

Impactos das Tecnologias nas Ciências Humanas e Sociais Aplicadas 4

Marcos William Kaspchak Machado
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2019



Marcos William Kaspchak Machado

(Organizador)

Impactos das Tecnologias nas Ciências Humanas e Sociais Aplicadas 4

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 Natália Sandrini

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)

I34 Impactos das tecnologias nas ciências humanas e sociais aplicadas
4 [recurso eletrônico] / Organizador Marcos William Kaspchak
Machado. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. –
(Impactos das Tecnologias nas Ciências Humanas e Sociais
Aplicadas; v. 4)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-164-0

DOI 10.22533/at.ed.640191103

1. Ciências sociais aplicadas. 2. Humanidades. 3. Tecnologia.
I.Machado, Marcos William Kaspchak. II. Série.

CDD 370.1

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

O livro “*Impactos das Tecnologias nas Ciências Humanas e Sociais Aplicadas 3*” aborda uma série de capítulos de publicação da Atena Editora, subdivididos em 4 volumes. O volume IV apresenta, em seus 33 capítulos os estudos mais recentes sobre aplicação de novos métodos na educação superior, ambiental e gestão do conhecimento.

As áreas temáticas de educação superior, educação ambiental e aplicação da gestão do conhecimento, retratam o cenário atual do desenvolvimento de novas metodologias ativas no processo educacional e seu impacto na geração de conhecimento técnico-científico.

A educação é historicamente uma ciência de propagação e disseminação de progresso, percebido no curto e longo prazo em uma sociedade. Observamos que a construção da ética, proveniente da educação e inclusão, traz resultados imediatos no ambiente em que estamos inseridos, percebidos na evolução de indicadores sociais, tecnológicos e econômicos.

Por estes motivos, o organizador e a Atena Editora registram aqui seu agradecimento aos autores dos capítulos, pela dedicação e empenho sem limites que tornaram realidade esta obra que retrata os recentes avanços inerentes ao tema.

Por fim, espero que esta obra venha a corroborar no desenvolvimento de conhecimentos e novos questionamentos a respeito do papel transformador da educação, e auxilie os estudantes e pesquisadores na imersão em novas reflexões acerca dos tópicos relevantes na área social.

Boa leitura!

Marcos William Kaspchak Machado

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ANÁLISE GERAL DO ENSINO SUPERIOR EM INSTITUIÇÕES PRIVADAS NO BRASIL A PARTIR DO ENADE (TRIÊNIO 2013-2014-2015)	
Ivan da Costa Ilhéu Fontan Renata Guimarães de Oliveira Fontan	
DOI 10.22533/at.ed.6401911031	
CAPÍTULO 2	8
SALA DE AULA INVERTIDA: DOS PRESSUPOSTOS TEÓRICOS À IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO PEDAGÓGICO EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR	
Anna Luiza Lemes Aleixo Leonardo Henrique Soares de Sales Paula Debortoli Lages Matarelli	
DOI 10.22533/at.ed.6401911032	
CAPÍTULO 3	17
ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS DE ENSINO PELOS PROFESSORES DO CURSO DE ADMINISTRAÇÃO DA FACULDADE DE CIÊNCIAS GERENCIAIS DE MANHUAÇU (FACIG)	
Andréia Almeida Mendes Glaucio Luciano Araujo Natalia Tomich Paiva Miranda Reginaldo Adriano de Souza Rita de Cássia Martins de Oliveira Ventura	
DOI 10.22533/at.ed.6401911033	
CAPÍTULO 4	28
ENSINO A DISTÂNCIA: METODOLOGIA E APRENDIZAGEM	
Varda Kendler Luiz Cláudio Vieira de Oliveira Mário Teixeira Reis Neto	
DOI 10.22533/at.ed.6401911034	
CAPÍTULO 5	39
O MAPA CONCEITUAL COMO UMA ATIVIDADE DIDÁTICA AVALIATIVA NO ENSINO SUPERIOR	
Graciane Silva Bruzinga Borges Eliúde Oliveira Leal Célia da Consolação Dias Gercina Ângela de Lima	
DOI 10.22533/at.ed.6401911035	
CAPÍTULO 6	50
FORMAÇÃO DE PROFESSORES: UMA RELEITURA DO PROCESSO FORMADOR	
Zilda Gonçalves de Carvalho Mendonça	
DOI 10.22533/at.ed.6401911036	

CAPÍTULO 7 60

FORMOÇÃO DE PROFESSORES E PRÁTICAS PEDAGÓGICAS: 25 ANOS DO CURSO DE PEDAGOGIA NA UNIFIMES

Eleno Marques De Araújo
Vânia Maria de Oliveira Vieira
Samuel Luiz Gonzaga
Hitalo Vieira Borges
Maksoel Souza da Silva
Ramon Junior Santos da Costa

DOI 10.22533/at.ed.6401911037

CAPÍTULO 8 72

A EXPERIÊNCIA DE CRIAÇÃO DO DIRETÓRIO CIENTÍFICO DA FACULDADE DE MEDICINA DA UFMG: INOVAÇÃO E EMPREENDEDORISMO DENTRO DO CAMPO ACADÊMICO

Yuri de Castro Machado
Carmem Lages Vieira
Bernardo Soares Lacchini
Pedro Henrique Rocha Caldeira

DOI 10.22533/at.ed.6401911038

CAPÍTULO 9 79

RELATO DE EXPERIÊNCIA DOS ESTUDANTES EM LICENCIATURA EM COMPUTAÇÃO NO USO DA INFORMÁTICA COMO FERRAMENTA DE AUXÍLIO PEDAGÓGICO

Thiago Bruno Caparelli
Fabiola Nogueira Leal
Maria Diomar Ribeiro
Sandro Giulliano Bordado
Viviane Nogueira Araújo

DOI 10.22533/at.ed.6401911039

CAPÍTULO 10 83

USO DA LINGUAGEM SCRATCH NO ENSINO PARA LICENCIANDOS EM FÍSICA

Criscilla Maia Costa Rezende
Esdras Lins Bispo Júnior

DOI 10.22533/at.ed.64019110310

CAPÍTULO 11 89

DIRETRIZES PARA A FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS: PERSPECTIVAS DE UMA FORMAÇÃO SISTÊMICA

Rosaria da Paixão Trindade
Maria do Socorro Costa São Mateus

DOI 10.22533/at.ed.64019110311

CAPÍTULO 12 100

COMBINAÇÃO DE TECNOLOGIAS DE ENSINO E PESQUISA EM ENGENHARIA MECÂNICA

Fernando Coelho
Gilberto de Magalhães Bento Gonçalves

DOI 10.22533/at.ed.64019110312

CAPÍTULO 13 110

O USO DAS TICS NO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

Jéssica da Silva Guimarães
Paulo Vitor Teodoro de Souza
Simara Maria Tavares Nunes

DOI 10.22533/at.ed.64019110313

CAPÍTULO 14 118

PROCESSO DE PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO NO PPGSS/UFPB NA DÉCADA DE 1990:
UMA ANÁLISE A PARTIR DAS DISSERTAÇÕES DE MESTRADO VINCULADAS À ÁREA DE
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-PRÁTICA DO SERVIÇO SOCIAL

Lucicleide Cândido dos Santos
Bernadete de Lourdes Figueiredo de Almeida

DOI 10.22533/at.ed.64019110314

CAPÍTULO 15 131

O PROCESSO DE PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO NO PPGSS/UFPB NOS ANOS 2000:
UMA ANÁLISE A PARTIR DAS DISSERTAÇÕES DE MESTRADO VINCULADAS À ÁREA DE
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-PRÁTICA DO SERVIÇO SOCIAL

Bernadete de Lourdes Figueiredo de Almeida
Lucicleide Cândido dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.64019110315

CAPÍTULO 16 146

A PROMESSA DE CO-AUTORIA: A INTEGRAÇÃO DE CONTEÚDO GERADO POR USUÁRIOS
COMO ESTRATÉGIA DE ENGAJAMENTO E CIRCULAÇÃO NO AMBIENTE DIGITAL

André Bomfim dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.64019110316

CAPÍTULO 17 158

ACESSO À INFORMAÇÃO PÚBLICA NOS ESTADOS-MEMBROS DA COMUNIDADE DE PAÍSES DE
LÍNGUA PORTUGUESA

Flávio de Lima Queiroz

DOI 10.22533/at.ed.64019110317

CAPÍTULO 18 180

CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO DE QUÍMICA: ABORDAGEM DO TEMA RESÍDUOS
NA AGRICULTURA

Juliano da Silva Martins Almeida
Geize Kelle Nunes Ribeiro
Pedro Augusto Sardinha Silva
Camila Alves de Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.64019110318

CAPÍTULO 19 191

GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Psidium guajava* L. ORGÂNICA SOB DIFERENTES TRATAMENTOS DE QUEBRA DE DORMÊNCIA

Teonis Batista da Silva
Flavia Cartaxo Ramalho Vilar
Marcelo de Campos Pereira
Adelmo Carvalho Santana
Bruno Emanuel Souza Coelho
Ricardo Cartaxo Ramalho

DOI 10.22533/at.ed.64019110319

CAPÍTULO 20 196

QUÍMICA AMBIENTAL NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO DO CAMPO: TRATANDO ÁGUA NOS TERRITÓRIOS SERTÃO PRODUTIVO BAIANO E VELHO CHICO COM SEMENTES DE *MORINGA OLEÍFERA* LAM

Marizângela Ribeiro dos Santos
Rodrigo Neves Araújo
Émille Karoline Santiago Cruz
Joás Ferreira de Souza

DOI 10.22533/at.ed.64019110320

CAPÍTULO 21 210

REMOÇÃO DE COR EM EFLUENTE DA LAVAGEM DE CARROS UTILIZANDO TANINO COMO COAGULANTE

Renata Luiza Lisboa Carlos
Larissa Fernandes da Silva
Juciane Vieira de Assis
Yáskara Fabíola de Monteiro Marques Leite

DOI 10.22533/at.ed.64019110321

CAPÍTULO 22 218

AÇÕES EDUCATIVAS NÃO FORMALIZADAS EM AMBIENTE LABORAL: ESTUDO EXPLORATÓRIO EM EMPRESA AGROINDUSTRIAL DE ALIMENTOS

Rosângela Lopes Borges
Cinthia Maria Felício
Marcos Fernandes-Sobrinho

DOI 10.22533/at.ed.64019110322

CAPÍTULO 23 228

BENEFICIAMENTO DO FRUTO DE TAMARINDO POR MEIO DE DESIDRATADOR SOLAR DE BAIXO CUSTO

Marlene Gomes de Farias
Rauene Raimunda de Sousa
Mirelle de Moura Sousa
Rafael de Sousa Nobre
Albemerg Moura de Moraes
Julianne Viana Freire Portela

DOI 10.22533/at.ed.64019110323

CAPÍTULO 24	239
QUALIDADE DA ÁGUA COMO TEMA ORGANIZADOR DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE QUÍMICA	
Geize Kelle Nunes Ribeiro Juliano da Silva Martins de Almeida Camila Alves de Carvalho Pedro Augusto Sardinha Silva	
DOI 10.22533/at.ed.64019110324	
CAPÍTULO 25	249
TEORIA BIOECOLÓGICA DO DESENVOLVIMENTO E O PROCESSO DE INTERSETORIALIDADE NO PROGRAMA SAÚDE NA ESCOLA	
Fatima Arthuzo Pinto Marluce Auxiliadora Borges Glaus Leão Renato de Sousa Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.64019110325	
CAPÍTULO 26	264
REAPROVEITAMENTO DE RADIOGRAFIAS - FASE 2: UMA PROPOSTA PARA A COOPERATIVA ESCOLA DE ALUNOS DO IFTM – <i>CAMPUS</i> UBERLÂNDIA.	
Marília Cândida de Oliveira Ângela Pereira da Silva Oliveira José Antônio Pereira Juvenal Caetano de Barcelos Willian Santos de Souza Isabela Mendes da Silva Antônio Luiz da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.64019110326	
CAPÍTULO 27	269
PROJETO DE LIXOS ELETRÔNICOS E ROBÓTICA: UM EXEMPLO INTERDISCIPLINAR E SUSTENTÁVEL	
Gáudia Maria Costa Leite Pereira João Batista de Oliveira José Edilson de Moura Santos	
DOI 10.22533/at.ed.64019110327	
CAPÍTULO 28	281
ENSINO SOBRE MOLUSCOS TRANSMISSORES DE DOENÇAS PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO	
Patrícia Batista de Oliveira Lorena Souza Castro	
DOI 10.22533/at.ed.64019110328	
CAPÍTULO 29	288
GERAÇÃO Z: PROBLEMÁTICAS DO USO DA INTERNET NA EDUCAÇÃO ESCOLAR	
Alexandra Dantas Teixeira Bruno Oliveira Ribeiro	
DOI 10.22533/at.ed.64019110329	

CAPÍTULO 30	302
PERSPECTIVA DO GÊNERO TEATRAL COMO RECURSO EDUCACIONAL PARA O ENSINO/ APRENDIZAGEM DE LÍNGUA PORTUGUESA	
Maiele Sousa Silva Lima Natália Leão Prudente	
DOI 10.22533/at.ed.64019110330	
CAPÍTULO 31	309
A LITERATURA COMO RESGATE DA CULTURA CEDRINA: HISTÓRIAS DE UMA COMUNIDADE QUILOMBOLA EM GOIÁS, BRASIL	
Tânia Regina Vieira Maria Luiza Batista Bretas Tatianne Silva Santos	
DOI 10.22533/at.ed.64019110331	
CAPÍTULO 32	324
A PRESENÇA DA DANÇA NOS CENTROS MUNICIPAIS DE EDUCAÇÃO INFANTIL DE GOIÂNIA	
Fernanda de Souza Almeida Priscilla Gomes Coelho Andreza Lucena Minervino de Sá	
DOI 10.22533/at.ed.64019110332	
CAPÍTULO 33	338
CULTURA QUILOMBOLA DO CEDRO EM PERSPECTIVA INTERCULTURAL NO ENSINO BÁSICO	
Tatianne Silva Santos Maria Luiza Batista Bretas Matias Noll Tânia Regina Vieira	
DOI 10.22533/at.ed.64019110333	
SOBRE O ORGANIZADOR	345

BENEFICIAMENTO DO FRUTO DE TAMARINDO POR MEIO DE DESIDRATADOR SOLAR DE BAIXO CUSTO

Marlene Gomes de Farias

Universidade Federal do Piauí - UFPI, Picos-PI

Rauene Raimunda de Sousa

Universidade Federal do Piauí - UFPI, Picos -PI

Mirelle de Moura Sousa

Universidade Federal do Piauí - UFPI, Picos -PI

Rafael de Sousa Nobre

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI, Picos -PI

Albemerc Moura de Moraes

Universidade Federal do Piauí - UFPI, Picos -PI

Julianne Viana Freire Portela

Universidade Federal do Piauí - UFPI-, Picos PI

RESUMO: O aproveitamento de energia solar, utilizando equipamentos que transformam energia solar em calor, é extremamente importante frente à escassez e ao alto custo das fontes de energias fósseis e de grande poder poluidor. Tendo em vista poucos estudos a respeito de parâmetros adequados, quanto ao processo de desidratação de tamarindo, objetivou-se a obtenção de tamarindo desidratado a partir de desidratador solar de baixo custo previamente desenvolvido para fins de desidratação de frutos, no Campus Senador Helvídio Nunes de Barros da Universidade Federal do Piauí, com vistas a agregar valor ao produto, aumentar a vida de prateleira e concentrar os nutrientes. O estudo foi

conduzido no município de Picos-PI. Os frutos de tamarindo foram obtidos, selecionados, higienizados e removidos sua casca, a polpa e o caroço, dispostos integralmente e submetidos ao processo de desidratação solar. As amostras foram pesadas periodicamente até atingir equilíbrio dinâmico, sendo em seguida, submetidas à estufa por 24 horas para determinação da matéria seca. Posteriormente, foram calculados os adimensionais de umidade e a taxa de secagem sendo estes expressos na forma de gráfico elaborados utilizando o programa Excel®. Houve perda de 70% de umidade ao atingir 705 minutos, numa adimensional decrescente. Resultando em produto com características próprias e repercutindo em agregação de valor e aumento na rentabilidade de micro e macro agricultores e industriais.

PALAVRAS-CHAVE: Energia Solar. Desidratação de fruto. Cinética de Secagem. *Tamarindus indica* L.

ABSTRACT: The use of solar energy, using equipment that turns solar energy into heat, is extremely important in the face of the scarcity and high cost of fossil fuel sources and high polluting power. Considering few studies on adequate parameters regarding the tamarind dehydration process, the objective was to obtain dehydrated tamarind from a low cost

solar dehydrator previously developed for fruit dehydration purposes, at the Senador Helvídio Nunes Campus Barros of the Federal University of Piauí, aiming to add value to the product, increase shelf life and concentrate nutrients. The study was conducted in the municipality of Picos-PI. The fruits of tamarind were obtained, selected, sanitized and their husk, pulp and core removed, completely disposed and submitted to the solar dehydration process. The samples were weighed periodically until they reached dynamic equilibrium and were then submitted to the greenhouse for 24 hours to determine the dry matter. Afterwards, the dimensionless moisture and the drying rate were calculated and expressed in graphic form using the Excel® program. There was 70% humidity loss reaching 705 minutes, in an admensional decreasing. Resulting in product with its own characteristics and repercussion in value aggregation and increase in the profitability of micro and macro farmers and industrialists.

KEYWORDS: Solar Energy. Dehydration of fruit. Kinetics of Drying. *Tamarindus indica* L.

1 | INTRODUÇÃO

A prática do cultivo de frutas ocupa 2,3 milhões de hectares de terra e boa parte dessa área está em pequenas e médias propriedades rurais. O Instituto Brasileiro de Frutas calcula que esta atividade emprega 5,6 milhões de pessoas direta ou indiretamente (RODRIGUES, 2015). Em contraposição, enfrenta as perdas pós-colheita para algumas culturas, tal como o tamarindo, gerando prejuízos ao produtor, à economia, à saúde, à sustentabilidade e às formas de beneficiamento (SILVA et al., 2014).

O tamarindo pertencente à família Leguminosae, é originário da África Tropical, de onde se dispersou, por todas as regiões tropicais, apresentando maior produção mundial na Índia (250 mil toneladas métricas por ano) (SILVA, 2008). Pode ser cultivado em regiões tropicais úmidas ou áridas, com temperatura média anual de 25°C, chuvas anuais entre 600 e 1500 mm. A planta requer, portanto, bastante contato com o sol e é sensível ao frio, tal como as características do Nordeste (PEREIRA et al., 2015).

A fruta do tamarindo é uma vagem alongada, de 5 a 15 cm de comprimento, revestida por uma casca não muito grossa, porém dura e quebradiça de coloração pardo escura. No seu interior, há de 3 a 8 sementes, uma polpa avermelhada, fibrosa, com um alto teor de ácido tartárico. Quando amadurecidas, as sementes crescem, a polpa se encolhe e a casca se torna frágil, sendo quebrada facilmente com a mão (PEREIRA et al., 2015).

A fruta é muito consumida nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, tendo se adaptado a essas regiões facilmente, devido ao clima (QUEIROZ, 2010; DOURADO et al, 2010). Entre as frutíferas tropicais exóticas, a tamarindo (*Tamarindus indica* L.) destaca-se por além das qualidades nutricionais, apresenta aspectos sensoriais importantes como aroma e sabor ácido-doce. O fruto é muito utilizado na fabricação

de refrescos, sorvetes, pastas, doces, licores, geleias e também como ingrediente em condimentos e molhos (SILVA, 2008).

Existem indícios de crescimento nos mercados nacional e internacional de frutas tropicais, justificados não só por seus sabores e aromas característicos, mas também pelo conhecimento de que essas frutas apresentam importante papel na manutenção da saúde e prevenção de doenças (RUFINO et al., 2010).

Entre as frutíferas tropicais exóticas, o tamarindeiro se destaca por apresentar excelentes qualidades nutricionais, contendo no fruto sais minerais, carboidratos, proteínas e ácidos (ISHOLA; AGBAJI, 1990), e a polpa quantidades consideráveis de potássio ($78 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$), fósforo ($119 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$), cálcio ($74 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) e vitamina A (20 a 50 U.I) (LEFREVE, 1971), mas, segundo Pereira et al. (2015) os frutos do tamarindeiro apresentam uma grande variação nas suas características físico-químicas, as quais, dependem principalmente do local onde foi produzido e do período pós-colheita, a composição química da polpa (parte comestível) varia em muito, destacando-se os teores de carboidratos – fração nifext (59,8 a 71%), ácidos (12,2 a 23,8%), sólidos solúveis (54 a 69,8%), além da umidade (15 a 47%) e proteínas (1,4 a 3,4%). Esses componentes conferem ao tamarindo qualidades terapêuticas, com largo uso na indústria farmacêutica, como atividade laxante e expectorante, em problemas digestivos, pulmonares, e suave no tratamento da prisão de ventre, tendo a propriedade de evitar a formação de cristais de oxalatos de cálcio na urina, sendo cientificamente reconhecida e adotada pela farmacopeia de quase todo o mundo, área em crescente expansão, pelo aumento do uso de medicamentos naturais (MATOS, 2002).

O desenvolvimento de tecnologia para o aproveitamento da energia solar é extremamente importante frente à escassez das fontes de energias fosseis normalmente utilizadas e de seu grande poder poluidor (MACHADO et al., 2010). Este processo utiliza energia térmica para remover parte ou quase a totalidade da água das frutas, representando, em especial a desidratação solar, um processo de baixo custo para implementação na agricultura familiar (ALESSI, 2010).

O Brasil dispõe de um grande potencial para uso da energia solar em quase todo o território nacional, principalmente na região Nordeste, onde se tem sol por quase todo o ano. Essa energia constitui uma opção vantajosa na viabilidade de projetos que poderiam promover o desenvolvimento dessa região em vários setores como na secagem de frutos, no aquecimento de água para uso industrial e doméstico, e também na conversão de energia solar em elétrica para local onde a rede elétrica de energia tem difícil alcance. Os sistemas de secagem solar utilizados na secagem de frutas apresentam aspectos importantes como, o baixo custo de operação e de manutenção dos equipamentos (SINÍCIO, 2006).

A conservação de frutas através da desidratação é um dos processos comerciais mais usados na conservação de produtos agropecuários, sem que eles percam suas propriedades biológicas e nutritivas (MACHADO et al., 2010), em especial

por se caracterizar essencialmente por um processo de concentração de nutrientes (PORTELA et al., 2014) além de maior tempo de vida de prateleira e manutenção ou intensificação positiva do sabor. A secagem é atualmente empregada não apenas com o objetivo de conservação dos alimentos, mas também para elaboração de produtos diferenciados, como por exemplo, as massas, biscoitos, iogurtes, sorvetes entre outros (FIOREZE, 2004), além da obtenção de ingredientes para aplicação nas diversas áreas da alimentação.

A redução do teor de umidade do produto, e conseqüentemente, da atividade de água, tem por objetivo evitar o desenvolvimento de microrganismos e de reações químicas indesejáveis que podem deteriorar o produto tornando-o impróprio para o consumo (MADAMBA et al., 2007).

Desta forma, objetivou-se estudar a cinética e taxa de secagem do fruto tamarindo a partir de desidratador solar de baixo custo, como forma de agregar valor, ampliar as suas formas de utilização como alimento e gerar renda para as comunidades do sertão nordestino.

2 | METODOLOGIA

O estudo de desidratação solar foi conduzido no município de Picos-PI. As etapas de preparo das amostras e pesagens foram realizadas nos Laboratório de Bromatologia e Bioquímica de Alimentos (LBBA) do Campus Senador Helvídio Nunes de Barros (CSHNB), da Universidade Federal do Piauí (UFPI).

Os tamarindos foram adquiridos na cidade de Picos - PI e transportados até o LBBA/CSHNB/UFPI. Foram lavados para retirar impurezas e higienizados com água clorada (200 mg.L⁻¹ por 15 minutos). Em seguida, a casca foi removida e o fruto com sementes foi pesado em balança semi-analítica com 4 (quatro) casas decimais para obtenção do seu peso úmido (massa inicial).

As amostras foram dispostas no desidratador solar e submetidas ao processo de secagem, sendo efetuadas pesagens periódicas nos seguintes ciclos de intervalos de tempo: a cada 15 minutos (7 intervalos), a cada 30 minutos (6 intervalos), a cada 60 minutos (7 intervalos e a cada 120 minutos (4 intervalos) até atingir o equilíbrio dinâmico com o ar de secagem, ou seja, peso constante. Tal processo foi conduzido de 21 a 24 de agosto de 2015, de 08:00 h da manhã as 17:00 h da tarde, sendo a temperatura mensurada durante todo o processo, por meio de termômetro mantido dentro do equipamento, variando de 40 °C a 68°C e a temperatura ambiente foi em média 40°C. Ao término do dia essas amostras foram conduzidas para passarem a noite em dessecadores para não adquirir umidade. Ao final, as amostras foram conduzidas à estufa à vácuo (70°C) para obtenção da matéria seca.

A cinética de secagem foi estudada mediante as curvas do adimensional de umidade em função do tempo de processo (Equação 1), bem como pelas curvas de taxa de secagem (dX/dt) a qual foi calculada pela derivada da umidade em relação ao

tempo (Equação 2):

$$RX = \frac{X(t) - X_e}{X_o - X_e} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

RX = razão do teor de água, adimensional;

X(t) = teor de água do material em determinado tempo de secagem;

Xo = teor de água do material no início do processo;

Xe = teor de água do material no momento de equilíbrio dinâmico.

$$\text{Taxa de secagem} = \frac{dx}{dt} = \frac{X_{n-1} - X_n}{t_{n-1} - t_n} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

t = tempo (minutos); n = número de leituras; dX/dt = taxa de secagem ($\text{kg}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{kg}_{\text{ms}}$); X_n e X_{n-1} = umidade ($\text{kg}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{kg}_{\text{ms}}$) no tempo n e no tempo n-1.

A cinética e a taxa de secagem foram estudadas por meio de gráficos elaborados utilizando o programa Excel®.

3 | RESULTADO E DISCUSSÃO

As condições de clima estiveram satisfatórias durante todo o experimento, alcançando temperatura média de 40°C ambiente e média de 55°C no interior do desidratador solar favorecendo a desidratação do fruto.

A Figura 1 apresenta a cinética de desidratação solar do tamarindo por meio do adimensional de umidade em função do tempo de processo, enquanto que a Figura 3A e 3B apresenta a taxa de secagem para o mesmo material, sob mesma condição de processamento.

O gráfico de adimensional de umidade representa o período de taxa decrescente de secagem. Tem início quando a quantidade de água começa a ser deficiente na superfície do sólido e a velocidade de secagem diminui. Barbosa et al. (2011) mostram que há dois tipos de período de taxa de secagem, um constante, outro decrescente.

O tempo gasto no experimento foi de 945 minutos, alcançando ponto de equilíbrio aos 705 minutos de processo. Para o tempo de 825 minutos ocorre taxa decrescente de secagem. Os testes possibilitaram verificar o tempo médio que deve se expor o fruto ao sol, para evitar ao produtor exposição desnecessária do fruto ocasionando em perda da qualidade do produto final (Figura 1).

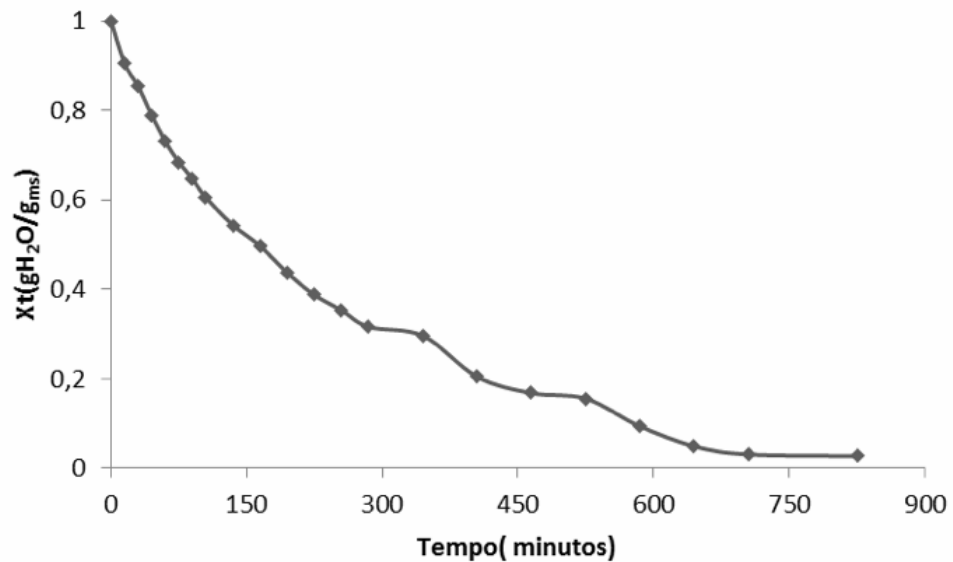


Figura 1– Adimensional de umidade em função do tempo para o processo de desidratação solar do fruto de tamarindo.

A troca de calor não é mais relevante, conseqüentemente, a temperatura do produto aumenta e tende a se igualar à temperatura do ar. Durante todo este período, o fator limitante é a migração interna de água. A redução da taxa de secagem é devido ao abaixamento da pressão parcial de vapor de água na superfície do sólido. Ao final deste período o produto estará em equilíbrio com o ar de secagem e a velocidade de secagem é nula (KEEY, 1972).

O tamarindo apresentou resistência em perder sua água disponível, logo o mesmo é caracterizado por possuir pouca água e ser resistente, como também, seu rendimento ao término do experimento foi satisfatório com umidade final de 30 % em relação ao seu peso inicial. Em estudo realizado por Moraes et al (2012), obtiveram resultados semelhantes para os aspectos do tamarindo ao compararem a desidratação de frutas para fins de infusão, por método tradicional e liofilização, onde encontraram valor de 25, 14% de umidade final para tamarindo.



Figura 2- Aspecto visual do tamarindo desidratado por energia solar.

Fonte: A autoria própria (2015).

Segundo Machado et al (2010), a velocidade, embora exerça influencia no processo de secagem, não é o parâmetro controlador da secagem. Para esta condição operacional, a resistência externa à transferência de massa pode ser desprezível, o que permite admitir que a secagem é controlada pela difusão de água no interior do fruto e que o controle do processo depende da difusão interna. Esse processo pode ser observado na Figura 1, onde mostra a secagem em função do adimensional.

Analisando as curvas de adimensional em função do tempo na Figura 1, percebeu-se que o aumento da temperatura favorece o processo de transferência de calor no interior do fruto, onde a convecção de ar irá ultrapassar as amostras de forma eficaz, evaporando sua umidade, diminuindo, conseqüentemente, o tempo necessário para o sólido atingir o equilíbrio dinâmico. O mesmo comportamento foi observado por Kaleemullah e Kailappan (2006), Doymaz (2007), Leite et al (2015) e Silva et al (2008) estudando, respectivamente, as cinéticas de secagem em estufa de pimenta vermelha, feijão verde, banana e tamarindo por método de espuma.

A resistência ao processo de secagem do tamarindo pode ser explicado através da ausência do período de secagem à taxa constante, onde pode ter ocorrido por causa da natureza da umidade, pois mesmo havendo umidade superficial livre, a água pode estar na forma de suspensão de células e de solução (açúcares e outras moléculas), apresentando uma pressão de vapor abaixo da pressão de vapor no interior do desidratador solar, fato também observado em estudos de desidratação pelo método de espuma de tamarindo por Silva et al (2008).

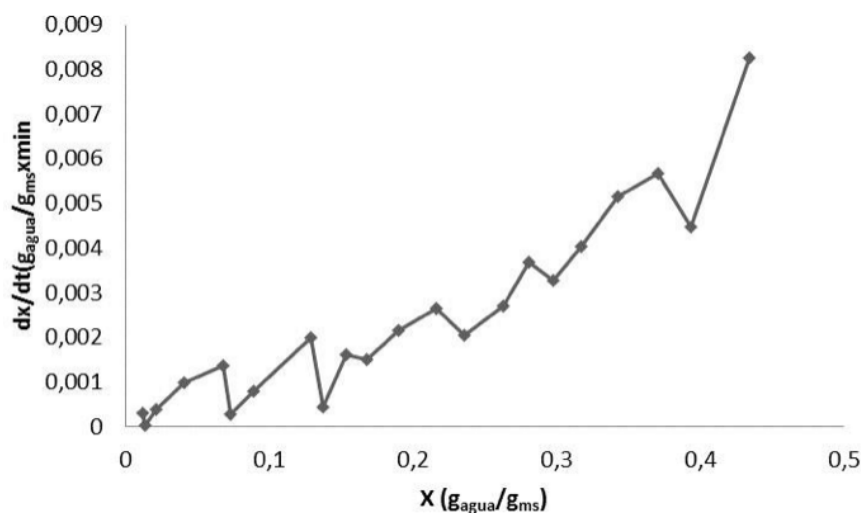
Nunes et al (2014) em estudo de secagem utilizando jaboticaba observaram que a taxa de secagem da polpa deste fruto exhibe primeiramente uma taxa de secagem crescente, ou seja, quanto maior o tempo e a temperatura maior será a perda de

água, e logo após uma taxa decrescente. Um dos motivos para essa propriedade pode ser composição da polpa que possui um teor de água acima de 80 %, sendo em sua grande maioria água livre. Enquanto na secagem do tamarindo teve um comportamento diferente, pois na curva de secagem vista na figura 3A apresenta taxa de secagem decrescente, isso se deve ao fato de que o tamarindo possui um menor teor de água em sua polpa chegando a 70%, além disso demonstrou uma resistência na perda da umidade, desta forma aumentando o tempo de duração de secagem.

As Figuras 3A e 3B apresentam a taxa de secagem em função do conteúdo de umidade em base seca das amostras, durante o processo de secagem, de forma a expressar o comportamento estrutural do material nos processos a diferentes temperaturas do ar de secagem. Na Figura 3A, observa-se que, os índices mais altos de taxa de umidade são observados no início do processo de secagem, quando o conteúdo de umidade é maior, ocorrendo um rápido declínio nas taxas de secagem para a amostra estudada. Tem-se, portanto, um comportamento de taxa de secagem exponencial em função da temperatura do ar de secagem, conforme observado por Portela, Pessoa e El-Auoar (2014).

Na Figura 3B, percebe-se que, para o trecho do processo de secagem com conteúdo de umidade inferior a $1,00g_{\text{água}}/g_{\text{ms}}$, onde se tem maior resistência para a saída de água e é considerado o período final da secagem de produtos vegetais, a taxa de secagem continuou a reduzir. A amostra apresentou a partir deste ponto, uma secagem uniforme, ou seja, o encolhimento do material foi proporcional à saída de água. Enquanto que nas acima de $1,00g_{\text{água}}/g_{\text{ms}}$ (Figura 3A) e abaixo de $0,15g_{\text{água}}/g_{\text{ms}}$ o tamarindo desidratado apresentou períodos de acomodação estrutural o que graficamente está representado por degraus em alguns setores de secagem.

(A)



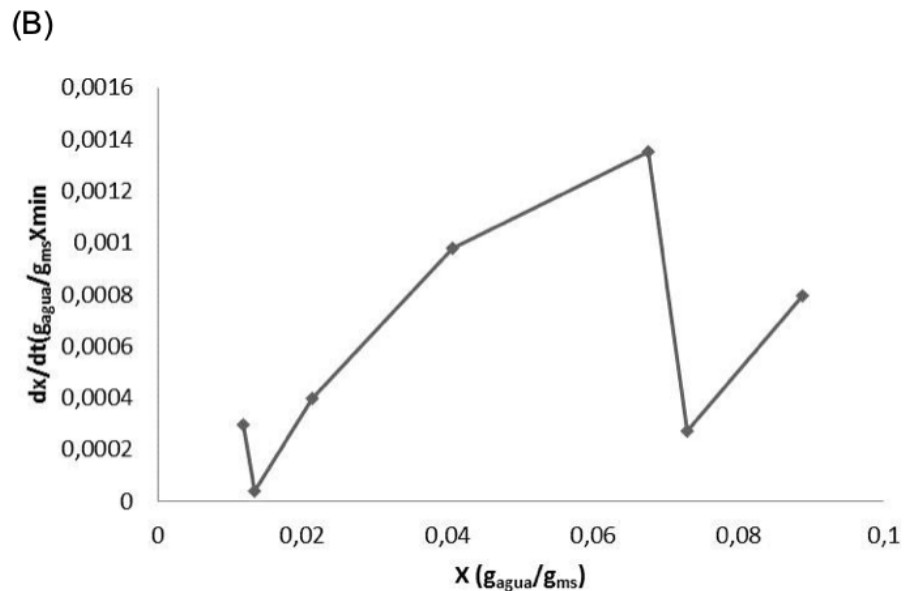


Figura 3 - Taxa de secagem em função do conteúdo de umidade em base seca das amostras para o processo de secagem de pedúnculo de caju. (A) todos os pontos da taxa de secagem e do conteúdo de umidade; (B) ampliação do conteúdo de umidade inferior a 0,1 g_{água}/g_{ms}.

Para estudo de cinética e modelagem da secagem de carambola (*Averrhoa carambola* L.) em secador de bandeja, Santos et al (2010) observaram que aparentemente a taxa de secagem diminui continuamente com a redução da razão de umidade. Isso ocorreu pelo aumento da taxa de fornecimento de calor para o produto e a aceleração das migrações de água no interior das carambolas a temperaturas estruturadas, comportamento semelhante ocorreu com o tamarindo desidratado onde pode ser visualizado nos gráficos da figura 3A e 3B. Este mesmo estudo mostrou que temperaturas maiores produzem maior taxa de secagem e, conseqüentemente, redução na razão de umidade. Como pode ser avaliado no gráfico da figura 3B.

Pode-se inferir que a desidratação solar do tamarindo, em virtude da presente pesquisa, resultou em produto seco com umidade de 30%, estando um pouco acima do máximo permitido que é de 25 % de umidade preconizada para produtos de frutos secos ou desidratados, ou seja, de umidade intermediária (BRASIL, 2005), esse valor foi obtido possivelmente devido a presença da semente no interior do fruto como também o processo de convecção não controlado no interior do desidratador solar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fruto de tamarindo é muito resistente quanto a perda de água livre, considerando que foi desidratado com semente, alcançando, em 705 minutos de processo, perda de 70% de umidade. Ressaltando-se obtenção de fruto desidratado com características próprias devido à composição química inerente à matéria-prima. Tendo-se, desta forma, agregação de valor e aumento na rentabilidade de micro e macro agricultores e industriais.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa Institucional de Bolsa de Extensão (PIBEX/PREX-UFPI) pela concessão de bolsas de extensão e ao Campus Senador Helvídio Nunes de Barros (CSHNB) da Universidade Federal do Piauí (UFPI) pela estrutura concedida.

REFERÊNCIAS

- ALESSI, E.S. **Tomate seco obtido por energia solar e convencional a partir de minitomates congelados**. 2010. 72f. (Dissertação – Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Escola Superior de Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.
- Barbosa, J.R.P. **Estudo da viabilidade de uso de secadores solares fabricados com sucatas de luminárias**. 82 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2011.
- DOYMAZ, I. Air-drying characteristics of tomatoes. **Journal of Food Engineering**. v. 78, n. 4, p. 1291-1297, 2007.
- DOURADO, G.L.; BEZERRA, D.M.; CARVALHO, R.M.S.; COSTA, J.F.; SILVA, M.D.P.; MACHADO, K.R.G.; DOURADO, J.L.; CORREIA, C.S.. **Aproveitamento da polpa do tamarindo (*Tamarindus indica* L.) para obtenção de geleia**. 50º Congresso Brasileiro de Química (Agroindústria, Qualidade de Vida e Biomas Brasileiros). Associação Brasileira de Química, Rio de Janeiro, 2010.
- FRIOREZI, R. **Princípios de secagem de produtos biológicos**. Editora Universitária. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2004. 229p.
- ISHOLA, M.M.; AGBAJI, E.B. A chemistry study of *Tamarindus indica* L. (tsamioya) fruits grown in Nigéria. **Science of Food and Agriculture**, London, v. 51, n.1, p. 141-143, 1990.
- KALEEMULLAH, S.; KAILAPPAN, R. Modelling of thin-layer drying kinetics of red chillies. **Journal of Food Engineering**. v. 76, n. 4, p. 531-537, 2006.
- KEEY, R. B. **Drying: principles and practice**. International Series of Monographs in Chemical Engineering. v. 13. Oxford: Pergamon Press. 1972. 358p.
- LEITE, A.L.M.P.; SILVA, S; PORTO, A.G; PIASSON, D.; SANTOS, P. Contração volumétrica e cinética de secagem de fatias de banana variedade terra. **Pesquisa agropecuária tropical**. Goiânia, v. 45, n. 2, p. 155-162, 2015.
- LEFREVE, J.J. Revier de la littérature sur le tamarinier. **Fruits**. v. 26, n.10, p. 687-695, 1971.
- MACHADO, V.A; OLIVEIRA, L.E; SANTOS, S.E; OLIVEIRA, A.J; FREITAS, M.L. Estudo cinético da secagem do pedúnculo de caju e um secador convencional. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v.5, n.1, p. 36 -42, 2010.
- MADAMBA, P.S.; DRICOSCOLL, R.H.; BUCKLE, K.A. The Thin-Layer drying Characteristics of Garlic Slices. **Journal of Food Engineering**. v.29. p-75- 97. 2007.
- MATOS, F.J.A. Plantas medicinais – **Guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil**. Imprensa Universitária/Edições UFC, Fortaleza, 2002, 344p.
- MORAES, V.R.L; AZEVEDO, C.L; SANTOS, L.M.V; LEITÃO.V.J. Estudo comparativo da desidratação de frutas para fins de infusão, por método tradicional e liofilização. **Revista Semiárido De Visu**. v.2,

n.2, p.254-264, 2012.

NUNES, J.S.; CASTRO, D.S.; MOREIRA, I.S.; SOUSA, F.C.S.; SILVA, W.P. Descrição cinética de secagem da polpa de jabuticaba usando modelos empíricos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v. 9, n. 1, p. 20 -26, jan-mar, 2014.

PEREIRA, P.C; MELO, B.; FRANZÃO, A.A.; ALVES, P.R.B. **A cultura do tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.)** Núcleo de Estudo em Fruticultura no Cerrado. Universidade Federal de Uberlândia Instituto de Ciências Agrárias. 2015.

PORTELA, J.V.F.; PESSOA, T.R.B.; EL-AOUAR, A.A. Modelagem matemática e difusidade efetiva do processo de secagem do miolo da mancambira. **Revista verde de agricultura sustentável**. v.9, n.1, p.271-278, 2014.

QUEIROZ, O.M.J. **Propagação do tamarindeiro. (*Tamarindus indica* L.)**. Universidade Federal do recôncavo da Bahia, Bahia, 2010.

RODRIGUES, R. **Frutas para o mundo**. AGROANALYSIS. Janeiro, 2015.

RUFINO, M; ALVES, R.; BRITO, E.; PEREZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidante capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v.121 n.4, p. 996 – 1002, 2010.

SANTOS, C.T; BONOMO, R.F; CHAVES, M.A; FONTAN, R.C. I; BONOMO, P. Cinética e modelagem da secagem de carambola (*Averrhoa carambola* L.) em secador de bandeja. **Acta Scientiarum Technology**, Maringá, v. 32, n. 3, p. 309-313, 2010.

SILVA, A. S.; GURJÃO, O. C. K.; ALMEIDA, C. A. FRANCISCO; BRUNO, A. L. R.; PEREIRA, E.W. Desidratação da polpa de tamarindo pelo método de camada de espuma. **Ciência Agrotecnologia**. Lavras, v. 32, n. 6, p. 1899-1905, Dezembro, 2008.

SILVA R, M.F.; CHALEGRE, T.S.; CARVALHO G.B.M. **Estudo do Uso da Tamarindo como Adjunto do Malte para Produção de Cervejas Ale e Lager**. XX Congresso Brasileiro de Engenharias química (COBEQ), Florianópolis/ SC 19 a 22 de outubro de 2014.

SINÍCIO, R. **Simulação de secagem de milho em camadas espessas a baixas temperaturas**.2006.74f. Dissertação (Mestrado em engenharia agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2006

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-164-0

