

# As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente 4

Henrique Ajuz Holzmann  
(Organizador)



Henrique Ajuz Holzmann  
(Organizador)

As Engenharias frente a Sociedade, a  
Economia e o Meio Ambiente 4

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Natália Sandrini  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

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**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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 Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
E57	<p>As engenharias frente a sociedade, a economia e o meio ambiente 4 [recurso eletrônico] / Organizador Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (As Engenharias Frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente; v. 4)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-433-7 DOI 10.22533/at.ed.337192506</p> <p>1. Engenharia – Aspectos sociais. 2. Engenharia – Aspectos econômicos. 3. Desenvolvimento sustentável. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 658.5</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

As obras As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente Volume 1, 2, 3 e 4 abordam os mais diversos assuntos sobre métodos e ferramentas nas diversas áreas das engenharias a fim de melhorar a relação do homem com o meio ambiente e seus recursos.

O Volume 1 está disposto em 31 capítulos, com assuntos voltados a engenharia do meio ambiente, apresentando processos de recuperação e reaproveitamento de resíduos e uma melhor aplicação dos recursos disponíveis no ambiente, além do panorama sobre novos métodos de obtenção limpa da energia.

Já o Volume 2, está organizado em 32 capítulos e apresenta uma vertente ligada ao estudo dos solos e águas, com estudos de sua melhor utilização, visando uma menor degradação do ambiente; com aplicações voltadas a construção civil de baixo impacto.

O Volume 3 apresenta estudos de materiais para aplicação eficiente e econômica em projetos, bem como o desenvolvimento de projetos mecânico e eletroeletrônicos voltados a otimização industrial e a redução de impacto ambiental, sendo organizados na forma de 28 capítulos.

No último Volume, são apresentados capítulos com temas referentes a engenharia de alimentos, e a melhoria em processos e produtos.

Desta forma um compendio de temas e abordagens que facilitam as relações entre ensino-aprendizado são apresentados, a fim de se levantar dados e propostas para novas discussões em relação ao ensino nas engenharias, de maneira atual e com a aplicação das tecnologias hoje disponíveis.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
VARIAÇÃO ESTACIONAL DA OFERTA E DO PREÇO DE TOMATE LONGA VIDA EM MINAS GERAIS	
Luis Felipe Lima e Silva Douglas Correa de Souza Wilson Roberto Maluf	
DOI 10.22533/at.ed.3371925061	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
ANÁLISE DA CINÉTICA DE SECAGEM DO NABO JAPONES ( <i>Raphanus Sativus Var. Acanthioformis</i> ) E DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DIFUSIVO DE TRANSFERÊNCIA DE MASSA	
Thayná de Lima Costa Keyvlin dos Santos Pais Marcela Felix dos Santos Monique Mendes dos Santos Raquel Manozzo Galante Leandro Osmar Werle	
DOI 10.22533/at.ed.3371925062	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>22</b>
CINÉTICA DE SECAGEM DE YACON ( <i>Smallanthus sonchifolius</i> ) E AVALIAÇÃO DE MODELOS MATEMÁTICOS	
Luan Gustavo dos Santos Thais de Freitas Brauna Joice Cristina Catache Menezes Rosângela Cacho Ferreira Raquel Manozzo Galante Leandro Osmar Werle	
DOI 10.22533/at.ed.3371925063	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>31</b>
CINÉTICA DE SECAGEM DA FRUTA DE NONI ( <i>Morinda citrifolia linn</i> ): INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA DIFUSIVIDADE EFETIVA	
Thayná de Lima Costa Fernanda de Oliveira Coaresma Bruna Martinhago Raquel Manozzo Galante Leandro Osmar Werle	
DOI 10.22533/at.ed.3371925064	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>40</b>
AVALIAÇÃO DE MODELOS DE SECAGEM E DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DIFUSIVO DE CARÁ ( <i>Dioscorea alata</i> )	
Luan Gustavo dos Santos Cristian Rocha da Silva Marcela Felix dos Santos Raquel Manozzo Galante Leandro Osmar Werle	
DOI 10.22533/at.ed.3371925065	

**CAPÍTULO 6 ..... 49**

TRATAMENTO DE CASTANHA DE CAJU POR RADIAÇÃO UV-C DE LED PARA REDUÇÃO DE BOLORES

Leticia Cabrera Parra Bortoluzzi  
Iasmim Pereira de Moraes  
Ana Rita Zulim Leite  
Brenda Dall Molin  
Sidnei Macedo Pereira Filho  
Márcia Regina Ferreira Geraldo Perdoncini  
Fabio Henrique Poliseli Scopel  
Roberto Ribeiro Neli  
Roberta de Souza Leone  
Heron Oliveira dos Santos Lima

**DOI 10.22533/at.ed.3371925066**

**CAPÍTULO 7 ..... 58**

AVALIAÇÃO DA AÇÃO ANTIFÚNGICA DOS EXTRATOS BRUTOS DE MUTAMBA E CATUABA CONTRA O FUNGO *Botrytis cinerea*

Amanda Correia Gardenal  
Ana Rita Zulim Leite  
Iasmim Pereira de Moraes  
João Carlos Palazzo de Mello  
Daniela Cristina de Medeiros  
Danielly Chierrito de Oliveira Tolentino  
Mariane Roberta Ritter  
Naiara Cássia Gancedo  
Sharize Betoni Galende  
André Oliveira Fernandes da Silva  
Leila Larisa Medeiros Marques  
Márcia Regina Ferreira Geraldo Perdoncini

**DOI 10.22533/at.ed.3371925067**

**CAPÍTULO 8 ..... 67**

COMPARAÇÃO DE LEVEDURAS CERVEJEIRAS SECA E ÚMIDA

Camila A. Carazzato  
Mário L. Lopes  
Sandra H. da Cruz

**DOI 10.22533/at.ed.3371925068**

**CAPÍTULO 9 ..... 76**

INFLUÊNCIA DO USO DE TRAÇADOR COLORIDO NO CULTIVO EM ESTADO SÓLIDO

Marianny Silva Canedo  
Lucas Portilho da Cunha  
João Paulo Henrique  
João Cláudio Thoméo

**DOI 10.22533/at.ed.3371925069**

**CAPÍTULO 10 ..... 85**

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE DIFERENTES FORMULAÇÕES DE CUPCAKES COM FARINHA DE TARO (*Colocasia esculenta*) COMO ALTERNATIVA NO DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS PARA PORTADORES DE DOENÇA CELÍACA

Pedro Garcia Pereira da Silva  
Aline Rodrigues Pontes  
Gisele Fernanda Alves da Silva  
Marcello Lima Bertuci  
Tuany Yuri Kuboyama Nogueira

**DOI 10.22533/at.ed.33719250610**

**CAPÍTULO 11 ..... 91**

OTIMIZAÇÃO DE FORMULAÇÃO DE BISCOITO TIPO COOKIE ISENTO DE GLÚTEN UTILIZANDO FARINHA DE ARROZ, TEFF E SORGO

Geovana Teixeira de Castro  
Luiza Pelinson Tridapalli  
Angélica Maria Delovo Fernandes  
Flávia Aparecida Reitz Cardoso  
Leila Larisa Medeiros Marques  
Renata Hernandez Barros Fuchs  
Adriana Aparecida Droval  
Hellen Fernanda da Silva Paulino  
Lucas de Souza Nespeca  
Beatriz Musi Sarris Gomes Lourenço  
Leonardo Vasconcelos Jacovassi  
Pamela da Silva Souza

**DOI 10.22533/at.ed.33719250611**

**CAPÍTULO 12 ..... 100**

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE TRÊS MARCAS DE BACON COMERCIAL

Bruna Grassetti Fonseca  
Bianca Guimarães  
Maria Julia Neves Martins  
Ana Carolina Conti e Silva

**DOI 10.22533/at.ed.33719250612**

**CAPÍTULO 13 ..... 108**

DESENVOLVIMENTO DE LOMBO DEFUMADO PRODUZIDO COM CARNE DE JAVALI

Lucas de Souza Nespeca  
Camila da Silva Venancio  
Ana Claudia Montuan de Sousa  
Adriana Aparecida Droval  
Leila Larisa Medeiros Marques  
Renata Hernandez Barros Fuchs  
Flávia Aparecida Reitz Cardoso  
Natália da Silva Leitão Peres  
Angélica Maria Delovo Fernandes  
Lucas Shinti Iwamura  
Larissa Correa

**DOI 10.22533/at.ed.33719250613**

**CAPÍTULO 14 ..... 118**

**OTIMIZAÇÃO DE MORTADELA COM APLICAÇÃO DE MACA PERUANA**

Natália da Silva Leitão Peres  
Letícia Cabrera Parra Bortoluzzi  
Adriana Aparecida Droval  
Leila Larisa Medeiros Marques  
Flávia Aparecida Reitz Cardoso  
Renata Hernandez BarrosFuchs  
Camila da Silva Venancio  
Lucas de Souza Nespeca  
Luiza Pelinson Tridapalli  
Lucas Shinti Iwamura  
Larissa Correa  
Angélica Maria Delovo Fernandes

**DOI 10.22533/at.ed.33719250614**

**CAPÍTULO 15 ..... 127**

**CARACTERIZAÇÃO DA GELATINA OBTIDA DA PELE DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)**

Bárbara de Sena Nunes Menezes  
Beatriz Helena Paschoalinotto  
Camila da Silva Venancio  
Flávia Aparecida Reitz Cardoso  
Adriana Aparecida Droval  
Renata Hernandez Barros Fuchs  
Pâmela da Silva Souza  
Natália da Silva Leitão Peres  
Maria Gabriella Felipe Silva  
Leila Larisa Medeiros Marques  
Larissa Correa  
Lucas Shinti Iwamura

**DOI 10.22533/at.ed.33719250615**

**CAPÍTULO 16 ..... 137**

**PREPARAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE MICROCÁPSULAS POLI (UREIA-FORMALDEÍDO) PREENCHIDAS COM ÓLEO DE SILICONE COMO INIBIDOR DE CORROSAO PARA APLICAÇÃO EM TINTAS**

Renata França Palhano  
Rogério Gomes de Araújo

**DOI 10.22533/at.ed.33719250616**

**CAPÍTULO 17 ..... 152**

**REMOÇÃO DE Cu(II) POR ADSORÇÃO EMPREGANDO CASCA DE COCO MODIFICADA COM FORMALDEÍDO POLIMERIZADO**

José Eduardo da Silva  
Francisco Idelbrando Lima Rodrigues  
Sara Nóbrega Pacífico  
Aline Sales Ferreira  
Leonardo Félix Santiago  
Luisa Celia Melo Pacheco  
Francisco André Andrade Aguiar  
Vicente Oliveira de Sousa Neto

**DOI 10.22533/at.ed.33719250617**

**CAPÍTULO 18 ..... 163**

ENTALPIA E ENTROPIA DE SORÇÃO DE ÁGUA DA FARINHA DE CAÑIHUA (*Chenopodium pallidicaule Aellen*)

Julles Mitoura dos Santos Junior  
Mona Mellissa Oliveira Cruz  
Augusto Pumacahua Ramos  
Diana Maria Cano Higueta  
Romildo Martins Sampaio  
Harvey Alexander Villa Vélez

**DOI 10.22533/at.ed.33719250618**

**CAPÍTULO 19 ..... 178**

NANOTECNOLOGIA E MEDICINA: NOVAS PERSPECTIVAS PARA O FUTURO

Gustavo Marquezi Borges  
Douglas Daniel Dalle Corte  
Iago Bissani Pesavento  
Odirlei Antônio Magnagnagno

**DOI 10.22533/at.ed.33719250619**

**CAPÍTULO 20 ..... 186**

RISCO E DOLO EVENTUAL NA INTERFACE ENTRE ENGENHARIA E DIREITO

Antonio Maria Claret-Gouveia  
Alberto Frederico Vieira de Sousa-Gouveia  
Miguel Paganin Neto

**DOI 10.22533/at.ed.33719250620**

**CAPÍTULO 21 ..... 199**

AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA EM POSTOS DE TRABALHO DE MARCENARIAS NA CIDADE DE MOSSORÓ – RN

Bruno Ítalo Franco de Oliveira  
Fabrícia Nascimento de Oliveira  
Carolina Mendes Lemos  
João Márcio Rebouças Araújo  
Thaynon Brendon Pinto Noronha  
Wandick Nascimento Dantas  
Pedro Renato Moraes Salgado  
Anderson Nunes Silva  
Ana Victoria Carlos Almeida  
Luara Karolinny Machado de Oliveira  
Jerfson Moura Lima

**DOI 10.22533/at.ed.33719250621**

**CAPÍTULO 22 ..... 216**

COMO A DISSEMINAÇÃO EFICIENTE DAS POLÍTICAS DE TI PODE INFLUENCIAR NA MELHORIA DOS SERVIÇOS PRESTADOS À CIDADE

Luiz Fernando Rocha Pombo  
Ana Paula Guzela Bertolin

**DOI 10.22533/at.ed.33719250622**

**CAPÍTULO 23 ..... 228**

ESTUDO COMPARATIVO DE DESEMPENHO DE EXECUÇÃO DE ALGORITMOS NO CUDA E NO OPENCL

Antonio Raian de Lima Mendes

Angelo Amâncio Duarte

**DOI 10.22533/at.ed.33719250623**

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 234**

## TRATAMENTO DE CASTANHA DE CAJU POR RADIAÇÃO UV-C DE LED PARA REDUÇÃO DE BOLORES

### **Leticia Cabrera Parra Bortoluzzi**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Campo Mourão – Paraná

### **Iasmim Pereira de Moraes**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Campo Mourão - Paraná

### **Ana Rita Zulim Leite**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Campo Mourão - Paraná

### **Brenda Dall Molin**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Campo Mourão - Paraná

### **Sidnei Macedo Pereira Filho**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Campo Mourão - Paraná

### **Márcia Regina Ferreira Geraldo Perdoncini**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Campo Mourão - Paraná

### **Fabio Henrique Polisel Scovel**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Campo Mourão - Paraná

### **Roberto Ribeiro Neli**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Campo Mourão - Paraná

### **Roberta de Souza Leone**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Campo Mourão - Paraná

### **Heron Oliveira dos Santos Lima**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Campo Mourão – Paraná

**RESUMO:** A castanha de caju é um produto de grande importância no agronegócio mundial, porém, 10% das castanhas que aportam nas indústrias de processamento não possuem amêndoas por terem sido destruídas por fungos. Devido à crescente demanda por produtos que apresentem suas qualidades sensoriais e nutricionais preservadas, a indústria de alimentos é desafiada a adaptar seus processos. Nesse campo, a tecnologia alternativa da radiação por ultravioleta se apresenta como um método de fácil aplicação e boa eficiência. Dessa maneira, objetivo deste trabalho é verificar a capacidade da radiação ultravioleta sobre a inibição de fungos em castanha de caju. As amostras foram submetidas a radiação utilizando um protótipo equipado com luz UV-C de Led para tratamento controlado com base no comprimento de onda e tempo. Os tratamentos apresentaram aumento na inibição conforme o aumento do comprimento de onda e do tempo de exposição. Como houve redução na porcentagem fúngica, o método mostrou ser promissor para o tratamento desse alimento.

**PALAVRAS-CHAVE:** radiação ultra-violeta, lâmpadas de led, fungos.

TREATMENT OF CASHEW NUT BY UV-C  
RADIATION OF LED FOR REDUCTION OF

**ABSTRACT:** Cashew nut is a product of great relevance in the world agribusiness. However, 10% of the cashew nuts supplied to the industry processes did not present seeds, caused by the fungi action. Due to the increasing demand for products that preserve sensory and nutritional qualities, the food industry is challenged to adapt its processes. In this way, the ultraviolet radiation technology presents as an alternative of easy application and good efficiency. Thus, the aim of this study was to verify the ability of the ultraviolet radiation on the inhibition of cashew nut fungi. The samples were subjected to radiation using an UV- C Led prototype for treatment based on the wavelength and time. The results presented an increase in the inhibition as the wavelength and exposure time increased. As a result, a reduction in the fungus percentage was achieved, allowing to conclude that UV Led radiation technology showed to be promising for this food treatment.

**KEYWORDS:** ultraviolet radiation, Led lamps, fungi.

## 1 | INTRODUÇÃO

O produto derivado do caju com maior importância no agronegócio mundial é a amêndoa, que gera cerca de dois bilhões de dólares anuais em nível de varejo, sendo a terceira noz mais comercializada no mercado internacional (PAIVA; SILVA NETO; PAULA PESSOA, 2000).

Características físico-químicas da castanha de caju processada como alto teor de gordura e baixo teor de umidade, fazem com que esse produto tenha um possível ganho de umidade e com isso perda de textura, degradação microbiológica e oxidação (LIMA; BORGES, 2004).

Por ser um alimento com safra curta, é necessário que as indústrias armazenem a castanha de caju para poder processar o ano todo. Essa estocagem deve ser feita com a castanha seca com umidade de 7% a 9% para que não haja problemas com deterioração, principalmente com fungos (PAIVA; GARRUTTI; SILVA NETO, 2000).

Devido às condições de estocagem e as características da semente, 10% das castanhas que chegam nas indústrias de processamento não possuem amêndoas devido à destruição por fungos (PINHEIRO, 2004). Essa deterioração foi confirmada em estudos e indicam a presença de diversos fungos, dentre os mais frequentes são os dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Nigrospora*, *Curvularia* e *Choanephara* (PAIVA; GARRUTTI; SILVA NETO, 2000).

Mesmo as amêndoas de cajueiro sendo aparentemente as menos suscetíveis à formação de micotoxinas quando comparada a outros produtos agrícolas, os fungos *Aspergillus* e *Penicillium* são potencialmente produtores de micotoxinas e são encontrados em maior percentual nas castanhas, com mais destaque ao *Aspergillus flavus* (FREIRE; BARGUIL, 2001).

Devido à crescente demanda por produtos que apresentem suas qualidades

sensoriais e nutricionais preservadas, a indústria de alimentos é desafiada a adaptar seus processos, procurando e estudando tecnologias alternativas que sejam capazes de alcançar as exigências de mercado e ainda promovem redução do desperdício e dos custos energéticos. Neste contexto surge os métodos alternativos de processamento de alimentos, como as tecnologias não-térmicas. Entre elas, o processamento de alta pressão, ultrassom, ozônio, campo elétrico pulsado, radiação ultravioleta (UV), etc., não só minimizam o dano térmico aos alimentos, mas também são capazes de preservar ou aumentar o teor de nutrientes, juntamente com a maior vida de prateleira (POLISELI-SCOPEL et al., 2012; EVANGELISTA, 2015).

Nesse campo, a radiação por ultravioleta se apresenta como uma tecnologia de fácil aplicação, com letalidade para a maioria dos micro-organismos no intervalo de comprimento de onda de 200 a 280 nm denominada luz UV-C, onde há potencial germicida (LIM, HARRISON, 2016), não gera resíduos químicos (GUERRERO-BELTRÁN; BARBOSA-CÁNOVAS, 2004) e é um processo considerado a frio por não utilizar altas temperaturas (RIVERA-PASTRANA et al., 2014).

A irradiação UV-C pode aumentar a resistência a deterioração devido a síntese de compostos que trabalham com os mecanismos naturais de defesa das plantas expostas estresse, ou seja, o resultado do estresse causado pela baixa dose de UV-C pode gerar um estímulo para produção de compostos fungicidas, como fitoalexinas, que acabam controlando doenças. Os processos de amadurecimento também são retardados reduzindo os distúrbios fisiológicos como danos mecânicos, perda por frio e perda de firmeza (DE CAPDEVILLE et al., 2002; CISNEROS-ZEVALLOS, 2003).

Estas características tornam essa técnica uma das mais promissoras tecnologias quando se deseja manter as características físico-químicas e sensoriais do produto sem modificações, impossibilitando assim o uso de tratamento térmico, além de evitar a necessidade do uso de fungicidas pós colheita tornando um produto mais seguro (WILSON et al., 1994; EVANGELISTA, 2015).

A irradiação UV-C está sendo utilizado como tratamento alternativo para conservação física e microbiológica de alimentos como maçã (BARTNICKI, 2011), nectarina (GONZÁLEZ-AGUILAR, 2005), repolho (RUIZ LÓPEZ; QÜESTA; RODRIGUEZ, 2010), pêssego (COUTINHO FICK et al., 2003), pães, amido de mandioca (MONDARDO, 2015) e águas (SOETHE, 2013).

Com isso, objetivo deste trabalho é verificar a capacidade da radiação ultravioleta sobre a inibição de fungos em castanha de caju, utilizando um protótipo equipado com luz UV-C de Led para tratamento controlado com base no comprimento de onda e tempo.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Obtenção das castanhas de caju

Utilizou-se castanhas de caju comercializadas a granel na região central de Campo Mourão, PR.

### 2.2 Meio de cultivo e radiação UV-C

O meio para inoculação das amostras foi o BDA (Batata Dextrose Ágar), foram inoculadas 5 castanhas de caju em cada meio. Para o tratamento Led UV-C, utilizou-se um protótipo desenvolvido na UTFPR para tratar alimentos sólidos, dotado de quatro Leds no comprimento de onda de 265 nm e quatro Leds de 280 nm, ambos com 200 mW de potência. A amostra foi posicionada a 8,5 cm dos Leds superior e inferior e a 5 cm dos Leds laterais. O tratamento foi conduzido pelo tempo por 10 e 20 minutos.

### 2.3 Tratamento

As sementes foram separadas em grupo controle e tratamentos. O grupo controle não sofreu radiação, sendo inoculadas diretamente ao meio de cultura. Para os tratamentos as amostras foram divididas em quatro grupos: Tratamento 1, tratado por 10 minutos em 280nm; Tratamento 2, tratado por 20 minutos em 280nm; Tratamento 3, tratado por 10 minutos em 265nm; Tratamento 4, tratado por 20 minutos em 265nm. Todos os tratamentos foram feitos em triplicata, totalizando 15 placas e 75 castanhas, conduzidos à temperatura ambiente e realizados de forma a garantir que toda a superfície da amostra fosse irradiada. Em seguida, todas as placas do controle e dos tratamentos foram incubadas por 7 dias à 25°C. Após esse período as castanhas com deterioração por bolores foram contadas e estabelecida a porcentagem de contaminação por grupo. Os ensaios foram realizados em triplicata.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após os sete dias de incubação foi realizada a contagem e determinada a porcentagem de contaminação por bolores das amostras dos grupos controle e tratamentos, bem como a taxa de inibição de cada ensaio. Os resultados expressos na Tabela 1, mostram que todas as castanhas do grupo controle apresentaram crescimento de bolores após o período de incubação e os grupos de tratamento tiveram redução porcentagem de contaminação, com uma visível inibição do crescimento fúngico pelo tratamento UV-C empregado.

Amostras *	Contaminação fúngica (%)	Inibição fúngica (%)
C	100	0

T1	33	67
T2	17	83
T3	50	50
T4	42	58

Tabela 1 - Resultados dos tratamentos UV-C Led em amostras de castanha de caju.

\*Amostras - C: controle (sem tratamento UV); T1: tratamento 1 (tratado por 10 min a 280nm); T2: tratamento 2 (tratado por 20 min a 280nm); T3: tratamento 3 (tratado por 10 min a 265nm); T4: tratamento 4 (tratado por 20 min a 265nm).

Na Figura 1 é possível visualizar a capacidade de inibição do desenvolvimento de bolores das amostras tratadas comparadas ao controle. Pode-se observar que todos os tratamentos mostraram redução, e que a inibição foi dependente do comprimento de onda e do tempo de exposição da amostra à radiação. Desta forma, o tratamento 2 com 20 minutos as 280 nm, apresentou-se como o mais eficiente.

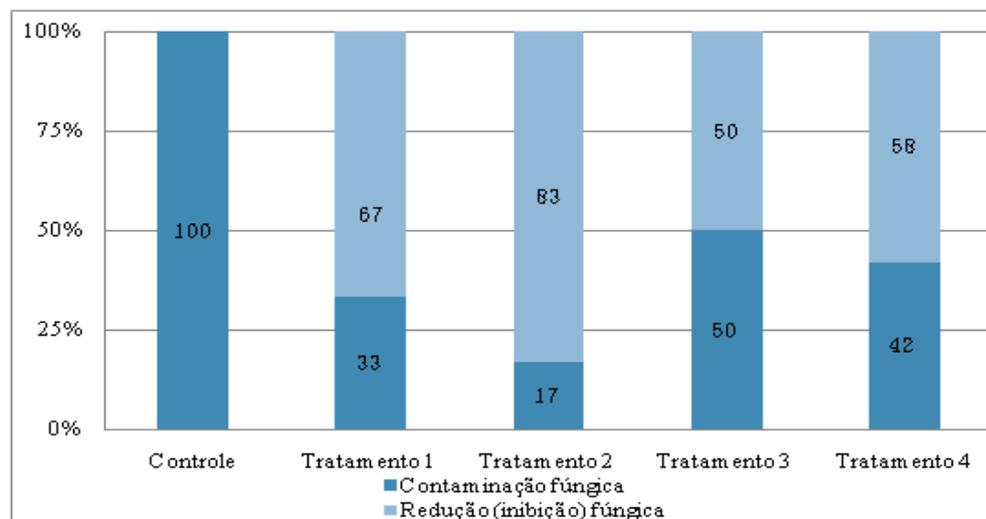


Figura 1. Comparação da contaminação fúngica e porcentagem de inibição dos tratamentos em relação ao controle.

A radiação UV-C em comprimento de onda de 200-280nm age diretamente no DNA dos microrganismos, alterando seu material genético e inibindo a replicação. Pode ainda causar danos estruturais tais como desnaturação de proteínas e desorganização da parede celular (EVANGELISTA, 2015; SOUZA, 2012). Além do mais, torna o alimento resistente a patógenos com inibição mais eficiente que no tratamento hidrotérmico, mesmo este ainda sendo mais eficiente para o tratamento micelial dos mesmos patógenos (CHARLES; ARUL, 2007; NASCIMENTO, 2014).

Em relação à morfologia das colônias, as placas do grupo controle apresentaram uma maior diversidade, enquanto que nos tratamentos as colônias foram morfologicamente mais semelhantes. Isso indica que os tratamentos por luz UV-C inativaram algumas espécies de fungos pela redução da diversidade enquanto outros se mostraram mais resistentes.

Os resultados encontrados no presente estudo poderiam estar associados ao posicionamento da amostra no protótipo, principalmente no que diz respeito à distância da amostra em relação a fonte luminosa. Esta distância está diretamente associada à irradiância, ou seja, energia irradiada por unidade de área. Quanto mais próximo a amostra estiver da fonte luminosa, mais irradiância recebe. Tal fato tem efeito direto sobre a inativação de microrganismos e enzimas. Neste caso, a distância que melhor produziria esta irradiância seria aquela com distâncias menores que 8,5 cm da fonte luminosa, como observado na figura 2 para o Led 265 nm.

Como a castanha de caju apresenta-se numa geometria pequena, as amostras tratadas ficaram numa distância de aproximadamente 8,5 cm da fonte luminosa superior e inferior, e aproximadamente 5 cm dos Leds localizados nas paredes laterais. Tais distâncias permitiu que as amostras recebessem maior irradiância pelas paredes laterais que pelas paredes superiores e inferiores (Figura 2). Dessa forma a irradiância recebida pelas amostras podem não ter sido adequada para alcançar uma maior inativação fúngica.

O tratamento ultravioleta age principalmente na superfície da amostra pois possui uma baixo potencial de penetração nos tecidos (LAROUSSE; LEIPOLD, 2004; SOUZA, 2012), fato este que impossibilita a inibição de microrganismos que se encontram sob os tecidos, além de ser necessário garantir que toda a superfície da amostra esteja sendo irradiada.

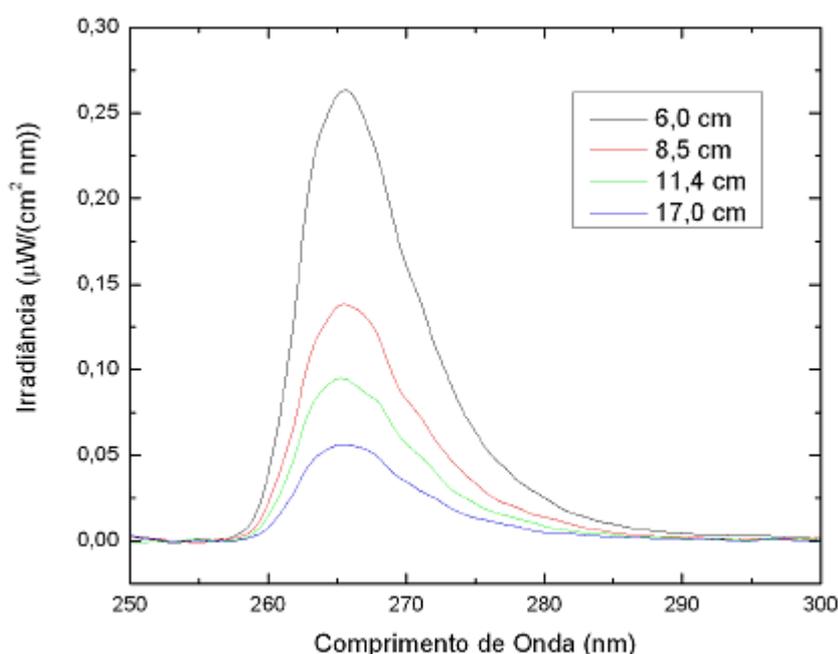


Figura 2: Espectro de irradiância para o Led 265 nm em diferentes distâncias da fonte luminosa.

No caso de alimentos como a castanha do caju, que são armazenadas durante um longo período devido a curta safra e ingeridas geralmente sem higienização prévia, deve-se tomar cuidado em relação a contaminação fúngica principalmente pela

capacidade de alguns gêneros produzirem esporos e micotoxinas.

Begum, Hocking e Miskelly (2009), demonstraram que o tratamento com luz UV-C foi eficaz no controle de esporos de fungos de *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger* e *Penicillium corylophilum*, gêneros que podem contaminar castanhas de caju, e outros fungos do gênero em alimentos como maçã (SANHUEZA, 2001), sementes de ateira e gravioleira (CARDOSO, 2000) e castanha-do-brasil (KONDA, et al., 2017).

Para melhores resultados, métodos combinados mostraram-se como uma alternativa. Formica-Oliveira et al. (2017) combinaram a luz UV-B (1.5 kJ m<sup>-2</sup>) e UV-C (4.0 kJ m<sup>-2</sup>) no tratamento de cenouras, resultando no aumento dos teores de compostos fenólicos e redução da carga microbiana, enquanto Souza (2012) combinou a radiação UV-C (2.64 a 16.00 kJ.m<sup>-2</sup>) com atmosfera modificada para tratamento de figos, mostrando vantagens na redução da carga microbiana e manutenção da qualidade mesmo no armazenamento sem refrigeração, confirmando que métodos combinados apresentam vantagens devido sua ação sinérgica e complementar.

## 4 | CONCLUSÃO

Os resultados mostraram que as amostras de castanha após o tratamento com luz UV-C de Led tiveram redução na porcentagem fúngica, mostrando ser um método promissor para o tratamento desse alimento.

Quando comparado às variáveis de comprimento de onda e tempo, nota-se que ambos possuem influência, sendo o comprimento de onda de 280 nanômetros por 20 minutos o mais eficaz.

O tratamento com UV-C não conseguiu erradicar os fungos das amostras, e mesmo com um resultado satisfatório, melhores resultados poderiam ser alcançados a partir da combinação de diferentes comprimentos de onda, redução da distância entre a amostra e as fontes luminosas e ainda redução de tempo de tratamento.

## REFERÊNCIAS

BARTNICKI, Vinicius Adão et al. Água aquecida e radiação UV-C no controle pós-colheita de **Cryptosporiopsis perennans em maçãs**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 45, n. 2, p. 124-131, 2011.

BEGUM, M.; HOCKING, A. D.; MISKELLY, D. **Inactivation of food spoilage fungi by ultra-violeta (UVC) irradiation**. International Journal of Food Microbiology, v. 129, n. 1, p. 74–77, 2009.

CARDOSO, José Emilson et al. **Ocorrência e supressão físico-química de fungos associados aos frutos e as sementes de ateira e gravioleira**. Embrapa Agroindústria Tropical, 2000.

CHARLES, M. T.; ARUL, J. **UV treatment of fresh fruits and vegetables for improved quality: a status report**. Stewart Postharvest Review, v. 3, n. 3, p. 3-6, 2007.

CISNEROS-ZEVALLOS, L. **The use of controlled postharvest abiotic stresses as a tool for enhancing the nutraceutical content and adding-value of fresh fruits and vegetables**. Journal of

food science, v. 68, n. 5, p. 1560-1565, 2003.

COUTINHO FICK, Enilton et al. **Aplicação pós-colheita de luz ultravioleta (UV-C) em pêssegos cultivar Jade, armazenados em condição ambiente.** Ciência Rural, v. 33, n. 4, 2003.

DE CAPDEVILLE, Guy et al. **Alternative disease control agents induce resistance to blue mold in harvested 'Red Delicious' apple fruit.** Phytopathology, v. 92, n. 8, p. 900-908, 2002.

EVANGELISTA, Z. R. **Radiação UV-C e cloreto de cálcio na qualidade pós-colheita da jabuticaba 'sabará'.** 2015. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Goiás, Anápolis-GO, 2015.

FORMICA-OLIVEIRA, A. C. et al. **Effects of UV-B and UV-C combination on phenolic compounds biosynthesis in fresh-cut carrots.** Postharvest Biology and Technology, v. 127, p. 99–104, 2017.

FREIRE, F.; BARGUIL, B. M. **Fungos que deterioram amêndoas de cajueiro no Brasil.** Comunicado Técnico 64. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Agroindústria Tropical Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento. Embrapa. Fortaleza, CE, 2001.

GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A. et al. **Mango, durazno y nectarina utilizando irradiación ultravioleta (UV-C).** Ciencia en la frontera, p. 49., 2005.

GUERRERO-BELTRÁN, J. A.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V. **Advantages and limitations on processing foods by UV light.** Food science and technology international, v. 10, n. 3, p. 137-147, 2004.

KONDA, E. T. et al. **Efeito da irradiação ultravioleta C no controle de Aspergillus flavus link da castanha-do-brasil.** In: Embrapa Meio Ambiente-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 11., 2017, Campinas. Anais... Campinas: Instituto Agrônômico, 2017. N° 17416.

LAROUCSI, M.; LEIPOLD, F. **Evaluation of the roles of reactive species, heat, and UV radiation in the inactivation of bacterial cells by air plasmas at atmospheric pressure.** International Journal of Mass Spectrometry, v. 233, n. 1-3, p. 81–86, 2004.

LIM, W; HARRISON, M.A. **Effectiveness of UV light as a means to reduce Salmonella contamination on tomatoes and food contact surfaces.** Food Control, v. 66, p. 166-173, 2016.

LIMA, J. R.; BORGES, M. F. **Armazenamento de amêndoas de castanha de caju: influência da embalagem e da salga.** Revista Ciência Agronômica, v. 35, n.1, p. 104-109, 2004.

MONDARDO, Andrei Antonio. **Study of the effects of ultraviolet light to microbiological reduction of tapioca starch.** 2015. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agroenergia) - Universidade Estadual do Oeste do Parana, Cascavel, 2015.

NASCIMENTO, Fernanda Varela et al. **Hidrotermia e radiação UV-C no controle de patógenos de manga e melão.** Summa phytopathologica, v. 40, n. 4, p. 313-317, 2014.

PAIVA, F.F. de A.; GARRUTI, D. dos S.; SILVA NETO, R.M. da. **Aproveitamento Industrial do caju.** Fortaleza: Embrapa-CNPAT/SEBRAE/CE, 2000. 88 p.

PAIVA, F.F. de A.; SILVA NETO, R.M. da; PAULA PESSOA, P.F.A. de. **Minifábrica de processamento de castanha de caju.** Circular técnica, 07. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2000. 22 p.

POLISELI-SCOPEL, F.H.; HERNANDEZ-HERRERA, M.; GUAMIS, B., FERRAGUT, V. **Comparison of ultra high-pressure homogenization and conventional thermal treatments on the microbiological, physical and chemical quality of soymilk.** LWT - Food Science and Technology, v.

46, n. 1, p. 42-48, 2012.

RIVERA-PASTRANA, D. M. et al. **Effect of UV-C irradiation and low temperature storage on bioactive compounds, antioxidant enzymes and radical scavenging activity of papaya fruit.** Journal of Food Science Technology, v. 51, n. 12, p. 3821–3829, 2014.

RUIZ LÓPEZ, Gustavo A.; QÜESTA, Ana G.; RODRIGUEZ, Silvia del C. **Efecto de luz UV-C sobre las propiedades antioxidantes y calidad sensorial de repollo mínimamente procesado.** Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, v. 11, n. 1, 2010.

SANHUEZA, RM Valdebenito; MAIA, L. **Utilização da luz ultravioleta (UV-C) na proteção de maçãs fuji da podridão por *Penicillium expansum*.** Embrapa Uva e Vinho, 2001.

SOETHE, Gabriella Caroline et al. **Desinfecção de águas cinzas pelos métodos de cloração e radiação ultravioleta.** 2013. 70 f. Dissertação - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

SOUZA, Franciane Colares. **Utilização combinada de radiação UV-C e atmosfera modificada para conservação do figo após a colheita.** 2012. 111 p., Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, SP.

WILSON, C. L. et al. 2177701. **Potential of induced resistance to control postharvest diseases of fruits and vegetables.** Plant disease, v. 78, n. 9, p. 837-844, 1994.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-433-7

