

Energia Solar e Eólica 2

Paulo Jayme Pereira Abdala
(Organizador)

 **Atena**
Editora

Ano 2019

Paulo Jayme Pereira Abdala
(Organizador)

Energia Solar e Eólica 2

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 2 [recurso eletrônico] / Organizador Paulo Jayme Pereira Abdala. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Energia Solar e Eólica; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-067-4

DOI 10.22533/at.ed.674192201

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
ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA PARA A INSTALAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS NOS CAMPI IFG ITUMBIARA E URUAÇU	
Sergio Batista da Silva Olívio Carlos Nascimento Souto Fernando Nunes Belchior Ghunter Paulo Viajante Elias Barbosa Macedo Vera Ferreira Souza	
DOI 10.22533/at.ed.6741922011	
CAPÍTULO 2	24
ESTUDO DE VIABILIDADE PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UMA PLANTA FOTOVOLTAICA INTEGRADA EM UM SHOPPING CENTER DE FORTALEZA - CE	
Sofia da Costa Barreto Paulo Cesar Marques de Carvalho	
DOI 10.22533/at.ed.6741922012	
CAPÍTULO 3	41
ESTUDO DO COMPORTAMENTO E QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DO ABACAXI SECADO EM SECADOR HÍBRIDO SOLAR-ELÉTRICO	
Raphaela Soares da Silva Camelo Juliana Lobo Paes Milena Araujo Silva Madelon Rodrigues Sá Braz Dhiego Santos Cordeiro da Silva Camila Lucas Guimarães	
DOI 10.22533/at.ed.6741922013	
CAPÍTULO 4	54
ESTUDOS TEÓRICOS E EXPERIMENTAIS SOBRE O CUINSE ₂ E SUA APLICAÇÃO EM DISPOSITIVOS FOTOVOLTAICOS	
Yuri Hamayano Lopes Ribeiro Denis Gilbert Francis David Marcus Vinícius Santos da Silva Jailton Souza de Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.6741922014	
CAPÍTULO 5	66
EXPERIÊNCIA DE CURSO GRATUITO DE INSTALADOR DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE OFERECIDO PELO IFTO CAMPUS PALMAS	
Claudio Silva dos Santos Abimael Ribeiro Martins Adail Pereira Carvalho Brunno Henrique Brito	
DOI 10.22533/at.ed.6741922015	
CAPÍTULO 6	78
IMPACTO DA LEI PALMAS SOLAR NA ANÁLISE FINANCEIRA DA MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA EM PALMAS - TO	
Isamara Quirino de Castro Carlos Brunno Henrique Brito	

Felipe Tozzi Bittencourt
DOI 10.22533/at.ed.6741922016

CAPÍTULO 7 91

IMPACTOS DOS INCENTIVOS DOS GOVERNOS DO ESTADO E DO MUNICÍPIO NA MICROGERAÇÃO SOLAR FOTOVOLTAICA EM PALMAS - TO

Allan Carlos do Nascimento Silva
Brunno Henrique Brito

DOI 10.22533/at.ed.6741922017

CAPÍTULO 8 104

IMPLANTAÇÃO E AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE DOIS GERADORES FOTOVOLTAICOS CONECTADOS DIRETAMENTE NO BARRAMENTO C.C. DO LABORATÓRIO DE SISTEMAS HÍBRIDOS/MINIRREDES (GEDAE/UFPA)

Jorge Augusto Leal Corrêa
Claudomiro Fábio de Oliveira Barbosa
Marcos André Barros Galhardo
João Paulo Alves Veríssimo
Israel Hidai Lobato Lemos
Edinaldo José da Silva Pereira
João Tavares Pinho

DOI 10.22533/at.ed.6741922018

CAPÍTULO 9 121

INFLUÊNCIA DA SUJEIRA NA GERAÇÃO FOTOVOLTAICA

Elismar Ramos Barbosa
Merlim dos Santos Ferreira de Faria
Fabio de Brito Gontijo

DOI 10.22533/at.ed.6741922019

CAPÍTULO 10 132

INFLUÊNCIA DO ESPECTRO SOLAR EM MÓDULOS FOTOVOLTAICOS SOB CÉU LIMPO, CÉU PARCIALMENTE NUBLADO E CÉU NUBLADO

Guilherme Marques Neves
Waldeir Amaral Vilela
Enio Bueno Pereira
Luiz Angelo Berni

DOI 10.22533/at.ed.67419220110

CAPÍTULO 11 146

INTENSIFICAÇÃO DA TRANSFERÊNCIA DE CALOR EM COLETOR SOLAR DE PLACA PLANA ATRAVÉS DE GERADOR DE VÓRTICE LONGITUDINAL DO TIPO DELTA

Felipe Augusto Santos da Silva
Leandro Oliveira Salviano

DOI 10.22533/at.ed.67419220111

CAPÍTULO 12 161

METODOLOGIA COMPUTACIONAL DE CONTROLE DE QUALIDADE DE DADOS DE IRRADIÂNCIA SOLAR

Marcus Vinícius Contes Calça
Matheus Rodrigues Raniero
Alexandre Dal Pai
Carlos Roberto Pereira Padovani
Domingos Mario Zeca Fernando

CAPÍTULO 13 174

PROJETO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA ABRIGOS DE PONTOS DE ÔNIBUS NA AV. ALMIRANTE BARROSO – BELÉM/PA

Ana Laura Pinheiro Ruivo Monteiro
Edinaldo José da Silva Pereira
Everton Leandro Santos Amaral
Ítalo de Sousa
Magda Tayane Abraão de Brito

DOI 10.22533/at.ed.67419220113

CAPÍTULO 14 191

PROJETO PRELIMINAR DE UM RADIÔMETRO ABSOLUTO PARA MEDIR A IRRADIÂNCIA SOLAR TOTAL

Franciele Carlesso
Jenny Marcela Rodriguez Gomez
Luiz Angelo Berni
Graziela da Silva Savonov
Luis Eduardo Antunes Vieira
Waldeir Amaral Vilela
Edson Luiz de Miranda

DOI 10.22533/at.ed.67419220114

CAPÍTULO 15 200

PROJETO, DESENVOLVIMENTO E TESTE DE FOGÕES SOLARES

Diego Lopes Coriolano
Erico Diogo Lima da Silva
Iraí Tadeu Ferreira de Resende
Vanina Cardoso Viana Andrade
Denilson Pereira Gonçalves
Renan Tavares Figueiredo
Odésia Leonor Sanchez de Alsina

DOI 10.22533/at.ed.67419220115

CAPÍTULO 16 213

PROPOSTA DE RETROFIT NO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO E ESTUDO DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA EM UM DOS BLOCOS DA UTFPR EM CURITIBA

Larissa Barbosa Krasnhak
Jair Urbanetz Junior

DOI 10.22533/at.ed.67419220116

CAPÍTULO 17 229

PROPOSTA DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA OTIMIZAÇÃO DO GASTO PÚBLICO COM O CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DE UMA UNIDADE DE ENSINO FEDERAL IMPLANTADA NA REGIÃO DO VALE DO SÃO FRANCISCO

Adriano Moraes da Silva
Rebeca Lorena Santos Maia e Silva
Danielle Bandeira de Mello Delgado

DOI 10.22533/at.ed.67419220117

CAPÍTULO 18 246

PLATAFORMA PORTÁTIL E DE BAIXO CUSTO PARA A AQUISIÇÃO DA CURVA CARACTERÍSTICA

DE CÉLULAS SOLARES FOTOVOLTAICAS

Júlio César Madureira Silva
Augusto César da Silva Bezerra
Claudinei Rezende Calado
Ana Luiza F. Maia
Amanda Ribeiro Amorim

DOI 10.22533/at.ed.67419220118

CAPÍTULO 19 255

SISTEMA DE AQUISIÇÃO PARA PAINÉIS FOTOVOLTAICOS COM ARMAZENAMENTO DE DADOS EM SERVIDOR REMOTO UTILIZANDO PLATAFORMAS OPEN SOURCE RASPBERRY PI E ARDUINO

José Ilton de Oliveira Filho
Wilk Coelho Maia

DOI 10.22533/at.ed.67419220119

CAPÍTULO 20 263

SUJIDADE DEPOSITADA SOBRE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS INSTALADOS EM GOIÂNIA: MORFOLOGIA E COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Pedro Victor Valadares Romanholo
Bernardo Pinheiro de Alvarenga
Enes Gonçalves Marra
Sérgio Pires Pimentel

DOI 10.22533/at.ed.67419220120

CAPÍTULO 21 275

TRATAMENTO E ANÁLISE DE DADOS SOLARIMÉTRICOS DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DA EMC/UFG

Jéssica Alice Alves da Silva
Bernardo Pinheiro de Alvarenga
Sérgio Pires Pimentel
Enes Gonçalves Marra

DOI 10.22533/at.ed.67419220121

CAPÍTULO 22 290

TESTES DE SENSIBILIDADE PARA DIFERENTES PARAMETRIZAÇÕES CUMULUS DO MODELO WRF PARA MELHORAR AS ESTIMATIVAS DE VENTO

Lucia Iracema Chipponelli Pinto
Francisco Jose Lopes de Lima
Fernando Ramos Martins
Enio Bueno Pereira

DOI 10.22533/at.ed.67419220122

CAPÍTULO 23 303

O ENSINO SOBRE ENERGIAS RENOVÁVEIS NOS CURSOS DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA NAS UNIVERSIDADES BRASILEIRAS

André Barra Neto
Ana Paula Pinheiro Zago
Márcia Helena da Silva
Mirian Sousa Moreira
José Eduardo Ferreira Lopes

DOI 10.22533/at.ed.67419220123

CAPÍTULO 24	317
POTENCIALIDADE DO BIOGÁS GERADO PELA CODIGESTÃO ENTRE DEJETO BOVINO E SUÍNO	
<ul style="list-style-type: none"> Juliana Lobo Paes Camila Ferreira Matos Gabriel Araújo e Silva Ferraz Giancarlo Bruggianesi Camila Kelly de Queiroz Caroline Stephanie Gomes de Castro Soares 	
DOI 10.22533/at.ed.67419220124	
CAPÍTULO 25	333
SIMULAÇÃO DE UMA PLANTA OTEC DE CICLO FECHADO OPERANDO NO BRASIL	
<ul style="list-style-type: none"> Marcus Godolphim de Castro Neves Hélio Henrique Rivabene Ferreira Dias Cassio Roberto Macedo Maia Ricardo Alan Verdú Ramos 	
DOI 10.22533/at.ed.67419220125	
CAPÍTULO 26	344
ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE 24 MESES DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE NO ESTADO DO TOCANTINS	
<ul style="list-style-type: none"> Brunno Henrique Brito Thálisson Câmara Belém Márcio Serafim de Almeida Felipe Tozzi Bittencourt 	
DOI 10.22533/at.ed.67419220126	
CAPÍTULO 27	359
ESTUDO TECNOLÓGICO DE SISTEMAS DE CULTIVO DE MICROALGAS	
<ul style="list-style-type: none"> Robson de Souza Santiago Bruno Lindbergh Sousa Yordanka Reyes Cruz Estevão Freire Suely Pereira Freitas Gisel Chenard Díaz 	
DOI 10.22533/at.ed.67419220127	
CAPÍTULO 28	376
INFLUÊNCIA DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EM AEROPORTOS SOBRE A SEGURANÇA DAS OPERAÇÕES AERONÁUTICAS	
<ul style="list-style-type: none"> Francisco Wilson Falcão Júnior Paulo Cesar Marques de Carvalho Wilson Cabral de Sousa Júnior 	
DOI 10.22533/at.ed.67419220128	
SOBRE O ORGANIZADOR	390

ESTUDO DO COMPORTAMENTO E QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DO ABACAXI SECADO EM SECADOR HÍBRIDO SOLAR-ELÉTRICO

Raphaela Soares da Silva Camelo

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

Milena Araujo Silva

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

Madelon Rodrigues Sá Braz

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

Dhiego Santos Cordeiro da Silva

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

Camila Lucas Guimarães

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

vem sendo amplamente estudados, sobretudo procedimentos ecologicamente corretos. Nesse sentido, com o presente trabalho objetivou-se estudar as características físico-químicas e o comportamento de secagem do abacaxi seco em secador híbrido solar de baixo custo. O secador híbrido foi constituído de câmara de secagem, coletor solar e sistema de exaustão. Durante a secagem foram coletados dados de temperatura, umidade e velocidade do ar ambiente e dentro da câmara de secagem. A temperatura, umidade relativa e velocidade do ar de secagem foram respectivamente, 46,8 °C, 49,8% e 1,0 m.s⁻¹. Foram avaliados o pH, sólidos solúveis totais e o teor de água do abacaxi *in natura* e após a secagem solar. Após o processo de secagem solar, o abacaxi atingiu 21, 4% de teor de água. De acordo com os resultados obtidos pode-se inferir a viabilidade da utilização do secador híbrido solar sobre produtos secos com características físico-químicas de acordo com a legislação vigente.

PALAVRAS-CHAVE: Secagem solar, Energias alternativas, Secador de baixo custo

RESUMO: O Brasil é um dos principais produtores mundiais de frutas, no entanto, ainda há setores que carecem de infraestrutura e tecnologias que tenham como finalidade a diminuição do desperdício das frutas. A adoção de métodos que busquem reduzir essas perdas

ABSTRACT: Brazil is one of the world's leading producers of fruit, however, there are still sectors that lack infrastructure and technologies that aim to reduce fruit waste. The adoption of methods that seek to reduce these losses have been widely studied, especially ecologically

correct procedures. In this sense, the objective of this work was to study the physical-chemical characteristics and the drying behavior of dry pineapple in a low-cost solar hybrid dryer. The hybrid dryer was composed of a drying chamber, solar collector and exhaust system. During drying, data was collected on temperature, humidity and air velocity in the room and inside the drying chamber. The temperature, relative humidity and drying air velocity were, respectively, 46.8 °C, 49.8% and 1.0 m.s⁻¹. The pH, total soluble solids and water content of pineapple au naturel and after solar drying were evaluated. After the solar drying process, the pineapple reached 21.4% water content. According to the results obtained, it is possible to infer the viability of using the solar hybrid dryer on dry products with physicochemical characteristics according to the current legislation.

KEYWORDS: Solar drying, Alternative energies, Low-cost dryer

1 | INTRODUÇÃO

O abacaxi (*Ananas comosus L. Merrl*) é uma fruta de clima tropical, com origem no continente americano, sendo mundialmente apreciado, por seu aroma e sabor característicos. Em 2016, a produção brasileira de abacaxi foi de 1.736,9 milhões de frutos, contribuindo com 8,6% do volume total da fruticultura nacional (IBGE, 2016). No entanto, por ser uma fruta altamente perecível, carece de estudos e técnicas que visem formas alternativas para a comercialização e destinação final dos excedentes da produção agrícola. Dentre as técnicas existentes, pode-se adotar o processo de secagem da fruta na etapa de pós-colheita. A secagem é uma operação térmica visando a remoção do teor de água do produto, e como consequência, acarreta em reduzir a proliferação de microrganismos, reações químicas e deterioração do alimento (MENEGETTI et al., 2012; EL-SEBAIL; SHALABY, 2013; BARBOSA DE LIMA et al., 2016; TIWARI, 2016).

Geralmente, os tipos de secadores de produtos agrícolas disponíveis no mercado são acionados por energia elétrica ou gás para o aquecimento da massa de ar de secagem. No entanto, os elevados índices de poluição e o custo de produção, causados pelo uso de combustíveis fósseis, tem estimulado a busca pela utilização de fontes de energia limpas e renováveis (MACHADO et al., 2012). Esse modelo de secagem evidencia a necessidade, sobretudo no âmbito socioeconômico, em promover economia de energia e ao ser uma opção de geração de renda (ALMEIDA et al., 2016). Nesse contexto, a secagem utilizando energia solar tem se mostrado uma alternativa viável, principalmente em países de clima tropical e em pequenas comunidades agrícolas.

Na secagem solar indireta, o produto é seco em câmara de secagem, protegido da ação solar direta, resultando produtos de melhor qualidade (NASCIMENTO et al., 2015). Nesse processamento, a radiação solar é utilizada para aquecer o ar de

secagem, através do coletor solar. Em secadores híbridos solar de exposição indireta, a energia térmica solar é utilizada para aquecer o ar de secagem, e a energia elétrica para acionar o sistema de exaustão, possibilitando um sistema mais econômico e sustentável que o convencional (FALCÃO FILHO, 2011).

Tendo em vista que o principal agente de secagem nesse sistema é o sol, adota-se a secagem intermitente, uma vez que não é possível fazer uso da radiação solar no período noturno. A secagem intermitente é uma alternativa mais efetiva, se comparada à secagem contínua, visto que promove a redistribuição de umidade, elevando as taxas de secagem quando o processo é reiniciado (DEFRAEYE, 2016). Esse modelo propicia a economia de energia, devido ao desligamento noturno do sistema de exaustão e o aquecimento do ar pela radiação solar. As condições do processo de secagem híbrida com intermitência, também podem ser benéficas para a qualidade do produto, visto que o mesmo fica menos tempo exposto a temperaturas elevadas.

Contudo, esse modelo de secagem híbrida intermitente ainda carece de estudos. O processo de secagem e a dinâmica dos mecanismos internos de transferência de massa são específicos para cada produto (PARK et al., 2014). Na literatura não se encontram trabalhos que contemplem a secagem solar do abacaxi, com processo de intermitência para pequenos produtores. Nesse sentido, objetivou-se com o presente trabalho estudar o comportamento e qualidade físico-química do abacaxi secado em secador híbrido solar.

2 | MATERIAL DE MÉTODOS:

O experimento foi realizado em secador híbrido solar localizado na área experimental do Departamento de Engenharia (DE) / Instituto de Tecnologia (IT) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), campus Seropédica no período 01 a 04 de fevereiro de 2016. Este município localizado no Estado do Rio de Janeiro, encontra-se situado na latitude de 22° 44' 38" S e longitude 43° 42' 27" W. O clima da região é classificado como A, tropical com chuvas de verão, segundo a classificação de Köppen (VILLA et al. 2016). As análises foram realizadas no Laboratório de Pré-Processamento de Produtos Agrícolas no DE/IT da UFRRJ.

O secador híbrido solar-elétrico foi constituído pelo coletor solar, câmara de secagem e sistema de exaustão (Fig. 1). Ressalva-se que o secador foi considerado híbrido solar-elétrico por ser acionado com energia solar para o aquecimento do ar de secagem e elétrico convencional para fornecer energia ao sistema de exaustão.



Figura 1 – Secador híbrido solar-elétrico

Para constituição do coletor solar utilizou-se caixa metálica no formato retangular com dimensões de 0,68 x 3,00 x 0,14 m (largura x comprimento x altura). As laterais e base inferior da caixa foram constituídas de material isolante (isopor), seguido por chapa lisa de alumínio. No interior do coletor solar foi acondicionada uma superfície absorvedora de radiação solar composta por estrutura sanfonada de alumínio em perfil triangular pintada de preto fosco. Os canais superiores da superfície absorvedora foram vedados para evitar a passagem de ar ambiente. Na parte superior do coletor solar utilizou-se cobertura vidro liso incolor com espessura de 0,004 m. Tendo em vista possibilitar melhor aproveitamento da radiação solar incidente, o secador híbrido solar-elétrico foi posicionado faceando o norte de Seropédica e o coletor disposto de maneira que formasse uma angulação de 32° com a horizontal (MORAES et al., 2004).

O sistema de exaustão solar, com a finalidade de forçar a circulação de ar no interior da câmara de secagem é composto por um exaustor com potência de 152 W. O exaustor foi instalado na parte superior da câmara de secagem. Para proteção do equipamento contra agentes ambientais, instalou-se uma cobertura de proteção denominada “chapéu chaminé”.

A câmara de secagem foi feita a partir de uma estufa de laboratório desativada, nas dimensões 0,77 x 0,64 x 0,80 m (largura x comprimento x altura) e volume de 0,355 m³. No interior da câmara foram instaladas prateleiras de aço inoxidável, com crivos de um centímetro de forma a permitir a passagem do ar.

O abacaxi da variedade pérola foi adquirido em comércio local, do município de Seropédica no estado do Rio de Janeiro. Considerou-se na seleção das frutas aparência da casca, grau de maturação e uniformidade (Fig. 2 A). As frutas foram cortadas manualmente em rodela de 1 cm de espessura. Em seguida, foi realizado

tratamento sanitificante, em solução de água mineralizada e água sanitária, na proporção 1:10 por cinco minutos. Após o tratamento sanitificante os abacaxis foram dispostos em badeiras e colocados no secador híbrido solar (Fig. 2 B).

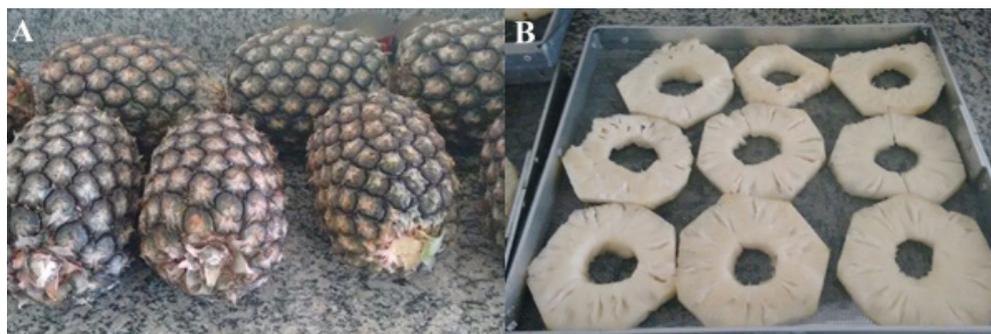


Figura 2 – Abacaxi A) selecionado de acordo com a uniformidade e B) acondicionados nas bandejas

Durante a secagem solar, foram coletados os dados de temperatura, velocidade do ar e umidade, ambiente e no interior da câmara de secagem. O monitoramento da temperatura do ar de secagem e ambiente foi realizado através de termopares distribuídos entre a entrada e saída coletor solar, prateleiras inferior, mediana e superior da câmara de secagem e saída do exaustor. Para a coleta de dados utilizaram-se os termopares conectados a um milivoltímetro com precisão de $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ (Fig. 3).

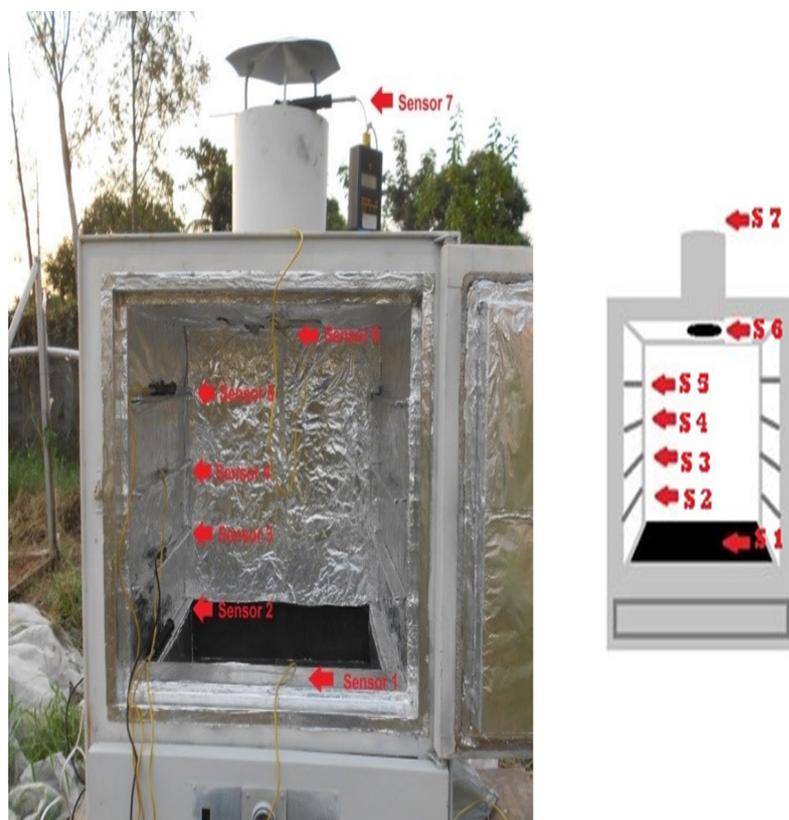


Figura 3 - Distribuição dos termopares durante a secagem

Para o monitoramento da umidade relativa do ar de secagem e ambiente utilizou-se um termo higrômetro marca Minipa, modelo MTH-1380. O termo higrômetro foi

posicionado na saída do exaustor da câmara de secagem, para a medição da umidade relativa do ar de secagem, e na posição ao lado da câmara de secagem, para medição da umidade relativa ambiente. A fim de monitorar a velocidade do ar de secagem, utilizou-se um termo anemômetro digital da marca Minipa modelo MDAll, na saída do exaustor da câmara de secagem.

A redução da massa das amostras durante o processo de secagem foi monitorada por gravimetria, pesando-se o conjunto bandeja e fruta a cada hora, em balança semi-analítica, com resolução de 0,01 g. As pesagens foram conduzidas até que as amostras atingissem o equilíbrio higroscópico com as condições do ar de secagem, ou seja, quando a variação da massa permanecesse constante na segunda casa decimal por três pesagens consecutivas (FARIA et al., 2012).

Para a determinação da razão de umidade em função do período de operação de secagem correlacionou-se o teor de água instantâneo com o teor de água inicial e o teor de água de equilíbrio utilizando-se a Eq. 1, em que RU_{exp} corresponde a razão de umidade experimental (adimensional), X^* ao Teor de água do produto (% b.s.), X_i^* ao teor de água inicial do produto (% b.s.) e X_e^* ao teor de água de equilíbrio (% b.s.)

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

Em amostras de abacaxi *in natura* e após a secagem foi realizada a caracterização físico-química com as análises de teor de água, sólidos solúveis totais e pH. As análises foram realizadas em triplicata e de acordo com as normas técnicas laboratoriais do Instituto Adolpho Lutz (IAL, 1985). A comparação dos valores médios das análises físico-químicas do abacaxi *in natura* e seco foi feita pelo teste Tukey a 5% probabilidade, com o uso do programa estatístico SISVAR 5.6. Os gráficos foram plotados utilizando-se o programa computacional Sigma Plot 2001, versão 7.0.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A secagem do abacaxi ocorreu em quatro dias seguidos. No primeiro dia o período de secagem foi de 10:30 às 17:30 h, no segundo de 8:30 às 17:30 h, no terceiro de 08:30 às 16:30 h e no quarto de 08:30 às 14:30 h. O processo totalizou 77 h, destas 45 h representam o período de intermitência. A velocidade do ar média no interior da câmara de secagem foi de 1,0 m s⁻¹.

Apresenta-se, na Fig. 4 a curva de temperatura do ar de secagem solar do abacaxi e ambiente em função do período de secagem.

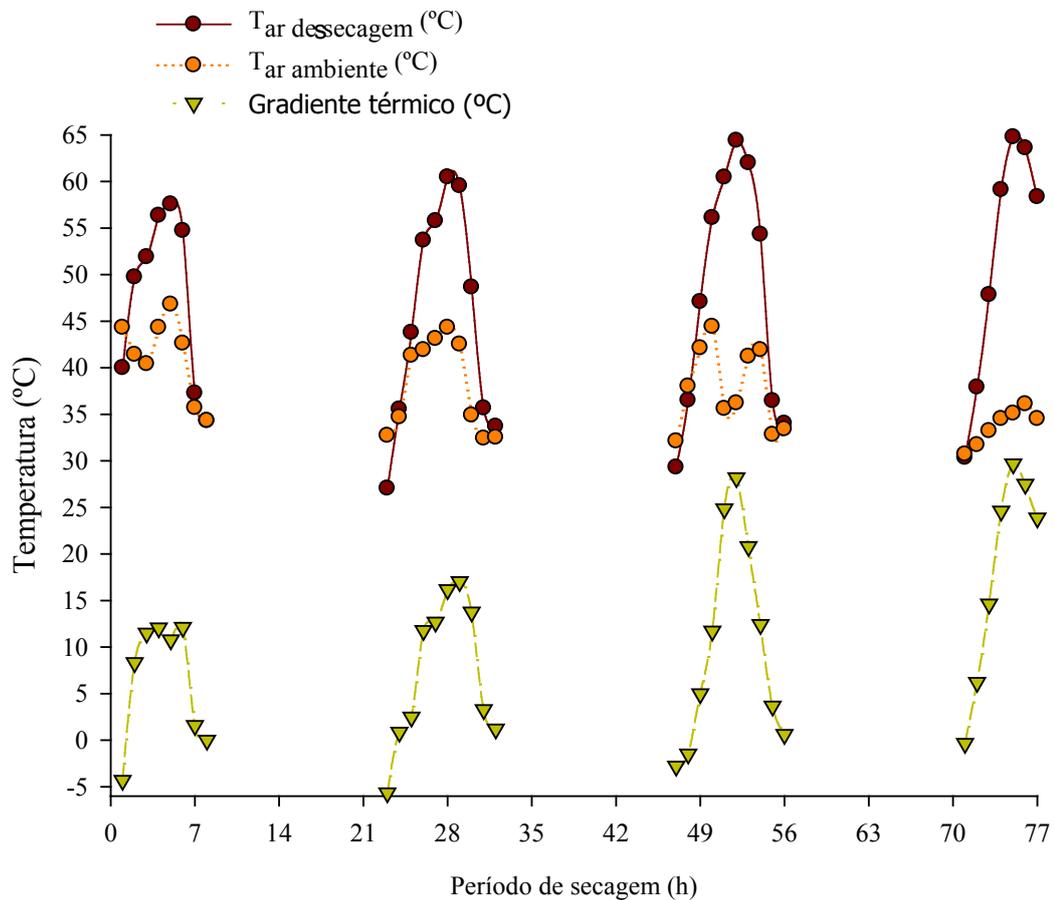


Figura 4 - Temperatura (T °C) da câmara de secagem (T_{ar} de secagem), ambiente (T_{ar} ambiente) e a diferença entre esses dois parâmetros em função do período de secagem solar do abacaxi

A temperatura é o fator de maior influência na cinética de secagem solar do abacaxi, quanto maior a temperatura, maiores as taxas de secagem (ALEXANDRE et al., 2009). No entanto, a cinética de secagem e a qualidade do produto podem ser influenciados pela variação da temperatura no interior da câmara de secagem ao longo do processo, uma vez que não há controle para manter a temperatura constante. Em adição, maior gradiente térmico existente entre a temperatura do ar de secagem e ambiente no secador híbrido solar-elétrico comprova a eficiência de vedação da câmara de secagem. Este comportamento pode ser verificado na Fig 4, na qual demonstra que as temperaturas mais elevadas ocorreram no interior da câmara de secagem.

A temperatura máxima alcançada no interior da câmara de secagem foi 69,3 °C às 12:30 h no quarto dia. Nesse mesmo momento, o ar ambiente apresentava a temperatura de 35,1 °C, ou seja, um acréscimo de 34,2 °C (Fig. 4). Com relação a temperatura mínima atingida no interior da câmara de secagem, obteve-se 25,9 °C às 08:30 h no segundo dia, sendo o ar ambiente 32,7 °C apresentando uma redução de 6,8 °C com relação a ambiente (Fig. 4). Essa diferença pode ser explicada pela retenção do ar frio noturno no coletor solar. Ao se acionar o sistema de exaustão, após o período de intermitência, o ar frio é deslocado para o interior da câmara de secagem,

ocasionando na menor temperatura na mesma.

Assim como a temperatura, a umidade relativa tem uma elevada importância no processo de secagem, pois interfere na velocidade em que ocorre a perda de água do alimento (CELESTINO, 2010). O aumento da temperatura do ar de secagem, associado a redução da umidade relativa são fatores que comprovam a eficiência de secagem do secador híbrido solar. A curva de umidade relativa (%) do ar de secagem, do ar ambiente e o gradiente, em função do período de secagem está apresentada na Fig 5.

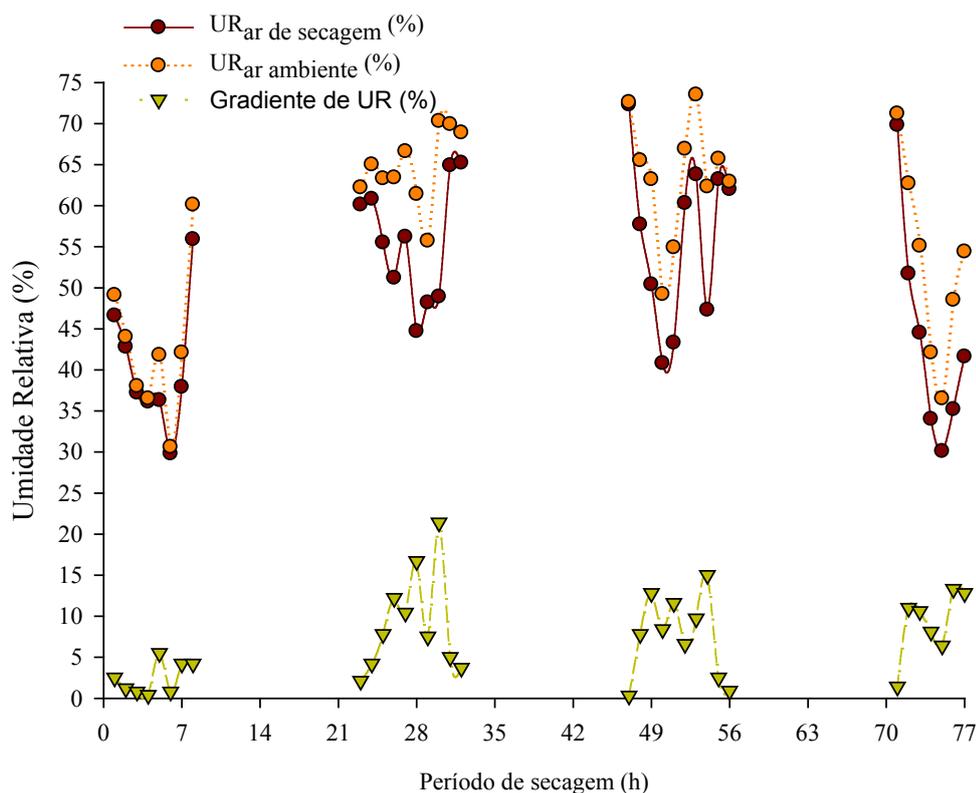


Figura 5 - Umidade Relativa (UR %) da câmara de secagem (UR_{ar de secagem}), ambiente (UR_{ar ambiente}) e a diferença entre esses dois parâmetros em função do tempo de monitorado durante a secagem solar do abacaxi

Como esperado, os maiores valores de umidade relativa foram registrados no ar ambiente. A máxima umidade relativa alcançada no ambiente foi 73,5% às 14:30 h no terceiro dia. Nesse mesmo momento, a umidade relativa no interior da câmara de secagem era de 63,8% (Fig. 5). No que se refere a umidade relativa mínima atingida no interior da câmara de secagem, obteve-se 29,8 % às 15:30 h no primeiro dia, sendo o ar ambiente 30,6 % (Fig. 5). De acordo com as propriedades higroscópicas, o fluxo de vapor de água ocorre no sentido da maior para a menor pressão parcial de vapor. Assim, o aquecimento do ar de secagem determina a redução da umidade relativa e, conseqüentemente o aumento do potencial de retenção de água. Observa-se que a umidade relativa foi um fator inversamente proporcional a temperatura, isto é, quanto maior a temperatura, menor a umidade relativa e, conseqüentemente maior a taxa de secagem. Em estudo sobre a cinética de secagem do resíduo do abacaxi, Alexandre et

al. (2013) fez a mesma constatação, que a umidade relativa diminuía conforme havia aumento da temperatura.

Guimarães et al. (2017) ao avaliar o comportamento de secagem de um secador híbrido solar-elétrico relatou variação média do incremento da temperatura e redução de umidade entre o ar de secagem no interior da câmara e ambiente de 8,24 °C e 6,5%, respectivamente. Segundo esses autores, o secador híbrido solar-elétrico apresentou condições de temperatura e umidade relativa efetiva para secagem de manga. Já Camelo et al. (2017) ao secar a maçã em secador híbrido solar-elétrico composto por coletor solar, câmara de secagem e exaustor acionado por energia elétrica convencional verificou que a variação média da temperatura e umidade relativa entre o ar de secagem no interior da câmara e ambiente foi, respectivamente, 7,8 °C e 3,1%, com velocidade do ar 1,0 m s⁻¹.

Em suma, para o estudo da cinética de secagem do abacaxi a temperatura, umidade relativa, velocidade do ar de secagem média foi 46,8 °C; 49,8% e 1,0 m s⁻¹, respectivamente.

Apresentam-se na Fig. 6 os valores experimentais de razão de umidade (adimensional) em função do período de secagem (h) do secador híbrido solar-elétrico contendo abacaxi.

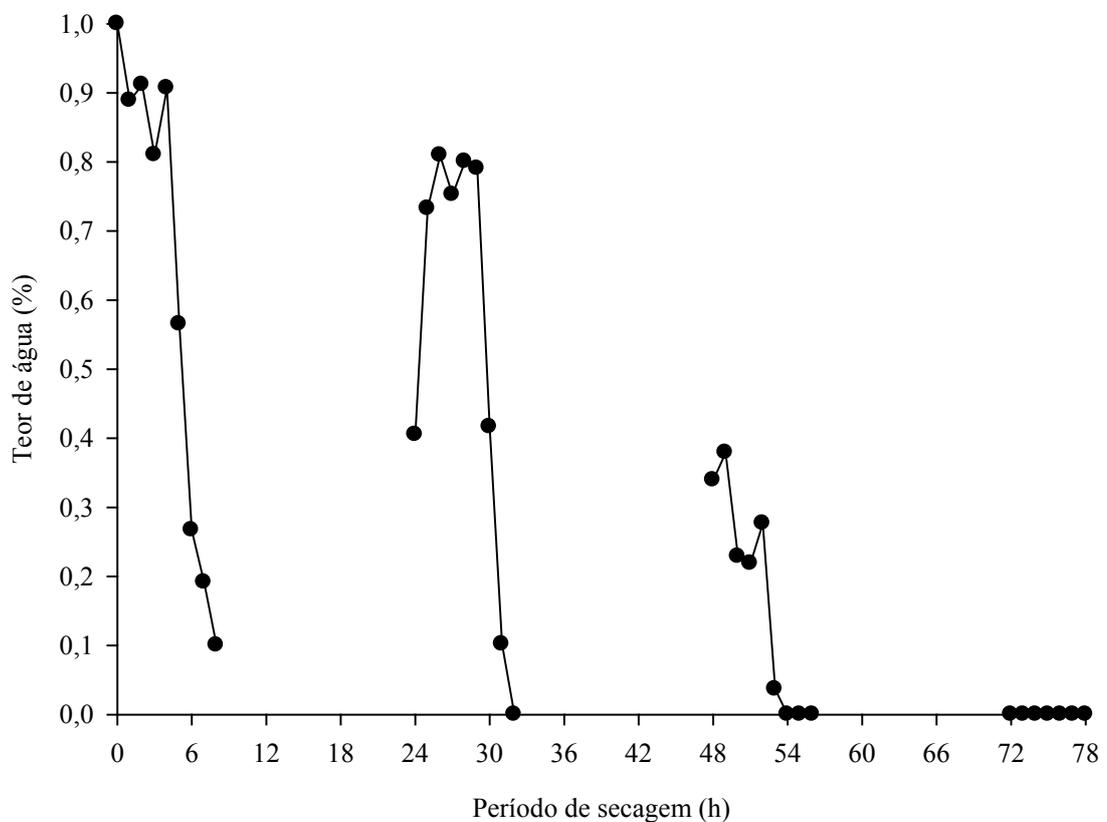


Figura 6- Razão de umidade em função do período de secagem (h)

Observa-se que conforme há o aumento de temperatura (Fig. 4) também há maior

redução da razão de umidade. Esse fenômeno também foi constatado por Alexandre et al. (2009), em que há aumento da taxa de secagem de acordo com o aumento de temperatura, ao estudar a cinética de secagem do abacaxi pérola em fatias, em secador de leito fixo. Verifica-se que houve acentuada redução da razão de umidade no primeiro dia de secagem. Comportamento semelhante foi observado por Batista et al. (2014) e Lingayat et al. (2017), ao avaliarem a secagem de banana, em secador de bandeja e secador solar direto e indireto, respectivamente.

Após o período de intermitência de 15 h (período noturno) há reabsorção de água pelo abacaxi, a isso se atribui os picos de elevação no teor de água da fruta no início de cada dia (Fig. 6). Durante o processo de reabsorção de água, causado pela intermitência, o teor de água da fruta difunde do interior do sólido para a superfície, diminuindo desta forma, o gradiente de umidade e aumentando a taxa e a eficiência de secagem (RAMALHO et al. 2010). Observa-se que ao final de cada dia de secagem (Fig. 6), sobretudo do segundo dia, o abacaxi tende a entrar em equilíbrio, fato confirmado no quarto dia de secagem, quando o equilíbrio higroscópico foi atingido.

O comportamento semelhante foi relatado por Camelo et al. (2017) ao secar a maçã em sistema de intermitência no secador híbrido solar-elétrico. Segundo os autores, houve rápida redução do teor de água nas primeiras horas, com tendência a atingir o equilíbrio no final dos 4 dias de secagem. Esses autores relataram aumento no teor de água da fruta após o período de intermitência.

Com relação a caracterização físico-química, apresentam-se na Figura 7 amostras de abacaxis secos em secador híbrido solar-elétrico.



Figura 7 - Amostra de abacaxi seco

Com relação a caracterização físico-química, apresentam-se na Tab. 1 os resultados obtidos de teor de água, sólidos solúveis totais e pH do abacaxi *in natura* e

seco, em que as letras minúsculas distintas na mesma coluna representam diferenças significativas entre as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

PA (dias)	TA (%)	SST (°Brix)	pH
<i>In natura</i>	86,98a	13,03a	4,52 ^a
Seco	21,44b	13,13a	4,73 ^a

Tabela 1 - Valores médios de teor de água (TA), sólidos solúveis totais (SST) e pH do abacaxi.

Observa-se que houve redução de 65,54% do teor de água do abacaxi seco em secador híbrido solar. Esse valor está de acordo com o relatado por Celestino (2010), ao determinar que um produto naturalmente seco, deve ter seu teor de água reduzido de 50 a 70% ao sol. Como esperado, o teor de água do abacaxi seco em secador híbrido solar (Tab. 1) está de acordo com o encontrado por Ramos et al. (2008) ao obter 20,6 % em secador de bandeja. Essa faixa de teor de água é de grande importância, sobretudo para o setor industrial, uma vez que garante que não haverá proliferação de microorganismos (GONÇALVES e BLUME, 2008).

Os valores de sólidos solúveis totais (Tab. 1) estão de acordo com a Instrução Normativa nº 01 de 2000 (MAPA, 2000), o qual determina um percentual mínimo em °Brix 11,0. Os sólidos solúveis totais dos abacaxis submetidos ao processo de secagem solar não variaram estatisticamente, sendo superior quando comparados com os *in natura*. Resultado semelhante foi encontrado por Souto et al. (2010), ao estudar o abacaxi em diferentes temperaturas de armazenamento. O leve incremento nos teores de sólidos solúveis pode ser explicado, sobretudo, devido à concentração de açúcares naturais correspondente à perda de água pelo processo de secagem.

O valor de pH do abacaxi seco está de acordo com o encontrado por Barbosa, et al. (2014) e Ramos et al. (2008), que encontraram 4,21 e 4,1 respectivamente. Contudo, deve-se levar em consideração que o abacaxi é um fruto ácido, essa característica proporciona estabilidade ao produto seco, diminuindo a probabilidade de desenvolvimento e proliferação de microorganismos (SANTOS et al., 2013). Não houve diferença estatística entre o abacaxi *in natura* e o seco em secador híbrido solar (Tab. 1), comportamento semelhante foi observado por Ramos et al. (2008).

4 | CONCLUSÃO

O secador híbrido solar-elétrico foi considerado uma alternativa para secar abacaxi, sobretudo para pequenos produtores. A temperatura e umidade foram fatores importantes para avaliar o comportamento da secagem solar do abacaxi. Após o período de intermitência há aumento na razão de umidade nas primeiras horas de secagem solar. O abacaxi seco possui características físico-químicas de acordo com a legislação vigente e em padrão para comercialização.

5 | AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, H. V.; GOMES, J.P.; NETO, A.L.B.; SILVA, F.L.H.; ALMEIDA, F.A.C. **Cinética de secagem de abacaxi CV pérola em fatias**. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, vol. 11, n. 2, pp. 123-128, 2009.

ALEXANDRE, H. V.; SILVA, F. L. H.; GOMES, J. P.; SILVA, O. S.; CARVALHO, J. P. D.; LIMA, E. E. **Cinética de secagem do resíduo de abacaxi enriquecido**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, vol. 17, n. 6, p. 640– 646, 2013.

ALMEIDA, I. B.; LIMA, M. A. A.; SOUZA, L. G. M. **Desenvolvimento de secador solar construído a partir de material reciclado**. HOLOS, vol. 4, n. 32, pp. 197-205, 2016.

BARBOSA, L. S.; MACEDO, J. L.; SANTOS, C. M.; MACHADO, A. V. **Estudo da secagem de frutos tropicais do nordeste**. Revista Verde, vol. 9, n. 1, pp.186-190, 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, vol. 44, n. 10, pp. 1886-1892, 2014.

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/> >. Acesso em: 05/11/2017.

CAMELO, R.S.S.; PAES, J.L.; LOUVISI, T.A. de P.; GUIMARÃES, C.L.; BRUGGIANESI, G. **Estudo do teor de água da maçã desidratada em secador solar híbrido**. Anais do CONBEA 2017 - XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Maceió, 2017.

CELESTINO, S. M. C., **Princípio de secagem de alimentos**. Embrapa Cerrados, 2010.

DEFRAEYE, T. **Towards more efficient intermittent drying of fruit: Insights from combined hygrothermal-quality modeling, Innovative**. Food Science and Emerging Technologies, vol. 38, pp. 262–271, 2016.

EL-SEBAILI, A. A.; SHALABY, S. M. **Experimental investigation of an indirect-mode forced convection solar dryer for drying thymus and mint**. Energy Conversion and Management, vol. 74, pp. 109-116, 2013.

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, vol. 16, n. 5, pp. 573–583, 2012.

GUIMARÃES, C.L., PAES, J.L., CAMELO, R.S.S., LOUVISI, T.A.P.; SILVA, M.A.S. **Avaliação do comportamento de um secador híbrido para desidratação de manga**. Anais do CONBEA 2017 - XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Maceió, 2017.

GONÇALVES, A.A.; BLUME, A.R. **Efeito da desidratação osmótica como tratamento preliminar na secagem do abacaxi.** Estudos tecnológicos, vol. 4, n. 2, pp. 124-134, 2008.

IAL. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** 4ed. Brasília: ANVISA, Ministério da Saúde, p.1018, 1985.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola,** vol. 29, n. 11, pp.1-8, 2016.

LINGAYAT, A.; CHANDRAMOHAN, V. P.; RAJU, V. R. K. Design, **Development and Performance of Indirect Type Solar Dryer for Banana Drying.** Energy Procedia, vol.109, p. 409–416, 2017.

MACHADO, A. V.; OLIVEIRA, E. L.; SANTOS, E. S.; OLIVEIRA, J. A.; FREITAS, L. M. **Estudo da influência da espessura no tempo de secagem do pendículo de caju em secadores solar de radiação direta e indireta.** Revista Verde, vol. 7, n. 1, pp. 256 – 263, 2012.

MENEGHETTI, V. L., AOSANI, E.; ROCHA, J. C.; OLIVEIRA, M.; ELIAS, M. C.; POHNDORF, R. S. **Modelos matemáticos para a secagem intermitente de arroz em casca.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, vol. 16, n. 10, pp.1115–1120, 2012.

MORAES, S.O.; NEGRINI, A.C.A.; PRECOPPE, M.F.M.; MEIRA, M.L.R.. **Secador solar de baixo custo para frutas e hortaliças.** ESALQ-USP, 2004.

NASCIMENTO, A. L. A.; SILVA, L. C. R.; SANTOS, M. A.; PEREIRA, S.; CHAUCA, M. N. C.; BRANDI, I. V. **Desenvolvimento de desidratador solar de alimentos com sistema de aquisição de dados em plataforma Arduino.** Caderno de ciências agrárias, vol. 7, n. 2, pp. 29-34, 2015.

PARK, K. J. B.; PARK, K. J.; ALONSO, L. F. T.; CORNEJO, F. E. P.; FABBRO, I. M. D. **Secagem: Fundamentos e equações.** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, vol. 16, n. 1, pp. 93-127, 2014.

RAMALHO, L. A.; LOVERA, N. N.; SCHMALKO, M. E. **Effect of the application of intermittent drying on Ilex.** Journal of Food Engineering, vol. 97, pp. 188–193, 2010.

RAMOS, A. M.; QUINTERO, A.C.F.; FARAONI, A.S.; SOARES, N.F.F.; PEREIRA, J. A. M. **Efeito do tipo de embalagem e do tipo de armazenamento nas qualidades físico-químicas e microbiológica de abacaxi desidratado.** Alimentos e Nutrição, vol. 19, n. 3, pp. 259-269, 2008.

SANTOS, M. L.; MACHADO, A. V.; ALVES, F. F. M.; COSTA, A. P. L. M. **Estudo físico-químico de maçã desidratada em secador convectivo.** Revista Verde, vol. 8 , n. 1 , pp. 30 – 37, 2013.

SOUTO, R. F.; DURIGAN, J. F.; SANTOS, L. O.; SOUZA, B. S.; MENEGUCCI, J. L. P. **Características químicas de abacaxi ‘pérola’ após tratamento com calor e armazenagem em três temperaturas.** Revista Brasileira de Fruticultura, vol. 32, n. 1, pp. 047-056, 2010.

TIWARI, A. **A Review on Solar Drying of Agricultural Produce.** Journal Food Processing & Technology, vol. 7, p.1-12, 2016.

VILLA, E. B.; PEREIRA, M. G.; ALONSO, J. M.; BEUTLER, S. J.; LELES, P. S. S. **Aporte de serrapilheira e nutrientes em área de restauração florestal com diferentes espaçamentos de plantio.** Floresta e Ambiente, vol. 23, n. 1, p. 90-99, 2016.

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 978-85-7247-067-4



9 788572 470674