

Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável 2

Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco
Juliana Yuri Kawanishi
Rafaelly do Nascimento
(Organizadoras)



Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável 2

Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco
Juliana Yuri Kawanishi
Rafaelly do Nascimento
(Organizadoras)



2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores



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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
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. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

| Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG) | |
|---|--|
| M514 | Meio ambiente e desenvolvimento sustentável 2 [recurso eletrônico] / Organizadoras Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco, Juliana Yuri Kawanishi, Rafaelly do Nascimento. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável; v. 2) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-72477-55-0 DOI 10.22533/at.ed.550191111 1. Desenvolvimento sustentável. 2. Meio ambiente. 3. Sustentabilidade. I. Pacheco, Juliana Thaisa Rodrigues. II. Kawanishi, Juliana Yuri. III. Nascimento, Rafaelly do. IV. Série. CDD 363.7 |
| Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422 | |

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

APRESENTAÇÃO

A proposta da obra “Meio Ambiente & Desenvolvimento Sustentável” busca expor diferentes conteúdos vinculados à questão ambiental dispostos nos 61 capítulos entre volume I e volume II. O e-book conta com uma variedade de temáticas, mas tem como foco central a questão do meio ambiente.

As discussões sobre a questão ambiental e as novas demandas da sociedade moderna ganham visibilidade e despertam preocupações em várias áreas do conhecimento. Desde a utilização inteligente dos recursos naturais às inovações baseadas no desenvolvimento sustentável, por se tratar de um fenômeno complexo que envolve diversas áreas. Assim a temática do meio ambiente no atual contexto tem passado por transformações decorrentes do intenso processo de urbanização que resultam em problemas socioambientais. Compreende-se que o direito ambiental é um direito de todos, é fundamental para a reflexão sobre o presente e as futuras gerações.

A apresentação do e-book busca agregar os capítulos de acordo com a afinidade dos temas. No volume I os conteúdos centram-se em pesquisas de análise do desenvolvimento, sustentabilidade e meio ambiente sob diferentes perspectivas teóricas. A sustentabilidade como uma perspectiva de desenvolvimento também é abordada no intuito de preservar este meio e minimizar os impactos causados ao meio ambiente devido ao excesso de consumo, motivo das crises ambientais. O desafio para a sociedade contemporânea é pensar em um desenvolvimento atrelado à sustentabilidade.

O volume II aborda temas como ecologia, educação ambiental, biodiversidade e o uso do solo. Compreendendo a educação como uma técnica que faz interface com a questão ambiental, e os direitos ambientais pertinentes ao meio ambiente em suas várias vertentes como aspectos econômicos, culturais e históricos.

Os capítulos apresentados pelos autores e autoras também demonstram a preocupação em compartilhar os conhecimentos e firmam o comprometimento com as pesquisas para trazer melhorias para a sociedade de modo geral, sendo esse o objetivo da obra.

Juliana Thaisa R. Pacheco
Juliana Yuri Kawanishi
Rafaelly do Nascimento

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTULO 1 | 1 |
| A NECESSIDADE DA GESTÃO COM SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS GUAPIAÇU E MACACU - RJ | |
| Adacto Benedicto Ottoni Ana Carolina Silva Figueiredo Carina Freitas Martins de Almeida Ítalo Caldas Orlando Marianna de Souza Oliveira Ottoni | |
| DOI 10.22533/at.ed.5501911111 | |
| CAPÍTULO 2 | 13 |
| AVALIAÇÃO DE REVESTIMENTOS COMERCIAIS CERÂMICOS ATIVOS NA DEGRADAÇÃO DE BENZENO PARA CONTROLE DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA INTERNA DE EDIFÍCIOS | |
| Ricardo Crepaldi Guilherme Miola Titato Fernando Mauro Lanças Eduvaldo Paulo Sichieri Marcelo Telascrêa Marcia Rodrigues de Moraes Chaves | |
| DOI 10.22533/at.ed.5501911112 | |
| CAPÍTULO 3 | 25 |
| PERFIL DE SUSTENTABILIDADE DA PRODUÇÃO APÍCOLA NO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA DO PARÁ | |
| Antonio Sérgio Silva de Carvalho Alexandro Melo de Sousa | |
| DOI 10.22533/at.ed.5501911113 | |
| CAPÍTULO 4 | 33 |
| PRODUÇÃO DE PUFF COM GARRAFA PET | |
| Pâmela Cabbia de Oliveira Walter Yukio Ida | |
| DOI 10.22533/at.ed.5501911114 | |
| CAPÍTULO 5 | 38 |
| PASSIVOS AMBIENTAIS EM ÁREAS DE ASSENTAMENTOS RURAIS: O CASO DO ASSENTAMENTO ENGENHO UBÚ, GOIANA – PE | |
| José Fernandes dos Santos Filho Christianne Torres de Paiva José Paulo Feitosa de Oliveira Gonzaga | |
| DOI 10.22533/at.ed.5501911115 | |
| CAPÍTULO 6 | 49 |
| OUTORGA DOS DIREITOS DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS: INSTRUMENTO PARA O GERENCIAMENTO AMBIENTAL DAS ÁGUAS DE ABASTECIMENTO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ | |
| Alzira Maria Ribeiro dos Reis Gilmar Wanzeller Siqueira | |

Teresa Cristina Cardoso Alvares
Maria da Conceição Gonçalves Ferreira
Rafaela Reis da Costa
Jessyca Camilly Silva de Deus
Adnilson Igor Martins da Silva
Alda Lucia da Costa Camelo

DOI 10.22533/at.ed.5501911116

CAPÍTULO 7 62

A TEORIA DA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA: DO PLANEJAMENTO À EXECUÇÃO
Schirley Costalonga

DOI 10.22533/at.ed.5501911117

CAPÍTULO 8 74

ASPECTOS ECOLÓGICOS DA RESTAURAÇÃO FLORESTAL
Schirley Costalonga

DOI 10.22533/at.ed.5501911118

CAPÍTULO 9 87

CRIAÇÃO DE CORREDORES ECOLÓGICOS URBANOS NA CIDADE DE
PETROLINA

Uldérico Rios Oliveira
Ivan André Alvarez

DOI 10.22533/at.ed.5501911119

CAPÍTULO 10 100

IMPACTOS DO TROTE ECOLÓGICO IMPLANTADO NO CAMPUS UNIVERSITÁRIO
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, ENTRE 1990 A 1997: MEMÓRIA E
PERCEPÇÃO DE UM LEGADO

Maria da Conceição Gonçalves Ferreira
Gilmar Wanzeller Siqueira
Noemi Vianna Martins Leão
Teresa Cristina Cardoso Alvares
Alzira Maria Ribeiro dos Reis
Camila Ferreira dos Santos
Milena de Lima Wanzeller
Maria Alice do Socorro Lima Siqueira

DOI 10.22533/at.ed.5501911110

CAPÍTULO 11 113

REDE DE ECONOMIA SOLIDÁRIA: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO NA BIBLIOTECA
DIGITAL DE TESES E DISSERTAÇÕES (BDTD)

Ted Dal Coletto
Marcos Ricardo Rosa Georges

DOI 10.22533/at.ed.5501911111

CAPÍTULO 12 121

AMBIENTE DISCURSIVO EM UMA MÍDIA INFANTIL

Raiana Cunha de Figueiredo
Caroline Barroncas de Oliveira
Mônica de Oliveira Costa

DOI 10.22533/at.ed.5501911112

| | |
|---|------------|
| CAPÍTULO 13 | 134 |
| EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA A MELHORIA CONTÍNUA DO PLANO DE LOGÍSTICA SUSTENTÁVEL DA COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE SÃO PAULO | |
| Rosana Maria Vieira Cayres Mauro Silva Ruiz Simone Aquino | |
| DOI 10.22533/at.ed.55019111113 | |
| CAPÍTULO 14 | 149 |
| EDUCAÇÃO DO CAMPO E SUSTENTABILIDADE: UMA EXPERIÊNCIA DO PRONERA | |
| Rodrigo Simão Camacho | |
| DOI 10.22533/at.ed.55019111114 | |
| CAPÍTULO 15 | 163 |
| PERCEPÇÃO DE SOLOS: EXPERIÊNCIA COM ESTUDANTES DO 6º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL EM ESCOLA DA REDE PÚBLICA DE URUTAÍ – GO | |
| Ranyella de Oliveira Aguiar Alessandra Vieira da Silva Dalcimar Regina Batista Wengen Jamerson Fábio Silva Filho Mara Lúcia Cruz de Souza Letícia Rodrigues da Silva Lara Gonçalves de Souza Renata de Oliveira Dourado Jaberson Basilio de Melo Maria Carolina Teixeira Silva | |
| DOI 10.22533/at.ed.55019111115 | |
| CAPÍTULO 16 | 175 |
| BIODIVERSIDADE DE RIZOBACTÉRIAS EM <i>Schizolobium parahyba var. amazonicum</i> (HUBER EX DUCKE) BARNEBY COM POTECIAL BIOPROMOTOR | |
| Aline Chaves Alves Monyck Jeane dos Santos Lopes Ricardo Abraham Leite Oliva Ely Simone Cajueiro Gurgel | |
| DOI 10.22533/at.ed.55019111116 | |
| CAPÍTULO 17 | 184 |
| BIOMASSA MICROBIANA COMO INDICADOR DE QUALIDADE DO SOLO SOB DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS | |
| Luiz Alberto da Silva Rodrigues Pinto Sandra de Santana Lima Marcos Gervasio Pereira Melania Merlo Ziviani Shirlei Almeida Assunção Celeste Queiroz Rossi Cristiane Figueira da Silva Otavio Augusto Queiroz dos Santos Nivaldo Schultz | |
| DOI 10.22533/at.ed.55019111117 | |

CAPÍTULO 18 196

GOIABEIRAS COMUNS CONTRIBUEM PARA EXPANSÃO DA ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO DE *Bactrocera carambolae* NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Maria do Socorro Miranda de Sousa
Jonh Carlo Reis dos Santos
Cristiane Ramos de Jesus
Gilberto Ken-Iti Yokomizo
Ezequiel da Glória de Deus
José Francisco Pereira
Ricardo Adaime

DOI 10.22533/at.ed.55019111118

CAPÍTULO 19 207

MOSCAS-DAS-FRUTAS (*Diptera: Tephritidae*) OBTIDAS DE FRUTOS COMERCIALIZADOS NO MERCADO VER-O-PESO, EM BELÉM, PARÁ, BRASIL

Clara Angélica Corrêa Brandão
Maria do Socorro Miranda de Sousa
Carlos José Trindade Azevedo
Álvaro Remígio Ayres
Regina Lucia Sugayama
Ricardo Adaime

DOI 10.22533/at.ed.55019111119

CAPÍTULO 20 218

POTENCIAL ALELOPÁTICO DE *Plectranthus barbatus* ANDREWS NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Lactuca sativa* L. E DE *Bidens pilosa* L.

Luiz Augusto Salles das Neves
Kelen Haygert Lencina
Raquel Stefanello

DOI 10.22533/at.ed.55019111120

CAPÍTULO 21 227

POTENCIAL DA BIODIVERSIDADE MICROBIANA DE *Copaifera langsdorffii* DESF

Ricardo Abraham Leite Oliva
Monyck Jeane dos Santos Lopes
Aline Chaves Alves
João Paulo Morais da Silva
Ely Simone Cajueiro Gurgel

DOI 10.22533/at.ed.55019111121

CAPÍTULO 22 236

POTENCIAL DA BIOMASSA DA BANANA COMO AGENTE MITIGATIVO DE IMPACTO AMBIENTAL

Diuly Bortoluzzi Falcone
Ana Carolina Kohlrausch Klinger
Guilherme Basso
Geni Salete Pinto de Toledo
Leila Picolli da Silva

DOI 10.22533/at.ed.55019111122

| | |
|--|------------|
| CAPÍTULO 23 | 242 |
| SECAGEM SOLAR DE CASCA DE MARACUJÁ: UMA ALTERNATIVA AMBIENTAL E ECONOMICAMENTE VIÁVEL | |
| <p>Sinthya Kelly Queiroz Morais Álvaro Gustavo Ferreira Da Silva Dauany De Sousa Oliveira Fabricio Alves De Morais Raissa Cristina Leandro Vítor Jocielys Jovelino Rodrigues</p> | |
| DOI 10.22533/at.ed.55019111123 | |
| CAPÍTULO 24 | 251 |
| TÉCNICA PARA ESTUDO DOS EFEITOS DE CLASSES TEXTURAIS DE SOLO E DE NÍVEIS DE UMIDADE SOBRE A PROFUNDIDADE DE PUPAÇÃO E VIABILIDADE PUPAL DE MOSCAS-DAS-FRUTAS | |
| <p>Eric Joel Ferreira do Amaral Adriana Bariani Maria do Socorro Miranda de Sousa Ricardo Adaime da Silva</p> | |
| DOI 10.22533/at.ed.55019111124 | |
| CAPÍTULO 25 | 258 |
| CU, ZN E MN NA ÁGUA E NO SOLO EM ÁREAS COM INTENSA ATIVIDADE SUINÍCOLA NO SUDESTE DO ESTADO DE SANTA CATARINA | |
| <p>Eliana Aparecida Cadoná Guilherme Wilbert Ferreira Marcos Leandro dos Santos Claudio Roberto Fonseca Sousa Soares Eduardo Lorensi de Souza Cledimar Rogério Lourenzi</p> | |
| DOI 10.22533/at.ed.55019111125 | |
| CAPÍTULO 26 | 271 |
| ESTUDO DE CARVÃO ATIVADO ALTERNATIVO PARA REMEDIAÇÃO COM SOLOS CONTAMINADOS COM FIPRONIL | |
| <p>Rafaela Lopes Rodrigues Rafael Augusto Valentim da Cruz Magdalena André Augusto Gutierrez Fernandes Beati Luciane de Souza Oliveira Valentim Robson da Silva Rocha Chaiene Nataly Dias</p> | |
| DOI 10.22533/at.ed.55019111126 | |
| CAPÍTULO 27 | 276 |
| ESTUDO DAS CONDICIONANTES AMBIENTAIS DA BIBLIOTECA CENTRAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ | |
| <p>Maria Lúcia Henriques Gomes Gilmar Wanzeller Siqueira Teresa Cristina Cardoso Alvares Maria Ivete Rissino Prestes Milena de Lima Wanzeller Maria Alice do Socorro Lima Siqueira</p> | |

Diego Figueiredo Teixeira
Jorge Emílio Henriques Gomes
DOI 10.22533/at.ed.55019111127

CAPÍTULO 28 290

REUTILIZAÇÃO DE AREIA DESCARTADA DE FUNDIÇÃO NA PRODUÇÃO DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL

Sueli Tavares de Melo Souza
Natalia Cristina Martini
Tatiana Vettori Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.55019111128

CAPÍTULO 29 300

DETERMINAÇÃO DE ELEMENTOS QUÍMICOS EM ÁGUAS NATURAIS DOS RIOS SERGIPE E COTINGUIBA POR ICP OES

Jéssica Kalliny Pereira dos Santos
Kayc Araujo Trindade
Nívia Raquel Oliveira Alencar
Erwin Henrique Menezes Schneider
Iasmine Louise de Almeida Dantas
Geisa Grazielle Coqueiro Rocha Pimentel
Hannah Uruga Oliveira
Silvânio Silvério Lopes da Costa
Adnivia Santos Costa Monteiro

DOI 10.22533/at.ed.55019111129

CAPÍTULO 30 315

DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL – UM ESTUDO DE CASO EM CAÇAMBAS ESTACIONÁRIAS NO MUNICÍPIO DE TOLEDO/PR

Hildner de Lima
Adriana da Silva Tronco Johann
Daliana Hisako Uemura Lima
Décio Lopes Cardoso
Dirceu Baumgartner

DOI 10.22533/at.ed.55019111130

CAPÍTULO 31 329

ANÁLISE DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS PRODUZIDOS POR LABORATÓRIOS DE PESQUISA E ENSINO DO INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ICB) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ (UFPA)

Teresa Cristina Cardoso Alvares
Gilmar Wanzeller Siqueira
Maria da Conceição Gonçalves Ferreira
Alzira Maria Ribeiro dos Reis
Maria Ivete Rissino Prestes
Murilo Augusto Alvares Batista
Milena de Lima Wanzeller
Maria Alice do Socorro Lima Siqueira
André Monteiro Pinto

DOI 10.22533/at.ed.55019111131

SOBRE AS ORGANIZADORAS 343

ÍNDICE REMISSIVO 344

SECAGEM SOLAR DE CASCA DE MARACUJÁ: UMA ALTERNATIVA AMBIENTAL E ECONOMICAMENTE VIÁVEL

Sinthya Kelly Queiroz Morais

Universidade Federal de Campina Grande
Pombal – Paraíba

Álvaro Gustavo Ferreira Da Silva

Universidade Federal de Campina Grande
Pombal – Paraíba

Dauany De Sousa Oliveira

Universidade Federal de Campina Grande
Pombal – Paraíba

Fabricio Alves De Morais

Universidade Federal de Campina Grande
Pombal – Paraíba

Raissa Cristina Leandro Vítor

Universidade Federal de Campina Grande
Pombal – Paraíba

Jocielys Jovelino Rodrigues

Universidade Federal de Campina Grande
Pombal – Paraíba

RESUMO: O Brasil é o maior produtor de maracujá e sua destinação ocorre principalmente para a indústria de polpas e sucos, havendo um grande acúmulo de resíduos. A suplementação alimentar com subprodutos da casca do maracujá é associada a diversos benefícios à saúde, sendo a secagem solar uma forma de aumentar a vida útil desses produtos, além de ser uma tecnologia ecologicamente correta. Com isso, objetivou-se avaliar a cinética de

secagem solar da casca do maracujá. Frutos de maracujá adquiridos no mercado público de Pombal-PB foram higienizados, cortados em geometria de placas planas, as fatias das cascas dispostas em secador solar e pesadas a cada 1 hora até massa constante. Os cálculos de razão do teor de água (RTA) foram calculados e os gráficos plotados nos *softwares* *Statistica* e *Excel*. Pode-se observar um decréscimo acentuado na temperatura, perda de massa e umidade, tanto em base úmida quanto seca, em relação ao tempo, sendo o modelo polinomial cúbico o que mais se ajustou a esses parâmetros. Com relação à cinética de secagem, também observou-se redução significativa no início do processo em virtude da maior umidade inicial e constância a partir das quatro horas de secagem, sendo o modelo de Regressão de crescimento exponencial o que mais se ajustou. Portanto, conclui-se que a secagem solar da casca do maracujá é um processo rápido e eficiente, proporcionando ao mercado a possibilidade de matéria prima com maior vida útil para elaboração de subprodutos.

PALAVRAS-CHAVE: Modelagem matemática, *Passiflora edulis*, Secagem solar.

SOLAR DRYING OF PASSION FRUIT PEEL: AN ENVIRONMENTALLY AND ECONOMICALLY VIABLE ALTERNATIVE

ABSTRACT: Brazil is the largest producer of passion fruit and its destination occurs mainly for the pulp and juice industry, with a large accumulation of residues. Food supplementation with passion fruit peel by-products is associated with several health benefits, and solar drying is a way to increase the shelf life of these products, as well as being an ecologically sound technology. The objective of this study was to evaluate the solar drying kinetics of passion fruit peel. Passion fruit obtained from the public market of Pombal-PB was sanitized, cut in flat plate geometry, the slices of the shells arranged in a solar dryer and weighed every 1 hour until constant mass. Water content ratio (RTA) calculations were calculated and graphs plotted on Statistica and Excel software. It can be observed a sharp decrease in temperature, loss of mass and humidity, both on wet and dry basis, in relation to the time, being the cubic polynomial model the most adjusted to these parameters. Regarding the drying kinetics, a significant reduction was also observed at the beginning of the process due to the higher initial humidity and constancy from the four hours of drying, with the Exponential Growth Regression model being the most adjusted. Therefore, it is concluded that the solar drying of passion fruit peel is a fast and efficient process, providing the market with the possibility of raw material with longer shelf life for the elaboration of byproducts.

KEYWORDS: Mathematical modeling, *Passiflora edulis*, Solar drying.

1 | INTRODUÇÃO

O maracujá (*Passiflora edulis*) é uma fruta nativa das regiões de clima tropical e subtropical com extensa distribuição. Seu cultivo está basicamente voltado para a indústria de sucos e polpas, sendo a polpa do maracujá amarelo a mais utilizada na fabricação de suco concentrado, devido à qualidade dos frutos e características sensoriais (FERREIRA; PENA, 2010). O Brasil é considerado o maior produtor mundial de maracujá, apresentando uma produção anual de aproximadamente 694 mil toneladas, correspondendo a cerca de 95% de maracujá amarelo (IBGE, 2016).

Os resíduos derivados da produção do suco de maracujá são bastante expressivos, destacando-se a existência de macronutrientes (fibras) e micronutrientes (vitaminas), devido à quantidade de fibras presentes na casca, assim havendo a necessidade do aproveitamento do resíduo (LUTCKMEIER, 2015).

A elevada quantidade de fibra alimentar na casca do maracujá tem sido associada a diversos benefícios à saúde, principalmente relacionados a distúrbios metabólicos e intestinais (SILVA et al., 2014). A suplementação humana com subprodutos da casca do maracujá em indivíduos em jejum tem sido capaz de reduzir a glicose e hemoglobina glicosilada sanguínea em indivíduos com diabetes, além de reduzir os níveis de triglicérides em mulheres hipercolestéricas. Em animais, a dieta com casca de maracujá foi capaz de diminuir os níveis séricos de triglicérides e efeitos inflamatórios, melhorar os parâmetros glicêmicos e aumentar a excreção fecal de lipídios (ABBOUD et al., 2019).

A reutilização de resíduos agroindustriais associada a processos que envolvam

tecnologias limpas é uma alternativa viável para garantir que as indústrias tenham uma produção limpa e ecologicamente correta (BADAoui et al., 2019). Nessa perspectiva, a secagem é uma das operações unitárias mais utilizadas para aumentar a vida útil de frutas perecíveis, reduzir custos com armazenamento e transporte, além de proporcionar uma destinação aos resíduos (SAMIMI-AKHIAHANI; ARABHOSSEINI, 2018).

Dentre os métodos de secagem mais utilizados, a solar é bastante vantajosa porque supre a necessidade de energia sem a utilização de combustíveis fósseis, que degradam o meio ambiente (TRIPATHY, 2015).

Dessa forma, objetivou-se avaliar a cinética de secagem solar da casca do maracujá em geometria de placas planas.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os maracujás foram obtidos no comércio público de Pombal – PB, e os experimentos se deram na Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal, no Laboratório de Operações Unitárias e Fenômenos de Transporte (LOUFT). O processo de secagem foi realizado em protótipo de secador solar de exposição direta.

Inicialmente as frutas foram lavadas em água corrente, e sanitizadas em solução clorada 100 ppm por 15 minutos. Em seguida o maracujá foi despulpado manualmente e da casca foram retiradas fatias retangulares de 1 cm de largura e 1,5 cm de comprimento. Para inibir possíveis reações enzimáticas as cascas foram submetidas a um branqueamento por 15 segundos em água a 100 °C.

Os cestos vazios foram pesados para tarar a balança, em seguida pesaram-se as amostras, depois o material foi colocado no secador solar e verificado a temperatura com termômetro digital, a cada uma hora repetia-se o procedimento, aferição da temperatura e pesagem dos cestos, até que a massa permanecesse constante por três pesagens consecutivas. Posteriormente as cascas secas foram pesadas e colocadas em estufa por 24 horas a 105 °C, ao fim do tempo pesou-se novamente as amostras.



Figura 1. Perfil dos cortes realizados na casca de maracujá

Foi realizada também a análise do teor de umidade, segundo o método da AOAC (2012) descrita no item nº 950.46.41.

Para realização dos cálculos de teor de umidade em base seca (X_{bs}) e em base úmida (X_{bu}) utilizou-se as seguintes equações:

$$X_{bs} = \frac{m_{ss} - m_{su}}{m_{ss}} \quad (1) \quad X_{bu} = \frac{X_{bs}}{1 + X_{bs}} \quad (2)$$

Onde: m_{su} é a massa em base úmida e m_{ss} é a massa em base seca.

A razão do teor de água (RTA) foi calculada por:

$$\frac{X_t - X_e}{X_0 - X_e}$$

Onde: X_t = umidade em um determinado tempo X_0 = umidade inicial (kg/kg ms); X_e = umidade no equilíbrio (kg/kg ms).

Para elaboração da curva de cinética de secagem utilizou-se a o modelo *Exponencial Growth Regression* no software *STATÍSTICA 7.0*.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro gráfico (Figura 2), observa-se uma alteração brusca de temperatura em relação ao tempo de análise, o que pode ser justificado pela formação de nuvens densas durante o decorrer do dia. Sendo assim, no fim do processo – seis horas após o início - nota-se que a temperatura chegou a aproximadamente 34°C, bem diferente da temperatura inicial, aproximadamente 65°C, indicando um decréscimo em torno de 43%.

Ademais, essa diferença de temperatura pode ser explicada também, devido ao fato que a secagem foi realizada em ambiente não-controlado, ou seja, dependia totalmente dos fatores extrínsecos do local. Além disso, esse fato também pode explicar o modelo polinomial utilizado para o ajuste dos dados, uma vez que a curva de regressão se aproximou mais do modelo de pontos de uma equação cúbica.

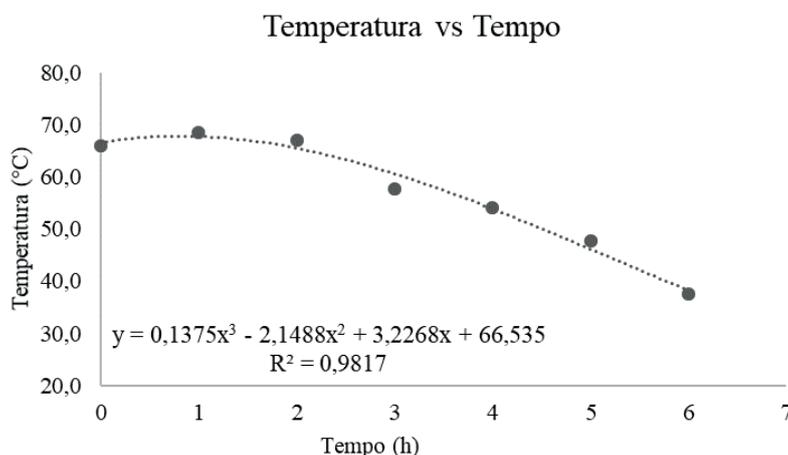


Figura 2. Gráfico do comportamento da temperatura do secador solar em função do tempo.

Logo, em relação a perda de massa da casca do maracujá em função do tempo (Figura 3), observa-se que houve uma redução acentuada em seu volume nas duas primeiras horas de estudo, uma vez que o decréscimo foi de aproximadamente 93%. Sendo, esta rápida redução justificada pela sua geometria plana (1 cm x 1,5 cm), que facilita a transferência de calor por este sólido, levando-o a um rápido decréscimo de sua massa, até tornar-se constante.

Portanto, levando em consideração estes aspectos, o modelo que melhor se aplicou foi novamente o polinomial cúbico, uma vez que rapidamente obteve-se uma constância em sua perda de massa.

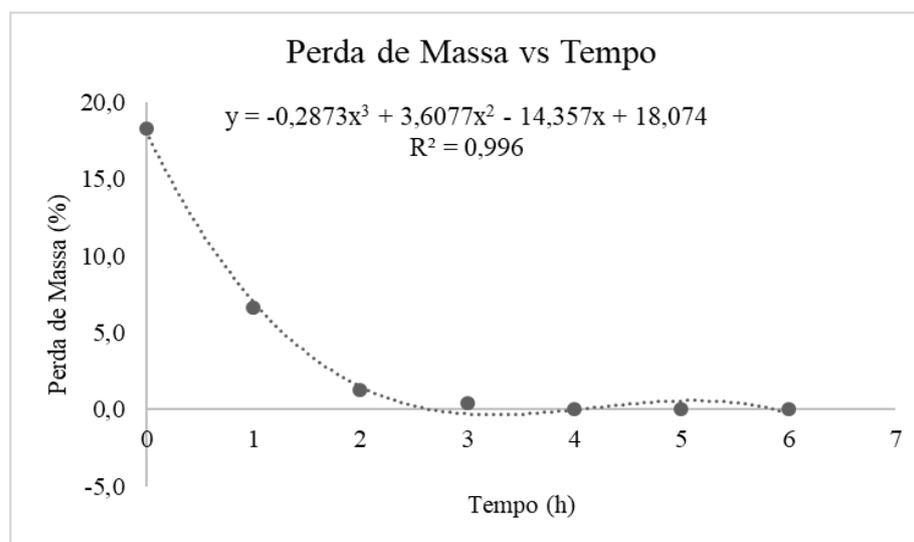


Figura 3. Perda de massa da casca de maracujá em função do tempo.

De acordo com a figura 4, observa-se o teor de umidade da casca do maracujá, tanto em base úmida quanto em base seca, decresceu ao longo do tempo, até atingir a constância (que ocorreu entre 4 e 6 horas de secagem). A figura mostra que, para as diferentes bases há grandes diferenças quanto ao teor de umidade. Observa-se que o teor de umidade em base úmida (a) é bem menor que o teor de umidade em base seca (b), no início da secagem.

Essa diferença pode ser explicada pelo próprio cálculo do teor de umidade nas diferentes bases: segundo Möhler (2010), a umidade em base seca é calculada dividindo-se a massa de água do produto pela massa de sólidos secos; já a umidade em base úmida é calculada pelo quociente entre a massa de água do produto e a massa total do mesmo. Dessa forma, a umidade em base seca será maior que a umidade em base úmida devido aos denominadores: o denominador para base seca sempre é menor que o denominador para base úmida, gerando assim um valor maior de umidade em base seca e menor em base úmida.

No entanto, vê-se que, ao longo do tempo de secagem, o teor de água no alimento vai diminuindo constantemente, o que também afeta os resultados nas diferentes bases: para a base úmida, ocorre um decréscimo, porém bastante sutil, enquanto que para a base seca o decréscimo no teor de umidade é bem mais

brusco, visto que em base seca, no início da secagem, o numerador é bem maior que denominador e, ao longo da secagem ocorre o inverso, o numerador vai se tornando inferior ao denominador da equação. Já em base úmida, o numerador e denominador são próximos, mesmo havendo diferenças, o que contribui para mudanças não tão bruscas.

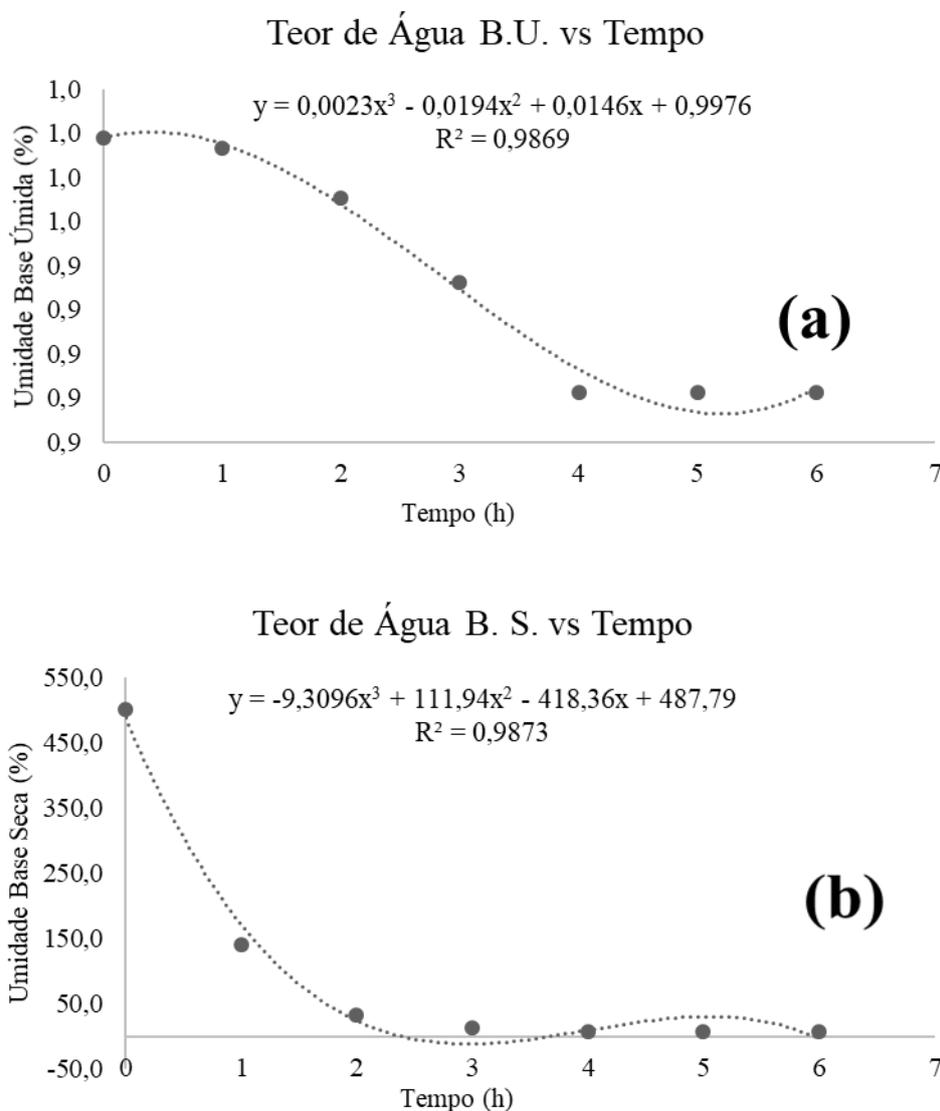


Figura 4. Variação do teor de umidade da casca de maracujá nas bases úmida (a) e seca (b) em função do tempo.

Em relação às equações encontradas na Figura 4, observa-se que o modelo de regressão adotado para representar a variação da umidade em função do tempo de secagem (regressão polinomial de ordem 3), pode explicar 98,7% das variações decorrentes da secagem, tanto para umidade em base úmida quanto para base seca.

Verifica-se na figura 5 o gráfico que representa a razão do teor de água em função do tempo e os dados experimentais da cinética de secagem da casca do maracujá. Pode-se observar que a taxa de secagem foi maior no início do processo devido a maior absorção de radiação devido ao elevado teor inicial de água (KLUNKLIN; SAVAGE, 2017). A redução do teor de água envolve a transferência de calor e massa,

simultaneamente, e a qualidade e propriedades físicas do produto podem ser alteradas substancialmente dependendo do método e das condições de secagem (PESSOA et al., 2011). O tempo de secagem foi relativamente baixo em virtude, principalmente, do baixo teor de umidade da casca do maracujá. Além disso, o branqueamento realizado anteriormente à secagem facilita a transferência interna de massa pelo aumento da permeabilidade dos tecidos (KINGSLY et al., 2007).

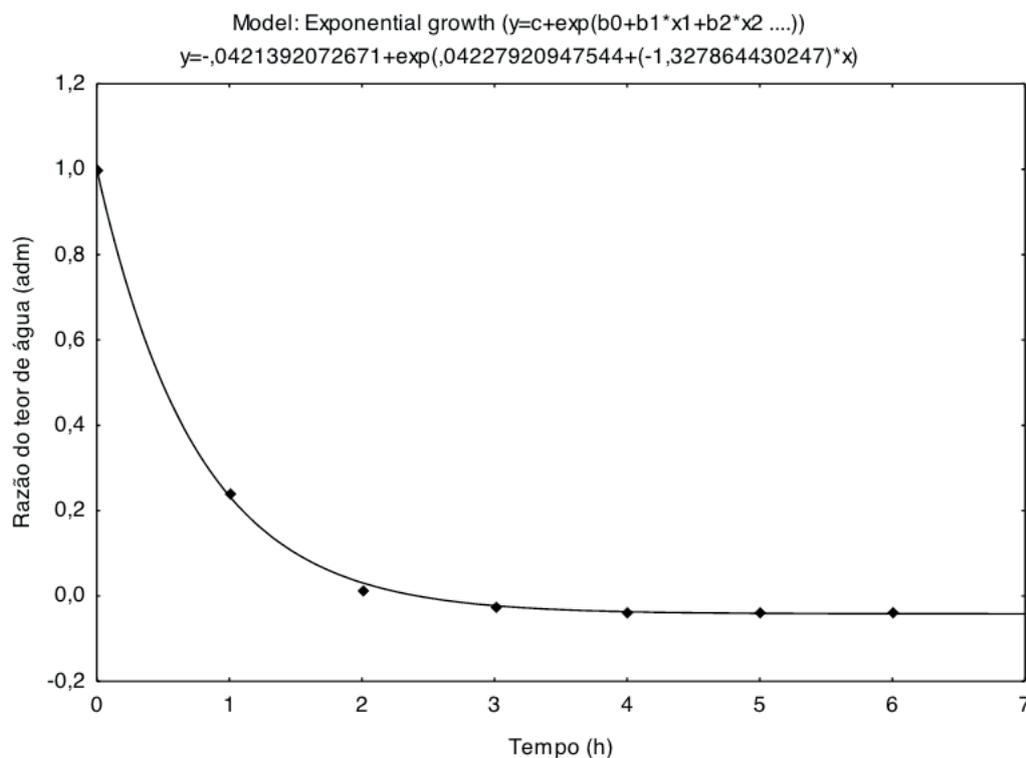


Figura 5. Razão do teor de água em função do tempo. *Constantes Def = $4,2139 \times 10^{-6}$; $R^2=0,999$; DQM=0,007353.

Modelos matemáticos são essenciais para descrever e explicar os processos de secagem, pois podem prever as características da secagem para diferentes vegetais (AKPINAR; BICER, 2008). O que irá definir o ajuste do modelo de secagem é o valor do coeficiente de determinação (R^2) e o desvio quadrático médio (DQM). Em geral, o R^2 e DQM para a maioria modelos situa-se de 0,9743 a 0,9999 e 0,0276 a 0,0802, respectivamente (Alara et al., 2019). O R^2 encontrado para secagem foi de 0,99 e DQM de 0,007. Em sua pesquisa André e colaboradores (2018) encontraram valores de R^2 de 0,99 e DQM menor 0,01 para secagem de sementes de maracujá, Pinto e colaboradores (2016) encontraram valor de R^2 igual a 0,99 em estudo sobre secagem de casca de maracujá e abacaxi. Assim quanto mais próximo R^2 for de um e mais baixo o valor do DQM mais otimizado o modelo matemático está. O que revela uma representação bastante satisfatória do processo de secagem nas condições estudadas.

O coeficiente de difusividade obtido pelo ajuste experimental foi de $4,2139 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$, ele abrange todos os fenômenos que podem interferir sobre a migração da água, ou seja é a facilidade com que a água é removida (OLIVEIRA et al, 2006).

Sabe-se que a difusão de água em produtos agrícolas é complexa e envolve vários mecanismos, tais como a difusão molecular, difusão capilar, difusão de superfície, fluxo hidrodinâmico, difusão de vapor, energia de ativação da difusão e temperatura, sendo que quanto maior a temperatura de secagem, maior o coeficiente de difusão (SILVA et al., 2014).

4 | CONCLUSÃO

Observou-se um decréscimo acentuado na temperatura, perda de massa da e umidade (tanto em base úmida quanto seca). Ainda, o mesmo ocorreu para os teores de umidades da casca do maracujá, tanto em base seca quanto em base úmida, em função do tempo de secagem. Entretanto, observa-se que o teor de umidade em base úmida é bem menor que o teor de umidade em base seca, no início da secagem, devido aos próprios cálculos realizados.

Por último, em relação a razão do teor de água em função do tempo e aos dados experimentais da cinética de secagem da casca do maracujá, pode-se observar que a taxa de secagem foi maior no início do processo devido a maior absorção de radiação por conta do elevado teor inicial de água. Ademais, o modelo que mais se ajustou foi o exponencial. O coeficiente de difusividade obtido pelo ajuste experimental foi de $4,2139 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$, demonstrando a facilidade com que a água é removida.

REFERÊNCIAS

ALARA, O.R.; ABDURAHMAN, N.H.; OLALERE, O.A. Modelagem matemática e propriedades morfológicas da secagem em forno de camada fina de folhas de *Vernonia amygdalina*. **Revista da Sociedade Saudita de Ciências Agrárias**. V. 18, n. 3, p. 309-315, 2019.

AKPINAR, E. K. Modelagem matemática do processo de secagem em camada delgada de pimenta verde longa em secador solar e sob sol aberto. **Conversão e Gestão de Energia**. V. 49, n 6, p. 1367-1375, 2008.

AOAC Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of AOAC International** (19th ed.). Washington, D.C.: AOAC International, 2012.

ANDRÉ, A. M. M. C. N.; NASCIMENTO, A. P. S.; ALMEIDA, R. L. J.; SANTOS, N. C.; ALMEIDA, R. D. **Modelagem matemática para descrição da cinética de secagem das sementes de maracujá amarelo**. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia. 2018.

BADAOUI, O.; HANINI, S.; DJEBLI, A.; HADDAD, B.; BENHAMOU, A. Experimental and modelling study of tomato pomace waste drying in a new solar greenhouse: Evaluation of new drying models. **Renewable Energy**, v. 133, p. 144-155, 2019.

FERREIRA, M. F. P.; PENA, R. S. Estudo da secagem da casca do maracujá. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.12, n.1, p.15-28, 2010.

IBGE, I.B.D.G.E.E. (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Anuário Estatístico do Brasil**, Rio de Janeiro, v.76, 457pag, 2016.

- KINGSLEY, A.R.P.; SINGH, R.; GOYAL, R.K.; SINGH, D.B. Thin-layer drying behaviour of organically produced tomato. **American Journal of Food Technology** 2: 71-78, 2007
- KLUNKLIN, W.; SAVAGE, G. Effect on quality characteristics of tomatoes grown under well-watered and drought stress conditions. **Foods** 6: e56, 2017.
- LUTCKMEIER, R. **Extração de pectina da casca do maracujá assistida por ultrassom**. Porto Alegre, julho de 2015.
- MÖHLER, B. C. **Avaliação das características de secagem dos grãos de soja**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Química – Universidade Federal do Rio Grande do Sul), Porto Alegre, 2010.
- OLIVEIRA, R. A.; OLIVEIRA, W. P. ; PARK, K. J. Determination of effective diffusivity of chicory root. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.1, p.181-189, jan./abr., 2006.
- PESSOA, T.; GALDINO, P. O.; GURJÃO, G. C.; GURJÃO, F. F.; CAVALCANTI, M. E. R. M. Secagem convectiva de grãos de sorgo em camada fina por secador de leito fixo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 1, p. 247-255, 2011.
- PINTO, M. D.; SILVA, O. L. L.; MODESTO S. M.; JOELE, M. R. S. P.; RIBEIRO S. C. A. **Cinética de secagem das cascas de abacaxi e maracujá**. XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2016.
- SAMIMI-AKHIJAHANI, H.; ARABHOSSEINI, A. Accelerating drying process of tomato slices in a PV-assisted solar dryer using a sun tracking system. **Renewable energy** 123: 428-438, 2018.
- SILVA, J. K.; CAZARIN, C. B. B.; JUNIOR, S. B.; AUGUSTO, F.; JUNIOR, M. R. M. Passion fruit (*Passiflora edulis*) peel increases colonic production of short-chain fatty acids in Wistar rats. **LWT-Food Science and Technology**, v. 59, n. 2, p. 1252-1257, 2014.
- SILVA, L. M. D. M.; SOUSA, F.; SOUSA, E.; MATA, C.; DUARTE, M. EM Modelos de predição da cinética de secagem dos grãos de guandu. **Brazilian Journal of Food Technology, Campinas**, v. 17, n. 4, p. 310-318, 2014.
- TRIPATHY, P.P. Investigation into solar drying of potato: Effect of sample geometry on drying kinetics and CO₂ emissions mitigation. **Journal of food science and technology**, v. 52, n. 3, p. 1383-1393, 2015.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Amazônia 25, 26, 31, 100, 103, 104, 108, 111, 112, 175, 177, 183, 196, 198, 202, 203, 204, 207, 208, 209, 212, 213, 214, 215, 216, 227, 230, 235, 276, 329

Anastrepha 196, 197, 199, 200, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 211, 213, 214, 215, 216, 217, 251, 257

Apicultura 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32

Arborização urbana 87, 96, 97, 98

Atributos de ecossistemas 74, 84

C

Cerâmica ativa 13, 14, 16, 18, 19, 20, 23

Ceratitis 197, 203, 204, 207, 208, 209, 210, 211, 214, 217, 251

Conscientização 28, 33, 72, 102, 137, 142, 163, 166, 173, 334, 339

Conservação 28, 31, 38, 42, 47, 62, 65, 73, 75, 85, 86, 88, 89, 97, 99, 113, 123, 142, 164, 165, 172, 173, 174, 176, 185, 232, 233, 278

Controle de poluição do ar 14

Criatividade 33, 166

Currículo pós-crítico 121

D

Degradação de bacias hidrográficas 2

Discurso 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130

E

Ecologia da restauração 69, 73, 74, 75, 86

Ecologia urbana 87

Edifícios sustentáveis 14

Educação ambiental 47, 111, 134, 138, 140, 145, 146, 147, 148, 164, 165, 166, 167, 171, 172, 173, 174, 329, 330, 341

Educação de solos 163

Educação do campo 149, 161, 162

Espaços verdes 87, 88, 91, 92

F

Filtros ambientais 74, 81, 82

Fotocatálise 14, 15, 16, 20, 22

Fruto hospedeiro 207, 251

G

Geotecnologias 87

Gestão ambiental 38, 40, 41, 46, 148, 330, 339, 342

I

Impactos ambientais 38, 46, 135, 165, 237, 292, 316, 326, 332, 336

Indicadores ecológicos 62, 71

Infestação 196, 198, 199, 206, 207, 210, 211, 214, 217

M

Manejo do solo 185, 186

Matéria orgânica 68, 70, 81, 82, 168, 171, 177, 184, 185, 186, 189, 190, 193, 195, 233, 260, 262, 265, 267, 268, 306, 309

Monitoramento 55, 62, 63, 64, 71, 72, 83, 144, 204, 215, 301, 310, 313, 317, 318

Mosca-da-carambola 196, 197, 198, 200, 201, 202, 203, 204, 213, 215, 257

P

Paricá 175, 176, 177, 179, 182, 183

Planejamento da restauração 62

Preservação ambiental 100, 163, 176, 177, 182

Pronera 149, 150, 151, 154, 155, 156, 157, 158, 161, 162

Protótipo 33, 34, 35, 244

Psidium guajava 196, 197, 202, 210, 211, 212, 216, 217

R

Recarga artificial de água subterrânea 1, 2, 7, 11

Reflorestamento 1, 8, 9, 11, 12, 30, 32, 75, 100, 176, 177

Rizobactérias 175, 176, 177, 179, 180, 182, 227, 232, 233, 234

S

Sucessão ecológica 67, 74, 75, 76, 79

Sustentabilidade ambiental 1, 2, 3, 9

T

Trote ecológico 103

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-7247-755-0



9 788572 477550