



**Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Nitalo André Farias Machado
Hosana Aguiar Freitas De Andrade
(Organizadores)**

As Ciências Exatas e da Terra e a Interface com vários Saberes 2



**Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Nitalo André Farias Machado
Hosana Aguiar Freitas De Andrade
(Organizadores)**

As Ciências Exatas e da Terra e a Interface com vários Saberes 2

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Geraldo Alves

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. 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

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

C569 As ciências exatas e da terra e a interface com vários saberes 2
[recurso eletrônico] / Organizadores Raissa Rachel Salustriano
da Silva-Matos, Nitalo André Farias Machado, Hosana Aguiar
Freitas de Andrade. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020. –
(As Ciências Exatas e da Terra e a Interface com Vários
Saberes; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-908-0

DOI 10.22533/at.ed.080201301

1. Ciências exatas e da terra. 2. Engenharia. I. Silva-Matos,
Raissa Rachel Salustriano da. II. Machado, Nitalo André Farias.
III. Andrade, Hosana Aguiar Freitas de. IV. Série.

CDD 507

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

APRESENTAÇÃO

Os grandes avanços tecnológicos e o desenvolvimento no campo das Ciências Exatas e da Terra fizeram com que essa grande área do conhecimento ganhasse uma forte interface com diferentes áreas dos saberes, da agricultura à pedagogia, completando o aspecto da didática-aprendizagem, recursos ambientais e saúde.

O leitor de “As Ciências Exatas e da Terra e a Interface com Vários Saberes 2” terá oportunidade de conhecer as discussões atuais sobre e profundas relações das Ciências Exatas e da Terra permeando com outras áreas do conhecimento, pois esta obra apresenta uma refinada coletânea de trabalhos científicos relacionados a essa temática.

Portanto, esta obra é direcionada a todos os técnicos, acadêmicos e profissionais das áreas das Ciências Exatas e da Terra e das demais áreas que, por ventura, tenham interesse em contemplar as relações e interface das Ciências Exatas e da Terra. Nesse sentido, ressaltamos a importância desta leitura de forma a incrementar o conhecimento dos nossos leitores.

Desejamos uma ótima leitura.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

Nítalo André Farias Machado

Hosana Aguiar Freitas de Andrade

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A IMPORTÂNCIA DA VERTENTE FRANCESA DIDÁTICA PROFISSIONAL NO CENÁRIO EDUCACIONAL BRASILEIRO	
Georgyana Gomes Cidrão Italândia Ferreira de Azevedo Francisco Régis Vieira Alves Maria Cleide da Silva Barroso	
DOI 10.22533/at.ed.0802013011	
CAPÍTULO 2	10
ALTERAÇÕES ESPAÇO-TEMPORAIS NA PLANÍCIE FLÚVIO-MARINHA DO RIO ACARAÚ ENTRE OS ANOS 1993 E 2016	
Francisco Oricélio da Silva Brindeiro Antônio Rodrigues Ximenes Neto Brígida Miola Rocha Francisco José Maciel de Moura Jader Onofre de Moraes	
DOI 10.22533/at.ed.0802013012	
CAPÍTULO 3	16
APLICAÇÃO DE CONTORNOS ATIVOS NA EXTRAÇÃO DE FEIÇÕES EM IMAGENS LANDSAT 8 E CBERS 4	
Cleberton Reiz Rodrigo Bruno Zanin Erico Fernando de Oliveira Martins Jordan Luiz Dourado Filgueiras Jader Willian Evaristo	
DOI 10.22533/at.ed.0802013013	
CAPÍTULO 4	22
AVANÇOS RECENTES NA OXIDAÇÃO DE ÁLCOOL BENZÍLICO SOBRE CATALISADORES DE OURO E PALÁDIO	
Wiury Chaves de Abreu Jean Claudio Santos Costa Carla Verônica Rodarte de Moura Edmilson Miranda de Moura	
DOI 10.22533/at.ed.0802013014	
CAPÍTULO 5	37
DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO PARA PROFISSIONAIS DE FÍSICA MÉDICA	
Eduardo Rossato Alessio Mateus Padoin Brutti Francine Kohls Schumacker Gustavo Stangherlin Cantarelli Ana Paula Schwarz	
DOI 10.22533/at.ed.0802013015	

CAPÍTULO 6	46
ELETRODEPOSIÇÃO DE FILMES DE POLIANILINA EM METAIS OXIDÁVEIS A PARTIR DE MEIO AQUOSO CONTENDO ÁCIDO METANOSULFÔNICO	
David Alexandro Graves Andrea Santos Liu Liu Yao Cho	
DOI 10.22533/at.ed.0802013016	
CAPÍTULO 7	58
ENSINO DAS GEOCIÊNCIAS NO LABORATÓRIO DE PEDOLOGIA E GEOLOGIA DA UNIOESTE, <i>CAMPUS</i> DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON	
Oscar Vicente Quinonez Fernandez	
DOI 10.22533/at.ed.0802013017	
CAPÍTULO 8	70
ENSINO DE ASTRONOMIA E TEORIA QUÂNTICA USANDO O FUNCIONAMENTO DE UMA LÂMPADA FLUORESCENTE	
Márcio Francisco dos Santos Carolina Marla Rodrigues Vanessa Aparecida Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.0802013018	
CAPÍTULO 9	82
ESTUDO DA SÉRIE DE TAYLOR E APLICAÇÃO	
Jociléa Rodrigues Cardoso José Francisco da Silva Costa Anildo das Chagas Dias Nayara dos Santos Rodrigues Raimundo das Graças Carvalho de Almeida Reginaldo Barros Genivaldo Passos Correa	
DOI 10.22533/at.ed.0802013019	
CAPÍTULO 10	108
ESTUDO DO MÉTODO DE EXTRAÇÃO DE PROTEÍNAS DE CARNE BOVINA (<i>BOS TAURUS</i>), UTILIZANDO PLANEJAMENTO FATORIAL E METODOLOGIA DE SUPERFÍCIE DE RESPOSTA	
Jane Kelly Sousa de Brito Tiago Linus Silva Coelho Darlisson Slag Neri Silva Jardes Figueredo Rego Naise Mary Caldas Silva	
DOI 10.22533/at.ed.08020130110	
CAPÍTULO 11	121
FERRAMENTA DE REALIDADE AUMENTADA UTILIZANDO KINECT PARA ESTUDOS TOPOGRÁFICOS	
Bruno dos Santos Belaguarda Alessandro André Mainardi de Oliveira Gustavo Stangherlin Cantarelli Guilherme Chagas Kurtz	

DOI 10.22533/at.ed.08020130111

CAPÍTULO 12 135

FITÓLITOS DE PLANTAS E SOLOS DA MATA ATLÂNTICA NA ILHA GRANDE, RIO DE JANEIRO

Heloisa Helena Gomes Coe
Yame Bronze Medina Ramos
André Luiz Carvalho da Silva
Emily Gomes
Leandro de Oliveira Furtado de Sousa
Kita Damasio Macario
Raphaella Rodrigues Dias

DOI 10.22533/at.ed.08020130112

CAPÍTULO 13 149

MANUAL DE PROTEÇÕES SOLARES: AUXILIO NO ENSINO DE CONFORTO AMBIENTAL

Yuri Viana Loiola
Flora Mendes Araújo Lima

DOI 10.22533/at.ed.08020130113

CAPÍTULO 14 155

MODELAGEM FENOMENOLÓGICA E OTIMIZAÇÃO DE UM SECADOR DE CAFÉ ROTATIVO

Uilla Fava Pimentel
Gildeir Lima Rabello
Willian Melo Poubel

DOI 10.22533/at.ed.08020130114

CAPÍTULO 15 162

PRAIAS ABRIGADAS NO LITORAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Ana Beatriz Pinheiro
André Luiz Carvalho da Silva
Maria Augusta Martins da Silva
José Antonio Baptista Neto
Carolina Pereira Silvestre
Jessyca dos Santos Araújo
Valéria Cristina Silva Pinto

DOI 10.22533/at.ed.08020130115

CAPÍTULO 16 176

PROCESSO DE MODELAGEM PARA FORMAÇÃO DA BASE DE DADOS ACÚSTICOS PARA O MAPEAMENTO DE RUÍDO DE SINOP-MT

Priscila Maria Gonçalves Guilherme
Cristiane Rossatto Candido
Emília Garcez da Luz
Érika Fernanda Toledo Borges Leão

DOI 10.22533/at.ed.08020130116

CAPÍTULO 17	190
PROTEÇÃO DA LIGA DE ALUMÍNIO 2024 CONTRA CORROSÃO POR FILMES DE POLIPIRROL ELETRODEPOSITADOS EM MEIO DE LÍQUIDO IÔNICO	
Julio Cesar Verli Chagas Andrea Santos Liu	
DOI 10.22533/at.ed.08020130117	
CAPÍTULO 18	194
REFLEXÕES PROJETUAIS: O CASO DA DISCIPLINA DE CONFORTO AMBIENTAL	
Yuri Viana Loiola Thais Carvalho Cardoso Ana Paula Nogueira Vidal Menezes Ana Caroline de Carvalho Lopes Dantas Dias	
DOI 10.22533/at.ed.08020130118	
CAPÍTULO 19	198
USO DO MIRITI COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO DE ANÁLISE COMBINATÓRIA	
Anildo das Chagas Dias Jociléa Rodrigues Cardoso José Francisco da Silva Costa Nayara dos Santos Rodrigues Raimundo das Graças Carvalho de Almeida Reginaldo Barros Genivaldo Passos Correa	
DOI 10.22533/at.ed.08020130119	
CAPÍTULO 20	219
VARIABILIDADE MULTITEMPORAL DA LINHA DE COSTA DA PRAIA DO BALBINO, CASCAVEL – CEARÁ	
Francisco Oricélio da Silva Brindeiro Filipe Maciel de Moura Francisco José Maciel de Moura Jader Onofre de Moraes	
DOI 10.22533/at.ed.08020130120	
SOBRE OS ORGANIZADORES	227
ÍNDICE REMISSIVO	228

MODELAGEM FENOMENOLÓGICA E OTIMIZAÇÃO DE UM SECADOR DE CAFÉ ROTATIVO

Data de aceite: 10/12/2019

Uilla Fava Pimentel

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química.

Rio de Janeiro – Rio de Janeiro

Gildeir Lima Rabello

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Seropédica – Rio de Janeiro

Willian Melo Poubel

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias

Alegre – Espírito Santo

RESUMO: A secagem é uma das etapas do processamento do café, que exerce grande importância no que se refere aos gastos energéticos e quanto a conservação da qualidade do produto. A preservação da qualidade é decorrente da redução da quantidade de água (umidade) devido as trocas (massa e calor) realizadas entre o café e o ar, durante o processo de secagem. Inúmeras pesquisas foram realizadas dedicando-se ao estudo da operação de secagem em equipamentos de leito fixo e/ou móvel, partindo da obtenção de modelos empíricos (experimentais), contudo pouco se sabe a respeito da modelagem fenomenológica (proveniente de balanço de massa, energia ou quantidade de movimento).

Neste contexto, o presente estudo utilizou uma modelagem com base fenomenológica para um secador rotativo horizontal, utilizando o software *Scilab*, para obter a variação da umidade do produto pelo tempo e a eficiência energética do processo. Foi realizado a verificação do modelo implementado. Para os estudos de Otimização do processo de secagem foi implementado a meta-heurística *Simulated Annealing*. A partir deste estudo, foi possível obter uma metodologia capaz de modelar a secagem do café e a meta-heurística.

PALAVRAS-CHAVE: Secado de café, Modelagem, Meta-heurística.

PHENOMENOLOGICAL MODELING AND OPTIMIZATION OF HORIZONTAL ROTARY COFFEE DRY

ABSTRACT: Drying is one of the stages of coffee processing, which is of great importance in terms of energy expenditure and the conservation of product quality. The preservation of quality is due to the reduction of the amount of water (moisture) due to the changes (mass and heat) between coffee and air during the drying process. Numerous researches have been made on the study of the drying operation in fixed and / or mobile equipment, starting from the obtaining of empirical (experimental) models, but little is known about the phenomenological modeling

(from mass balance, energy or amount of movement). In this context, the present study used a phenomenological model for a horizontal rotary dryer, using *Scilab* software, to obtain the variation of the moisture of the product by the time and the energy efficiency of the process. Verification of the implemented model was performed. For the studies of Optimization of the drying process was implemented the meta-heuristic *Simulated Annealing*. From this study, it was possible to obtain a methodology capable of modeling coffee drying and metaheuristics.

KEYWORDS: Coffee drying; Modeling; Meta-heuristics.

1 | INTRODUÇÃO

A preservação da qualidade do café está relacionada ao pós-colheita, principalmente as práticas adotadas no processamento (PIMENTEL; RABELLO; POUBEL, 2017). A secagem representa um dos maiores custos energético e operacionais do processamento dos grãos em relação às demais operações (JOAQUIN, 2015).

Existem vários métodos de secagem dos frutos do café, desde métodos tradicionais como os de secagem natural, existentes por um longo tempo, até mais sofisticado (VIRGÍNIA, 2010). A secagem dos grãos pode ser conduzida de forma natural ou artificial, e segundo Silva e Berbert (1999) a escolha do método de secagem depende da tecnologia disponível na unidade produtiva e do fim ao que se destina o produto.

Embora existam inúmeros estudos referentes a esta etapa do processamento do café, esses voltaram-se a determinação de propriedades termodinâmicas, obtenção de modelos empíricos e estimação de parâmetros. Pouco se sabe a respeito condições ótimas de operações e comportamento fenomenológico das variáveis do processo (FORTUNATO et al., 2015).

Atualmente, existem diferentes modelos de secadores. Um dos modelos disponíveis e bastante aceito é o rotativo horizontal, porém pouco se conhece a respeito do comportamento desses equipamentos, de maneira que muitas decepções podem ocorrer durante a sua utilização como, por exemplo, ineficiência no desempenho, elevado consumo de energia e baixa qualidade do produto.

Neste contexto, o presente trabalho buscou realizar a modelagem de um secador rotativo horizontal, utilizando dos balanços de massa e energia; e a gerar dados a respeito do estudo de um secador rotativo horizontal, utilizando o software *Scilab*. Foi realizado a verificação do modelo implementado. Para os estudos de Otimização do processo de secagem foi implementado a meta-heurística *Simulated Annealing*.

2 | METODOLOGIA

A realização da simulação do processo de secagem aplicado a secadores rotativos se baseou nas equações do modelo Yliniemi (1999), equações 1 a 3. As equações do modelo foram discretizadas em relação ao tempo. Foi utilizado o método explícito para a integração das equações.

$$\frac{dX_{s,out}}{dt} + v_s \frac{(X_{s,out} - X_{s,in})}{L} = -R_w \quad (1)$$

$$C_s \frac{dT_{s,out}}{dt} + v_s C_s \frac{(T_{s,out} - T_{s,in})}{L} = \frac{U_v V_v}{F_s} (T_{s,out} - T_{s,in}) - R_w \quad (2)$$

$$C_g \frac{dT_{g,out}}{dt} + v_g C_g \frac{(T_{g,out} - T_{g,in})}{L} = -\frac{U_v V_v}{F_g} (T_{g,out} - T_{s,out}) - \frac{F_s}{F_g} R_w \quad (3)$$

Onde, C_g é a capacidade calorífica do ar de secagem (KJ / Kg K); C_s é a capacidade calorífica dos sólidos (KJ / Kg K); F_g é a densidade linear do ar de secagem (Kg / m); F_s é a densidade linear dos sólidos (Kg / m); R_w é a taxa de secagem (1 / s); T_g é a temperatura do ar de secagem (K); T_s é a temperatura dos sólidos (K); U_v é o coeficiente volumétrico de transferência de calor (KJ / m³ K s); V_v é o volume do tambor por unidade de comprimento (m³ / m); X é a umidade dos sólidos; Y é a umidade do gás; v_g é a velocidade linear do ar de secagem na direção axial (m / s); v_s é a velocidade linear dos sólidos na direção axial (m / s).

A eficiência do processo foi calculada de acordo com Leonel 2014, equação 4, que relaciona a quantidade de calor transferido, do ar para o sistema, com a quantidade de calor fornecida ao ar para aquece-lo da temperatura ambiente (T_a) até a temperatura na qual o mesmo é inserido no equipamento. Essa definição leva em consideração a temperatura do ar inicial (in); de saída (out) e ambiente (amb).

$$E = \frac{T_{a,in} - T_{a,out}}{T_{a,in} - T_{a,amb}} \quad (4)$$

Em sequência, os dados obtidos computacionalmente foram comparados aos obtido por Yliniemi (1999), realizando assim a verificação do modelo implementado.

A partir deste modelo validado, foi implementado a meta-heurística *Simulated Annealing* objetivando obter melhores respostas para o modelo implementado. Os dados iniciais de entrada foram definidos, de acordo com os dados de Yliniemi (1999). Propôs utilizar-se a heurística construtiva aleatória para a criação da solução inicial. Os limites dos parâmetros da solução inicial, representados na Tabela 01, foram definidos por base nas condições reais de processo, onde, L é o comprimento do secador; Var é a velocidade do ar; V_p é velocidade do produto; T_p é temperatura do produto; t é o tempo real de processo.

	Mínimo (inicial)	Máximo	Unidade
L	3	9	m
Var	0.7	1.2	m / s
Vp	0.02	2	m / s
Tp	293	623	K
t	0	120	s

Tabela 1 - Condições de processo. Mínimo e máximo

Fonte: Autor (2017).

Após definir a construção da solução de entrada, pode-se utiliza-la para as simulações do modelo validado, e assim, foi possível obter os valores de umidade e eficiência.

A Imagem 01 representa uma esquematização do procedimento computacional utilizado para a implementação dos códigos computacionais, no qual se definiu as condições de entrada, a função objetivo. Sendo a função objetivo dada $f_o = \alpha * \text{umidade} - \beta * \text{eficiencia}$, na qual se buscou, portanto, minimizar a f_o a fim de obter os menores valores para a umidade do café e maior eficiência do processo, simultaneamente. Os valores de beta e alfa foram definidos empiricamente, assim como os parâmetros da meta-heurística *Simulated Annealing*.

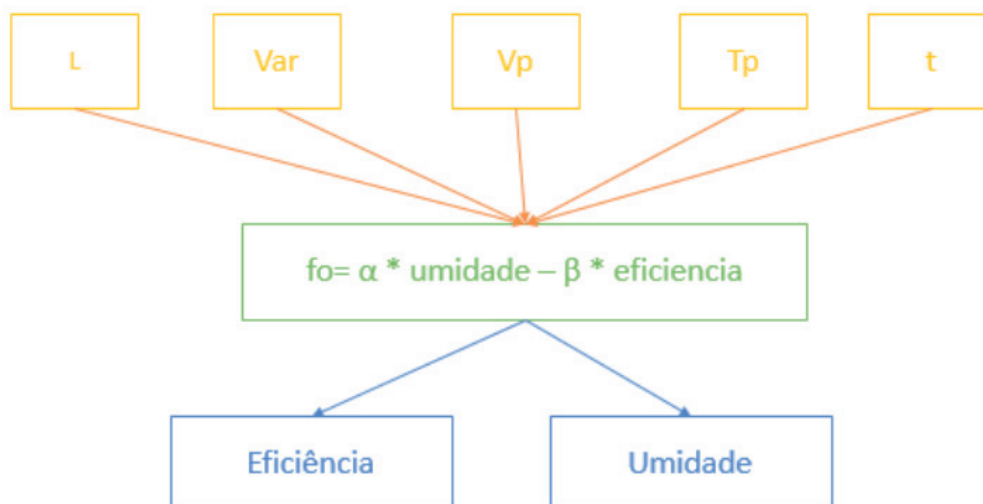


Figura 1 - Esquematização do procedimento computacional para a minimização da função objetivo

Fonte: Autor (2017).

As simulações foram realizadas no software Scilab 6.0.0. em um computador pessoal com configuração Intel® Core™ i5-3317U CPU @ 1.70GHz-2.60GHz com uma memória RAM instalada de 8,00 GB.

3 | RESULTADOS

Os valores de umidade dos grãos de café pelo tempo obtidos pelo modelo implementado estão representados na Imagem 2, onde é possível perceber que a umidade dos grãos diminui à medida em que se aumenta o tempo de secagem, o que condiz com os resultados experimentais obtidos por Pimentel, Rabello e Poubel (2017). Nesta mesma Imagem é possível verificar que os dados obtidos pelo modelo implementado e por Yliniemi (1999) estão sobrepostos, o que garante a funcionalidade do modelo para realizar previsões dos dados de secagem.

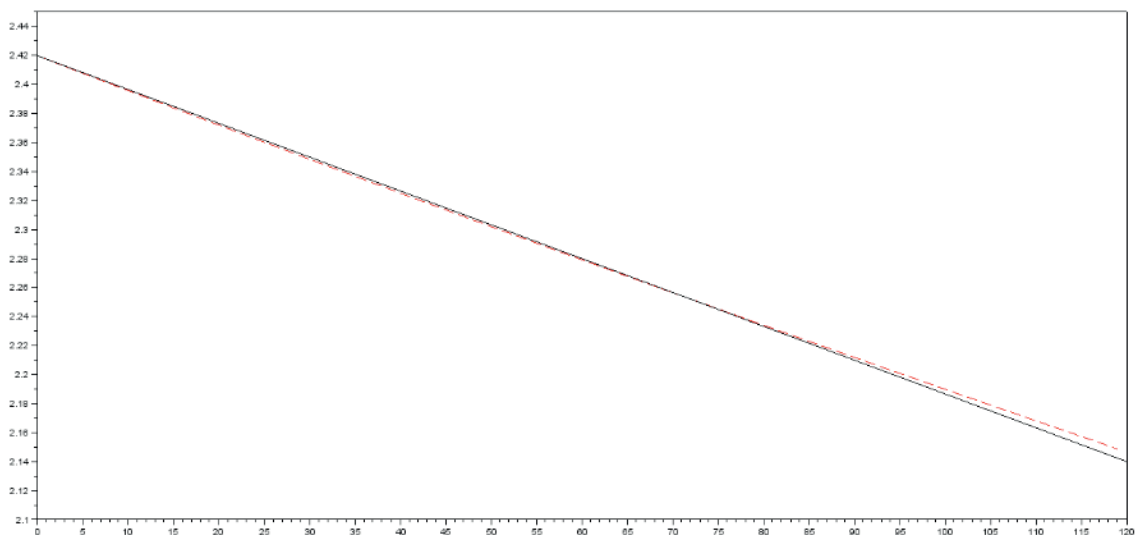


Figura 2- Variação da Umidade dos grãos de café, eixo y, pelo tempo em s. A Linha vermelha corresponde aos dados obtidos pelo modelo implementado e a preta pelos dados do artigo de Yliniemi (1999).

Fonte: Autor (2017).

A meta-heurística foi executada 5 vezes com sementes aleatórias obtidas dentro das condições de processo definidas na metodologia, os resultados médio e melhor, e o respectivo desvio, estão apresentados na Tabela 02.

Melhor FO	FO média	Desvio (%)	Tempo Médio (seg.)	Tempo Melhor (seg.)
-359,1501	237,5370	2,511975	2,7481	1,123841
-427,4243	2,96806	145,008	2,1021	0,919974
-365,3091	650,73562	1,561379	2,3688	0,865430
-216,2749	136,36334	2,586019	2,8719	1,512661
-366,8692	473,98868	1,774004	1,2980	1,010514

Tabela 2 - Resultados obtidos pela meta-heurística *Simulated Annealing*.

Fonte: Autor (2017).

Os valores obtidos para eficiência foram de 98.54% a 89.84%. E tempo de

execução da simulação de 2,245452 a 0,249041 segundos. Percebe-se os valores de F_0 obtidos apresentaram valores médios variáveis, assim como os desvios. Acredita-se que tais discrepâncias ocorreram devido a meta-heurísticas utilizada, e principalmente devido a forma de criação de semente que se baseou na randomização dentro dos limites estabelecidos, sem utilizar nenhum método para melhora-las de acordo com as realizações das simulações. O tempo de simulação foi pequeno, porém variável isso possivelmente ocorreu devido ao método utilizado.

Não foi possível comparar os resultados obtidos pela meta-heurística com o artigo científico que foi utilizado como base para a simulação, uma vez que o mesmo não implanta nenhuma meta-heurística, ele realiza a simulação para aplicar controle. Pretende-se realizar, na próxima etapa de trabalho, uma comparação dos resultados obtidos pela meta-heurística com os resultados que serão obtidos no *Toolbox* do *Matlab*.

Desta forma, a realização deste trabalho permitiu obter um modelo fenomenológico e apresentar um procedimento computacional adequado para implementação da meta-heurísticas *Simulated Annealing*.

4 | CONCLUSÃO

Neste trabalho, foi realizada a modelagem da secagem do café para um secador rotativo horizontal. Com isso, foi possível obter um modelo fenomenológico para a secagem dos grãos de café e realizar a sua validação por comparação de dados. Logo, o modelo obtido utilizando a metodologia apresentada foi considerado satisfatório, uma vez que consegue realizar previsões. Sugere-se, para estudos futuros realizar experimentos em distintas condições de secagem a fim de para averiguar se o modelo consegue descrever o processo.

Desta forma, a realização deste trabalho permitiu implementar a meta-heurísticas *Simulated Annealing* partindo de um procedimento computacional proposto pelos autores, mas tido como adequado para a implementação da meta-heurística. Contudo, outra proposta é de utilizar outras meta-heurísticas a fim de comparar sua eficiência referente ao problema proposto, ou alterar a criação das sementes. Pretende-se realizar, na próxima etapa de trabalho, uma comparação dos resultados obtidos pela meta-heurística implementadas com os resultados que serão obtidos no *Toolbox* do *Matlab*.

REFERÊNCIAS

SILVA, J. S., BERBERT, P.1999. Colheita, **secagem e armazenamento**. Viçosa: Aprenda Fácil, p.146-147.

FORTUNATO, T. B., ALVES, C. H. A., ALVES, K. S., da SILVA, W. B.; DUTRA, J. C. S. **Modelagem e simulação da secagem de grãos de café**. Anais do XI Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica, 2015. São Paulo, Brasil. 2624-2629.

PIMENTEL, U. F.; RABELLO, G. L.; POUBEL, W. M. **Aplicação do Controle estatístico de processo (CEP) como método de controle da qualidade para a secagem de café em um secador rotativo horizontal e análise do processo**. XXI Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XVII Encontro Latino Americano de Pós-graduação, XI Inic Jr da Univap, VII Inid, 2017. São José dos Campos, Brasil. 1-6.

GEANKOPLIS, C. J. 2003. **Transport Processes and Separation Process Principles: Includes Unit Operations**. Upper Saddle River: Prentice-hall.

JOAQUIN, T. N. M. 2015. **Modelagem e Simulação de um secador intermitente de fluxos contracorrentes para frutos do cafeeiro**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Espírito Santo.

VIRGÍNIA, P. R. 2010. **Secagem de café: Uma Revisão**. Monografia de Graduação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

LEONEL, E. C. 2014. **Análise da Eficiência Energética e Otimização de secadores rotativos**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos.

YLINIEMI, L. 1999. **Advanced Control of Rotary drayer**. Dissertação de Mestrado, University of Oulu.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos: Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade de Pernambuco - UPE (2009), Mestre em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal do Piauí - UFPI (2012), com bolsa do CNPq. Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba - UFPI (2016), com bolsa da CAPES. Atualmente é professora adjunta do curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em fitotecnia, fisiologia das plantas cultivadas, propagação vegetal, manejo de culturas, nutrição mineral de plantas, adubação, atuando principalmente com fruticultura e floricultura. E-mail para contato: raissasalustriano@yahoo.com.br; raissa.matos@ufma.br Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0720581765268326>

Nitalo André Farias Machado: Possui graduação em Agronomia (2015) e mestrado em Ciência Animal (2018) pela Universidade Federal do Maranhão. Atualmente é aluno regular do doutorado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Possui experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Ambiência e Bioclimatologia, atuando principalmente nos seguintes temas: biometeorologia, bem-estar animal, biotelemetria, morfometria computacional, modelagem computacional, transporte de animais, zootecnia de precisão, valorização de resíduos, análise de dados e experimentação agrícola. E-mail para contato: nitalo-farias@hotmail.com. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3622313041986385>

Hosana Aguiar Freitas De Andrade: Graduada em Agronomia (2018) pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Atualmente é mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo pela Universidade Federal do Ceará (PPGCS/UFC) como bolsista CAPES. Possui experiência na área de fertilidade do solo, adubação e nutrição de plantas, com ênfase em aproveitamento de resíduos na agricultura, manejo de culturas, propagação vegetal, fisiologia de plantas cultivadas e emissão de gases do efeito estufa. E-mail para contato: hosana_f.andrade@hotmail.com. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5602619125695519>

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ácido metanosulfônico 46, 49, 50, 51, 56

Adequação ambiental 194

Análise combinatória 198, 199, 200, 201, 202, 213, 217, 218

Anilina 46, 49, 51

Aplicações 16, 18, 21, 26, 46, 57, 81, 83, 84, 90, 106, 193, 201, 202, 205, 207, 209, 212, 217

Aplicativo 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 126

B

Baía da Ilha Grande 162, 168, 172, 173, 174

Baía de Guanabara 146, 147, 162, 164, 168, 169, 170, 171, 174, 175

Base de dados 39, 176, 179

Bioindicadores 136, 143

C

Carcinicultura 10, 11, 12, 13, 14, 15

Carne bovina 108, 109, 110, 111, 112, 114, 117, 118

Cbers 4 16, 17, 18

Cenário educacional 1

Competência 1, 4, 5, 6, 7, 8, 168

Conforto ambiental 149, 150, 153, 154, 194, 195, 197

Contorno ativo 16, 18

Controle solar 149

D

Deposição eletroquímica 46, 49, 51, 53

Didática profissional 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8

E

Eletrodeposição 46, 50, 51, 52, 53, 57, 190, 191, 192

Ensino 1, 5, 7, 38, 58, 67, 69, 70, 71, 80, 81, 121, 122, 133, 134, 149, 194, 198, 200, 201, 216, 217, 218

Ensino das geociências 58

Ensino de astronomia 70, 81

Ensino fundamental 58, 71, 81

Ensino médio 58, 71, 200, 217, 218

Erosão costeira 163, 219, 220, 225

Espaço-temporais 10

Estratégias ativas 194

Estuário 10, 13, 14, 15, 164

Estudos topográficos 121

Experimentação 198, 199, 201, 202, 213, 216, 227
Extração de feições 16, 17, 20, 21
Extração de proteínas 108, 110, 111, 112, 113, 114, 116, 117, 118

F

Filmes de polianilina 46
Física médica 37, 38, 40, 44
Fitólitos de plantas 135, 137, 140
Formação dos adultos 1, 4
Função exponencial 82, 94, 99, 100, 104, 106

G

Geociências 15, 58, 60, 62, 69, 81, 175
Geomorfologia fluvial 10

I

Interatividade 37, 38

K

Kinect 121, 122, 124, 125, 127, 129, 130, 131, 132, 133, 134

L

Lâmpada fluorescente 70, 72, 73, 74, 77, 78, 79, 80
Landsat 8 16, 17, 18, 19, 20, 21
Liga de alumínio 2024 48, 49, 190
Linha de costa 14, 165, 172, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225
Líquido iônico 190, 191, 192

M

Mapeamento de ruído 176, 181, 183, 187
Mata atlântica 135, 136, 137, 138, 146
Matemática 1, 3, 5, 6, 7, 8, 83, 84, 90, 102, 106, 107, 198, 199, 200, 201, 202, 213, 216, 217, 218
Meta-heurística 155, 156, 157, 158, 159, 160
Metais oxidáveis 46, 48
Métodos 3, 12, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 45, 48, 72, 110, 111, 123, 128, 139, 147, 156, 176, 180, 192, 199, 200, 201, 202, 221, 222, 224
Modelagem 126, 155, 156, 160, 161, 176, 178, 180, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 227
Modelagem acústica 176, 180

O

Ouro 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 52, 53, 54, 62, 217
Oxidação álcool benzílico 22

P

Paládio 22, 23, 24, 25, 26, 27, 32

Planejamento fatorial 108, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117

Planície flúvio-marinha 10, 12

Polipirrol 48, 57, 190, 191, 192, 193

Praia 138, 141, 143, 147, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 173, 174, 219, 220, 222, 224, 225, 226

Praias abrigadas 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 173, 174

Professor 1, 5, 6, 7, 8, 58, 61, 68, 81, 121, 122, 195, 199, 200, 213, 214, 215, 216, 217

Proteções solares 149, 150, 152

R

Radiação 70, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 114

Realidade aumentada 121, 122, 127, 132, 133

Reconstituição paleoambiental 136

Recursos de informações 37

Rio Acaraú 10, 11, 12, 14

S

Secado de café 155

Sensoriamento remoto 16, 21

Série de Taylor 82, 83, 99

Superfície de resposta 108, 110, 111, 117

T

Tecnologia móvel 37, 38, 39

Teoria quântica 70, 71, 72, 73, 74, 78, 80

Topografia 10, 121, 122, 123, 127, 133, 134, 137, 162, 168, 180

V

Variabilidade multitemporal 219

