2..... 15

COMPARAÇÃO DOS MODELOS DE RECEPTORES GNSS DE CÓDIGO C/A PARA LEVANTAMENTOS GEODÉSICOS

Marco Ivan Rodrigues Sampaio

Fernando Luis Hillebrand

Alan Diniz Bernardi

Aldemir Eduardo Martins Ulrich

João Fernando Zamberlan

Cristiano Niederauer da Rosa

Janisson Batista de Jesus

DOI 10.22533/at.ed.8802022092

CAPÍTULO 3..... 24

ESTUDO DOS PARÂMETROS NA SOLDAGEM POR RESISTÊNCIA ELÉTRICA DE COMPÓSITO PEI/FIBRA DE VIDRO POR PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

Ana Beatriz Ramos Moreira Abrahão

Edson Cocchieri Botelho

Michelle Leali Costa

Jonas Frank Reis

Luis Felipe Barbosa Marques

Tuane Stefania Reis dos Santos

Rafael Rezende Lucas

Marcos Paulo Souza Ribeiro

Isabela Luiza Rodrigues Cintra

Rodolfo de Oliveira Rodrigues

Joana Toledo Guimarães

Natali Oliveira Martins da Silva

Vinícius David Franco Barboza

DOI 10.22533/at.ed.8802022093

CAPÍTULO 4..... 38

REDESENHO/MELHORIA DE PROCESSOS: ANÁLISE E COMPARAÇÃO DE DUAS METODOLOGIAS

João Francisco da Fontoura Vieira

Danhuri Ritter Jelinek

DOI 10.22533/at.ed.8802022094

CAPÍTULO 5	44
ESTUDO DO NÍVEL DE CONTAMINAÇÃO DO ÓLEO LUBRIFICANTE COM ÁGUA EM BOMBAS CENTRÍFUGAS	
Miriam Ribeiro Cabreira	
Durval João de Barba Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.8802022095	
CAPÍTULO 6	59
MODELAGEM E SIMULAÇÃO DA EXTRAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE CITRONELA UTILIZANDO CO₂ SUPERCRÍTICO E MODELO DE SOVOVÁ	
Wesley de Souza Rodrigues	
Carlos Minoru Nascimento Yoshioka	
Ana Beatriz Neves Brito	
DOI 10.22533/at.ed.8802022096	
CAPÍTULO 7	70
COMPARTILHANDO CONHECIMENTOS: A BIOCLIMATOLOGIA E A PRODUÇÃO ANIMAL	
Diego Gomes de Sousa	
Tiago Gonçalves Pereira Araújo	
Levi Wallace Sousa de Lima	
José Walber Farias Gouveia	
Marthynna Diniz Arruda	
Brendo Júnior Pereira Farias	
Agenor Correia de Lima Junior	
Rômulo Augusto Ventura da Silva	
Ely Félix de Sá Carneiro	
João Victor Inácio dos Santos	
Ana Cristina Chacon Lisboa	
José Lucas Jácome de Moura	
DOI 10.22533/at.ed.8802022097	
CAPÍTULO 8	80
TRANSFERÊNCIA DE CALOR ATRAVÉS DE PAINÉIS AGLOMERADOS DE BAGAÇO DE CANA, PINUS E EUCALIPTO	
Roberto Luiz de Azevedo	
Edson Rubens da Silva Leite	
Rafael Sidney Orfão	
Rafael Farinassi Mendes	
Renato Alexandre Oliveira Cândido	
DOI 10.22533/at.ed.8802022098	
CAPÍTULO 9	87
FLUIDOS DE PERFURAÇÃO A BASE DE RESÍDUO DE AÇÁI E GOMA XANTANA	
Alex da Silva Sirqueira	
Mônica Cristina Celestino dos Santos	
Aline Muniz Lima	

Patricia Reis Pinto
Hugo Cavalcante Peixoto
DOI 10.22533/at.ed.8802022099

CAPÍTULO 10..... 94

LICOR PIROLENHOSO DE EUCALIPTO NA PRODUÇÃO DE RÚCULA

Diana de Oliveira Simionato
Josi Carla Martins Fernandes
Ana Luisa Granado Potinatti Alves
Marcelo Rodrigo Alves
Janardelly Gomes De Souza

DOI 10.22533/at.ed.88020220910

CAPÍTULO 11 105

CLIMATIZADORES EVAPORATIVOS INDIRETOS ECOLÓGICOS E POPULARES PARA REDUÇÃO DO ESTRESSE TÉRMICO EM ORDENHADEIRAS PARA HUMANOS E ANIMAIS

Alexandre Fernandes Santos
Marcelo Luiz Hoffmann
Heraldo José Lopes de Souza
Pedro Dinis Gaspar

DOI 10.22533/at.ed.88020220911

CAPÍTULO 12..... 118

UM ESTUDO DOS EFEITOS DA GEOMETRIA SOBRE OS PARÂMETROS TERMO-FÍSICOS EM PROCESSOS DE SECAGEM DE GENGIBRE

André Macedo Costa
Aluizio Freire da Silva Júnior
Thamires Mabel Queiroz de Oliveira
Geovane Tavares Nogueira
Vera Solange de Oliveira Farias
Jucimeri Ismael de lima
Isaac Ferreira de Lima
Jair Stefanini Pereira de Ataíde
Helymarckson Batista de Azevedo
Marcos Sérgio Florêncio Júnior
Marcos Wagner da Silva Araújo
Raquel Alves de Medeiros

DOI 10.22533/at.ed.88020220912

CAPÍTULO 13..... 131

COMPORTAMENTO DA SECAGEM DE CENOURA (*Daucus carota L.*) EM CAMADA FINA: MODELOS EMPÍRICOS E ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Geovane Tavares Nogueira
Raquel Alves de Medeiros
Francisco Carlos de Medeiros Filho
Maria Tereza Lucena Pereira
Amélia Ruth Nascimento Lima

Vera Solange de Oliveira Farias
Jucimeri Ismael de Lima
Célia Maria Rufino Franco
Aluizio Freire da Silva Júnior
André Macedo Costa
Jair Stefanini Pereira de Ataíde
Ivo Dantas de Araújo

DOI 10.22533/at.ed.88020220913

CAPÍTULO 14..... 145

**ANÁLISE DO POTENCIAL SUSTENTÁVEL DA MADEIRA EMPREGADA NO SISTEMA
WOOD FRAME**

Vinício da Cunha Dóro
Luiz Carlos Souza Guimarães Júnior

DOI 10.22533/at.ed.88020220914

CAPÍTULO 15..... 155

**ENSAIO DE COAGULAÇÃO À pH NATURAL: SEMENTES DE MORINGA OLEÍFERA LAM
E CLORETO FÉRRICO**

Luís Gustavo Marcolan
Mirely Ferreira dos Santos
Bárbara Dani Marques Machado Caetano

DOI 10.22533/at.ed.88020220915

CAPÍTULO 16..... 160

**UTILIZAÇÃO DO BAGAÇO DE MALTE NA ALIMENTAÇÃO HUMANA: REVISÃO
SISTEMÁTICA DA LITERATURA**

Caroline Tombini
Janayne Sander Godoy
Aline Patrícia Ullmann
Gabriel Fante
Josiane Maria Muneron de Mello
Francieli Dalcanton

DOI 10.22533/at.ed.88020220916

CAPÍTULO 17..... 173

APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETO NO DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS

Carolina Lipparelli Morelli
Yanka dos Reis Soares de Moura
Bárbara Carolini Oliveira Ferreira
Francielle Crispim Araújo
Kevinny Chaves Florencio
Lucas Lima Batista
Lizandra Lopes Carrara
Tércio José Lage Ferreira
Kelvin Willie de Carvalho
Aislan Lúcio Valério

DOI 10.22533/at.ed.88020220917

SOBRE OS ORGANIZADORES	189
ÍNDICE REMISSIVO.....	190

CAPÍTULO 6

MODELAGEM E SIMULAÇÃO DA EXTRAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE CITRONELA UTILIZANDO CO₂ SUPERCRÍTICO E MODELO DE SOVOVÁ

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 05/06/2020

Wesley de Souza Rodrigues

Universidade Federal do Espírito Santo
Departamento de Engenharias e Tecnologia
São Mateus-ES
<http://lattes.cnpq.br/1477854715722697>

Carlos Minoru Nascimento Yoshioka

Universidade Federal do Espírito Santo
Departamento de Engenharias e Tecnologia
São Mateus-ES
<http://lattes.cnpq.br/6948945548186089>

Ana Beatriz Neves Brito

Universidade Federal do Espírito Santo
Departamento de Engenharias e Tecnologia
São Mateus-ES
<http://lattes.cnpq.br/3606604113019271>

RESUMO: O óleo essencial de citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) é amplamente utilizado graças às suas propriedades, sendo diversamente utilizado nas indústrias para produção de cosméticos, medicamentos entre outros. A citronela, dentre todos os seus usos é largamente utilizada na produção de repelentes de insetos, graças a sua ação biopesticida. Tal extração se dá através de alguns métodos, sendo a destilação por arraste a vapor a mais utilizada, porém tal processo não é isento de impurezas e reações indesejáveis. Para contornar tal situação, a extração usando fluido supercrítico

(EFS) está crescendo cada vez mais no meio industrial. Tal processo é caracterizado como um que possui uma obtenção de produtos sem resíduos químicos e com um melhor rendimento se comparado aos demais. Este trabalho tem como objetivo, estudar o processo de extração de óleo essencial de citronela com CO₂ (dióxido de carbono), sendo este utilizado como o fluido supercrítico, visando obter uma comparação do mesmo com a extração por arraste a vapor. Tal escolha pelo CO₂ no estado supercrítico, se deve a suas características superiores em comparações aos demais solventes, e entre suas características, pode-se destacar o fato do seu ponto crítico estar em ótimas condições de trabalho, a atoxicidade e não-inflamabilidade do fluido. Para essa simulação do processo em estado supercrítico será utilizado o software MATLAB e o modelo de SOVOVÁ .

PALAVRAS CHAVES: Fluido Supercrítico, Óleo Essencial, Citronela, Simulação.

MODELING AND SIMULATION OF CITRONELLA ESSENTIAL OIL EXTRACTION USING SUPERCRITICAL CO₂ AND SOVOVÁ MODEL

ABSTRACT: The Citronella essential oil (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) is widely used thanks to its properties, being used in various industries for the production of cosmetics, medicines and others. Citronella, among all its uses, is widely used in the production of insect repellents, thanks to its biopesticidal action. Such extraction takes place through some methods, steam distillation being the most used, however, this process is not exempt from impurities and

undesirable reactions. To overcome this situation, extraction using supercritical fluid (EFS) is growing more and more in the industrial environment. Such a process is characterized as one that obtains products without chemical residues and with a better yield compared to the others. This work aims to study the process of extracting essential oil of citronella with CO₂ (carbon dioxide), which is used as the supercritical fluid, aiming to obtain a comparison of it with the extraction by steam dragging. Such choice for CO₂ in the supercritical state, is due to its superior characteristics in comparison to the other solvents, and among its characteristics, it can be highlighted the fact that its critical point is in excellent working conditions, the atoxicity and non-flammability of the fluid. For this simulation of the process in a supercritical state, MATLAB software and SOVOVÁ Model will be used.

KEYWORDS: Supercritical Fluid, Essential Oil, Citronella, Simulation.

1 | INTRODUÇÃO

Os óleos essenciais possuem diversas utilizações no mercado mundial, e são principalmente utilizados em grande escala em indústrias de cosméticos, perfumarias, farmacêuticas e alimentícias. Tal fato se deve as suas propriedades aromáticas e terapêuticas, que agregam alto valor a esses produtos (SPRICIGO, 1998). A pesquisa sobre óleos essenciais no Brasil vem crescendo gradativamente nesses últimos anos, sendo o Brasil um dos quatro maiores produtores de óleos essenciais do mundo, ao lado de Indonésia, Índia e China.

O óleo extraído das folhas de citronela é em média composto principalmente de citronelal (40%) e geraniol (10%) no *Cymbopogon winterianus e geraniol* (20%) e limoneno (10%) no *Cymbopogon nardus*, tal composição diferente também distingue os principais usos de cada espécie (CASTRO *et al*, 2010).

Para a extração dos óleos essenciais, vários métodos são usados para a obtenção desse produto como a destilação a vapor ou arraste a vapor, prensagem a frio, hidrodestilação, cristalização, extração por solventes, enfleurage e por fluidos supercríticos. Destes citados acima, o método mais utilizado para a extração de óleos essenciais é a destilação a vapor. Tal escolha se dá pela simplicidade do processo e baixo custo. Em contrapartida, tal método de extração, tem diversas desvantagem no seu uso como o baixo rendimento na extração, reações de esterificação e hidrólise e elevada temperatura de funcionamento, que podem alterar o produto final (CRAMPTON *et al*, 2012).

Uma alternativa que vem sendo utilizada para corrigir tais desvantagens no processo de extração é a utilização de fluidos supercríticos na extração de óleos essenciais. Além de suprir tais desvantagens, a extração supercrítica é um método seguro e rápido. Como desvantagem do processo, pode-se citar o seu alto custo de operação, fazendo assim com que não seja muito usada na indústria (SPRICIGO, 1998)

Este trabalho tem como objetivo aplicar todo o conceito de fluidos supercríticos e utilizá-lo na simulação da extração de óleo essencial de citronela usando CO₂ em estado supercrítico e com os dados obtidos, comparar com a extração de citronela por arraste a vapor. Podendo assim ver o comportamento e as diferenças entre os dois métodos.

2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo SERAFINI e CASSEL (2001) óleos essenciais são definidos como o material volátil presente em frutos, folhas, flores entre outras partes das plantas. A citronela (Figura 1) é uma planta aromática muito utilizada no Brasil em outros países e é o nome popular dado a duas espécies: *Cymbopogon nardus* e *Cymbopogon Winterianus Jowitt* conhecidas como citronela de Ceilão.

Quanto as suas propriedades físico- químicas (Tabela 1), em comparação com a água tem-se que o óleo de citronela possui uma densidade menor que a da água ($1\text{g}/\text{cm}^3$), o índice de refração é maior que a da água (aproximadamente 1,33) e quanto sua viscosidade o óleo de citronela é mais viscoso que a água.



Figura 1 - *Cymbopogon winterianus* Jowitt. Fonte: AUTOR (2017)

Forma	Fluida
Cor	Amarelo claro
Odor	Característico
Ponto de fulgor	52°C
Densidade	0,875 a 0,895 g/cm ³
Solubilidade	Pouco solúvel em água
Índice de refração	1,4660 a 1,4800
Rotação angular	-10° a + 5°

Tabela 1 - Propriedades Físico – químicas do óleo essencial de citronela.

Adaptado de <http://www.riken.com.br/>

FURTADO *et al* (2005) testou o efeito do óleo de citronela no combate ao mosquito *Aedes Aegypti* causador da Dengue, obtendo um resultado satisfatório pois o mesmo foi

efetivo tanto na proteção contra o mosquito vetor da dengue quanto no combate de suas larvas, obtendo uma mortalidade de 90% num período de 24 horas de exposição.

O processo de extração de óleos essenciais por meio de fluidos supercríticos, vem ganhando um grande destaque nos últimos anos e o fato de ser um método que usa tecnologia limpa, atóxica e não residual, fez com que essa extração seja utilizada principalmente em indústrias alimentícias e farmacêuticas onde o produto deve ter uma qualidade ótima. Os solventes mais utilizados nessa extração são o propano, benzeno, etileno, nitrogênio, óxido nitroso, monoclorofluormetano e dióxido de carbono (RIVAROLA, 2009), esse último citado é o mais utilizado para tal processo.

O processo começa com a preparação do solvente para que assim chegue a fluido supercrítico por ajustes de pressão e temperatura, esse solvente flui para o extrator onde assim solubiliza a matriz sólida das plantas, após a passo solvente é recuperado mediante a variações de pressão separando assim do óleo extraído, o solvente assim pode ser reciclado e ser usado novamente para um novo ciclo de extração, por fim depois de passar pelos ciclos e ter sido totalmente extraído o produto de desejo é coletado no separador (Figura 2).

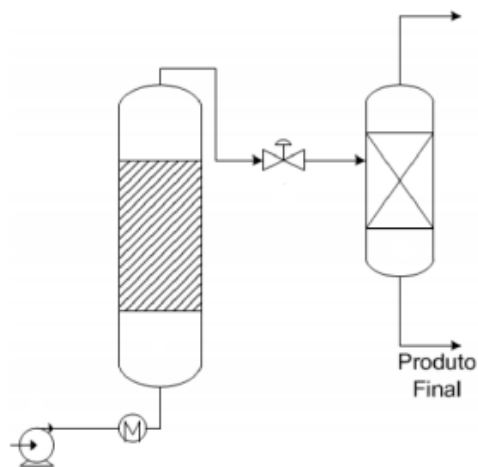


Figura 2 - Desenho esquemático de um processo de extração supercrítica. (Adaptado de DINIZ, 2013).

No processo de extração de óleos essenciais muitas vezes é necessário o acompanhamento minucioso de todo processo, para assim compreender melhor o processo e descobrir se o solvente escolhido consegue extrair boa parte do produto desejado ao final da extração ou se o processo possui um bom rendimento nas condições aplicadas (DINIZ, 2013). O acompanhamento é feito por uma curva de extração, plotada a partir da quantidade de extrato obtido por tempo de extração ou por quantidade de solvente utilizado

na extração. Tal curva é chamada de Curva de Extração Global (OEC, Overall Extraction Curve) e pode ser dividida em três regiões distintas (Figura 3): CER (Constant Extraction Rate), FER (Falling Extraction Rate) e DC (Diffusion Controlled).

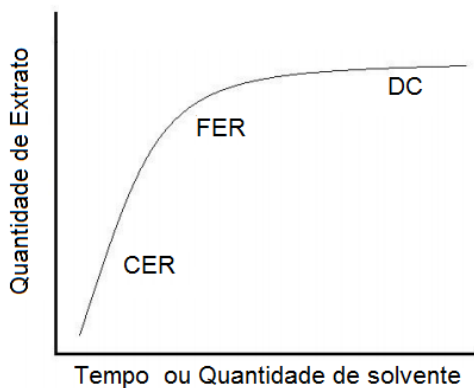


Figura 3 - Curva de extração supercrítica separada pelas suas etapas. Adaptado de BRUNNER (1994).

No início da curva de extração tem-se um período onde a taxa de extração é constante (CER), nessa etapa o soluto de fácil acesso é extraído e tem-se a convecção como o mecanismo de transferência de massa dominante. Ao longo da extração a curva chega em um ponto onde a taxa de extração é decrescente (FER), nessa etapa começa a aparecer falhas do soluto que envolvem superficialmente a matriz tem-se portanto o início do mecanismo de difusão que junto com a convecção atuam nessa etapa (DOGENSKI et al., 2013). Ao fim da curva ocorre o período de difusão controlada (DC) onde a taxa de extração é praticamente nula, nessa etapa a transferência de massa no processo ocorre difusão.

3 | DADOS EXPERIMENTAIS UTILIZADOS

Neste trabalho, serão utilizados os dados obtidos por CASSEL e VARGAS (2006), para analisar e comparar o rendimento da extração por fluido supercrítico com os dados da extração por arraste a vapor encontrados pelo autor. Para essa extração CASSEL e VARGAS (2006) extraiu o óleo de uma amostra de 0,040 Kg, que foi destilada durante 114 min obtendo-se os seguintes valores para essa extração:

Com os valores de volume extraído no processo durante esse tempo, CASSEL e VARGAS, foi possível determinar a massa do óleo extraído através da densidade do óleo que aproximadamente 0,85 g/mL.

No desenvolvimento desse modelo, CASSEL e VARGAS (2006) fizeram algumas considerações tais como: a etapa controladora no processo de transferência de massa era a difusão, a distribuição do óleo essencial era homogênea em toda a folha no início da extração, a lei da Fick da difusão modela o processo difusivo; após o início da extração não há resistência à transferência de massa da superfície da planta para o vapor e a concentração de óleo na fase vapor é muito baixa e, portanto será considerada nula. Obtendo-se então a seguinte equação para o grau de extração do óleo essencial, dado pela Equação 1:

$$e(t) = \frac{m(t)}{m(\infty)} = \frac{\sum_{m=0}^{\infty} \frac{1 - e\left(-\frac{(2m+1)^2 \pi^2 D t}{L^2}\right)}{(2m+1)^2}}{\sum_{m=0}^{\infty} \frac{1}{(2m+1)^2}} \quad (1)$$

Sendo:

D = coeficiente de difusão do óleo na fase sólida

L = espessura da planta

t = tempo

A Tabela 2 apresenta os resultados para a extração do óleo essencial da citronela por arraste a vapor obtidos por CASSEL e VARGAS (2006) utilizando a Equação 1:

t (s)	m (g)	Rendimento
0	0	0
180	0,085	0,002125
360	0,170	0,004250
540	0,340	0,008500
720	0,425	0,010625
990	0,510	0,012750
1260	0,595	0,014875
1530	0,680	0,017000
2160	0,765	0,019125
3960	0,850	0,021250
5400	0,935	0,023375
6840	1,020	0,025500

Tabela 2 - Dados da extração por simulação matemática do óleo de citronela por arraste a vapor por CASSEL e VARGAS (2006)

Com a apresentação desses dados no trabalho então se utilizará a simulação da extração por fluido supercrítico para a comparação com os dados de extração por arraste a vapor encontrados por CASSEL e VARGAS (2006) tanto pelo modelo matemático quanto para a extração experimental.

4 | MODELAGEM MATEMÁTICA

Os modelos matemáticos permitem generalizar os resultados experimentais, logo com um modelo adequado pode-se descrever e analisar o processo de extração por fluido supercrítico com o auxílio de um software específico. Nesse trabalho utilizou o software MATLAB, para a simulação do processo de extração supercrítica da citronela usando o CO₂ utilizando o modelo matemático descrito a seguir.

O modelo de SOVOVÁ (1994) é caracterizado por mostrar o modelo de extração para cada etapa anteriormente mostrada:

$$y(t) = \begin{cases} \dot{Q}_{CO_2} y_r t [1 - \exp(-z)], \text{ para } t < t_{CER} \\ \dot{Q}_{CO_2} y_r [t - t_{CER} \exp(z_w - z)], \text{ para } t_{CER} \leq t < t_{FER} \\ N \left[x_o - \frac{y_r}{W} \ln \left\{ 1 + \left[\exp\left(\frac{W x_o}{y_r}\right) - 1 \right] \exp\left(\frac{W \dot{Q}_{CO_2} x_k}{N x_o} [t_{CER} - t]\right) \right\} \right] \text{ para } t_{FER} \leq t \end{cases} \quad (2)$$

Sendo a primeira equação referente à etapa de taxa de extração constante (CER), a segunda equação referente à etapa de taxa de extração decrescente (FER) e a última equação referente à etapa de difusão controlada (DC).

JOCHMANN (2000) observou a influência do tempo de extração, vazão de solvente, temperatura e pressão de operação na extração supercrítica de oleoresina de calêndula através do modelo de SOVOVÁ (1994).

O modelo é dado inicialmente pelo balanço de massa tanto na fase sólida quanto na fase fluída respectivamente:

$$\frac{dX}{dt} (1 - \varepsilon) = \frac{-J(X, Y)}{\rho_s} \quad (3)$$

$$\frac{\partial Y}{\partial h} = \frac{J(X, Y)}{\rho_f U} \quad (4)$$

Sendo:

ε = Porosidade do leito

$J(X, Y)$ = Taxa de transferência de massa interfacial

ρ_s = Densidade da fase sólida

t = Tempo

X = Razão mássicas de soluto na fase sólida

Y = Razão mássica de soluto na fase fluída

h = Comprimento do leito

ρ_f = Densidade da fase fluída

U = Velocidade superficial do solvente

Foram utilizadas as seguintes condições iniciais e de contornos para a resolução dessa equação diferencial:

$$X(h, t = 0) = X_0 \quad (5)$$

$$Y(h, t = 0) = 0 \quad (6)$$

$$Y(h = 0, t) = 0 \quad (7)$$

Temos portanto que x_0 é a razão mássica inicial do soluto na fase sólida, logo no início da extração todo o soluto encontra-se na fase sólida. Enquanto para a fase fluida não há nenhum soluto em momento algum na extração.

Tratando então cada etapa específica da extração ou seja, observando o comportamento da extração nas três regiões divididas mostradas anteriormente (CER, FER e DC) temos as seguintes equações para cada etapa:

$$\dot{Q}_{CO_2} y_r t [1 - \exp(-z)], p t \quad (8)$$

$$\dot{Q}_{CO_2} y_r [t - t_{CER} \exp(z_w - z)], \text{ para } t_{CER} \leq t < t_{FER} \quad (9)$$

$$N \left[X_0 - \frac{y_r}{W} \ln \left\{ 1 + \left[\exp\left(\frac{W X_0}{y_r}\right) - 1 \right] \exp\left(\frac{W \dot{Q}_{CO_2} x_k}{N x_0}\right) [t_{CER} - t] \right\} \right] \quad (10)$$

Sendo:

Q_{CO_2} = Vazão do solvente.

y_r = Solubilidade.

t = Tempo.

z = Adimensional da superfície de contato do sólido .

t_{CER} = Tempo do período de taxa constante.

z_w = Porção da matéria prima que não contém mais soluto de fácil acesso.

t_{FER} = Tempo do período de taxa decrescente.

N = Massa de sólido inerte.

X_0 = Razão mássica inicial do soluto.

W = Adimensional da difusão.

X_k = Razão mássica do soluto dentro das células.

Para a simulação do modelo proposto por SOVOVÁ (1994) foi considerado que a extração aconteceria com os mesmos 0,040 Kg do experimento de CASSEL e VARGAS (2006) para a extração do óleo essencial de citronela. Para a extração foi considerado que a mesma ocorreu na temperatura de 313 K e pressão de 300 bar. Com isso usou-se os dados obtidos por GALVÃO (2004) mostrados na Tabela 3 a seguir:

Parâmetros	Simbologia	Valor
Solubilidade do óleo	Yr	0,013 g óleo/g CO ₂
Constante de transferência de massa da fase fluida	Z	0,046
Vazão média do solvente	QCO ₂	1,2 g CO ₂ /min
Tempo de extração	t	114 min
Constante de transferência de massa da fase sólida	W	0,0929
Razão Mássica de soluto e da fase inerte	Xo	0,1375 g soluto/ g solido inerte
Massa de Sólido livre	N	40 g
Razão Mássica de soluto dentro da célula e da fase sólida inerte	X _k	0,012 g soluto/ g solido inerte
Porosidade do Leito	□	0,4
Densidade real do CO ₂	□	0,55 g/ cm ³

Tabela 3 – Parâmetros do modelo de extração de SOVOVÁ (1994) usados para a simulação computacional.

5 I RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com os dados acima e as equações do modelo descritas anteriormente e com o auxílio do software de destaque foi possível prever a estrutura da curva de extração supercrítica e a sua comparação com as curva de extração por arraste a vapor, podendo ser vista na Figura 4.

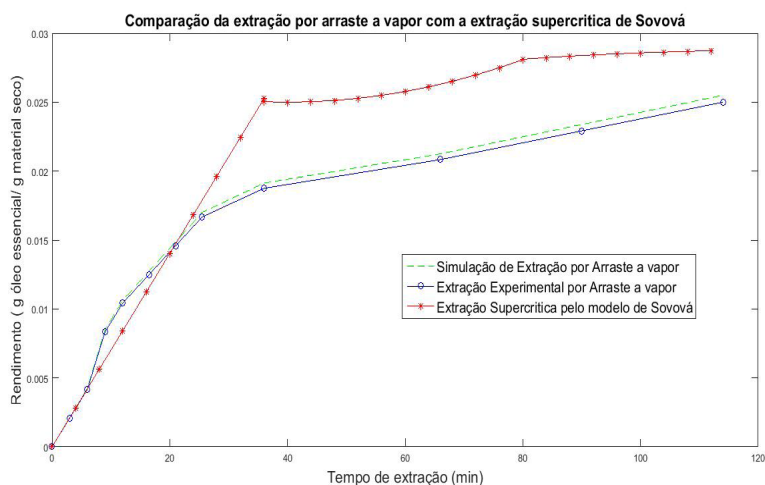


Figura 4 - Curva de rendimento da extração supercrítica de óleo essencial de citronela pelo método de SOVOVÁ (1994) e sua comparação com as extrações de Cassel.

A Figura 4 traz a extração de óleo essencial de citronela utilizando o modelo proposto por SOVOVÁ (1994). Nesse modelo pode-se observar que o rendimento da extração se comparada ao arraste a vapor é maior assim foi tratado, obteve-se um rendimento de aproximadamente 2,9% enquanto a de arraste a vapor que está a 2,5%.

Pela figura também consegue se observar claramente todas as 3 etapas de extração, sendo que no início da extração é uma reta constante e com isso pode-se observar que para esse modelo que o tempo de extração constante é aproximadamente 36 min. Após a extração constante a curva chega onde seu comportamento não é mais linear, tal etapa é denominada extração decrescente e assim como a etapa anterior também existe um tempo para essa etapa, que é aproximadamente 80 min. Ao final da curva o gráfico mostra uma região com acréscimo quase nulo de extração, mostrando assim que a etapa controlada por difusão atendeu sua característica.

6 | CONCLUSÕES

Neste trabalho foi proposto um modelo matemático para a representação do processo de extração supercrítica de óleo essencial de citronela. Sendo ainda possível analisar o rendimento da extração se comparado com a extração por arraste a vapor.

O modelo de SOVOVÁ (1994) obteve um valor acima da curva de extração a ser comparada, sendo portanto modelo promissor para a extração do óleo essencial de citronela, obtendo valores de 2,9% para SOVOVÁ (1994). Confirmando-se assim a superioridade do processo supercrítico. Vale relembrar que o Modelo SOVOVÁ (1994) prediz o comportamento da curva de extração em cada etapa além de atribuir os balanços diferenciais de massa durante a extração.

Assim, a extração de óleo essencial de citronela com o uso de fluido supercrítico é um processo que apesar de possuir um custo operacional mais caro possui um maior rendimento se comparado com a extração por arraste a vapor. Com isso o uso de técnicas de extração supercrítica em escala industrial vem sendo muito estudado por diversos autores, mostrando assim a sua crescente pesquisa para o uso futuro.

REFERÊNCIAS

BRUNNER, G. **Stofftrennung mit uberkritischen Gasen (Gasextraktion)**. *Chemie-Ingenieur-Technik*, 1987, 59, 12–22.

BRUNNER, G. **Gas extraction. An introduction to fundamentals of supercritical fluids and the application to separation processes**. New York, 1994.

CASSEL, E.; VARGAS, R.M.F. **Experiments and Modeling of the Cymbopogon Winteranius Essential Oil Extraction by Steam Distillation**, *J. Mex. Chem. Soc.*, 50 (2), 57-60 (2006).

CASTRO, H.G; PERINI, V.G.B; SANTOS, G.R; LEAL, T.C.A.B. **Avaliação do teor e composição do óleo essencial de *Cymbopogon nardus* (L.) em diferentes épocas de colheita.** Rev. Ciênc. Agron. Fortaleza, v. 41, n. 2, p. 308-314, 2010.

CRAMPTON, C.; MOUAHID, A.; TOUDJ, S. A.; LÉPINE, O. BADENS, E. **Influence of pretreatment on supercritical CO₂ extraction from *Nannochloropsis oculata*.** J. of Supercritical Fluids. 2012.

DINIZ, T.T.G. Obtenção de Extratos de Folhas de Pitanga (*Eugenia uniflora* L.) e de Alecrim – Pimenta (*Lippia sidoides* Cham.) por Extração Sequencial em Leito Fixo usando CO₂ Supercrítico, Etanol e Água como Solventes. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

DOGENSKI, M.; OLIVEIRA, A. L.; CONCEIÇÃO, G. J. A.; MORAES, L. A. B. **Extração do óleo essencial e oleoresina das folhas de *Corymbia citriodora* utilizando CO₂ em condições sub e supercríticas.** Universidade de São Paulo. 2013.

FURTADO, R. F.; LIMA, M. G. A.; ANDRADE NETO, M.; BEZERRA, J. N. S.; SILVA, M. G. V **Atividade larvicida de óleos essenciais contra *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae).** Neotropical Entomology, v. 34, n. 5, p. 843-847. 2005

JOCHMANN, A. **Extração Supercrítica de Oleoresina de Calêndula (*Calendula officinalis*).** Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

RIVAROLA, F.W.R. **Desenvolvimento de uma Planta Piloto de Desasfatação Supercrítica para Valoração de Petróleos Pesados e Estudo do Processo de Agregação dos Asfaltenos.** Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Processos Químicos) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Química, Universidade de Campinas, Campinas, 2009.

SERAFINI, L.A.; CASSEL, E. **Produção de Óleos Essenciais: Uma Alternativa para a Agroindústria Nacional** In: SERAFINI, L.A., BARROS, N. e AZEVEDO, J. (org.), Biotecnologia na Agricultura e na Agroindústria, Guaíba, Livraria e Editora Agropecuária, 2001.

SOVOVÁ, H. **Rate of the vegetable oil extraction with supercritical CO₂ – I. Modelling of extraction curves.** Chemical Engineering Science, v. 49, n. 3, p. 409–414, 1994.

SPRICIGO, C.B. **Extração de óleo essencial de noz moscada com dióxido de carbon a altas pressões,** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis, 1998.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Açaí 87, 90, 92

Aglomerados 80, 81, 86

Água 7, 8, 26, 44, 48, 49, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 61, 69, 88, 89, 92, 95, 96, 97, 102, 105, 106, 107, 108, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 119, 120, 121, 124, 125, 127, 128, 134, 135, 141, 142, 155, 156, 157, 158, 159, 164, 168, 169, 178

Alimentação 75, 133, 160, 161, 162, 163, 165, 166, 167, 179, 186

B

Bagaço 160

Bagaço de Cana 80, 81, 83, 84, 85, 86, 177, 178, 179, 182, 183, 184, 185, 187

Bioclimatologia 70, 71, 72, 73, 74, 76, 79

C

Camada 8, 131, 136

Cenoura 120, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 140, 141, 142, 143

Citronela 59, 60, 61, 64, 65, 66, 67, 68

Climatizadores 105

CO₂ 7, 8, 59, 60, 65, 67, 69, 147, 154

Coagulação 155, 156, 157, 158, 159

Contaminação 44, 45, 48, 49, 50, 53, 54, 55, 56, 57, 112

E

Efeitos 18, 32, 33, 34, 74, 75, 78, 96, 118, 120, 164, 167, 168, 170

Empíricos 34, 131, 132, 133, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 142

Ensaio 25, 27, 29, 30, 36, 51, 52, 53, 82, 90, 155, 181

Eucalipto 80, 81, 83, 84, 85, 86, 94, 95, 96

Extração 59, 60, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 87, 88, 147, 150, 152, 154, 167, 170, 182

F

Fibra de Vidro 24, 25, 27, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37

Fluído 59, 88, 89

G

Gengibre 118, 119, 120, 121, 124, 126, 129, 130

Geometria 90, 118, 119, 120, 121, 125, 126, 127, 128, 129

GNSS 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23

Goma Xantana 87, 88, 89, 90, 92

I

Incêndio 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 50

Instituições Públicas 1

L

Licor 94, 95, 96, 98

Lubrificante 44, 46, 47, 48, 49, 50

M

Madeira 8, 17, 81, 86, 94, 95, 96, 104, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 152, 153, 154, 182, 188

Malte 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172

Melhoria 27, 38, 39, 40, 42, 159, 166, 182

Mudança 1, 108, 120

O

Ordenhadeiras 105

P

pH 88, 97, 103, 104, 135, 140, 142, 155, 156, 157, 158, 178

Processos 29, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 69, 74, 118, 125, 130, 132, 133, 136, 146, 161, 165, 166, 171, 175, 176, 179

Produção 43, 44, 45, 52, 56, 59, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 76, 78, 79, 80, 81, 88, 89, 94, 95, 96, 104, 105, 106, 108, 117, 143, 147, 150, 154, 156, 166, 167, 170, 174, 188, 189

R

Resistência Elétrica 24, 25, 26, 27, 29, 36, 37

S

Secagem 89, 97, 118, 119, 120, 121, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 170

Sementes 96, 143, 155, 156, 157, 158, 159, 168

Soldagem 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 189

Sustentável 76, 94, 104, 145, 146, 149, 150, 154

T

Térmico 27, 74, 75, 81, 82, 86, 105, 106, 114, 117, 148

Transferência de Calor 7, 80, 81, 84, 119

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

AMPLIAÇÃO E APROFUNDAMENTO DE CONHECIMENTOS NAS ÁREAS DAS ENGENHARIAS 2


Ano 2020

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

AMPLIAÇÃO E APROFUNDAMENTO DE CONHECIMENTOS NAS ÁREAS DAS ENGENHARIAS 2


Ano 2020