

AS VICISSITUDES DA PESQUISA E DA TEORIA NAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS 2

RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS
MARCOS RENAN LIMA LEITE
NÍTALO ANDRÉ FARIAS MACHADO
(ORGANIZADORES)



Atena
Editora
Ano 2020

AS VICISSITUDES DA PESQUISA E DA TEORIA NAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS 2

RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS
MARCOS RENAN LIMA LEITE
NÍTALO ANDRÉ FARIAS MACHADO
(ORGANIZADORES)

Atena
Editora
Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*, Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

- Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
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. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
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 Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Alborno – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremona
Correção: Vanessa Mottin de Oliveira Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Marcos Renan Lima Leite
Nítalo André Farias Machado

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

V635 As vicissitudes da pesquisa e da teoria nas ciências agrárias
2 / Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-
Matos, Marcos Renan Lima Leite, Nítalo André Farias
Machado. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-546-4

DOI 10.22533/at.ed.464200311

1. Ciências Agrárias. 2. Pesquisa. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da (Organizadora). II. Leite, Marcos Renan Lima (Organizador). III. Machado, Nítalo André Farias (Organizador). IV. Título.

CDD 338.1

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

No cenário atual, as interrelações entre população, recursos naturais e desenvolvimento, têm ocupado espaço de grande evidência no mundo, principalmente em função da necessidade do aumento na produção de alimentos aliada a preservação do meio ambiente. Nesse aspecto, as Ciências Agrárias que possui caráter multidisciplinar, e abrange diversas áreas do conhecimento, tem como principais objetivos contribuir com o desenvolvimento das cadeias produtivas tanto agrícola quanto pecuária, considerando sua inserção nos vários níveis de mercado, além de inserir o conceito de sustentabilidade nos múltiplos processos de produção.

A obra “As Vicissitudes da Pesquisa e da Teoria nas Ciências Agrárias”, em seus volumes 1 e 2, reúne em seus 35 capítulos textos que abordam temas como o aproveitamento de resíduos, conservação dos recursos genéticos, manejo e conservação do solo e água, produção e qualidade de grãos, produção de mudas e bovinocultura de corte e leite. Esse compilado de informações traz à luz questões atuais e de importância global, perante os desafios impostos para atender as demandas complexas dos sistemas de produção.

Vale ressaltar o empenho dos autores dos diversos capítulos, que possibilitaram a produção desse material, que retrata os avanços técnico-científicos nas Ciências Agrárias, pelo qual agradecemos profundamente.

Dessa maneira, espera-se que a presente obra possibilite ao leitor ampliar seu conhecimento sobre o avanço das pesquisas no ramo das Ciências Agrárias, bem como incentivar o desenvolvimento de estudos que promovam a inovação tecnológica e científica, o manejo e conservação dos recursos genéticos, que culminem em incremento na produção de alimentos de maneira sustentável.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

Marcos Renan Lima Leite

Nítalo André Farias Machado

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

MONITORIA APLICADA À DISCIPLINA DE ANATOMIA VETERINÁRIA II: RESULTADOS EM 2017.2

Marcos Pinheiro do Amaral
Adriana Gradela
Ana Luiza Braga Lima
Glenda Lidice de Oliveira Cortez Marinho

DOI 10.22533/at.ed.4642003111

CAPÍTULO 2..... 7

MUSEU DE SOLOS DA BAHIA: MONOLITOS DO TERRITÓRIO DA COSTA DO DESCOBRIMENTO COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DA CIÊNCIA DO SOLO

Silvana Campos Rocha
Raimundo José Gomes Nascimento Junior
Larissa Barbosa de Souza
Ana Maria Souza dos Santos Moreau

DOI 10.22533/at.ed.4642003112

CAPÍTULO 3..... 12

REVISÃO: A IMPORTÂNCIA DA PRÁTICA NA FORMAÇÃO DO AGRÔNOMO

Ramón Yuri Ferreira Pereira
Kleber Veras Cordeiro
Thalles Eduardo Rodrigues de Araújo
Caio Botelho Ribeiro
Misael Batista Farias Araujo
Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

DOI 10.22533/at.ed.4642003113

CAPÍTULO 4..... 24

RENDIMENTO DE POLPA DE CUPUAÇU EM DIFERENTES DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DE CASTANHAL-PA

Erika de Oliveira Teixeira
Maria de Lourdes Alcântara Velame
Adrielle Carvalho Monteiro
Stefany Porcina Peniche Lisboa
Bianca Nunes dos Santos
Lucas Belém Tavares
Jaime Borges da Cunha Junior
João Vitor de Nóvoa Pinto
João Vitor Ferreira da Silva
Carmen Grasiela Dias Martins
Deborah Luciany Pires Costa
Paulo Jorge de Oliveira Ponte de Souza

DOI 10.22533/at.ed.4642003114

CAPÍTULO 5..... 34

EXPOSIÇÃO MATERNA AOS AGROTÓXICOS E A OCORRÊNCIA DE NASCIDOS VIVOS COM BAIXO PESO

Jardes Arquimedes de Figueiredo Junior
Karine da Silva Campo Prado
Thaissa Araújo Rachid Jaudy
Nêmora Barros Faria

DOI 10.22533/at.ed.4642003115

CAPÍTULO 6..... 38

FORMAÇÃO HUMANÍSTICA E CIDADÃ: A EXPERIÊNCIA DO PET SOLOS NO PROGRAMA UFRA NA REFORMA AGRÁRIA

Leandro Frederico Ferraz Meyer
Mário Lopes da Silva Júnior
Vânia Silva de Melo
Wilza da Silveira Pinto

DOI 10.22533/at.ed.4642003116

CAPÍTULO 7..... 52

PRODUÇÃO DE AIPIM EM SOLOS TURFOSOS DE ITAJAÍ: UMA POTENCIAL INDICAÇÃO GEOGRÁFICA E DISCUSSÃO

Antonio Henrique dos Santos
Edson Silva
Joao Antonio Montibeller Furtado e Silva

DOI 10.22533/at.ed.4642003117

CAPÍTULO 8..... 64

PRODUÇÃO DE LEITE SOB INFLUÊNCIA DO EL NIÑO OSCILAÇÃO SUL (ENOS) EM SOURE – PA

Denilson Barreto da Luz
Igor Cristian de Oliveira Vieira
Matheus Lima Rua
Adrielle Carvalho Monteiro
Stefany Porcina Peniche Lisboa
Deborah Luciany Pires Costa
Joyse Tatiane Souza dos Santos
Carmen Grasiela Dias Martins
João Vitor de Nóvoa Pinto
Ewelyn Regina Rocha Silva
Vandeilson Belfort Moura
Paulo Jorge de Oliveira Ponte de Souza

DOI 10.22533/at.ed.4642003118

CAPÍTULO 9..... 73

PRODUÇÃO DE MUDAS ARBÓREAS COM LODO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (LETA) DO SAAE DE GUANHÃES – MG

João Paulo Gonçalves
Tamires Gomes do Nascimento

Graziele Wolff
Giuslan Carvalho Pereira
João Paulo Lemos

DOI 10.22533/at.ed.4642003119

CAPÍTULO 10..... 80

THREE NEW RECORDS OF CERAMBYCIDAE FOR CARIRI CEARENSE, BRAZIL

Cicero Antônio Mariano dos Santos
Francisco Roberto de Azevedo
José Cola Zanuncio
Raimundo Nonato Costa Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.46420031110

CAPÍTULO 11..... 87

DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE DE UM DESIDRATADOR DIDÁTICO COM SISTEMA AUTOMATIZADO DE AQUISIÇÃO DE DADOS

Fernanda Carvalho Vargas Gonçalves
Marcus Vinícius Moraes de Oliveira
Juliana Lobo Paes
José Lucena Barbosa Júnior
Madelon Rodrigues Sá Braz

DOI 10.22533/at.ed.46420031111

CAPÍTULO 12..... 105

CONSTRUÇÃO DE UM PROTÓTIPO DE DESIDRATADOR DE FRUTAS COM USO SOLAR DIRETO E MATERIAS REUTILIZÁVEIS

Fernanda Grings
Bruna Kleis Kupski
Emilia Sanagiotto Zalamena

DOI 10.22533/at.ed.46420031112

CAPÍTULO 13..... 114

CINÉTICA DE SECAGEM DO CAFÉ ARÁBICA (*Coffea arabica* L.) EM SECADOR HÍBRIDO SOLAR-ELÉTRICO

Dhiego Santos Cordeiro da Silva
Juliana Lobo Paes
Joao Paulo Barreto Cunha
Rafael de Oliveira Faria
Alexandre Porto Salmi
Beatriz Costalonga Vargas
Madelon Rodrigues Sá Braz

DOI 10.22533/at.ed.46420031113

CAPÍTULO 14..... 128

COMPARAÇÃO ENTRE MODELOS DE ESTIMATIVA DE RADIAÇÃO SOLAR UTILIZANDO A TEMPERATURA DO AR EM ONZE REGIÕES DO ESTADO DE

SÃO PAULO

Lisett Rocio Zamora Ortega
Wendy Alejandra Mogrovejo Montenegro
João Francisco Escobedo

DOI 10.22533/at.ed.46420031114

CAPÍTULO 15..... 135

AVALIAÇÃO DE MÉTODOS DE COLETA DE SOLO PARA DETERMINAÇÃO DA ESTABILIDADE DE AGREGADOS

Klever de Sousa Calixto
Joyce das Neves Cruz
Heliab Bomfim Nunes
Márcio Fernando Barbosa Lauro
Joaquim Pedro Soares Neto

DOI 10.22533/at.ed.46420031115

CAPÍTULO 16..... 152

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE FISHBURGUER DE TUCUNARÉ (*CICHLA MELANIAE*), COM UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES AGLUTINANTES

Moisés de Souza Mendonça
Antônia Rafaela Gonçalves Macedo
Carlos Alberto Martins Cordeiro

DOI 10.22533/at.ed.46420031116

CAPÍTULO 17..... 168

AQUISIÇÃO DE MEDIDAS DE TEMPERATURA EM UM COLETOR SOLAR DE CONCRETO POR MEIO DO MICROCONTROLADOR ARDUINO

José Rafael Franco
Matheus Rodrigues Raniero
Marcos Roberto Ruybal Bica
Marcus Vinicius Contes Calça
Alexandre Dal Pai

DOI 10.22533/at.ed.46420031117

CAPÍTULO 18..... 176

EFEITO DA PRESENÇA DE PICÃO PRETO (*Bidens pilosa*) NO CULTIVO DE NABO FORRAGEIRO (*Raphanus sativus* L.)

Luis Carlos da Silva Soares
Gracielle Maria Pereira Reis
Fernanda Naiara Alves Cordeiro

DOI 10.22533/at.ed.46420031118

SOBRE OS ORGANIZADORES 185

ÍNDICE REMISSÍVO..... 186

CAPÍTULO 11

DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE DE UM DESIDRATADOR DIDÁTICO COM SISTEMA AUTOMATIZADO DE AQUISIÇÃO DE DADOS

Data de aceite: 29/10/2020

Data de submissão: 10/08/2020

Fernanda Carvalho Vargas Gonçalves

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – RJ
<http://lattes.cnpq.br/396190550485538>

Marcus Vinícius Morais de Oliveira

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – RJ
<http://lattes.cnpq.br/6164315892344545>

Juliana Lobo Paes

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – RJ
<http://lattes.cnpq.br/8567579362150921>

José Lucena Barbosa Júnior

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – RJ
<http://lattes.cnpq.br/5228796959263366>

Madelon Rodrigues Sá Braz

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – RJ
<http://lattes.cnpq.br/1511437765039910>

RESUMO: A secagem de alimentos é uma antiga técnica de conservação, que visa solucionar problemas de deterioração dos produtos pós colheita. No Brasil, a secagem por meios naturais é predominante, devido ao clima favorável e o baixo custo de operação. No entanto, através deste método não é possível ter controle preciso e monitoramento de parâmetros

importantes para secagem, como temperatura e umidade relativa. Por isso, objetivo do presente trabalho foi desenvolver um desidratador didático e implementar sistema de aquisição de dados, através da plataforma Arduino, capaz de monitorar as condições de temperatura e umidade relativa do ar em diferentes pontos da câmara de secagem com o uso de sensores. Para controlar a temperatura no secador, foi utilizado o controlador PID, sintonizado pelo método de Ziegler-Nichols. Foram realizados ensaios para verificar o comportamento do fluxo de ar no desidratador, analisados por meio de delineamento estatístico de blocos casualizados em esquema fatorial. Desta forma, a temperatura do ar de secagem pode ser controlada e monitorada, conforme o projeto de automação e controle.

PALAVRAS-CHAVE: Secagem, Automação, PID.

DEVELOPMENT AND ANALYSIS OF A DIDACTIC DEHYDRATOR WITH AUTOMATED DATA ACQUISITION SYSTEM

ABSTRACT: The drying of food is an old technique of conservation, which aims to solve problems of deterioration of the products in the post-harvest. In Brazil, drying by natural means is predominant, due to the favorable climate and the low cost of operation. However, through this method it is not possible to have precise control and monitoring of parameters important for drying, such as temperature and relative humidity. Therefore, the objective of the present work was to develop a didactic dehydrator and implement a

data acquisition system through the Arduino platform, able to monitor the temperature and relative humidity conditions of the air at different points in the drying chamber with the use of sensors. To control the temperature in the dryer, the PID controller was used, which was tuned by the Ziegler-Nichols method. Tests were performed to verify the air flow behavior in the dehydrator, analyzed through a statistical design of randomized blocks in a factorial scheme. In this way, the drying air temperature can be controlled and monitored, according to the automation and control design.

KEYWORDS: Drying, Automation, PID.

1 | INTRODUÇÃO

A desidratação de alimentos pode ser definida como um processo simultâneo de transferência de calor e massa entre o produto e o ar de secagem, por meio da qual ocorre a remoção de parte da água. Devido ao baixo teor de água do produto desidratado, essa tecnologia possibilita a redução da ação microbiológica no alimento, aumento da vida de prateleira, disponibilidade do produto em qualquer época do ano (Cruz, 1990; Romero et al., 1997). Além do processo de conservação, a desidratação de alimentos também pode ser uma forma de beneficiamento fazendo com que o produto adquira texturas diferentes e sabores refinados aumentando seu valor comercial em comparação com este in natura.

Diversas pesquisas realizadas nas universidades buscam melhorias no processo de desidratação. Na maioria dos desidratadores comerciais o método mais comum para coleta de dados se baseia no registro manual da temperatura, umidade relativa e perdas de massa ocorridas em uma amostra durante o processo de secagem. Esse procedimento pode gerar erros e perdas devido a interrupção do processo de secagem.

Poucos trabalhos apresentam monitoramento automático de temperatura e umidade relativa do ar de secagem no interior da câmara de secagem. No entanto, estas informações são de suma importância para melhor compreender o processo de desidratação.

Automação é considerada qualquer sistema apoiado em computadores que vise substituir tarefas de trabalho humano e/ou que vise soluções rápidas e econômicas para as indústrias e os serviços modernos (Castrucci et al., 2007).

De acordo com Araújo et al. (2012), um grande problema encontrado para a realização desses procedimentos práticos de automação é a complexidade envolvida na montagem da infraestrutura do experimento, o tempo necessário para realizá-lo e a falta de conhecimento dos desenvolvedores. Para contornar estas questões é proposta a utilização de plataformas de desenvolvimento. Segundo Fonseca et al. (2011), essas plataformas podem ser utilizadas como ferramentas de projeto e também de aprendizado, já que possuem uma rápida prototipagem.

As plataformas de desenvolvimento baseadas em microcontroladores podem ser utilizadas em diversas áreas de conhecimento. O microcontrolador pode ser entendido como a incorporação de um microprocessador, e de sistemas de temporização, de aquisição e de comunicação em um mesmo circuito integrado.

O Arduino é uma plataforma de computação física baseado em microcontrolador, largamente utilizado (Fonseca et al., 2011; Arduino, 2012). No Arduino sistemas digitais, ligados a sensores e a atuadores, são capazes de medir variáveis no ambiente físico, realizar cálculos numéricos e tomar decisões lógicas no ambiente computacional e gerar novas variáveis no ambiente físico (Fonseca et al., 2011).

Trata-se de um ambiente multiplataforma, por poder ser executado no Windows, Macintosh e Linux. Tem por base o IDE de programação Processing, ambiente de desenvolvimento fácil de ser utilizado. Pode ser programado utilizando-se um cabo USB, sem necessidade de uma porta serial (Banzi, 2011).

O controle de um sistema, denominada de ação de controle, consiste no ato de analisar uma saída de um determinado processo, a qual pode ser, dentre outros, a pressão, a vazão ou a temperatura, compará-la com um valor desejado e produzir uma ação, um sinal de controle, cujo objetivo é reduzir a zero ou diminuir ao máximo a diferença entre elas (Ogata, 1998).

Os controladores PID tem sido muito utilizado em sistemas de controles industriais há décadas, mais precisamente, desde que, Ziegler e Nichols propuseram o primeiro método de ajuste de controladores PID (Oviedo et al, 2006). A ideia de um controlador PID é, basicamente, fazer a leitura de um sensor e calcular a diferença entre o valor de saída e o valor desejado no processo, tentando diminuir esse erro de saída, com o ajuste dos valores de entrada. No controlador PID, ao se unir os três tipos de controles, agrega-se o controle básico do controle proporcional, com a eliminação do erro do controle integrativo e com a eliminação das oscilações do controle derivativo (National Instruments, 2015). Segundo Lourenço (1996), o controle dos parâmetros de PID, geralmente, é realizado na ordem em que primeiro se adiciona o modo proporcional para obter um determinado tempo de subida e, então, se adiciona o modo derivativo para obter uma determinada sobre-elevação. O modo integral só deve ser introduzido para eliminar o erro estacionário.

Dentro desse contexto, objetivou-se desenvolver e analisar um desidratador didático com sistema de automação para coleta de dados de temperatura umidade relativa do ar de secagem e possibilidade de mensurar o consumo de energia.

2 I MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento do projeto foi realizado no Laboratório de Máquinas e

2.1 Planejamento e requisitos do projeto

O projeto foi desenvolvido em três etapas sequenciais, sendo estas planejamento, projeção e implementação do desidratador. Na Figura 1, é apresentada a morfologia do processo de projeto.

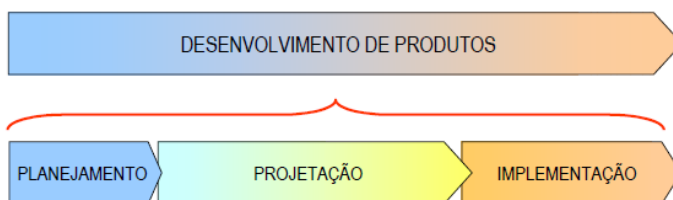


Figura 1 - Fases do desenvolvimento do produto.

Fonte: Romano (2003)

Para o desenvolvimento do projeto conceitual do desidratador foi necessário dividi-lo em subfunções para aquecimento e movimentação do ar, isolamento térmico, estrutura, armazenamento de amostras e fonte de energia.

Com as necessidades estabelecidas, foram aplicadas práticas para gerações de ideias. Adotou-se o método de *brainstorming* (tempestade de ideias). O moderador da equipe foi responsável por explicar o problema e esclarecer todos os detalhes. Os integrantes foram discentes do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental da UFRRJ.

Para organização das soluções foi utilizada a metodologia de matriz morfológica de ideias. Esta ferramenta visa estudar sistematicamente um grande número de combinações possíveis entre os elementos ou componentes de um produto ou sistema.

Na etapa seguinte, foram montadas variantes para o protótipo, de maneira que todas sub funções fossem realizadas da forma mais eficiente. Estas foram avaliadas de acordo com os fatores técnicos e econômicos, recebendo as pontuações dentro da faixa estabelecida, de 1 a 5, sendo o 1 para o pior e 5 para o melhor. A Tabela 1, mostra a faixa de pontuação de acordo com a viabilidade técnica e valor econômico respectivamente.

Aplicação Técnica	Valor Econômico	Pontuação
Péssimo	Custo baixo	1
Ruim	Custo regular	2
Regular	Custo médio	3
Boa	Custo alto	4
Excelente	Custo elevado	5

Tabela 1 - Faixa de Pontuação Técnica e econômica

Com as notas das subfunções nos quesitos técnicos e econômicos já estabelecidas, foi utilizada a Eq. 1 para determinar a pontuação final de cada mecanismo das subfunções. As pontuações finais de cada subfunção foram somadas para as variantes previamente estabelecidas. A variante com a maior nota definiu o conceito do protótipo.

$$Pf = \frac{\sum Nt}{\sum Ne} \quad (1)$$

em que: Pf – Pontuação final; Nt – Nota técnica; Ne – Nota econômica.

2.2 Desenvolvimento do protótipo virtual do desidratador

O desenvolvimento do protótipo virtual do desidratador foi realizado com a plataforma CAD (*Computer Aided Design*) *SolidWorks*® 2010. No desenho do protótipo foi levado em consideração as funções e materiais pré-determinados para a construção do mesmo. Assim, as peças foram desenhadas individualmente e, em seguida, montadas.

2.3 Construção do protótipo físico

Nesta etapa foram feitos, cortes, montagem e instalação das peças do desidratador com base nos desenhos executados no *SolidWorks*.

2.4 Sistema de controle de temperatura

Para o controle de temperatura foi desenvolvido um algoritmo PID composto pelos coeficientes proporcional, integral e derivativo (Eq. 2).

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int e(T) dT + K_d \frac{d}{dt} e(t) \quad (2)$$

em que: u(t) - saída em relação ao tempo; (t) - entrada menos o erro em relação ao tempo; K_p - constante proporcional; K_i - constante integral; K_d - constante derivativa.

2.5 Métodos de ajuste do PID

Sintonizar um controlador PID significa ajustar seus parâmetros de modo

que o desempenho do sistema seja satisfatório. O método utilizado foi Ziegler Nichols, que consiste no ajuste de uma malha fechada até se obterem oscilações com amplitude constante. Utilizou-se um conjunto de fórmulas para determinar os parâmetros do controlador, as quais requerem duas medidas do sistema: o Ganho crítico (G_u : o ganho mínimo que torna o processo criticamente estável), e o período de oscilação correspondente (P_u) (Lourenço, 1996).

Para o ajuste os valores de I e D foram zerados. O valor do ganho inicia-se baixo e é aumentado até que as oscilações se tornem constantes. Quando isso ocorre, o valor do ganho e do período das oscilações foi anotado e aplicado nas fórmulas da Tabela 2, assim foi possível determinar os outros parâmetros I e D. Foram testados os valores 5, 20 e 30 para o ganho nas temperaturas de 30, 40 e 50 °C cada.

Controlador	Fórmulas
P	$k_p = 0,5 \times GU$
PI	$k_p = 0,45 \times GU$ $T_i = \frac{P_u}{1,2}$
PID	$k_p = 0,6 \times GU$ $T_i = \frac{P_u}{2,0}$ $T_d = \frac{P_u}{8,0}$

Tabela 2 - Ajuste por Ziegler e Nichols, usando o método de oscilação

Fonte: Ziegler & Nichols (1942).

O tipo de controle aplicado no projeto foi o de malha fechada com a entrada sendo *setpoint*. A saída o sinal produzido pela atuação do controlador e o sinal de erro foi calculado pela diferença entre o sinal de referência ou *setpoint* e a temperatura medida.

2.6 Desenvolvimento de um sistema de coleta de dados

O microcontrolador utilizado para a aquisição de dados foi a placa Arduino Mega 2560. De acordo com Souza (2011), o Arduino é uma plataforma de *hardware open source*, de fácil utilização, ideal para a criação de dispositivos que permitam interações com o ambiente.

A linguagem utilizada no programa foi a C/C++, que uma vez carregada e compilada em um computador, foi descarregada na placa através de uma conexão USB. O programa utilizado para compilação do código foi *ArduinoIDE*.

Para registrar valores de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) usou-se o sensor DHT22. A corrente elétrica foi medida pelo sensor ACS712-30A e a

tensão por um módulo sensor de tensão AC 110/220 V previamente calibrados. Para o armazenamento e coleta de dados foi utilizado um Módulo de cartão SD. Todos ligados ao microcontrolador *Arduino* programado para realizar as medições a cada cinco segundos.

2.7 Monitoramento do fluxo de ar na câmara interna do desidratador

No interior da câmara de secagem foram instalados cinco sensores DHT22 (Figura 2). O sensor 4 foi responsável pelo controle de temperatura de secagem.

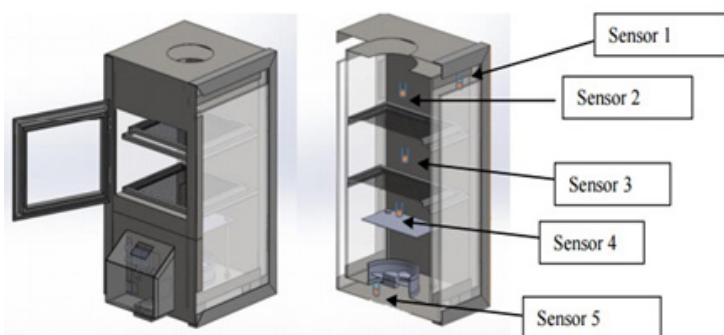


Figura 2 - Posição dos sensores no desidratador. Sensor 1 na entrada de ar ambiente; Sensor 2 na saída do ar; Sensor 3 acima da primeira bandeja; Sensor 4 após resistência elétrica; Sensor 5 entre o sistema de isolamento e o ventilador.

2.8 Análise estatística

Para a análise dos dados foram elaboradas cinco repetições aleatórias de coleta de dados de temperatura e umidade relativa do ar de secagem. Adotou-se o delineamento estatístico de blocos casualizados em esquema fatorial (5×4×5), com cinco posições do sensor, quatro temperaturas e as cinco repetições. A análise de variância foi realizada no programa de planejamento de experimentos e análise estatística Sisvar versão 5.6.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Planejamento do Projeto

Com as funções do projeto, suas subfunções e requisitos definidos, foi possível fazer a montagem da matriz morfológica de ideias após aplicação do método *brainstorming*. O resultado foi uma matriz, conforme apresentado na Tabela 3. A primeira coluna vertical contém as características gerais e atributos (partes e

funções) que foram relevantes para o problema e as linhas horizontais contêm as alternativas para cada atributo ou função (Ostertag et al., 2012).

Funções elementares	Solução 1 (S1)	Solução 2 (S2)	Solução 3 (S3)
F1 (Fonte de energia)	Solar	Elétrica	Gás
F2 (Material)	Inox	Alumínio	Vidro
F3 (Isolamento térmico)	Lã de Rocha	Lã de Vidro	Camada de Ar
F4 (Movimento do ar)	Ventilador	Exaustor	Compressor
F5 (Estrutura)	Retangular	Arredondada	Quadrada
F6 (Aquecimento)	Resistência	Sol	Lâmpada

Tabela 3 - Matriz Morfológica

Na Tabela 4, observa-se o resultado da pontuação individual de cada subfunção no quesito técnico e econômico. Esta pontuação foi atribuída pela equipe de desenvolvimento do projeto.

	Notas Técnicas			Notas Econômicas		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3
F1	2	5	3	2	3	4
F2	5	4	1	4	4	1
F3	4	4	5	3	5	5
F4	5	1	1	2	5	2
F5	5	1	3	3	1	2
F6	5	2	4	3	1	2

Tabela 4 - Pontuação individual de cada subfunção técnico e econômico

Apresenta-se na Tabela 5, o resultado da pontuação de cada variante.

Variante 1	F1S1	F2S3	F3S1	F4S2	F5S3	F6S2	Somatório	Nf
Nota Técnica	2	1	2	1	3	2	11	0,79
Nota Econômica	2	1	3	5	2	1	14	
Variante 2	F1S2	F2S1	F3S1	F4S3	F5S2	F6S1	Somatório	Nf
Nota Técnica	5	5	4	1	1	5	21	0,91
Nota Econômica	3	4	3	5	5	3	23	
Variante 3	F1S2	F2S2	F3S3	F4S1	F5S1	F6S1	Somatório	Nf
Nota Técnica	5	4	5	5	5	5	29	2,23
Nota Econômica	3	2	1	2	2	3	13	
Variante 4	F1S3	F2S3	F3S2	F4S1	F5S1	F6S3	Somatório	Nf
Nota Técnica	3	1	4	5	5	4	22	1,29
Nota Econômica	4	1	5	2	3	2	17	
Variante 5	F1S3	F2S1	F3S1	F4S2	F5S1	F6S3	Somatório	Nf
Nota Técnica	3	5	4	1	5	4	22	1,10
Nota Econômica	4	3	3	5	3	2	20	

Tabela 5 - Pontuação final de cada variante

A maior pontuação atingida foi pela variante 3 com nota final igual a 2,23. Então, com foco em otimização do produto e baixo custo em sua construção, foi decidido que o secador seria feito em sua maior parte de alumínio. Suas laterais foram compostas por vidros transparentes, o que facilita a visualização do que ocorre na câmara interna de secagem. O aquecimento e movimentação do ar, feitas por uma resistência elétrica com 2200 W de potência e um ventilador de 140 W, respectivamente. O isolamento térmico foi feito pela própria camada de ar e a fonte de energia elétrica.

3.2 Protótipo virtual

Com o *SolidWorks* foi possível realizar o desenho virtual do desidratador e testar melhores posições para peças, suas dimensões, corrigir possíveis erros de projeto, para que a aplicação no protótipo físico fosse realizada de forma correta e o tempo de construção otimizado. Na Figura 3, pode-se observar a montagem virtual final do secador. Na vista frontal do desidratador, pode ser vista a porta, feita de alumínio, a caixa protetora dos componentes e a balança, na base do secador (Figura 4).

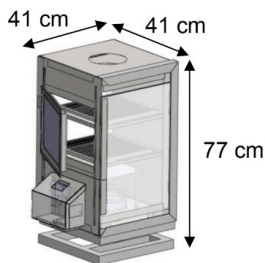


Figura 3 - Montagem final do desidratador

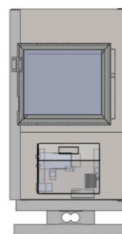


Figura 4 - Vista Frontal do desidratador

Na vista superior e inferior do desidratador, observa-se, respectivamente, o ventilador posicionado e a saída de ar (Figura 5).

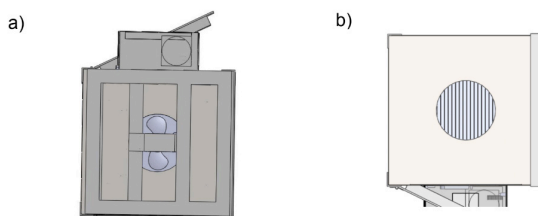


Figura 5 - Vista inferior (a) e vista superior (b) do desidratador

As laterais foram projetadas com vidro transparente para a entrada de ar do sistema (Figura 6). O *SolidWorks* permite, além da visualização já mostrada, uma amostra tridimensional do projeto. Essa ferramenta foi utilizada para observar a parte interna da câmara de secagem, como pode ser visto na Figura 7.

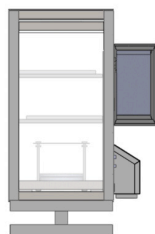


Figura 6 - Lateral de vidro do Desidratador

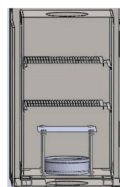


Figura 7 - Câmara interna do Desidratador em 3D

Utilizando o programa *SolidWorks* foi possível colocar em práticas as ideias e condições do projeto antes de sua construção. O *software* permitiu análise realista

das propostas e aprimoramento do protótipo físico. Dessa forma, pode-se construir o protótipo da melhor maneira possível, evitando erros de projeto.

3.3 Protótipo Físico

Utilizaram-se chapas de alumínio e vidro, já cortadas de fábrica. A montagem do desidratador foi realizada manualmente, com o auxílio de ferramentas que viabilizaram a união das peças. Nesta etapa também foram feitas as instalações do microventilador e das resistências, responsáveis, respectivamente, pela circulação e aquecimento do ar no interior da câmara de secagem. Os sensores de temperatura e umidade relativa do ar de secagem também foram inseridos em suas posições determinadas.

Para o acondicionamento do produto no desidratador foram construídas, no laboratório, duas bandejas perfuradas, com furos de 8 mm e área de 0,09 m² cada uma. Na estrutura externa do desidratador foi constituída de alumínio e vidro, este último empregado somente em suas laterais. A chapa de alumínio foi dobrada adquirindo o formato previamente definido (Figura 8). Na base possui um furo destinado ao ventilador e em sua superfície superior um destinado à saída de ar.

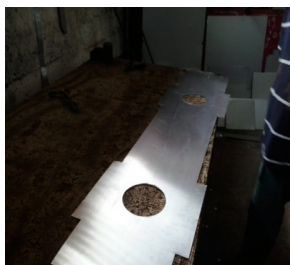


Figura 8 - Chapa de Alumínio- Parte externa do Desidratador

Para fixação e suporte foram utilizadas cantoneiras, também de alumínio, porém com maior espessura. Estas foram presas com rebites 8 mm, garantindo a união das peças. Na parte externa se encontra a porta do secador, feita por duas camadas de alumínio, sendo uma chapa lisa na parte interior e na parte exterior uma chapa perfurada (Figura 9). Garantiu-se que a porta não apresentasse nenhum espaço para passagem de ar a fim de evitar alterações nos resultados dos ensaios de secagem. A entrada de ar no sistema foi instalada entre o vidro lateral e a chapa de alumínio (Figura 10).



Figura 9 - Porta do desidratador



Figura 10 - Entrada de ar do Desidratador e lateral de vidro

O interior da câmara foi constituído por laterais de vidro com dois suportes para as bandejas e quatro sensores DHT22. Ainda, instalou-se um ventilador responsável pela circulação do ar e resistências para o aquecimento do ar ambiente.

A fim de evitar respingos durante o processo da secagem do produto devido a perfuração das bandejas, o que causaria danos ao atingir o ventilador e as resistências, foi colocada uma chapa de alumínio acima destes dois componentes, com a função de proteção. Esta chapa também teve a função de gerar turbulência para que o ar fosse distribuindo de forma igual no interior da câmara.

O espaço existente entre as laterais interna e externa, constituídas de vidro, foi utilizado para entrada de ar no secador. O ar de passagem entre esse espaço teve a função de isolamento térmico do sistema. Nessas condições, a energia necessária para desidratação foi aproveitada e o desidratador não aqueceu em suas laterais devido à circulação.

Construíram-se duas bandejas de secagem com furos de 8 mm de diâmetro para passagem de ar através do produto.

Usou-se um ventilador, fixado no furo da base do desidratador, e duas resistências com um total de 2200 W de potência, posicionadas acima do ventilador, presas a chapa de alumínio citada anteriormente, que protege contra os possíveis respingos (Figura 11).



Figura 11 - Chapa protetora da Resistência e Ventilador

Na parte frontal do desidratador instalou-se uma caixa protetora dos componentes eletrônicos e elétricos composta por placa *Arduino*, relé de estado sólido, mini ventilador para resfriamento destes componentes. Instalaram-se também conexões do cartão de memória e cabo de informações. A caixa protetora foi feita na diagonal para acomodação de todos os componentes com espaço suficiente sem possíveis danificações. Na parte superior desta caixa protetora, foi feito o furo de tamanho adequado para um display interativo com o sistema do desidratador (Figura 12).

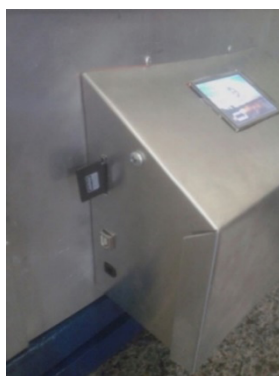


Figura 12 - Caixa Protetora dos Componentes e suporte do Display

3.4 Sistema PID

Ajustar o PID significa obter os valores das constantes proporcional, integral e derivativa que produzam uma resposta eficiente no sistema de controle que seja igual ou se aproxime do *setpoint*.

A função proporcional é a que produz um valor de saída proporcional ao erro obtido. O ganho (K_p) determina a taxa de resposta de saída para o sinal de erro. Quanto maior a constante, maior será o ganho do erro e mais instável será o sistema. Mas se a constante K_p for muito pequena, menor será o seu tempo

de resposta. Segundo Matias (2002), o circuito se estabiliza fora do *set-point*, em um valor chamado de *off-set*, esse parâmetro deve ser muito bem otimizado no controlador.

O manual eletrônico, disponibilizado pela *Natural Instruments*sm (2011), informa que a componente integral soma o termo de erro ao longo do tempo. O resultado é que mesmo um pequeno erro fará com que a componente integral aumente lentamente. A resposta integral irá aumentando ao longo do tempo a menos que o erro seja zero, portanto, o efeito é o de conduzir o erro de estado estacionário para zero.

A ação de controle gerada pelo modo integral é proporcional à integral do sinal de erro no tempo. O grande benefício da sua utilização é a eliminação do erro em regime permanente, contudo, ela reduz a estabilidade da malha de controle (Moore, 1999). O fator derivativo faz com que o controlador tenha uma resposta inicial elevada e diretamente relacionada à taxa de mudança do erro. Quanto maior a taxa de mudança do erro mais rápida é a resposta do controlador à mudança (Guerra, 2009).

Utilizando o método Ziegler-Nichols, foi determinado uma constante proporcional de 30, de acordo com os períodos de oscilação que se tornaram constantes, sendo de 70 s. Com a obtenção desses dados foi possível, ao aplicar na tabela de Ziegler-Nichols, determinar T_i de 35, T_d e K_d de 8,75 e K_i de 0,03.

Na Figura 13, observa-se que para o *setpoint* de 30 e 40 °C, o PID estabilizou-se em 282 s, atingindo o valor de 29,9 °C e 39,9 °C, respectivamente. Esses valores enquadram-se na margem de tolerância de 5% para o valor de *setpoint*. Em 50 °C, o PID estabilizou-se em 398 s, atingindo a temperatura de 49 °C, a qual enquadra-se no limite de 5% de tolerância em relação ao *setpoint*. Neste caso a demora em relação a estabilização, deve-se a temperatura ser maior e isso interferir no tempo de resposta.

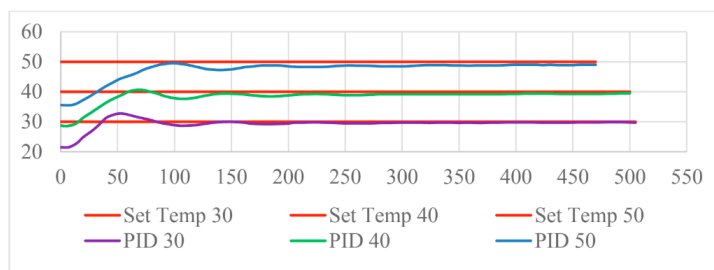


Figura 13 - Ajuste do PID para as temperaturas 30, 40 e 50 C°

A importância de ter um tempo de resposta e estabilidade do sistema rápido consiste em principalmente na economia de energia. O controlador PID mostrou-se eficiente para o controle da temperatura, mantendo-a próxima do *setpoint*, evitando grandes variações das temperaturas máxima e a mínima. Dessa forma, o algoritmo foi desenvolvido tendo como base o método de ajuste adotado, visando manter a temperatura não muito distante do *setpoint*. Com os valores propostos para as constantes proporcional, integral e derivativa, o resultado se aproximou da temperatura alvo, apresentando os valores de temperatura medidos mais próximos dela. O sistema conseguiu controlar também o acionamento e desligamento do relé de estado sólido, que liga e desliga a resistência, de forma eficiente, conforme a variação de temperatura.

3.5 Sistema de Coleta de Dados

A implementação do sistema de aquisição de dados tem um módulo de gravação SD integrado aos sensores de temperatura e umidade, sensores de tensão e corrente, além de um bloco relógio RTC, capaz de marcar precisamente a data e hora que as leituras foram realizadas.

O sensor tem baixo consumo de corrente (2,5 mA durante medições, e 100-150 μ A em *standby*), e possui internamente um sensor de umidade capacitivo e termistor, além de um conversor analógico/digital para comunicação com o micro controlador. A faixa de operação de 0 a 100% sobre a umidade relativa do ar (UR) e -40 a 125 °C sobre a temperatura com precisão de +/- 0,5 °C e intervalo entre as medições determinados pela programação.

Com o *software ArduinoIDE*, disponibilizado pela própria plataforma *Arduino*, foi possível fazer a linguagem de programação que faz toda a comunicação entre os módulos sensores e o *Arduino Mega*. Os dados coletados foram convertidos em formato TXT. e gravados no cartão SD, o que permite que estes possam ser abertos em programas como *Microsof Excel*, *Microsof Word*, etc, para que sejam analisados posteriormente. Este sistema foi funcional, em termos de *hardware* e *software*, e permitiu, medição de temperatura e umidade, além de monitorar o tempo.

3.6 Monitoramento do fluxo de ar

As temperaturas estabelecidas para fazer o ensaio foram 30 (T1), 40 (T2), 50 (T3) e 60 (T4) °C. Foram feitas cinco repetições aleatórias, com as quatro temperaturas diferentes, utilizando cada uma até que a diferença entre a temperatura selecionada e a leitura do sensor fosse insignificante, ou seja, zero ou muito próxima à zero (Tabela 6).

Repetição				
1	2	3	4	5
T3	T2	T3	T3	T2
T2	T1	T2	T4	T4
T4	T3	T1	T2	T1
T1	T4	T4	T1	T3

Tabela 6 - Repetições Aleatórias das temperaturas selecionadas.

Apresenta-se a análise de variância na Tabela 7 e o teste de Tukey na Tabela 8 para os valores de temperatura salvos no cartão de memória e processados pelo programa Sisvar 5.6.

Fv	GL	SQ	QM	Fc / Pr>Fc
Sensores	4	6132.576706	1533.144177	73.522 / 0.0000
Temperatura	3	4863.187539	1621.062513	77.738 / 0.0000
Erro	92	1918.474286	20.852981	
Total corrigido		99	12914.238531	

Tabela 7 - Análise de Variância para o fator Temperatura

Sensores	Médias	Resultados
1	25.756500	a1
2	43.220000	a3
3	43.112500	a3
4	44.842500	a3
5	30.387000	a2

Tabela 8 - Teste de Tukey para o fator Temperatura

A diferença estatística entre os sensores 1 (entrada de ar) e 5 (antes da passagem do fluxo de ar pelo ventilador) demonstra a eficiência do sistema de isolamento térmico realizado pela camada de ar pré-aquece o ar de secagem. Os sensores 2, 3 e 4 são estatisticamente iguais, ou seja, no interior do desidratador a temperatura foi igual para os pontos analisados.

Apresenta-se a análise de variância na Tabela 9 e o teste de Tukey na Tabela 10 para os valores de umidade relativa salvos no cartão de memória e processados pelo programa Sisvar 5.6.

FV	GL	SQ	QM	Fc / Pr>FC
Sensores	4	38537.294524	9634.323631	276.198/ 0.0000
Temperatura	3	9118.420648	3039.473549	87.136/0 .0000
Erro	92	3209.135212	34.881904	
Total Corrigido		99	50864.850384	

Tabela 9 - Análise de Variância para Umidade Relativa

Sensores	Médias	Resultados
1	72.732500	a4
2	34.796500	a2
3	37.530500	a2
4	15.708500	a1
5	57.234000	a3

Tabela 10 - Teste de Tukey para Umidade Relativa

O ensaio foi realizado com o objetivo de monitorar o comportamento da umidade e temperatura no fluxo de ar que passa pelo desidratador, por isso somente uma bandeja contendo uma pequena amostra de batata doce laranja foi utilizada. Os resultados mostram que existe diferença de umidade relativa em todos os pontos.

Observou-se que a elevada umidade relativa do ar ambiente ao passar pelo sistema de isolamento térmico reduziu significativamente. Em seguida, ao passar pela resistência com elevada temperatura a umidade reduziu novamente. Como esperado, ao passar pelo produto nas bandejas houve aumento da umidade relativa devido a absorção de água do ar de secagem do produto.

4 | CONCLUSÕES

Construiu-se um desidratador didático com sensores de temperatura e umidade relativa, tendo seus dados adquiridos de forma automatizada por meio da plataforma Arduino.

Com o sistema obteve-se de controle de temperatura e umidade relativa no desidratador com resultados satisfatórios. O sistema PID minimizou a variação da temperatura, deixando-a perto daquela considerada ideal, não a deixando aumentar demais ou diminuir muito, o que é bom para economia de energia, e também, evita danos ao produto que está sendo seco. A umidade relativa pode ser monitorada por meio dos dados adquiridos pelo sensor DHT22, gravados no cartão de memória, o que permite a construção de curvas psicométricas, gráficos e estudo do comportamento durante todo o processo de secagem. A programação da plataforma Arduino, mostrou-se como uma grande ferramenta de automação e aquisição de

dados de um desidratador de alimentos.

Dessa forma, esse projeto poderá ser replicado integralmente por aqueles que desejam controlar os parâmetros de temperatura nos desidratadores. O código utilizado poderá servir como base para futuros projetos.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, I. B. Q. de; Souto, F.V.; Junior, A.G da C. Desenvolvimento de um protótipo de automação predial/residencial utilizando a plataforma de prototipagem eletrônica Arduino. (COBENGE) Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2012.

ARDUINO. Disponível em: < <http://arduino.cc/>>. Acesso em Junho de 2020.

BANZI, M. Primeiros passos com *Arduino*; São Paulo ; Novatec Editora, 2011.

CASTRUCCI, P.B.L.; BOTTURA, C.P. Apresentação. Em: Enciclopédia de Automática, Volume 1. São Paulo: Blucher. 2007.

CRUZ, G.A. Desidratação de Alimentos. São Paulo: Globo, 1990.

FONSECA, E.G.P.; DE LA VEGA, A.S.; Tutorial sobre introdução a projetos utilizando o kit de desenvolvimento arduino; (COBENGE) Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2011

OGATA, Katsuhiko. Engenharia de controle moderno. Rio de Janeiro: LTC, 1998.

OSTERTAG, O.; OSTERTAGOVÁ, E.; HUNADY, R. *Morphological matrix applied within the design project of the manipulator frame. Procedia Engineering*, 2012, pp. 495-499.

OVIDEIO, J. J. E., Oelen, T. e Overshee, P. V. *Robust advanced PID control (RaPID)- PID tuning based o engineering specifications, IEEE Control Systems Magazine* 26(1): 15–19, 2006.

ROMERO, J. T.; GABAS, A. L.; YAMASHITA, F.; TELIS, V. R. N.; MENEGALLI, F. C. Secagem de produtos alimentícios, São José do Rio Preto: UNESP, 1997.

SOUZA, A. R. A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. *Rev. Bras. Ensino Física*. vol.33, n.1, p.01-05, 2011.

ZIEGLER, J. G. e Nichols, N. B. *Optimal settings for automatic controllers, Transactions of the ASME* 64. 1942.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aglutinantes 152, 154, 155, 159, 160
Agronomia 12, 13, 14, 16, 17, 20, 21, 22, 23, 50, 81, 184, 185
Agrotóxicos 34, 35, 36, 37
Aipim 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61
Anatomia 1, 2, 3, 4, 5, 6, 183
Aprovação 1, 6
Arbóreas 73
Arduino 87, 88, 89, 92, 93, 99, 101, 103, 104, 127, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175
Automação 87, 88, 89, 103, 104
Avaliação sensorial 120, 152, 161, 162, 163, 166, 167

B

Baixo peso ao nascer 34, 35, 36
Besouro serra paus 81
Bioclimatologia 65, 150, 185
Biomassa 51, 169, 176, 178, 179, 180, 182, 183

C

Café arábica 114, 117, 120, 121
Capacitação 12, 39
Cichla melaniae 152, 153, 154, 155, 157
Ciência do solo 7, 149, 150
Cinética de secagem 114, 116, 119, 123, 127
Coletor solar 114, 116, 117, 118, 168, 169, 170, 172, 173, 174
Competição 176, 177, 179, 181
Cupuaçu 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 127
Curvas de secagem 114

D

Daninhas 15, 176, 177, 183, 184
Déficit hídrico 25, 26, 30, 32, 41
Desidratador 87, 89, 90, 91, 93, 95, 96, 97, 98, 99, 102, 103, 104, 105, 106, 107,

108, 109, 110, 111, 112, 113, 127

E

Energia solar 105, 113, 117, 127, 168, 169, 170, 173, 175

Ensino-aprendizagem 12, 18, 19, 21

Ensino superior 12, 18, 22, 23

Estabilidade de agregados 135, 143, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151

Estrutura do solo 135, 136

Eucalyptus grandis 73, 74, 75, 76, 145

Exposição materna 34, 35

Extensão universitária 23, 38, 39, 44, 49, 50

F

Fishburguer 152, 153, 154, 155, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167

Física do solo 27, 135, 137

Formação humanística 38, 44, 48

Formulação 152, 154, 155, 156, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165

Fruticultura 25, 32, 43, 48, 185

I

Indicação geográfica 52, 53, 60, 63

Inga edulis 73, 74, 75, 76, 77, 79

Inventários 81

Irrigação 18, 24, 25, 26, 28, 31, 33, 77

L

LETA 73, 74, 75, 76, 77, 78

Lodo 73, 74, 75, 76, 78, 79

M

Marajó 64, 65, 66, 68, 71

Microclima 25

Microcontrolador arduino 168

Modelos estatísticos 128

Monitor 1, 2, 3, 4, 6, 88

Monitoria 1, 3, 4, 5, 6

Monolitos 7, 8, 9, 10, 11

Museu de solos 7

P

Pecuária leiteira 65

Pedologia 7

Peixe 152, 153, 154, 157, 158, 165, 166, 167

PET 8, 10, 38, 39, 40, 42, 44, 45, 46, 48

PID 87, 88, 89, 91, 99, 100, 101, 103, 104

Produção de leite 64, 66, 67, 69, 70

Q

Qualidade de bebida 114, 115

R

Radiação solar 108, 116, 118, 128, 133, 134, 168, 173, 174

Reciclagem 79, 105, 177

Reforma agrária 38, 39, 40, 43, 44, 45, 46, 48, 50, 51

S

Secagem 76, 87, 88, 89, 93, 95, 96, 97, 98, 102, 103, 104, 106, 107, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 136, 169

Secagem solar 114, 115, 116, 120, 121, 123

Solos 7, 8, 9, 10, 11, 25, 27, 32, 38, 39, 40, 42, 44, 45, 46, 48, 50, 52, 53, 54, 55, 58, 60, 61, 75, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 185

Solos turfosos 52, 53, 55, 58, 60

Substrato 73, 75, 76, 77, 78

T

Taxonomia 81

Temperatura do ar 26, 28, 29, 68, 87, 108, 118, 128, 134, 173

Teor de água 88, 114, 115, 117, 119, 124, 126, 159

Teste de aceitação 152, 156

Theobroma grandiflorum 24, 25, 32, 33, 127

Tucunará 152, 153, 154, 155, 157, 158, 159, 160, 161, 165

AS VICISSITUDES DA PESQUISA E DA TEORIA NAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

AS VICISSITUDES DA PESQUISA E DA TEORIA NAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 