



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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto: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**

<b>CAPÍTULO 5.....</b>	<b>44</b>
<b>ESTUDO DO NÍVEL DE CONTAMINAÇÃO DO ÓLEO LUBRIFICANTE COM ÁGUA EM BOMBAS CENTRÍFUGAS</b>	
Miriam Ribeiro Cabreira	
Durval João de Barba Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8802022095</b>	
<b>CAPÍTULO 6.....</b>	<b>59</b>
<b>MODELAGEM E SIMULAÇÃO DA EXTRAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE CITRONELA UTILIZANDO CO<sub>2</sub> SUPERCRÍTICO E MODELO DE SOVOVÁ</b>	
Wesley de Souza Rodrigues	
Carlos Minoru Nascimento Yoshioka	
Ana Beatriz Neves Brito	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8802022096</b>	
<b>CAPÍTULO 7.....</b>	<b>70</b>
<b>COMPARTILHANDO CONHECIMENTOS: A BIOCLIMATOLOGIA E A PRODUÇÃO ANIMAL</b>	
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8802022097</b>	
<b>CAPÍTULO 8.....</b>	<b>80</b>
<b>TRANSFERÊNCIA DE CALOR ATRAVÉS DE PAINÉIS AGLOMERADOS DE BAGAÇO DE CANA, PINUS E EUCALIPTO</b>	
Roberto Luiz de Azevedo	
Edson Rubens da Silva Leite	
Rafael Sidney Orfão	
Rafael Farinassi Mendes	
Renato Alexandre Oliveira Cândido	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8802022098</b>	
<b>CAPÍTULO 9.....</b>	<b>87</b>
<b>FLUIDOS DE PERFURAÇÃO A BASE DE RESÍDUO DE AÇÁI E GOMA XANTANA</b>	
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**

<b>SOBRE OS ORGANIZADORES .....</b>	<b>189</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>190</b>

# CAPÍTULO 13

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

Data de aceite: 01/09/2020

Data da submissão: 01/06/2020

### **Geovane Tavares Nogueira**

Centro de Educação e Saúde, Universidade  
Federal de Campina Grande  
Cuité – Paraíba  
<http://lattes.cnpq.br/0279366339815080>

### **Raquel Alves de Medeiros**

Centro de Educação e Saúde, Universidade  
Federal de Campina Grande  
Cuité – Paraíba  
<http://lattes.cnpq.br/2851756831613284>

### **Francisco Carlos de Medeiros Filho**

Centro de Educação e Saúde, Universidade  
Federal de Campina Grande  
Cuité – Paraíba  
<http://lattes.cnpq.br/0733814477189325>

### **Maria Tereza Lucena Pereira**

Centro de Educação e Saúde, Universidade  
Federal de Campina Grande  
Cuité – Paraíba  
<http://lattes.cnpq.br/1101257330417991>

### **Amélia Ruth Nascimento Lima**

Centro de Educação e Saúde, Universidade  
Federal de Campina Grande  
Cuité – Paraíba  
<http://lattes.cnpq.br/8804163015012728>

### **Vera Solange de Oliveira Farias**

Centro de Educação e Saúde, Universidade  
Federal de Campina Grande  
Cuité – Paraíba  
<http://lattes.cnpq.br/0923353123868517>

### **Jucimeri Ismael de Lima**

Centro de Educação e Saúde, Universidade  
Federal de Campina Grande  
Cuité – Paraíba  
<http://lattes.cnpq.br/5029010344083386>

### **Célia Maria Rufino Franco**

Centro de Educação e Saúde, Universidade  
Federal de Campina Grande  
Cuité – Paraíba  
<http://lattes.cnpq.br/1728798138944094>

### **Aluizio Freire da Silva Júnior**

Centro de Educação e Saúde, Universidade  
Federal de Campina Grande  
Cuité – Paraíba  
<http://lattes.cnpq.br/4720593438601826>

### **André Macedo Costa**

Centro de Educação e Saúde, Universidade  
Federal de Campina Grande  
Cuité – Paraíba  
<http://lattes.cnpq.br/9242194135022833>

### **Jair Stefanini Pereira de Ataíde**

Centro de Educação e Saúde, Universidade  
Federal de Campina Grande  
Cuité – Paraíba  
<http://lattes.cnpq.br/3201374347373584>

### **Ivo Dantas de Araújo**

Centro de Educação e Saúde, Universidade  
Federal de Campina Grande  
Cuité – Paraíba  
<http://lattes.cnpq.br/3069265759080879>

**RESUMO:** A secagem é um processo utilizado em diversos setores produtivos, dentre eles, destaca-se a indústria de alimentos. Assim, estudos têm sido desenvolvidos buscando aperfeiçoar os processos de secagem para obtenção de melhor qualidade do produto final. O presente trabalho apresenta o estudo da secagem da cenoura, que é um legume conhecido por possuir alto teor de umidade e, portanto, sua vida útil torna-se curta. Consequentemente, a secagem é um procedimento para aumentar a sua vida de prateleira. Nessa perspectiva, objetivou-se avaliar o processo de secagem da cenoura através de modelos empíricos e determinar por meio de dados experimentais as curvas de secagem da cenoura para as temperaturas estudadas, bem como caracterizar a cenoura ao longo do processo, disponibilizando as análises físico-químicas para a comunidade científica. Diversos modelos empíricos reportados na literatura foram ajustados aos dados experimentais para determinar o que melhor descreve os dados. As condições operacionais usadas no procedimento foram para discos de cenoura medindo, em média, 5 mm de espessura e aproximadamente 38 mm de diâmetro. Considerou-se as temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C. Através dos resultados obtidos, foi verificado que o modelo de Page e o modelo de Silva et alii foram os que melhor se ajustaram aos dados experimentais. Além disso, foi perceptível a importância do processo de secagem de produtos agrícolas para aumentar o tempo de conservação, sem afetar os nutrientes presentes na sua composição.

**PALAVRAS-CHAVE:** Modelos empíricos, processo de alimentos, cenoura.

#### BEHAVIOR OF CARROT DRYING (*Daucus carota* L.) IN THIN LAYER: EMPIRICAL MODELS AND PHYSICOCHEMICAL ANALYSIS.

**ABSTRACT:** Drying is a process used in several productive sectors, among them, the food industry stands out. Thus, studies have been developed seeking to improve the drying processes to obtain better quality of the final product. The present work presents the study of drying carrots, which is a vegetable known to have a high moisture content and, therefore, its useful life becomes short. Consequently, drying is a procedure to increase its shelf life. In this perspective, the objective was to evaluate the drying process of the carrot using empirical models and to determine through experimental data the drying curves of the carrot for the temperatures studied, as well as to characterize the carrot along the process, making available the physical-chemicals for the scientific community. Several empirical models reported in the literature have been adjusted to the experimental data to determine what best describes the data. The operating conditions used in the procedure were for carrot discs measuring, on average, 5 mm thick and approximately 38 mm in diameter. Temperatures of 40, 50, 60 and 70 °C were considered. Through the results obtained, it was verified that the Page model and the Silva et alii model were the ones that best fit the experimental data. In addition, it was noticeable the importance of the drying process of agricultural products to increase the conservation time, without affecting the nutrients present in its composition.

**KEYWORDS:** Empirical models, foods process, carrot.

## 1 | INTRODUÇÃO

A cenoura (*Daucus carota L.*) é a principal hortaliça da família das apiáceas cultivada no mundo. Habitualmente esse produto é cultivado na primavera, no verão e no outono em países de clima temperado e no inverno em países de clima sub-tropical.

Diante de suas características de ciclo curto e boa palatabilidade, a cenoura mantém um lugar de destaque entre as hortaliças economicamente mais relevantes, além de participar da alimentação habitual de muitas pessoas, servindo como ingrediente em saladas, sopas e molhos (NASCIMENTO; VIEIRA; MAROUELLI, 2012).

Do ponto de vista nutricional, segundo Demiray e Tulek (2017), as propriedades biológicas e medicinais da cenoura são decorrentes da alta concentração de antioxidantes e carotenoides, especialmente  $\beta$ -caroteno.

De acordo com o Departamento de Agricultura dos EUA (USDA) (2014), 100g de cenoura fresca possui em sua composição 835  $\mu\text{g}$  de vitamina A, o que corresponde a uma concentração muito próxima da quantidade diária recomendada.

Todavia, Sarpong et al. (2019) esclarecem que a cenoura possui uma alta perecibilidade e, que durante o processamento e armazenamento, os nutrientes supramencionados tendem a se degradar. Diante disso, há uma grande necessidade do emprego de métodos de conservação.

Dentre os métodos de conservação de alimentos está a secagem, que Fioreze (2004) caracteriza como um procedimento que possibilita a retirada total ou parcial de substâncias voláteis de materiais, permitindo, deste modo, uma retardação da deterioração dos produtos biológicos. Contudo, o processo de secagem também pode atribuir prejuízos ao alimento através de alterações das propriedades organolépticas e nutricionais.

Em decorrência disso, faz-se necessário o desenvolvimento de pesquisas no âmbito da secagem de produtos biológicos, para que seja possível o estabelecimento de condições ótimas de secagem que possibilitem a formulação de um produto final com qualidade (DI SCALA; CRAPISTE, 2008).

Neste contexto, para que seja possível o desenvolvimento de métodos de secagem com eficácia, é necessário o conhecimento dos processos físicos envolvidos. Para tanto, é fundamental a utilização de modelos matemáticos, os quais são importantes, pois permitem a simulação da secagem e possibilitam a diminuição de custos, de energia, de tempo e de possíveis defeitos que possam ocorrer durante o processo (SILVA, 2010).

Dentre os modelos matemáticos estão os modelos empíricos, que se fundamentam por apresentar uma relação direta entre o teor de umidade da matéria e o tempo de secagem. Porém, nesses modelos, os fundamentos do processo de secagem não são apurados, e seus parâmetros não apresentam significado físico (KEEY, 1972). No entanto, os modelos empíricos são importantes para estudar a taxa de secagem de um produto em determinadas condições operacionais.

Deste modo, o objetivo do presente estudo é determinar a melhor equação empírica que descreve as cinéticas de secagem para quatro temperaturas (40, 50, 60 e 70 °C), bem como, caracterizar a cenoura antes e depois do final do processo de secagem.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida com o suporte do laboratório de Bromatologia (LABROM) do Centro de Educação e Saúde (CES), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), campus Cuité-PB. Para a realização do experimento, foram utilizadas cenouras adquiridas em um supermercado na cidade de Cuité-PB, conforme mostra a figura 1.



Figura 1: Cenouras utilizadas na secagem

Fonte: autores

Antes de iniciar o processo de secagem, as cenouras foram lavadas em água corrente e submetidas à sanitização com água clorada. Em seguida, as cenouras foram descascadas e fatiadas manualmente em discos com 5 mm de espessura e, aproximadamente, 38 mm de diâmetro em média. Posteriormente, foram colocados em três cestos (triplicata) de alumínio conforme a Figura 2. O teor de umidade inicial médio aferido foi de 8.43 (b.s.).



Figura 2: Cestos com discos de cenouras utilizadas na secagem.

Fonte: autores

Em cada cesto foi colocado aproximadamente 40g de discos de cenoura. Em seguida, os cestos foram colocados dentro de uma estufa de circulação forçada de ar regulada em uma das seguintes temperaturas, 40, 50, 60 e 70°C. Em intervalos de tempo predeterminados, as amostras em triplicata foram retiradas da estufa e pesadas em uma balança digital da marca BIOPRECISA modelo JH2102, com resolução de 0,01g e capacidade de 2100 g. Este procedimento foi repetido até que a massa atingisse seu valor de equilíbrio. Após a secagem, as amostras permaneceram na estufa durante 24h com temperatura a 105 °C, para medição de massa seca (IAL, 2008).

Para a determinação das propriedades físico-químicas, as amostras de cenoura, tanto *in natura* como submetidas à secagem, foram trituradas até atingir uma determinada granulometria. As análises foram realizadas para 5 amostras, sendo cada amostra em triplicada, como recomenda a literatura para um resultado mais preciso. Foram efetuadas a determinação da umidade, cinzas, proteínas, lipídeos, pH, acidez, atividade de água ( $W_a$ ) e carboidratos (por diferença).

No presente estudo, foi utilizado o teor de umidade em base seca, definido como:

$$M(b.s) = \frac{m_{H_2O}}{m_s} \quad (1)$$

onde  $M(b.s)$  é o teor de umidade médio em base seca,  $m_{H_2O}$  é a massa de água,  $m_s$  é a massa seca.

O processo de secagem pode ser descrito matematicamente por vários métodos (métodos empíricos, teóricos e semi-teóricos). Nesta pesquisa foram testados seis modelos empíricos reportados na literatura a fim de verificar aquele que melhor descreve as cinéticas de secagem de discos de cenoura. Os modelos testados são apresentados na Tabela 1.

Modelo	Nome	Equação Empírica	Referência
M1	Page	$M^* = \exp(-at^b)$	(DIAMANTE et al.,2010)
M2	Silva et alii	$M^* = \exp(-at - bt^{1/2})$	(SILVA et al.,2012)
M3	Peleg	$M^* = 1 - t/(a + bt)$	(MERCALI et al.,2010)
M4	Wang Singh	$M^* = 1 + at + bt^2$	(KALETA; GORNICK, 2010)
M5	Lewis	$M^* = \exp(-at)$	(KALETA; GORNICK, 2010)
M6	Henderson e Pabis	$M^* = a \exp(-bt)$	(DIAMANTE et al.,2010)

Tabela 1 – Modelos empíricos usados para descrever as cinéticas de secagem

Fonte: autores.

As equações apresentadas na Tabela 1 foram ajustadas aos dados experimentais por meio de regressão não linear utilizando o LabFit Curve Fitting software, versão 7.2.49, (Silva e Silva, 2011). A seleção dos melhores modelos foi feita através dos indicadores estatísticos e correspondem ao maior coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e menor qui-quadrado ( $\chi^2$ ).

### 3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Usando o LAB Fit Curve Fitting Software, conseguiu-se determinar os parâmetros de ajuste e os indicadores estatísticos em relação aos modelos empíricos apresentados na Tabela 1.

As classificações dos modelos empíricos estudados estão em ordem decrescente, do melhor ao menos favorável aos dados experimentais. Pode-se observar que os melhores indicadores estatísticos foram obtidos pelo modelo de Page (modelo M1) e o segundo melhor foi o modelo de Silva et alii (modelo M2).

Para a temperatura de 40 °C, os resultados obtidos para os parâmetros de ajuste e para os indicadores estatísticos, estão apresentados na Tabela 2.

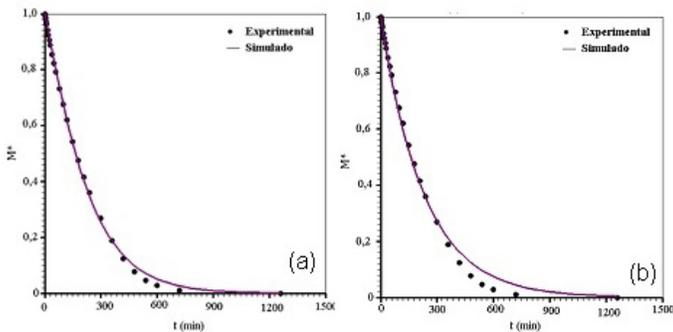
Modelo	A	B	R <sup>2</sup>	χ <sup>2</sup>
M1	2,24856x 10 <sup>-3</sup>	1,12393	0,9990470	4,16549x10 <sup>-3</sup>
M2	-7,82877x10 <sup>-3</sup>	2,43423x10 <sup>-2</sup>	0,9976518	1,42777x10 <sup>-2</sup>
M3	2,05834x10 <sup>2</sup>	0.72421	0,9910186	3,55246x10 <sup>-2</sup>
M5	4,34240x10 <sup>-3</sup>	-	0,9976518	2,70000x10 <sup>1</sup>
M6	1,014086	4,43951x10 <sup>-3</sup>	0,9972255	1,23924x10 <sup>-2</sup>
M4	-2,73128x10 <sup>-3</sup>	1,58269x10 <sup>-6</sup>	0,9814657	9,61071x10 <sup>-2</sup>

Tabela 2- Resultados dos ajustes dos modelos empíricos aos dados experimentais para a temperatura de 40 °C.

Fonte: autores

O modelo de Page é frequentemente utilizado na literatura para a descrição de processos de secagem. Para descrever o processo de secagem convectiva de fatias de cenoura em camada fina, Sonmete et al. (2017) testaram 14 modelos (empíricos e semi-empíricos) tendo em vista identificar o que melhor descreveria do processo de secagem de cenouras. Os autores concluíram que o mais adequado foi o modelo de Page, assim como foi observado na presente pesquisa. O segundo melhor modelo foi o de Silva et alii, e o menos favorável foi o de Wang e Singh.

Na Figura 3 é apresentada a comparação dos dados experimentais com os dados obtidos com os melhores modelos empíricos testados nesta pesquisa. A simulação da cinética de secagem foi obtida com o software LAB Fit para a temperatura de secagem de 40 °C.



(a): modelo de Page; (b): modelo de Silva et alii.

Figura 3. Simulação das cinéticas de secagem usando modelos empíricos para  $T = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Fonte: autores

Na Tabela 4 são apresentados os resultados obtidos para os parâmetros de ajustes, bem como os indicadores estatísticos para a temperatura de secagem de  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

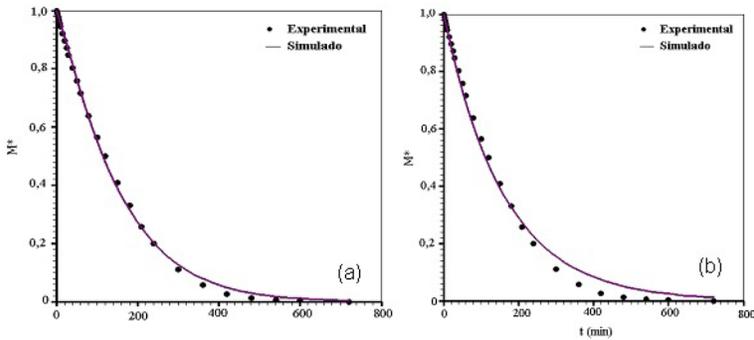
Modelo	A	B	$R^2$	$\chi^2$
M1	$3,14530 \times 10^{-3}$	1,13734	0,9991564	$3,98413 \times 10^{-3}$
M2	$-6,89204 \times 10^{-3}$	$2,62158 \times 10^{-2}$	0,9978413	$1,57979 \times 10^{-2}$
M5	$6,21594 \times 10^{-3}$	-	0,9978411	$1,57979 \times 10^{-2}$
M6	1,01785	$6,39014 \times 10^{-3}$	0,9973224	$1,31914 \times 10^{-2}$
M3	$1,46595 \times 10^2$	$7,18570 \times 10^{-1}$	0,9932693	$2,8207 \times 10^{-2}$
M4	$-4,22014 \times 10^{-3}$	$4,15971 \times 10^{-6}$	0,9890490	$5,55086 \times 10^{-2}$

Tabela 4 - Resultados dos ajustes dos modelos empíricos aos dados experimentais para a temperatura de  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Fonte: autores

Observando os indicadores estatísticos na Tabela 4, pode-se concluir que o melhor modelo que descreve as cinéticas de secagem na temperatura de  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  é o modelo M1 (Page). O segundo melhor modelo é o M2 (Silva et Alii) e o menos favorecido foi M4 de (Wang e Singh).

Para a temperatura de  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , os gráficos referentes à simulação da cinética de secagem, obtidas pelo ajuste das equações dos modelos empíricos (M1 e M2) aos dados experimentais são apresentados na Figura 4.



(a): modelo de Page; (b): modelo de Silva et alii.

Figura 4. Simulação das cinéticas de secagem usando modelos empíricos para  $T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Fonte: autores.

A Tabela 5 apresenta os resultados obtidos para os parâmetros de ajuste e para os indicadores estatísticos para a temperatura de  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

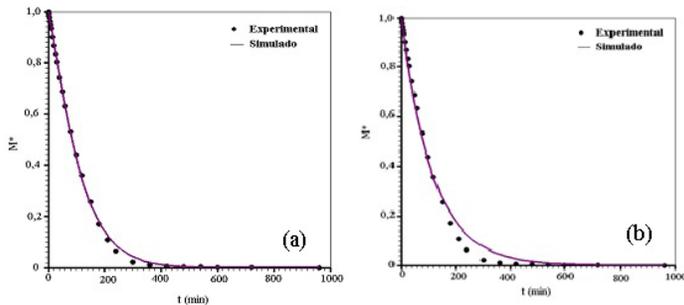
Modelo	A	B	$R^2$	$\chi^2$
M1	$3,64853 \times 10^{-3}$	1,18665	0,9993666	$3,13354 \times 10^{-3}$
M5	$8,63531 \times 10^{-3}$	-	0,9970638	$2,24011 \times 10^{-2}$
M6	1,02941	$9,03164 \times 10^{-3}$	0,9967429	$1,63396 \times 10^{-2}$
M2	$9,03176 \times 10^{-3}$	$5,79728 \times 10^{-2}$	0,9967427	$1,63396 \times 10^{-2}$
M3	$9,46919 \times 10^1$	$8,03170 \times 10^{-1}$	0,9837337	$8,01898 \times 10^{-2}$
M4	$-4,09096 \times 10^{-3}$	$3,45762 \times 10^{-6}$	0,914728	$5,25962 \times 10^{-1}$

Tabela 5 - Resultados dos ajustes dos modelos empíricos aos dados experimentais para a temperatura de  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Fonte: autores

Observando os indicadores estatísticos na Tabela 5, pode-se concluir que o melhor modelo para descrever as cinéticas de secagem na temperatura de  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  foi o modelo M1 (Page). O segundo melhor modelo foi o M5 (Lewis) e o menos favorecido foi M4 de (Wang e Singh). Um fato bastante interessante são os valores estatísticos entre os modelos M6 (Henderson e Pabis) e o M2 de (Silva et Alii) que são praticamente os mesmos.

Na Figura 5 a seguir, apresentam-se os gráficos referentes à simulação feita pelo software LAB Fit para a temperatura de  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



(a): modelo de Page; (b): modelo de de Lewis.

Figura 5. Simulação das cinéticas de secagem usando modelos empíricos para  $T = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Fonte: autores

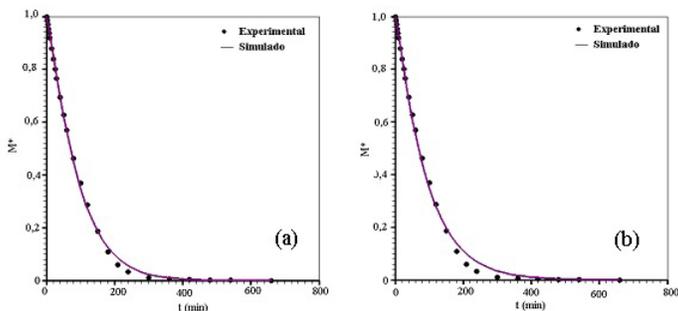
São apresentados, na Tabela 6, os resultados dos ajustes dos modelos empíricos aos dados experimentais para a temperatura de  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Nesta tabela, pode-se observar os parâmetros de ajuste e os indicadores estatísticos.

Modelo	A	B	$R^2$	$\chi^2$
M1	$5,04000 \times 10^{-3}$	1,159531	0,9992687	$3,23383 \times 10^{-3}$
M2	$1,221752 \times 10^{-2}$	$-0,16808 \times 10^{-2}$	0,9982674	$7,76574 \times 10^{-3}$
M5	$1,02402 \times 10^{-2}$	-	0,9975279	$1,75268 \times 10^{-2}$
M6	1,02631	$1,06626 \times 10^{-2}$	0,9971698	$1,30754 \times 10^{-2}$
M3	$8,13046 \times 10^1$	$7,90093 \times 10^{-1}$	0,9860118	$6,16111 \times 10^{-2}$
M4	$-5,61026 \times 10^{-3}$	$6,72286 \times 10^{-6}$	0,9498894	$2,71940 \times 10^{-1}$

Tabela 6 - Resultados dos ajustes dos modelos empíricos aos dados experimentais para a temperatura de  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Fonte: autores.

Por último, na Figura 6, apresentam-se os gráficos referentes à simulação feita pelo LAB Fit para a temperatura de  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



(a): modelo de Page; (b): modelo de Silveira et Alili;

Figura 6. Simulação das cinéticas de secagem usando modelos empíricos para  $T = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Fonte: autores.

Observando os indicadores estatísticos na Tabela 6, pode-se concluir que o melhor modelo para descrever as cinéticas de secagem para  $T = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$  foi o modelo M1 (Page). O segundo melhor modelo foi o M2 (Silveira et Alili) e o menos favorecido foi M4 de (Wang e Singh).

### 3.1 Análise das propriedades físico – químicas

Os resultados obtidos para as propriedades físico-químicas da cenoura *in natura* como ao longo das secagens, foram analisados estatisticamente através do software STATISTICA., versão 7.0.61.0, sendo realizado o teste de análise de variância. As comparações das diferenças significativas das médias para todos os parâmetros foram testadas pelo teste de Tukey HSD (*Honestly Significant Difference*), sendo o nível de significância de 5 % ( $p < 0,05$ ).

A seguir apresenta-se a Tabela 7 que contém os resultados das análises físico-químicas realizadas para a cenoura *in natura*, e após cada secagem.

Amostra	<i>In natura</i>	Secagem 40°C	Secagem 50°C	Secagem 60°C	Secagem 70°C
Umidade	88,01 <sup>a</sup> ± 0,13	76,11 <sup>b</sup> ± 0,36	66,91 <sup>c</sup> ± 1,68	75,16 <sup>c</sup> ± 0,88	68,70 <sup>c</sup> ± 1,41
$W_a$	0,99 <sup>a</sup> ± 0,00	0,97 <sup>b</sup> ± 0,00	0,96 <sup>c</sup> ± 0,00	0,97 <sup>b</sup> ± 0,00	0,96 <sup>bc</sup> ± 0,00
PH	6,65 <sup>a</sup> ± 0,14	6,10 <sup>c</sup> ± 0,12	6,28 <sup>bc</sup> ± 0,06	6,44 <sup>ab</sup> ± 0,12	6,08 <sup>c</sup> ± 0,08
Acidez	1,02 <sup>b</sup> ± 0,06	5,19 <sup>a</sup> ± 0,06	4,99 <sup>a</sup> ± 0,40	4,73 <sup>a</sup> ± 0,26	5,25 <sup>a</sup> ± 0,41
Cinzas	0,83 <sup>d</sup> ± 0,02	3,10 <sup>b</sup> ± 0,03	3,27 <sup>a</sup> ± 0,11	3,12 <sup>ab</sup> ± 0,01	2,8 <sup>bc</sup> ± 0,08

Proteínas	1,15 <sup>c</sup> ± 0,01	3,04 <sup>b</sup> ± 0,18	3,53 <sup>a</sup> ± 0,14	3,51 <sup>a</sup> ± 0,16	3,13 <sup>b</sup> ± 0,02
Lípidos	0,00 <sup>b</sup> ± 0,00	0,56 <sup>a</sup> ± 0,08	0,69 <sup>a</sup> ± 0,23	0,45 <sup>a</sup> ± 0,17	0,42 <sup>a</sup> ± 0,15
Carboidratos	10,01 <sup>c</sup> ± 0,15	17,19 <sup>b</sup> ±0,46	25,59 <sup>a</sup> ±1,60	17,76 <sup>b</sup> ±0,87	24,85 <sup>a</sup> ±1,29

Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna não apresentam diferença significativa ( $p > 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

Tabela 7 - Resultados das análises físico-químicas para a cenoura *in natura* e para as temperaturas de secagens estabelecidas.

Fonte: autores

A cenoura apresenta em sua composição alto teor de umidade, sendo encontrado no estudo feito o valor médio *in natura* de 88,01%. Este valor é muito semelhante aos encontrados por Araújo (2010) que foi de 90,56%, ao de Akubor e Ike (2012) que foi de 91% e ao de Andrade et al. (2007) que obteve um teor de umidade de 88,33%. Essa variação encontrada nos valores de umidade pode ser explicada devido à existência de diversas variedades de cenouras e de cultivo. Contudo, esses valores demonstram que a cenoura possui um teor de umidade elevado.

Já para o estudo feito em relação à umidade pós-secagem foram constatados os seguintes valores: 76,11; 66,91; 75,16 e 68,7 para as respectivas temperaturas 40, 50, 60 e 70 °C. É notório que os valores encontrados encontram-se muito alto em relação ao recomendado pelo conselho para a obtenção de farinha. Esta ocorrência pode ser explicada pelo fato da cinética do processo de secagem ter sido realizado em estufas diferentes.

Em relação a proteínas nota-se o valor de 1,15% na cenoura *in natura*, enquanto os valores para as temperaturas analisados pós-secagem foram respectivamente os seguintes: 3,04; 3,53; 3,51 e 3,13. O aumento se deu devido ao fato que durante o processo de secagem, ocorre uma concentração de proteínas com a retirada de água.

Já em relação às análises de cinzas, o valor obtido para a média foi de 0,83. Este valor é próximo ao encontrado por Sra et al. (2010) para a cenoura da mesma variedade estudada, cerca de 0,88 g/100g (b.u). Gopalan et al. (1991) apresenta um valor análogo, no entanto um pouco mais elevado, de 1,1.

Quanto aos resultados obtidos no final de cada secagem em relação as cinzas, verificou-se que são semelhantes, sendo de 3,10; 3,27; 3,12 e 2,89 para as temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, respectivamente. Verificou-se que não houve alterações significativas no teor de cinzas, uma vez que os valores finais de cada secagem são semelhantes ao valor da amostra em fresco, ou seja, durante a secagem não ocorre alterações do teor de cinzas.

Analisando pH e acidez, pode-se notar que os valores encontrados para pH, obtidos para a cenoura crua, encontra-se dentro da faixa de valores encontrados por Araújo (2010) e Rocheti (2014), que foram 5,20 e 5,83 respectivamente. Além disso, percebe-se que em relação à acidez, o valor obtido se aproxima do valor determinado por Rocheti (2014), que foi de 1,60.

Com relação à análise de lipídeos, o método utilizado para tal, na cenoura in natura, não demonstrou êxito. A análise de carboidratos, por sua vez, foi realizada por diferença.

Por fim, com relação à atividade de água, os resultados obtidos não são satisfatórios, visto que de acordo com Oliveira et al (2005), microrganismos podem crescer em alimentos desidratados, quando a atividade de água está acima de 0,6. Contudo, abaixo desses valores verificam-se ainda reações químicas e enzimáticas durante o processo de armazenagem. Dessa forma, o conhecimento dos valores de atividade de água em função do teor de água dos alimentos desidratados é de extrema importância para se determinar o tempo de estocagem e evitar o crescimento microbiano.

## 4 | CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como objetivo o estudo do efeito de diferentes temperaturas nas propriedades físico-químicas da cenoura, bem como a sua cinética de secagem. Em relação aos resultados das análises físico-químicas, verificou-se que a secagem é muito importante no processo de conservação de alimentos e foi constatado que não há perdas significativas em relação aos nutrientes presentes na cenoura na sua forma *In natura*.

Quanto aos ajustes dos modelos matemáticos, entre todos os modelos usados para descrever as cinéticas de secagem da cenoura, o que apresentou o melhor indicador estatístico foi o modelo M1 (Page) para todas as temperaturas de secagem. No entanto, o segundo melhor modelo não foi unânime, sendo o modelo de Lewis (M5) o que apresentou o segundo melhor resultado para 60 °C, e o modelo de Silva et alii (M2), o segundo melhor resultado para as demais temperaturas. A partir dos modelos empíricos é possível determinar a taxa de secagem do produto e estabelecer condições ótimas ao processo.

## REFERÊNCIAS

AKUBOR, P. I.; IKE, J. D. **Quality evaluation and cake making potential of sun and oven dried carrot fruit**. International Journal of Biosciences, v. 2, n. 10, p. 19-27, 2012.

ANDRADE, E. C. B.; TEODORO, A. J.; TAKASE, I. **Determinação dos teores de zinco em diferentes extratos de hortaliças dos tipos A e B**. Ciênc. Tecnol. Alim. Campinas, v. 25, p. 265-270, 2007.

ARAÚJO, P. M. **Estudo da desidratação osmótica da cenoura (*Daucus carota*) em fatias**. 2010. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

DEMIRAY, E.; TULEK, Y. **Degradation kinetics of  $\beta$ -carotene in carrot slices during convective drying.** International Journal of Food Properties, v. 20, n. 1, p. 151-156, 2017.

DIAMANTE, L. M.; IHNS, R.; SAVAGE, G. P.; VANHANEN, L. **A new mathematical model for thin layer drying of fruits.** International journal of food science & technology, v. 45, n. 9, p. 1956-1962, 2010.

DI SCALA, K.; CRAPISTE, G. **Drying kinetics and quality changes during drying of red pepper.** LWT-Food Science and Technology, v. 41, n. 5, p. 789-795, 2008.

FIOREZE, R. **Princípios de secagem de produtos biológicos.** João Pessoa: Editora Universitária/UFPB, v. 229, 2004.

GOPALAN C, RAMASASTRY BV, AND BALASUBRAMANIAN SC. 1991. **Nutritive Value of Indian Foods.** Hyderabad, India:National Institute of Nutrition

IAL, INTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** IAL, Normas Analíticas, 2008.

KALETA, A.; GÓRNICKI, K. **Evaluation of drying models of apple (var. McIntosh) dried in a convective dryer.** International journal of food science & technology, v. 45, n. 5, p. 891-898, 2010.

KEEY, R. B. **Drying: Principles and practice.** New York: Pergamon Press. 1972. 358p.

MERCALI, G. D.; TESSARO, I. C.; NOREÑA, C. P.; MARCZAK, L. DAL. **Mass transfer kinetics during osmotic dehydration of bananas (*Musa sapientum*, *shum*).** International journal of food science & technology, v. 45, n. 11, p. 2281-2289, 2010.

NASCIMENTO, W. M.; VIEIRA, J. V.; MAROUELLI, W. A. **Produção de sementes de cenoura.** In: Curso sobre tecnologia de produção de sementes de hortaliças, 12., 2012, Mossoró, RN. Brasília, DF: Embrapa, 2012.

OLIVEIRA, M. M.; CAMPOS, A. R. N.; GOMES, J. P.; SILVA, F. L. H. **Isotermas desorção do resíduo agroindustrial da casca do abacaxi (*Ananas comosus* L. *Mer*).** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, n.4, p.565-569, 2005.

ROCHETI, E. F.S. **Estudo do processo de secagem em leite de espuma de cenoura, tomate, beterraba e morango.** 2014. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de alimentos) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2014.

SARPONG, F.; ZHOU, C.; BAI, J.; AMENORFE, L. P.; GOLLY, M. K.; MA, H. **Modeling of drying and ameliorative effects of relative humidity (RH) against  $\beta$ -carotene degradation and color of carrot (*Daucus carota* var.) slices.** Food science and biotechnology, v. 28, n. 1, p. 75-85, 2019.

SILVA, C. K. F. **Estimação de parâmetros de secagem de alimentos – formulação de luikov e uso da transformada integral generalizada.** Tese de doutorado Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal da Paraíba (2010) 127p.

SILVA, W. P.; SILVA, C. **LAB Fit curve fitting software**. Nonlinear regression and treatment of data program, v. 7, p. 33, 2011.

SILVA, W. P.; SILVA, C. M. D. P.; PRECKER, J. W.; GOMES, J. P.; NASCIMENTO, P. L.; SILVA, L. D. **Diffusion models for the description of seedless grape drying using analytical and numerical solutions**. Agricultural Sciences, v. 3, n. 04, p. 545, 2012.

SONMETE, M. H.; MENGEŞ, H. O.; ERTEKIN, C.; ÖZCAN, M. M. **Mathematical modeling of thin layer drying of carrot slices by forced convection**. Food Measure, Springer, 2017, 11, 629–638.

SRA SK, SANDHU KS, AHLUWALIA P. (2010) **Effect of processing parameters on physic chemical and culinary quality of dried carrot slices**. Journal of Food Science and Technology. 48(2) p.159–166.

USDA. **Base Nacional de Nutrientes para Referência Padrão. Departamento de Agricultura dos EUA**. USDA, <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list> (Acesso em 22 de setembro de 2019).

## 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

CO<sub>2</sub> 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](http://www.atenaeditora.com.br)  
 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
 @atenaeditora  
 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](http://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

# **AMPLIAÇÃO E APROFUNDAMENTO DE CONHECIMENTOS NAS ÁREAS DAS ENGENHARIAS 2**

  
**Ano 2020**

 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
 @atenaeditora  
 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](http://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

# AMPLIAÇÃO E APROFUNDAMENTO DE CONHECIMENTOS NAS ÁREAS DAS ENGENHARIAS 2

  
Ano 2020