

Energia Solar e Eólica

Paulo Jayme Pereira Abdala
(Organizador)

 **Atena**
Editora

Ano 2019

Paulo Jayme Pereira Abdala
(Organizador)

Energia Solar e Eólica

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Karine de Lima

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

E56 Energia solar e eólica [recurso eletrônico] / Organizador Paulo Jayme Pereira Abdala. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Energia Solar e Eólica; v. 1)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-066-7

DOI 10.22533/at.ed.667192201

1. Energia – Fontes alternativas. 2. Energia eólica. 3. Energia solar. I. Abdala, Paulo Jayme Pereira.

CDD 621.042

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

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.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

As chamadas energias renováveis, também conhecidas como energias alternativas ou ainda energias limpas são três denominações possíveis para qualquer forma de energia obtida por meio de fontes renováveis, e que não produzem grandes impactos ambientais negativos. Atualmente, com a grande preocupação mundial em compensar as emissões de CO₂, o consumo deste tipo de energia tem sido o foco de governos e empresas em todo globo.

Neste sentido, o Brasil possui uma matriz energética bastante limpa, onde predomina o uso de hidrelétricas, apesar do crescimento do uso de termelétricas, as quais são abastecidas por combustível fóssil. No Brasil, o setor energético é responsável por grande parte das emissões de CO₂, ficando atrás somente do setor agrícola que reapresenta a maior contribuição para o efeito estufa brasileiro.

A energia proveniente do sol é a alternativa renovável mais promissora para o futuro e, por este motivo tem recebido maior atenção e também mais investimentos. A radiação solar gratuita fornecida pelo sol pode ser captada por placas fotovoltaicas e ser posteriormente convertida em energia elétrica. Esses painéis usualmente estão localizados em construções, como indústrias e casas, o que proporciona impactos ambientais mínimos. Esse tipo de energia é uma das mais fáceis de ser implantada em larga escala. Além de beneficiar os consumidores com a redução na conta de energia elétrica reduzem as emissões de CO₂.

Com relação à energia eólica, o Brasil faz parte do grupo dos dez países mais importantes do mundo para investimentos no setor. As emissões de CO₂ requeridas para operar esta fonte de energia alternativa são extremamente baixas e é uma opção atrativa para o país não ser dependente apenas das hidrelétricas. Os investimentos em parques eólicos vem se tornando uma ótima opção para neutralização de carbono emitidos por empresas, indústrias e etc.

Neste contexto, este EBOOK apresenta uma importante contribuição no sentido de atualizar os profissionais que trabalham no setor energético com informações extremamente relevantes. Ele está dividido em dois volumes contendo artigos práticos e teóricos importantes para quem deseja informações sobre o estado da arte acerca do assunto.

Paulo Jayme Pereira Abdala

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	10
UMA REVISÃO SOBRE AS TECNOLOGIAS FOTOVOLTAICAS ATUAIS	
Alexandre José Bühler Ivan Jorge Gabe Fernando Hoefling dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.6671922011	
CAPÍTULO 2	26
VALIDAÇÃO DE MODELOS DE COMPORTAMENTO TÉRMICO DE PAINÉIS FOTOVOLTAICOS PARA O SEMIÁRIDO BRASILEIRO	
Bruna de Oliveira Busson Pedro Henrique Fonteles Dias Ivonne Montero Dupont Pedro Hassan Martins Campos Paulo Cesar Marques de Carvalho Edylla Andressa Queiroz Barroso	
DOI 10.22533/at.ed.6671922012	
CAPÍTULO 3	41
A GERAÇÃO SOLAR DE CALOR DE PROCESSOS INDUSTRIAIS NA PRODUÇÃO DE GESSO BETA DO POLO GESSEIRO DO ARARIPE	
André Vitor de Albuquerque Santos Kenia Carvalho Mendes	
DOI 10.22533/at.ed.6671922013	
CAPÍTULO 4	58
A UTILIZAÇÃO DO SILÍCIO NACIONAL PARA A FABRICAÇÃO DE PLACAS SOLARES: UMA REFLEXÃO DAS DIFICULDADES TECNOLÓGICA E FINANCEIRA	
Felipe Souza Davies Gustavo Luiz Frisso Matheus Vinícius Brandão	
DOI 10.22533/at.ed.6671922014	
CAPÍTULO 5	72
AEROPORTO DE VITÓRIA/ES: ESTUDO DO POTENCIAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA	
Ana Luiza Guimarães Valory Sidney Schaeffer Warley Teixeira Guimarães	
DOI 10.22533/at.ed.6671922015	
CAPÍTULO 6	87
ANÁLISE ENERGÉTICA E EXERGÉTICA DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS DE SILÍCIO MONOCRISTALINO E POLICRISTALINO	
Suellen Caroline Silva Costa Janaína de Oliveira Castro Silva Cristiana Brasil Maia Antônia Sônia Alves Cardoso Diniz	
DOI 10.22533/at.ed.6671922016	

CAPÍTULO 7	1043
ANÁLISE HARMÔNICA NOS INVERSORES FOTOVOLTAICOS DE UMA MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA	
Alessandro Bogila	
Joel Rocha Pinto	
Thales Prini Franchi	
Thiago Prini Franchi	
DOI 10.22533/at.ed.6671922017	
CAPÍTULO 8	120
ANÁLISE TÉCNICA E ECONÔMICA DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO NO MODELO DE UMA ÁRVORE NA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA	
Bárbara de Luca De Franciscis Gouveia	
DOI 10.22533/at.ed.6671922018	
CAPÍTULO 9	139
ANÁLISE FINANCEIRA DE SISTEMAS DE MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA FINANCIADOS EM PALMAS - TO	
Brunno Henrique Brito	
Maria Lúcia Feitosa Gomes de Melo	
DOI 10.22533/at.ed.6671922019	
CAPÍTULO 10	152
APLICAÇÃO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO EM ESCOLAS MUNICIPAIS DA CIDADE DE CRUZ ALTA/RS: ANÁLISE DE IMPLANTAÇÃO E POTENCIAL DE ENERGIA GERADA	
Alessandra Haas	
Franciele Rohr	
Ísis Portolan dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.66719220110	
CAPÍTULO 11	165
APLICAÇÃO DO ALGORITMO DE RASTREAMENTO DO PONTO DE MÁXIMA POTÊNCIA (MPPT) EM MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	
Augusto Hafemeister	
João Batista Dias	
Leonel Augusto Calliari Poltosi	
DOI 10.22533/at.ed.66719220111	
CAPÍTULO 12	181
AR CONDICIONADO SOLAR – CICLO DE ADSORÇÃO	
Rafael de Oliveira Barreto	
Pollyanne de Oliveira Carvalho Malaquias	
Matheus de Mendonça Herzog	
Luciana Carvalho Penha	
Lucio Cesar de Souza Mesquita	
Elizabeth Marques Duarte Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.66719220112	
CAPÍTULO 13	194
AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO COLETOR SOLAR PLANO ACOPLADO EM SECADOR HÍBRIDO	
Raphaela Soares da Silva Camelo	

Ícaro da Silva Misquita
Thais Andrade de Paula Lovisi
Lizandra da Conceição Teixeira Gomes de Oliveira
Juliana Lobo Paes
Camila Lucas Guimarães

DOI 10.22533/at.ed.66719220113

CAPÍTULO 14 212

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE NOVO PROTÓTIPO DE FOTOBIORREATOR NÃO TRANSPARENTE PARA CULTIVO DE MICROALGAS COM ILUMINAÇÃO INTERNA ATRAVÉS DE POFS QUE RECEBEM A LUZ DE LENTES MONTADAS EM SISTEMA DE RASTREAMENTO SOLAR

Gisel Chenard Díaz
Yordanka Reyes Cruz
Rene Gonzalez Carliz
Fabio Toshio Dino
Maurílio Novais da Paixão
Donato A. Gomes Aranda
Marina Galindo Chenard

DOI 10.22533/at.ed.66719220114

CAPÍTULO 15 225

AVALIAÇÃO DE WEBSITES BRASILEIROS PARA SIMULAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE: PARÂMETROS DE ENTRADA E RESULTADOS

Marina Calcagnotto Mascarello
Letícia Jenisch Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.66719220115

CAPÍTULO 16 241

AVALIAÇÕES DE CUSTO E DESEMPENHO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS TIPO SIGFI COM DIFERENTES PERÍODOS DE AUTONOMIA

Marta Maria de Almeida Olivieri
Leonardo dos Santos Reis Vieira
Marco Antonio Galdino
Márcia da Rocha Ramos

DOI 10.22533/at.ed.66719220116

CAPÍTULO 17 257

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL EÓLICO CONSIDERANDO O EFEITO DA ESTEIRA AERODINÂMICA DE TURBINAS ATRAVÉS DO MODELO DO DISCO ATUADOR

Luiz Fernando Pezzi
Adriane Prisco Petry

DOI 10.22533/at.ed.66719220117

CAPÍTULO 18 272

COMPARAÇÃO DE RESULTADOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA ATRAVÉS DE DIFERENTES BASES DE DADOS DE IRRADIAÇÃO - ESTUDO DE CASO EM CURITIBA

Danilo Carvalho de Gouveia
Jeanne Moro
Muza Iwanow
Rebecca Avença
Jair Urbanetz Junior

DOI 10.22533/at.ed.66719220118

CAPÍTULO 19	284
DESENVOLVIMENTO DE SUPERFÍCIES SUPERHIDROFÓBICAS COM EFEITO AUTOLIMPANTE PARA APLICAÇÕES EM MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	
Lucélio Oliveira Lemos	
Magnum Augusto Moraes Lopes de Jesus	
Aline Geice Vitor Silva	
Angela de Mello Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.66719220119	
CAPÍTULO 20	297
DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO PARA DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA	
Stéphane Rodrigues da Silva	
Érica Tiemi Anabuki	
Luis Cláudio Gambôa Lopes	
DOI 10.22533/at.ed.66719220120	
CAPÍTULO 21	312
DO PETRÓLEO À ENERGIA FOTOVOLTAICA: A INSERÇÃO DO BRASIL NESTE NOVO MERCADO	
Emilia Ribeiro Gobbo	
Maria Antonia Tavares Fernandes da Silva	
Rosemarie Bröker Bone	
DOI 10.22533/at.ed.66719220121	
CAPÍTULO 22	330
EFEITO DO SOMBREAMENTO EM MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	
José Rafael Cápua Proveti	
Daniel José Custódio Coura	
Carlos Roberto Coutinho	
Adriano Fazolo Nardoto	
DOI 10.22533/at.ed.66719220122	
CAPÍTULO 23	342
ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO ENERGÉTICA E DE DESEMPENHO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO INTEGRADO AO COMPLEXO AQUÁTICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA	
Helena Flávia Naspolini	
Gustavo Xavier de Andrade Pinto	
Julio Boing Neto	
Ricardo Rütther	
DOI 10.22533/at.ed.66719220123	
CAPÍTULO 24	354
ESTUDO DA SECAGEM INTERMITENTE DA MANGA UTILIZANDO SECADOR HÍBRIDO SOLAR-ELÉTRICO	
Camila Lucas Guimarães	
Juliana Lobo Paes	
Raphaela Soares da Silva Camelo	
Madelon Rodrigues Sá Braz	
Ícaro da Silva Misquita	
Lizandra da Conceição Teixeira Gomes de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.66719220124	

CAPÍTULO 25	367
ANÁLISE PRÉVIA DO VALOR DA DEPENDÊNCIA DO SOLO PARA AS ATIVIDADES AGRÍCOLAS COM A POSSÍVEL IMPLANTAÇÃO DO PARQUE EÓLICO DA SERRA, EM SÃO FRANCISCO DE PAULA, RS	
Antonio Robson Oliveira da Rosa Leonardo Beroldt Rafael Haag	
DOI 10.22533/at.ed.66719220125	
CAPÍTULO 26	379
APLICAÇÃO DE UM DVR EM AEROGERADORES SCIG E DFIG PARA AUMENTO DE SUORTABILIDADE FRENTE A AFUNDAMENTOS DE TENSÃO	
Edmar Ferreira Cota Renato Amorim Torres Victor Flores Mendes	
DOI 10.22533/at.ed.66719220126	
CAPÍTULO 27	398
AVALIAÇÃO DO POTENCIAL EÓLICO DE UMA REGIÃO COM TOPOGRAFIA COMPLEXA UTILIZANDO DINÂMICA DOS FLUIDOS COMPUTACIONAL	
William Corrêa Radünz Alexandre Vagtinski de Paula Adriane Prisco Petry	
DOI 10.22533/at.ed.66719220127	
CAPÍTULO 28	410
EDIFICAÇÃO DE ENERGIA POSITIVA: ANÁLISE DE GERAÇÃO E CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ESCRITÓRIO VERDE DA UTFPR EM CURITIBA	
Larissa Barbosa Krasnhak Elis Almeida Medeiros de Mello Jair Urbanetz Junior Eloy Casagrande Junior	
DOI 10.22533/at.ed.66719220128	
CAPÍTULO 29	422
ESTAÇÃO METEOROLÓGICA WIFI DE BAIXO CUSTO BASEADO EM THINGSPEAK	
Renan Tavares Figueiredo Odélsia Leonor Sanchez de Alsina Diego Lopes Coriolano Eurípes Lopes de Almeida Neto Ladjane Coelho dos Santos Iraí Tadeu Ferreira de Resende Ana Claudia de Melo Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.66719220129	
SOBRE O ORGANIZADOR	431

ESTUDO DA SECAGEM INTERMITENTE DA MANGA UTILIZANDO SECADOR HÍBRIDO SOLAR-ELÉTRICO

Camila Lucas Guimarães

Universidade Federal Fluminense, Escola de Engenharia,
Niterói - Rio de Janeiro

Juliana Lobo Paes

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Departamento de Engenharia,
Seropédica - Rio de Janeiro

Raphaela Soares da Silva Camelo

Universidade Federal Fluminense, Escola de Engenharia,
Niterói - Rio de Janeiro

Madelon Rodrigues Sá Braz

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Departamento de Engenharia,
Seropédica - Rio de Janeiro

Ícaro da Silva Misquita

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Departamento de Engenharia,
Seropédica - Rio de Janeiro

Lizandra da Conceição Teixeira Gomes de Oliveira

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Departamento de Engenharia
Seropédica – RJ

RESUMO: A utilização da energia solar fototérmica possibilita o funcionamento de secadores localizados em regiões com pouca acessibilidade energética. No entanto, este

sistema ainda necessita de informações técnicas e operacionais. Desta forma, objetivou-se estudar a cinética de secagem solar com intermitência da manga (*Mangifera indica* L.), bem como avaliar as características físico-químicas e sensoriais. Utilizou-se o secador híbrido solar-elétrico composto por câmara de secagem, coletor solar e sistema de exaustão elétrico. A temperatura, a umidade relativa e a velocidade do ar média no interior da câmara de secagem foram de 37 °C, 46% e 1,0 m s⁻¹, respectivamente. Verificou-se que, após o período de intermitência, houve pico de razão de umidade, seguido por acentuada queda, devido ao fenômeno de reabsorção e redistribuição de água na fruta. O modelo de Page representa, satisfatoriamente, a cinética de secagem solar da manga. Com o estudo da cinética de secagem solar durante 72 h pode-se afirmar que em 47 h foi possível obter manga seca em equilíbrio higroscópico com o ambiente. Além disso, observou-se que não houve variação significativa dos parâmetros físico-químicos da manga pela análise de variância ao longo do armazenamento. A avaliação sensorial mostrou que os produtos tiveram boa aceitabilidade e intenção de compra.

PALAVRAS-CHAVE: Energia solar, Cinética de secagem, Qualidade, Frutas.

ABSTRACT: The use of solar energy enables

the operation of the dryer in regions where there is a low energetic accessibility. However, this system still requires technical and operational information. Therefore, this study aimed at evaluating intermittent drying kinetics of the mango (*Mangifera indica* L.) and to assess its quality by physical, chemical and sensorial methods. Used one hybrid solar-electric dryer consisting of drying chamber, solar collector and electrical exhaust system. The temperature, relative humidity and average air velocity inside the drying chamber were equivalent to 37 °C, 46% and 1.0 m s⁻¹, respectively. It was verified that after the period of intermittency there was a peak of moisture ratio, followed by a marked fall due to the phenomenon of reabsorption and redistribution of water in the fruit. The Page model satisfactorily represents the solar drying kinetics of mango. With the study of solar drying kinetics during 72 h it can be affirmed that in 47 h get dry mango in hygroscopic balance with the environment. In addition, it was observed that there was no significant variation of physical and chemical parameters of the mango by analysis of variance along the storage. The sensorial evaluation showed that the products had good acceptability and purchase intention.

KEYWORDS: Solar energy, Drying kinetics, Quality, Fruits.

1 | INTRODUÇÃO

Em vista da abundância natural da manga na época de colheita, a oferta torna-se maior que a demanda, acarretando considerável perda, bem como a possibilidade do aumento de renda dos produtores na agricultura familiar.

Uma solução para este entrave consiste na adoção da secagem solar na etapa de processamento. A utilização de um secador solar indireto para o aquecimento do ar de secagem permite o aproveitamento da energia fototérmica e a redução de gastos, normalmente contabilizados em secadores convencionais. Em soma, os sistemas de secagem solar permitem o funcionamento do secador em regiões com pouca acessibilidade energética (SREEKUMAR, 2010; BELESSIOTIS; DELYANNIS, 2011). A utilização deste recurso representa, para o produtor rural, criação de emprego local e renda por meio de alternativa na comercialização da fruta, absorção do excesso de produção e consumo em todas as épocas do ano, principalmente no período de entressafra (AMUNUGODA et al., 2013).

No entanto, o uso da energia solar para secagem de frutas ainda necessita de informações técnicas e operacionais (BELESSIOTIS; DELYANNIS, 2011; EL-SEBAIL; SHALABY, 2012; AMUNUGODA et al., 2013), tais como a intermitência no processo. Durante o intervalo de intermitência ou tempo de equalização, submete-se o produto a intervalos subsequentes de repouso sem exposição ao calor do ar de secagem (GARCIA et al., 2004). Fato este que ocorre durante o período noturno, quando não se utiliza a secagem solar. No entanto, estudos relatam efeitos benéficos da intermitência apenas em processo de secagem com combustíveis convencionais para grãos e

sementes. Desta forma, objetivou-se estudar a cinética de secagem com intermitência da manga em secador híbrido solar-elétrico e avaliar sua qualidade por métodos físicos, químicos e sensoriais.

2 | MATERIAL DE MÉTODOS:

O experimento foi realizado em secador híbrido solar-elétrico localizado na área experimental do Departamento de Engenharia (DE) / Instituto de Tecnologia (IT) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, campus Seropédica.

O secador híbrido solar-elétrico utilizado foi constituído por coletor solar, câmara de secagem e sistema de exaustão elétrico convencional (Figura 1). O ar de secagem foi aquecido no coletor através da energia solar e mantido em circulação no interior da câmara de secagem através sistema de exaustão.



Figura 1. Secador híbrido solar-elétrico

As mangas (*Mangifera indica L.*) variedade Palmer, foram adquiridas no comércio local do município de Seropédica-RJ e selecionadas, levando-se em consideração uniformidade de maturação, coloração da casca e ausência de danos físicos (Figura 2).



Figura 2. Manga (*Mangifera indica* L.) variedade Palmer

As frutas foram lavadas em água corrente, descascadas manualmente e cortadas em tiras de formas longitudinais de aproximadamente 5 cm. As amostras sanificadas com solução de água mineralizada e sanitária (1:10) foram escorridas, dispostas em oito bandejas de secagem, pesadas em balança de precisão e levadas à câmara de secagem.

O estudo da secagem da manga ocorreu em duas etapas: na primeira, avaliou-se a cinética de secagem e, na segunda, as características físico-químicas e sensoriais da fruta in natura, seca e ao longo do armazenamento. Para o monitoramento da temperatura e umidade relativa (UR) do ar de secagem no interior da câmara, utilizou-se termopares conectados a um milivoltímetro com precisão de $\pm 0,1$ °C e termo-higrômetro marca Minipa, modelo MTH-1380, respectivamente. A velocidade do ar de secagem foi monitorada na saída do exaustor da câmara de secagem com o auxílio de um termoanemômetro digital, marca Minipa e modelo MDA II.

Na obtenção da curva de secagem avaliou-se a perda de água ao longo da secagem por diferença de massa, pesando-se o conjunto bandeja-amostra a cada hora, até atingir o teor de água de equilíbrio. A cada período de secagem, correlacionou-se o teor de água instantâneo com o teor de água inicial e o teor de água de equilíbrio (Eq. 1).

$$RU_{exp} = \frac{X^* - X_e^*}{X_i^* - X_e^*} \quad (1)$$

Em que: RU - Razão de umidade, adimensional; x^* - Teor de água do produto; x_i^* - Teor de água inicial do produto; x_e^* - Umidade de equilíbrio, decimal.

Com os dados de razão de umidade determinou-se a curva de secagem em função do período de operação incluindo o tempo de intermitência por meio do programa computacional SigmaPlot 10.0.

Para o estudo da cinética de secagem, os modelos matemáticos Page (Eq. 2), Henderson e Pabis (Eq. 3), Midilli (Eq. 4) e Logaritmo (Eq. 5) foram ajustados aos dados experimentais de razão de umidade por meio de análise de regressão não

linear utilizando o programa computacional SigmaPlot 10.0.

$$RU = e^{(-Kt^n)} \quad (2)$$

$$RU = ae^{(-Kt)} \quad (3)$$

$$RU = ae^{(-Kt^n)} + bt \quad (4)$$

$$RU = ae^{(-Kt^n)} + b \quad (5)$$

Em que: RU - Razão de umidade, adimensional; t - tempo de secagem (h); a, b, k, n - constante do modelo.

Para selecionar o modelo matemático que melhor prediz o fenômeno foram considerados a magnitude do coeficiente de determinação (R^2) mais próximo da unidade, menores valores de desvio quadrático médio (DQM) (Eq. 6), erro médio estimado (SE) (Eq. 7), teste do qui-quadrado (χ^2) (Eq. 8) (MOLINA-FILHO et al., 2006; COSTA et al., 2011; ANDRÉ et al., 2014; LEITE et al., 2017) e a magnitude do erro médio relativo (P) (Eq. 9) inferior a 10% (FARIA et al., 2012).

$$DQM = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (RU_{pred} - RU_{exp})^2}{n}} \quad (6)$$

$$SE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (RU_{exp} - RU_{pred})^2}{GLR}} \quad (7)$$

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (RU_{exp} - RU_{pred})^2}{GLR} \quad (8)$$

$$P = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|RU_{exp} - RU_{pred}|}{2} \quad (9)$$

Em que: RU_{pred} – razão de umidade predita pelo modelo; RU_{exp} – razão de umidade experimental; n - número de observações e GLR - grau de liberdade.

A caracterização das propriedades físicas e químicas da manga in natura, seca e armazenadas durante 7, 14, 21 e 28 dias foram realizadas pelas análises de teor de água, pH, acidez (ATT em % ácido cítrico) e sólidos solúveis totais (SST) em triplicata (IAL, 2008).

A análise sensorial foi realizada em mesas individuais, iluminadas com luz branca, com amostras codificadas em números de três dígitos aleatórios. As amostras únicas acompanhadas por copo com água à temperatura ambiente foram servidas para 100 provadores não treinados. Utilizou-se o Teste de Aceitação em escala hedônica estruturada de 9 pontos com os extremos gostei extremamente a desgostei extremamente, levando-se em consideração os atributos sensoriais de aparência, aroma, sabor e textura. Ainda foi analisada a intenção de compra, em escala hedônica não estruturada entre âncoras com os extremos definitivamente compraria e definitivamente não compraria.

Os valores médios das análises físico-químicas e sensoriais das frutas in natura,

secas e armazenadas foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste Tukey a 5% de probabilidade, com o uso do programa estatístico SISVAR 5.6.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A secagem da manga ocorreu com temperatura, umidade relativa e velocidade do ar média no interior da câmara de secagem de 37 °C, 46% e 1,0 m s⁻¹, respectivamente.

O período de operação de secagem das mangas ocorreu em quatro dias seguidos totalizando 72 h, com tempo de intermitência de 14 h (Figura 3).

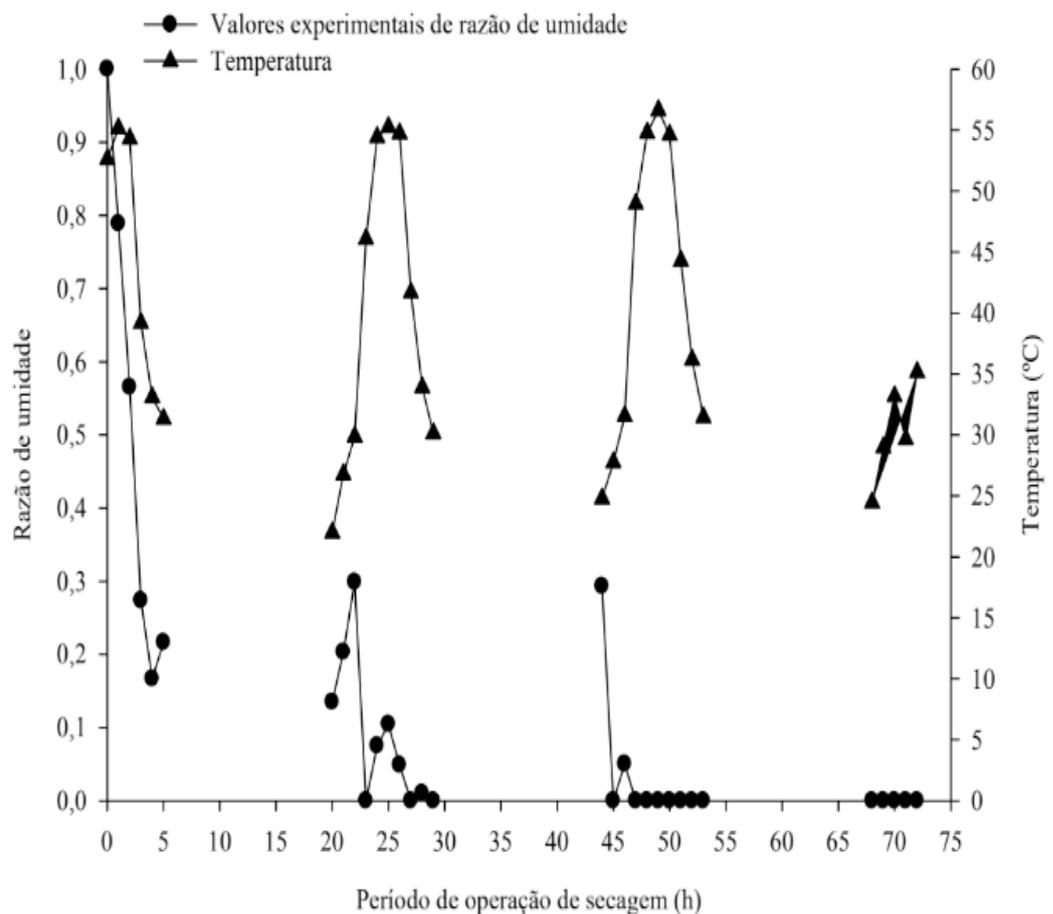


Figura 3. Razão de umidade da manga e temperatura na câmara de secagem em função do período de operação.

A curva apresentada no primeiro dia foi similar à reportada por Touré e Kibangu-nkembo (2004), Dissa et al. (2009), Dissa et al. (2011) e Adepoju e Osunde (2017), na secagem solar da manga com temperatura entre 30 a 35 °C, 34 a 45 °C e 39 a 48 °C e média de 32 °C, respectivamente. Em contrapartida, a secagem em temperaturas mais elevadas acarreta uma maior taxa de perda de água e, conseqüentemente, o teor de água diminuiu mais rapidamente, devido ao aumento da entalpia do ar, e subsequente aceleração da migração de água no interior da manga, conforme a secagem da variedade Ataulfo a 60 °C (VILLA-CORRALES et al., 2010), Tommy a 62 °C (OCHOA-

MARTÍNEZ et al., 2012) e Kent a 60 °C (AKOY, 2014).

No segundo e terceiro dias de secagem, os picos de razão de umidade após o período de intermitência podem ser justificados pela reabsorção de água durante o período noturno, em que não há ação do ar aquecido de secagem, a fim de atingir a condição de equilíbrio com o ambiente. A reabsorção da água no período de intermitência foi observada na secagem solar do abacaxi (AMUNUGODA et al., 2013). Segundo esses autores, em sistemas de secagem solares sem nenhuma fonte artificial de energia térmica externa dificilmente será possível manter altas temperaturas e baixa UR na câmara de secagem, sendo necessários maiores tempos de secagem.

Em seguida, houve acentuada queda na razão de umidade sendo necessárias 8 e 4 h, no segundo e terceiro dias, respectivamente, para atingir valores constantes e nulos. Essa redução pode estar atrelada à remoção da água livre presente na superfície da manga devido à reabsorção e redistribuição de água na fruta durante a intermitência (GARCIA et al., 2004; TOURÉ; KIBANGU-NKEMBO, 2004; DISSA et al., 2009; TOMAR et al., 2017). Segundo DISSA et al. (2009), à noite, sem a radiação solar, as taxas de secagem são fortemente amortecidas em quase 6% do valor máximo do primeiro dia, caracterizada por uma difusão interna lenta da água do interior para a superfície da manga.

Em adição, deve-se considerar o aumento gradual da temperatura em concomitância com a redução da UR no interior da câmara de secagem, durante o período diurno para o decaimento da razão de umidade (Figura 3). Dissa et al. (2009) relatou que o teor de água da manga variou fracamente durante o período noturno e diminuiu acentuadamente após o nascer do sol no dia seguinte. Ressalta-se que a temperatura e a umidade relativa apresentaram o mesmo perfil durante os quatro dias de secagem (Figura 3).

No quarto dia de secagem, não foi verificado o pico de razão de umidade, provavelmente devido à fruta ter atingido o equilíbrio higroscópico com o ambiente após 47 h de secagem (terceiro dia). Em pesquisa semelhante, Dissa et al. (2009) e Dissa et al. (2011) relataram que o primeiro dia, corresponde ao período de maior perda de água não ligada, com taxas de secagem muito eficientes e decrescentes nos três dias subsequentes. Segundo esses autores, a secagem é cada vez mais limitada pela difusão interna de água durante os últimos dias. Esses fatos confirmam a necessidade de períodos de intermitência na secagem solar da manga, a fim de obter produtos de melhor qualidade.

Observando esses aspectos, pode ser plausível inferir que, na secagem intermitente da manga, há necessidade de um período de adaptação da fruta ao sistema para dar início à perda de água após a equalização, tendendo a reduzir conforme a manga entra em equilíbrio higroscópico. Ressalva-se que, segundo Touré e Kibangu-nkembo (2004) e Tomar et al. (2017), este período inicial de adaptação consiste em uma fase de aquecimento transitória muito curta.

Ainda, na Figura 3, pode-se observar que a maior parte da remoção de água

ocorre durante os dois primeiros dias de secagem, atingindo valores nulos após 26 h de secagem efetiva. Dissa et al. (2009) também encontrou maior eficiência de secagem da manga em secador solar indireto nos dois primeiros dias, porém atingiu razão de umidade de 0,2 em 26 h e próximo a zero após 60 h de secagem. Isto se deve, provavelmente, ao fato de que, neste trabalho foi estudado o intervalo de temperatura de 32 a 55 °C, diferente do usado por aqueles autores (34 a 45 °C), além da variedade da fruta. De acordo com Dissa et al. (2009) e Dissa et al. (2011), a variedade da manga tem grande influência na cinética de secagem solar.

No que tange o estudo da cinética, considerou-se apenas o período efetivo de secagem (26 h) pela impossibilidade de obter curvas da razão de umidade em função do período de operação, devido aos picos pós-intermitência.

Na Tabela 1, encontram-se os parâmetros de ajuste dos modelos de Page, Henderson e Pabis, Midili e Logaritmo empregados para a representação do processo de secagem da manga Palmer em secador híbrido solar- elétrico e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2), desvio quadrado médio (DQM), erro médio estimado (SE), qui-quadrado (χ^2) e erro médio relativo (P).

Considerando-se este ajuste, os modelos Page e Midili apresentaram melhor coeficiente de determinação, sendo de 98% (Tabela 1), seguido pelos modelos Henderson e Pabis e Logaritmo, que apresentaram R^2 de 97% (Tabela 1). No entanto, o coeficiente de determinação sozinho não é suficiente para determinar satisfatoriamente o melhor modelo, tornando-se viável a avaliação dos demais parâmetros.

Em relação ao DQM, os modelos Henderson e Pabis e Logaritmo apresentaram valores superiores aos demais modelos (Tabela 1). Os modelos de Page e Midili apresentaram valores de 0,0359 e 0,0355, respectivamente, sendo o modelo Midili o menor valor apresentado.

A respeito do comportamento do SE e χ^2 , o modelo de Page apresentou valores inferiores aos demais modelos, seguido pelo modelo Midili (Tabela 1). Nas condições estudadas, todos os modelos apresentaram valores inferiores a 10% para P (Tabela 1), adequado para a recomendação como melhor modelo.

Desta forma, o modelo de Page foi selecionado para prever o fenômeno de secagem solar da manga. Este modelo apresentou o maior coeficiente de determinação (98%), menores valores de SE (0,0366), χ^2 (0,0013) e P (1,07) e simplicidade (Tabela 1).

Akoy (2014) também selecionou o modelo de Page como o mais adequado para descrever as características da secagem convectiva das fatias de manga da variedade Kent. Já no trabalho desenvolvido por Dissa et al. (2011), o Modelo de exponencial de dois termos e o de Aproximações da difusão foram os que melhores se ajustaram aos dados observados de razão de umidade em função do período de operação da secagem solar indireta da manga variedade Amelie e Brooks, respectivamente.

Modelos	Parâmetros				R ²	DQM	SE	χ ²	P
	K	n	a	B					
Page	0,2667	1,2685			0,98	0,0359	0,0366	0,0013	1,07
Henderson e Pabis	0,3796		1,0494		0,97	0,0401	0,0409	0,0017	1,27
Midilli	0,2743	1,2595	1,0125	0,0003	0,98	0,0355	0,0378	0,0014	1,16
Logaritmo	0,3779		1,0503	0,0014	0,97	0,0401	0,0417	0,0017	1,26

Tabela 1. Parâmetros obtidos, coeficientes de determinação (R²), desvio quadrático médio (DQM), erro médio estimado (SE), Qui-Quadrado (χ²) e erro médio relativo (P) dos modelos matemáticos ajustados às curvas de cinética de secagem solar da manga.

Apresentam-se, na Figura 4, as curvas de razão de umidade em função do período efetivo de secagem (h), representadas pelos valores experimentais e estimados pelo modelo de Page.

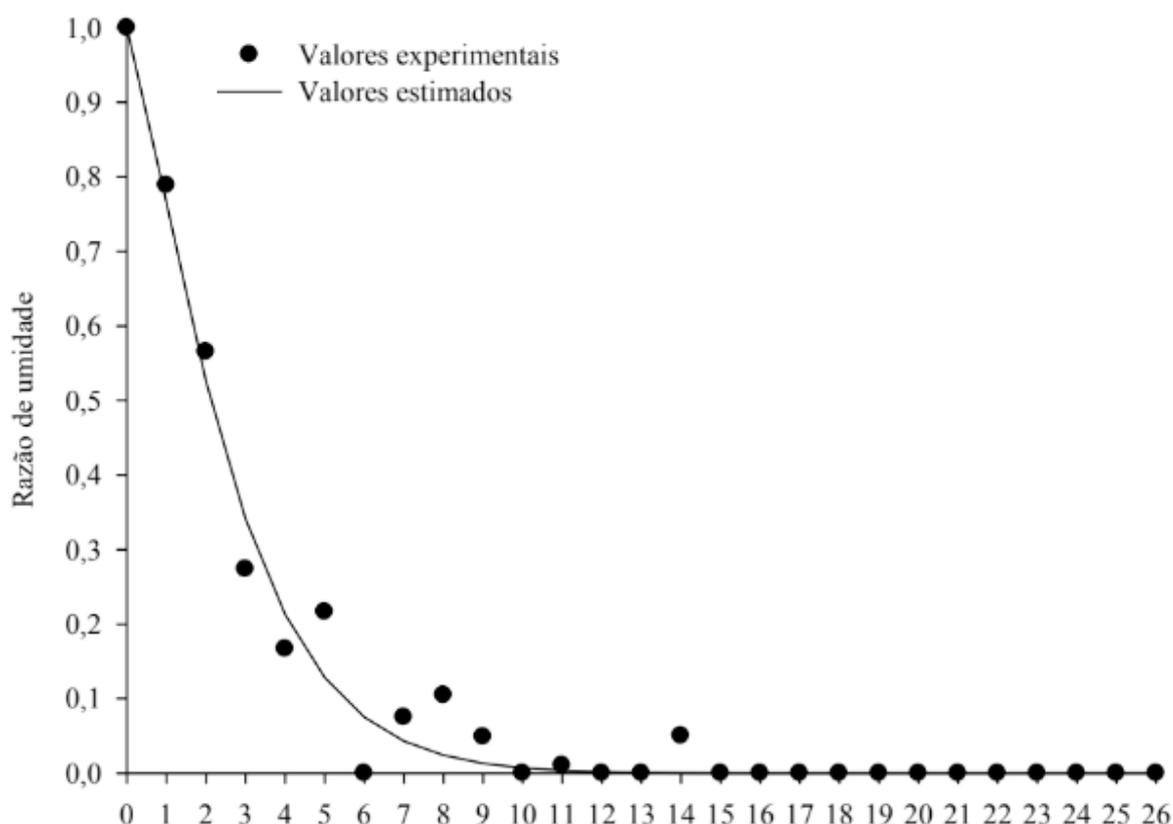


Figura 4. Representação gráfica do modelo de Page para manga.

Pode-se observar o adequado ajuste do modelo de Page para a descrição da cinética de secagem no secador solar.

Após 47 h, sob as condições de temperatura e umidade relativa do ar de secagem e manejo do secador híbrido solar-elétrico, o teor de água reduziu 56%, sem apresentar diferenças estatísticas significativas ao nível de 95% durante o armazenamento (Tabela 2). O valor médio de teor de água da manga seca ao longo do armazenamento encontrado no presente estudo (29%) foi próximo ao encontrado por Touré e Kibangukembo (2004) para a manga característica do Oeste da África (28%), enquanto que ligeiramente superior quando comparado com a variedade Amelie (20%) e inferior da Brooks (40%), conforme reportado por Dissa et al. (2011) na secagem solar direta. Já

Dissa et al. (2009) encontraram valores inferiores (14%) na secagem solar indireta da manga Amelie.

Apresentam-se na, Tabela 2, os valores médios dos parâmetros de qualidade da manga in natura e seca armazenada por 0; 07; 14; 21 e 28 dias.

PA (dias)	TA (%)	pH	SST (°Brix)	ATT (% ácido cítrico)
In Natura	84,7 a	5,3 b	16,4 a	0,7 a
0	28,2 b	4,1 a	14,6 a	1,0 b
7	26,3 b	4,3 a	15,2 a	1,2 b
14	33,2 b	4,2 a	14,0 a	1,1 b
21	29,0 b	4,4 a	13,4 a	1,1 b
28	29,0 b	4,3 a	16,0 a	1,1 b

Tabela 2. Valores médios de teor de água (TA), pH, sólidos solúveis totais (SST) e acidez total titulável (ATT) da manga em diferentes períodos de armazenamento (PA).

**Médias dentro da mesma coluna, com a mesma letra, não são significativamente diferentes, no nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Assim como o teor de água, o pH, SST e ATT foram estáveis durante o armazenamento, porém somente o SST não apresentou diferença estatística em relação à fruta in natura. O valor médio do pH da manga seca armazenada (4,3) encontrou-se próximo ao relatado por Duarte et al. (2006). De acordo com esses autores, era esperado que a secagem provocasse redução do pH da fruta. O valor do pH ficou satisfatório, uma vez que, para a industrialização de frutas é interessante que seu pH seja inferior a 4,3, pois confere aos produtos industrializados maior resistência aos microrganismos patogênicos (DUARTE et al., 2006). Os SST das amostras de manga in natura e ao longo do armazenamento estão de acordo com a legislação brasileira, a qual determina um percentual mínimo de 11,0° Brix (BRASIL, 2000). Em relação à ATT da fruta seca armazenada, observou-se aumento quando comparado com a manga in natura. Este resultado está de acordo com Duarte et al. (2006), os quais observaram o aumento da acidez da manga seca e liofilizada em relação à fruta in natura.

No que tange a análise sensorial, dentre os provadores analisados, a maioria (46%) nunca consumiu, 39% consomem esporadicamente e 15% sempre consomem fruta desidratada. Esses dados indicam que fruta desidratada é um produto pouco consumido no mercado. O aroma e o sabor foram os atributos que receberam as maiores notas e, portanto, o que mais influenciou a aceitação positiva do produto. As médias obtidas de intenção de compra estiveram mais próximas da afirmação definitivamente compraria, representando cerca de 64% dos provadores analisados. Esses resultados indicam a grande probabilidade de aceitação do produto pelos consumidores, uma vez que, neste teste, os atributos sabor e aroma foram preponderantes na escolha. Amunugoda et al. (2013) relatou que a secagem solar direta proporcionou produtos secos (abacaxi, mamão papaia e manga) com qualidade aceitável em termos de parâmetros físico-

químicos, microbiológicos e sensoriais e aceitabilidade do mercado. Batista et al. (2014) em 37 h de secagem, obteve banana-passa orgânica com características físico-químicas estáveis, coloração apropriada e condições microbiológicas por seis meses de armazenamento, estando aptas para a comercialização.

4 | CONCLUSÃO

O estudo da intermitência no processo de secagem torna-se necessário na operação de secadores híbrido solar-elétrico, devido ao conhecimento dos fenômenos de reabsorção e à redistribuição da água na fruta e à obtenção do momento em que se atinge o equilíbrio de higroscópico. O modelo de Page foi utilizado para prever o fenômeno de secagem híbrida solar-elétrica da manga, a qual, em 47 h de operação, originou produtos com características físico-químicas estáveis e correspondentes aos padrões de mercado.

5 | AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Programa BIEXT da UFRRJ.

6 | REFERÊNCIAS

- ADEPOJU, L. A.; OSUNDE, Z. D. **Effect of pretreatments and drying methods on some qualities of dried mango (*Mangifera indica*) fruit.** Agricultural Engineering International: CIGR Journal, vol.19, n.1, p.187-194, 2017.
- AKOY, E. O. M. **Experimental characterization and modeling of thin-layer drying of mango slices.** International Food Research Journal, vol. 21, n.5, p.1911-1917, 2014.
- AMUNUGODA, P. N. R. J.; SENANAYAKE, N. S.; WILSON WIJERATNAM, R. S.; KULATUNGA, K. D. G. **Quality Enhancement of Dehydrated Products through the Modification of Solar Tunnel Dryer for Continuous Operation in Rural Communities.** International Journal of Energy Engineering, vol.3, n.1, p.7-14, 2013.
- ANDRÉ, A. M. M. C. N.; CASTRO, D. S.; ALMEIDA, R. D.; OLIVEIRA, V. F.; SANTOS M. I. **Comparação de modelos matemáticos da cinética de secagem de cascas de Manga Espada.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Pombal, vol.9, n.3, p.19-27, 2014.
- BATISTA D. V. S.; CARDOSO, R. L.; GODOY, R. C. B.; BARRETO, N. S. E. **Estabilidade físico-química e microbiológica de banana passa orgânica.** Ciência Rural, Santa Maria, vol.44, n.10, p.1886-1892, 2014.
- BELESSIOTIS, V.; DELYANNIS, E. **Solar drying.** Solar Energy, vol. 85, p. 1665-1691, 2011.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 01, de 7 de

janeiro de 2000. Regulamento **Técnico Geral para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de fruta**. Brasília, DF, Disponível em:< <http://www.agricultura.gov.br/> >.

COSTA, L. M.; RESENDE, O.; SOUSA, K. A.; GONÇALVES, D. N. **Coefficiente de difusão efetivo e modelagem matemática da secagem de sementes de Crambe**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, vol.15, n.10, p.1089-1096, 2011.

DISSA, A. O.; BATHIEBO, J.; KAM, S.; SAVADOGO, P. W.; DESMORIEUX, H.; KOULIDIATI, J. **Modelling and experimental validation of thin layer indirect solar drying of mango slices**. Renewable Energy, vol.34, n.1, p.1000-1008, 2009.

DISSA, A. O.; BATHIEBO, D. J.; DESMORIEUX, H.; COULIBALY, O.; KOULIDIATI, J. **Experimental characterisation and modelling of thin layer direct solar drying of Amelie and Brooks mangoes**. Energy, vol.36, n.5, p.2517-2527, 2011.

DUARTE M. E. M.; MATA, M. E. R. M.; AGRA, N. G. **Comparação entre as características físico-químicas da manga liofilizada e a manga-passa**. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, vol.8, n.2, p.127-134, 2006.

EL-SEBAILI, A. A.; SHALABY, S. M. **Solar drying of agricultural products: A review**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol.16, p.37–43, 2012.

FARIA, R. Q.; TEIXEIRA, I. R.; DEVILLA, I. A.; ASCHERI, D. P. R.; RESENDE, O. **Cinética de secagem de sementes de crambe**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, vol.16, n.5 p.573-583, 2012.

GARCIA, D. C.; BARROS, A. C. S. A.; PESKE, S. T.; MENEZES, N. L. **A secagem de sementes**. **Ciência Rural, Santa Maria**, vol.34, n.2, p.603-608, 2004.

Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4 ed. 1.ed. digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.

LEITE, D. D. F.; SANTOS, F. S.; SANTOS, D. C.; LISBÔA, J. F.; FERREIRA, J. P. L.; QUEIROZ, A. J. M. **Modelagem matemática da cinética de secagem da casca do abacaxi**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Pombal, vol.12, n.4, p.769-774, 2017.

MOLINA-FILHO, L.; PEDRO, M. A. M.; TELIS-ROMERO, J.; BARBOZA, S. H. R. **Influência da temperatura e da concentração do cloreto de sódio (NaCl) nas isotermas de sorção da carne de tambaqui (*Colossomamacroparum*)**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, vol.26, n.2, p.453-458, 2006.

OCHOA-MARTÍNES, C. I.; QUINTERO, P. T.; AYALA, A. A.; ORTIZ, M. J. **Drying characteristics of mango slices using the Refractance Window (TM) technique**. Journal of Food Engineering, vol.109, n.1, p.69-75, 2012.

SIGMAPLOT. For Windows, version 10.0, Systat software, 2008.

SREEKUMAR, A. **Techno-economic analysis of a roof-integrated solar air heating system for drying fruit and vegetables**. Energy Conversion and Management, vol.1, n.1, p.2230-2238, 2010.

TOMAR, V.; TIWARI, G. N.; NORTON, B. **Solar dryers for tropical food preservation: Thermophysics of crops, systems and components**. Solar Energy, v.154, p.2-13, 2017.

TOURÉ, S.; KIBANGU-NKEMBO, S. **Comparative study of natural solar drying of cassava, banana and mango**. Renewable Energy, vol.29, n.6, p.975–990, 2004.

VILLA-CORRALES, L.; FLORE-PRIETO J. J.; XAMÁN-VILLASEÑOR, J. P.; GARCÍA-HERNÁNDEZ, E. **Numerical and experimental analysis of heat and moisture transfer during drying of Ataulfo mango**. Journal of Food Engineering, vol.98, n.2, p.198-206, 2010.

SOBRE O ORGANIZADOR:

Paulo Jayme Pereira Abdala possui graduação em Engenharia Eletrônica pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - RJ (1988), mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2005) e pós-graduação em Gestão de Aviação Civil pela Universidade de Brasília (2003). Entre 1989 e 2008 foi Chefe do Laboratório de Ruído Aeronáutico e Emissões de Motores do DAC/ANAC, tendo desenvolvido centenas de estudos sobre poluição sonora e atmosférica oriundas da atividade aeronáutica. Foi representante oficial do Brasil em diversos Fóruns Internacionais sobre meio ambiente promovidos pela Organização de Aviação Civil Internacional OACI - Agência da ONU. Foi Coordenador dos Cursos de Engenharia de Produção, Elétrica, Civil e Mecânica na UNOPAR/PG entre 2013 e 2018. Atualmente é Consultor Independente para a AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, OACI e INFRAERO. Tem experiência na área de Engenharia Eletrônica, atuando principalmente nos seguintes temas: acústica, meio ambiente e pedagogia (metodologia TRAINAIR/OACI).

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-066-7

