



ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de
Caráter Multidisciplinar

4

João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Rennan Otavio Kanashiro
(Organizadores)

ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de
Caráter Multidisciplinar

4

João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Rennan Otavio Kanashiro
(Organizadores)

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

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

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
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Prof^ª Dr^ª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Ivone Goulart Lopes – Instituto 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
Prof^ª Dr^ª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^ª Dr^ª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^ª Dr^ª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^ª Dr^ª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª 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

Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª 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

Prof^ª Dr^ª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof^ª Dr^ª 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

Prof^ª Dr^ª 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

Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof^ª Dr^ª 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

Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^ª Dr^ª 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

Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^ª Dr^ª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Prof^ª Dr^ª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^ª Dr^ª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Prof^ª Dr^ª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^ª Dr^ª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^ª Dr^ª 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. 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. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Aleksandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª 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
Prof^ª 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. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
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
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
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 Albornoz – 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
Prof^ª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Ma. Lilians Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª 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. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof^ª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^ª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
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
Prof^ª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^ª Dr^ª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Prof^ª 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
Prof^ª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^ª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^ª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^ª 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: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremona
Correção: Flávia Roberta Barão
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Rennan Otavio Kanashiro

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia: metodologias e práticas de caráter multidisciplinar 4 / Organizadores João Dallamuta, Henrique Ajuz Holzmann, Rennan Otavio Kanashiro. - Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-889-2

DOI 10.22533/at.ed.892211003

1. Engenharia. I. I. Dallamuta, João (Organizador). II. Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). III. Kanashiro, Rennan Otavio (Organizador). IV. Título.

CDD 620

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

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

Caro(a) leitor(a)

Como definir a engenharia? Por uma ótica puramente etimológica, ela é derivada do latim *ingenium*, cujo significado é “inteligência” e *ingeniare*, que significa “inventar, conceber”.

A inteligência de conceber define o engenheiro. Fácil perceber que aqueles cujo ofício está associado a inteligência de conceber, dependem umbilicalmente da tecnologia e a multidisciplinaridade.

Nela reunimos várias contribuições de trabalhos em áreas variadas da engenharia e tecnologia. Ligados sobretudo a indústria petroquímica com potencial de impacto nas engenharias. Aos autores dos diversos trabalhos que compõe esta obra, expressamos o nosso agradecimento pela submissão de suas pesquisas junto a Atena Editora. Aos leitores, desejamos que esta obra possa colaborar no constante aprendizado que a profissão nos impõe.

Boa leitura!

João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Rennan Otavio Kanashiro

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DE FLEXÃO DE VIGAS DE CONCRETO SIMPLES

Vinícius Borges de Moura Aquino

Marco Donisete de Campos

DOI 10.22533/at.ed.8922110031

CAPÍTULO 2..... 18

SIMULAÇÃO NUMÉRICA DE FLEXÃO DE VIGAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO ARMADO

Afonso Henrique de Campos Rodrigues

Marco Donisete de Campos

DOI 10.22533/at.ed.8922110032

CAPÍTULO 3..... 34

THE USE OF BABASSU COCONUT FIBERS IN THE PRODUCTION OF CONCRETE

Wilson Alves Oliveira Junior

Maria Elayne Rodrigues Alves

Bruna Leal Melo de Oliveira

João Batista de Oliveira Libório Dourado

Aluska do Nascimento Simões Braga

Valdeci Bosco dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.8922110033

CAPÍTULO 4..... 40

RECICLAGEM DO POLIPROPILENO PARA OBTENÇÃO DO COMPÓSITO POLIMÉRICO REFORÇADO COM PÓ DE OSTRA

Terezinha Jocelen Masson

Rafael dos Santos Lima

DOI 10.22533/at.ed.8922110034

CAPÍTULO 5..... 58

DESMITIFICANDO A RADIOATIVIDADE

Leandro Soares da Silva

Déborah Vitória de Souza Silva

Eduardo Mendonça Pereira Cavalcanti

Kauã Felipe Santiago

José Allan da Silva

DOI 10.22533/at.ed.8922110035

CAPÍTULO 6..... 66

PROPOSTA DE SILO GRANELEIRO TEMPORÁRIO PARA FAZENDAS DA FRONTEIRA AGRÍCOLA DO BRASIL

José Roberto Rasi

Jorge Augusto Serafim

Jonathan Figueiredo Broetto

DOI 10.22533/at.ed.8922110036

CAPÍTULO 7.....84

USO DE METANOL E ETANOL NO DIAGNÓSTICO DE FALHAS TÉRMICAS ENVOLVENDO PAPEL KRAFT ISOLANTE

Helena Maria Wilhelm
Paulo Oliveira Fernandes
Geovana Carolina dos Santos
Maria Letícia Gomes dos Santos
Thatiane Tamyris Kuczera Pereira
Laís Pastre Dill
Daniel da Conceição Aroucha Filho
Marcelo Luiz de Carvalho Ribeiro
Arley de Paula Mar
Pedro José dos Santos Junior

DOI 10.22533/at.ed.8922110037

CAPÍTULO 8.....97

SÍNTESE E AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE UM COMPÓSITO CERÂMICO ZIRCÔNIA E ALUMINA PARA APLICAÇÃO EM PRÓTESE CRANIOMAXILOFACIAL

José Victor Passos Santiago
Viviane Silva Gomide

DOI 10.22533/at.ed.8922110038

CAPÍTULO 9.....108

SUITABILITY OF INTERNAL TANK COATINGS FOR AROMATIC HYDROCARBONS STORAGE

Ulysses Ramos
Aldo Ramos Santos
Joaquim Pereira Quintela
Carlos Rene Klotz Rabello
Cleber Gonçalves Ferreira
Emmanuelle Sá Freitas

DOI 10.22533/at.ed.8922110039

CAPÍTULO 10.....120

DISEÑO DE UN FALDÓN ESTRUCTURAL CIRCULAR DE APOYO PARA UN SILO METÁLICO CON CAPACIDAD DE ALMACENAR 300 M³ DE CLINKER

Luis Orlando Cotaquispe Zevallos

DOI 10.22533/at.ed.89221100310

CAPÍTULO 11.....136

DETERMINAÇÃO DE DESCARGAS DE LODO DE REATORES UASB COM PÓS-TRATAMENTO AERADO ATRAVÉS DA ANÁLISE DE SÓLIDOS SEDIMENTÁVEIS DO EFLUENTE

Jane Mary Targino Moreira
Ruam Magalhães da Silva
Renata Carlos Freire

DOI 10.22533/at.ed.89221100311

CAPÍTULO 12..... 147

AVALIAÇÃO DE ÓLEO VEGETAL ISOLANTE OBTIDO DE UMA NOVA FONTE DE MATÉRIA-PRIMA: AS MICROALGAS

Helena Maria Wilhelm

Giorgi Dal Pont

Claudio Aparecido Galdeano

Eduardo João de Palma

Luiz A. Ravaglia

DOI 10.22533/at.ed.89221100312

CAPÍTULO 13..... 158

ANÁLISE ESTRUTURAL DO COMPORTAMENTO SÍSMICO DE BARRAGENS DE REJEITO

Antonio Nilson Zamunér Filho

Gabriel Gomes Silva

Wellington Andrade da Silva

DOI 10.22533/at.ed.89221100313

CAPÍTULO 14..... 171

ANÁLISE DE TENSÃO E COMPARAÇÃO DE PROCESSO DE FABRICAÇÃO EM ROD END

Jói da Silva Theis

Luiz Carlos Gertz

André Cervieri

Antonio Flavio Aires Rodrigues

Gustavo Pizarro Meneghello

DOI 10.22533/at.ed.89221100314

CAPÍTULO 15..... 179

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE TRATAMENTO TÉRMICO NO DESEMPENHO FOTOCATALÍTICO DE FIBRAS DE TiO₂

Luana Góes Soares da Silva

Annelise Kopp Alves

DOI 10.22533/at.ed.89221100315

CAPÍTULO 16..... 189

EFEITOS DA PIRÓLISE SUAVE EM PELLETS DE *Pinus*

Nathalia Heloisa Dullius

Anderson Rodrigo Heydt

Adriana Ferla de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.89221100316

CAPÍTULO 17..... 197

ESTUDO DE SISTEMAS ISOLANTES DE REFERÊNCIA USADOS NA DETERMINAÇÃO DA CLASSE TÉRMICA DE NOVOS SISTEMAS ISOLANTES SEGUNDO A NORMA IEEE C57.100

Helena Maria Wilhelm

Paulo Oliveira Fernandes

Leandro Gonçalves Feitosa
Geovana Carolina dos Santos
Laís Pastre Dill
Leonardo Galhardo
Richard Marek

DOI 10.22533/at.ed.89221100317

CAPÍTULO 18.....209

**DESENVOLVIMENTO DE MADEIRA PLÁSTICA: COMPÓSITOS HÍBRIDOS
POLIPROPILENO/PÓ DE MADEIRA/FIBRA NATURAL**

Terezinha Jocelen Masson
Leila Figueiredo de Miranda
Antonio Hotêncio Munhoz Junior

DOI 10.22533/at.ed.89221100318

CAPÍTULO 19.....220

**AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE EXTRATO DE LIGNINA OBTIDO A
PARTIR DA HIDRÓLISE ALCALINA DA CASCA DE CAFÉ**

Beatriz Leite
Daniel Vieira Mendes
Matheus de Souza Santos
Thiago Wilker Souza do Carmo
Renata Carolina Zanetti Lofrano
Boutros Sarrouh

DOI 10.22533/at.ed.89221100319

CAPÍTULO 20.....233

**ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL COM PROFESSORES E
ALUNOS, NA ZONA RURAL DO MUNICÍPIO BREU BRANCO-PA**

Beatriz Souza da Silveira
Enayle Maria de Freitas Silva
Marcelo Melo dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.89221100320

CAPÍTULO 21.....245

**O BISCOITO ARTESANAL DE VITÓRIA DA CONQUISTA E O SEU POTENCIAL PARA
REGISTRO COMO UMA INDICAÇÃO GEOGRÁFICA**

Valdir Silva da Conceição
Dayana Ferraz Silva
Angela Machado Rocha
Marcelo Santana Silva

DOI 10.22533/at.ed.89221100321

CAPÍTULO 22.....259

**EXTENSÃO INTERDISCIPLINAR NAS PRÁTICAS DE CUIDADOS – CENOPOESIA E
AQUARELA NA SAÚDE MENTAL**

Midiã Kaddja Nunes de Souza

Maria Aridenise Macena Fontenelle

DOI 10.22533/at.ed.89221100322

SOBRE OS ORGANIZADORES	273
ÍNDICE REMISSIVO.....	274

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE EXTRATO DE LIGNINA OBTIDO A PARTIR DA HIDRÓLISE ALCALINA DA CASCA DE CAFÉ

Data de aceite: 01/03/2021

Data de submissão: 11/01/2021

Beatriz Leite

Campus Alto Paraopeba. Universidade Federal de São João del-Rei
Ouro Branco, MG / Brasil

Daniel Vieira Mendes

Campus Alto Paraopeba. Universidade Federal de São João del-Rei
Ouro Branco, MG / Brasil

Matheus de Souza Santos

Campus Alto Paraopeba. Universidade Federal de São João del-Rei
Ouro Branco, MG / Brasil

Thiago Wilker Souza do Carmo

Campus Alto Paraopeba. Universidade Federal de São João del-Rei
Ouro Branco, MG / Brasil

Renata Carolina Zanetti Lofrano

Campus Alto Paraopeba Universidade Federal de São João del-Rei
Ouro Branco, MG / Brasil

Boutros Sarrouh

Campus Alto Paraopeba Universidade Federal de São João del-Rei
Ouro Branco, MG / Brasil

RESUMO: Diversos resíduos sólidos são gerados do beneficiamento do café, como a casca, polpa e mucilagem. As cascas de café não

possuem nenhuma aplicação em larga escala, contudo em razão da composição química e propriedade organoléptica semelhante as dos grãos, essa matéria-prima tem despertado grande interesse. Assim, sabe-se que estes resíduos são ricos em substâncias fitoquímicas bioativas, como antioxidantes, vitaminas e sais minerais. Sendo assim, este trabalho avaliou-se a atividade antioxidante do extrato alcalino da lignina obtido a partir de casca de café. O mesmo foi caracterizado pela quantificação do conteúdo de moléculas bioativas, como os fenóis totais, flavonoides e taninos. Para a atividade antioxidante foram realizados ensaios *in vitro* utilizando a levedura comercial *Saccharomyces cerevisiae* como modelo adequado para pesquisas de estresse oxidativos por possuir metabolismo semelhante ao de eucariotos superiores (citocromo P450). A partir dos resultados obtidos, concluiu-se que o método de extração do licor da lignina por hidrólise alcalina foi eficiente, pois foi observado a liberação de moléculas bioativas com valores médios de 3408 (± 130) mg de fenóis totais, 615 (± 80) mg de flavonoides e 300 (± 9) mg de taninos em 100 g de casca. Em relação à atividade antioxidante em estirpes de leveduras, determinou-se que utilizando uma concentração do extrato de 5g de casca /L de solução alcalina foi possível manter a integridade celular da levedura estudada em 97%.

PALAVRAS-CHAVE: Biomoléculas, casca de café, lignina, antioxidante, biorrefinaria.

EVALUATION OF THE ANTIOXIDANT ACTIVITY OF LIGNIN EXTRACT OBTAINED FROM THE ALKALINE HYDROLYSIS OF THE COFFEE HUSK

ABSTRACT: Several solid wastes are generated from coffee processing, such as husk, pulp and mucilage. Coffee husks have no large scale application, however due to the chemical composition and organoleptic properties similar to those of beans, this raw material has been of great interest. Thus, these wastes are known to be rich in bioactive phytochemicals such as antioxidants, vitamins and minerals. Thus, this work evaluated the antioxidant activity of alkaline lignin extract obtained from coffee husk. The extract was characterized by the quantification of its content in bioactive molecules, such as total phenols, flavonoids and tannins. For antioxidant activity, in vitro assays were performed using a commercial yeast strain of *Saccharomyces cerevisiae*. This yeast represents an appropriate model for oxidative stress research due to its metabolism similar to that of higher eukaryotes (cytochrome P450). From the results obtained, it was concluded that the method of extraction of lignin liquor by alkaline hydrolysis was efficient, since it was observed the release of bioactive molecules with mean values of 3408 (± 130) mg of total phenols, 615 (± 80) mg of flavonoids and 300 mg (± 9) mg of tannins in 100 g of husk. Regarding to yeasts antioxidant activity assays, it was determined that using a concentration of the extract of 5g of husk / L of alkaline solution it was possible to maintain the cellular integrity of the studied yeast in 97%.

KEYWORDS: Biomolecules, coffee husk, lignin, antioxidant, biorefinery.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de café no mundo, em 2020 foi responsável pela produção correspondente 61,62 milhões de sacas de 60kg, o que representa um aumento de 25% em relação à safra de 2019 (CONAB, 2020). A espécie de café arábica representa mais de 70% da produção brasileira (OIC, 2015). Nesta mesma proporção gera-se grande quantidade de resíduos sólidos, constituído de casca, polpa e mucilagem. Estima-se que 50% do volume total de café beneficiado equivalem à quantidade de casca de café gerada, resultando em um subproduto disponível em larga escala (CAIELLI, 1984). Atualmente, não há nenhuma aplicação em larga escala para a casca de café, embora alguns autores citem seu uso na alimentação animal e adubo orgânico. Este subproduto de baixo custo possui composição química e propriedades organolépticas semelhantes com as dos grãos, apresentando pectina, açúcares fermentáveis, polifenóis e outros. (OIC, 2015; BADOCHA; COSTA; LEÔNIDAS, 2003; VANDERBERGHE *et al.*, 1999).

Do ponto de vista da composição da matéria prima, existem quantidades elevadas de substâncias fitoquímicas bioativas como antioxidantes naturais e/ou outros também de interesse indústrias, como vitaminas, fibras, pigmentos e sais minerais. Portanto, a casca de café pode se tornar uma matriz vegetal promissora para obtenção de fitoquímicos, em especial as moléculas antioxidantes, de aplicação diversificada com designação em setores como indústria farmacêutica e cosmética (ESQUIVEL; JIMÉNEZ, 2012; COSTA *et al.*, 2014, JIMENEZ-ZAMORA *et al.*, 2015).

Em suma, neste trabalho a casca de café foi utilizada como matéria-prima para um processo de hidrólise alcalina, obtendo-se um produto nomeado como licor de cascas e rico em moléculas bioativas (compostos fenólicos) de interesse comercial. Sendo também realizado sua caracterização por meio da quantificação dos fenóis totais, flavonoides e taninos. Subsequentemente de ensaios em células da levedura comercial *Saccharomyces cerevisiae*, como forma de avaliar a atividade antioxidante destes fenóis em organismos complexos.

2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Biorefinarias e resíduos agroindustriais

O conceito de biorrefinaria abrange instalações industriais capazes de integrar processos de conversão de biomassa em biocombustíveis, insumos, materiais, alimentos, ração e energia. Esse tipo de instalação integra diversas rotas de conversão de biomassa, sendo elas bioquímicas, microbianas, químicas e termoquímicas. Tendo como importância o aproveitamento integral da biomassa, agregando valor a cadeia produtiva e redução dos impactos ambientais causados pelo descarte inadequado de resíduos industriais (BESSA; VASCONCELOS, 2012).

Os produtos gerados a partir dos coprodutos e resíduos são os com maior potencial para agregar valor à cadeia produtiva. E podem ser operadas de duas formas: produtos de grande volume e baixo valor agregado (Etanol) e produtos de baixo volume e alto valor agregado (aditivos, moléculas bioativas e outros) (BESSA; VASCONCELOS, 2012). As biomassas usadas nas biorrefinarias são majoritariamente de madeiras provindas de angiospermas e gimnospermas com composição lignocelulósica (SZENGYEL, 2000). Para Furtado (2013), a casca de café é um subproduto normalmente descartado ao ar livre na própria área onde se localizam os secadores e/ou piladores de café e representa um produto passível de exploração e transformação.

2.2 Cascas de café

O café é uma espécie da família das *Rubiaceae* e gênero *Coffea* que possui estrutura morfológica dos frutos composta por: semente (grão de café), endocarpo delgado, mesocarpo aquoso e o exocarpo (também nomeada como casca) (FARAH, 2012; SOUZA *et al.*, 2004). De acordo com Janissen e Huynh (2017), a composição das cascas é semelhante aos grãos de café, tendo diferenças apenas no percentual dos componentes. As cascas possuem basicamente em sua composição carboidratos, celulose, proteínas, lipídeos, minerais e compostos fenólicos, conforme disposto na tabela 1.

Composição	Teor (%)
Carboidratos	57,8
Celulose	43
Hemicelulose	4,3 a 15,37
Ácido clorogênico	12,59
Proteínas	9,2
Lignina	9,3 a 13,56
Taninos	1,31 a 2,97
Cafeína	1,2

Tabela 1: Composição química média da casca do café, em porcentagem (%).

Fonte: Adaptação de Janissen e Huynh, 2017.

São três polímeros que constituem a casca do café: celulose, hemicelulose e lignina. Tanto a celulose e a hemicelulose são polissacarídeos, enquanto a lignina é um polifenol. No vegetal, estes polímeros possuem função na rigidez e integridade da estrutura física pela formação de ligações covalentes e não-covalentes (SCHEUFELE, 2012).

2.3 Compostos fenólicos

Os flavonoides são um grupo que compreende compostos fenólicos presentes em frutas e vegetais e estão na forma de flavonóis, flavonas, flavanonas, catequinas, antocianinas, isoflavonas e chalconas. E os não-flavonoides são os compostos derivados dos ácidos hidroxicinâmico e hidroxibenzoico. A capacidade antioxidante dos não-flavonoides está relacionada com os grupos hidroxilas e proximidade do grupo $-CO_2H$ ao grupo fenil, assim quanto maior a proximidade desses grupos, maior será a capacidade antioxidante. Alguns exemplos são ácido salicílico, gálico, elágico e vanílico (ROLIM *et al.*, 2018; OLIVEIRA *et al.*, 2014).

Os taninos são moléculas fenólicas, responsáveis pela característica de adstringência dos vegetais e subdivididos em dois grupos: taninos hidrolisáveis e taninos condensados. O grupo dos taninos hidrolisáveis abrange aqueles encontrados em dicotiledôneas herbáceas e lenhosas; e taninos condensados em gimnospermas e angiospermas (SANTOS; MELO, 2004). No vegetal, a produção desse fenol está condicionada a índices pluviométricos e fatores edáficos (ARAÚJO, 2008).

Essas moléculas fitoquímicas atuam na manutenção do equilíbrio de radicais livres. Quando há uma tendência a produção de radicais livres, o organismo entra em stress oxidativo que pode ocasionar a oxidação e danificação de lipídeos, proteínas e DNA, inibindo seu funcionamento normal e provocando diversas doenças. Dessa forma, as moléculas antioxidantes são capazes de promover a defesa da célula, incluindo enzimas e

não-enzimas (FERREIRA; ABREU, 2007).

3 | METODOLOGIA

3.1 Hidrólise alcalina

Por meio da determinação do teor de umidade da casca de café, realizou-se o processo de hidrólise alcalina para deslignificação da casca. Posteriormente, pesou-se 5,0 g de cascas secas em balança analítica (Marca: Shimadzu) que foram adicionadas a 50 ml de uma solução de hidróxido de sódio com concentração de 4% m/v, em uma proporção sólido/líquido fixada como 1:10. Essa mistura foi transferida para garrafas autoclaváveis de 1 litro e colocadas em autoclave (Prismatec) a 120°C por 30 minutos. Em seguida, a mistura autoclavada foi conduzida a filtração a vácuo e armazenagem em garrafas âmbar sob refrigeração a 4°C. O produto obtido nessa etapa foi denominado como "licor de cascas" e utilizado para quantificação de fenóis totais, flavonoides e taninos.

3.2 Quantificação dos fenóis totais

Os fenóis totais foram quantificados pelo método de Folin-Ciocalteu (SLINKARD; SINGLETON, 1977). O licor de cascas foi diluído na proporção de 1:500 em balão volumétrico de 250 ml. Preparou-se uma solução de carbonato de sódio com a dissolução de 20 g de carbonato de sódio em 100 ml de água. Depois, adicionou-se 3200 μL diluição do licor de cascas com 200 μL de reagente de Folin-Ciocalteu 2N por 5 minutos e adiciona-se 600 μL da solução de carbonato de sódio. As soluções em triplicatas foram incubadas em temperatura ambiente, na ausência de luz, durante 30 minutos. Após o período de incubação, leram-se as absorbâncias a 760 nm contra o branco (água, reagente Folin-Ciocalteu e carbonato de sódio). As concentrações de fenóis totais foram calculadas por meio de uma curva padrão de ácido gálico, previamente construída.

3.3 Quantificação dos flavonoides

Os flavonoides foram determinados pelo método desenvolvido por Dowd (ARVOUET-GRAND *et al.*, 1994). Para a determinação do conteúdo da amostra foi realizada a diluição de 100 μL de licor de casca de café em 50 ml de água destilada. Subsequentemente, foram misturados 500 μL de uma solução de cloreto de alumínio (AlCl_3) a 2% em metanol com 500 μL do licor de cascas. Após 10 minutos de tempo de reação, a leitura a absorbância foi realizada a 425 nm contra um branco (500 μL de metanol com 500 μL de cloreto de alumínio). Para determinação da massa de flavonoides, adotou-se a curva padrão de quercetina previamente obtida.

3.4 Quantificação dos taninos

O ensaio de quantificação de taninos foi realizado em acordo com o método de Brune e coautores (1991). O volume de 2 ml de licor de cascas é misturado com 8 ml de solução reagente de sulfato férrico de amônio (Solução reagente-FAS). A solução reagente (FAS) consiste em 89% de tampão de uréia:acetato, 10% de solução de goma arábica 1% em água deionizada e 1% de solução de sulfato férrico de amônio 5% em ácido clorídrico 1M. Após o tempo de reação de 15 minutos, leu-se a absorbância com comprimento de onda de 578 nm, tendo os resultados expressos através de uma curva padrão de ácido gálico.

3.5 Avaliação da atividade antioxidante "in vitro"

Para determinação da atividade antioxidante, retirou-se uma alíquota de 2×10^{-6} células/mL, provenientes da fase exponencial de crescimento da levedura *Saccharomyces cerevisiae* na fase exponencial de crescimento e adicionou-se em diferentes concentrações de licor de casca de café e incubadas a 28°C em *shaker* por 72 horas. As concentrações adotadas foram 25 g/L, 5 g/L e 2,5 g/L de licor em meio YEPD completo, constituído de 2% glicose, 1% de extrato de levedura e 2% de peptona. A cada 24 horas, retirou-se 100 µL do crescimento microbiano, diluiu-se em 900 µL de água destilada. A seguir transferiu-se para um microtubo as células diluídas e o corante azul de metileno na proporção 1:10, sendo retirado dessa diluição 10 µL para o preenchimento da câmara de Neubauer.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Compostos fenólicos

A umidade da casca de café foi determinada como de 12% e após a hidrólise alcalina o pH do licor de cascas foi aferido como 14. Esse processo de deslignificação teve o objetivo de liberação dos compostos fenólicos com propriedades antioxidantes presentes na lignina da casca de café. Tendo como resultado, uma solução de coloração escura que foi submetida à quantificação dos fenóis totais, flavonoides e taninos. Os resultados obtidos pela quantificação de fenóis totais estão dispostos na tabela a seguir:

Amostra	Fenóis Totais (mg/L)	Fenóis Totais (%)
Hidrolisado alcalino de casca de café	3408, 77±130	3,41

Tabela 2: Quantidade de fenóis totais contidos no licor de cascas, em mg/L e porcentagem.

Fonte: Autores, 2018.

Os fenóis totais encontrados na casca de café pelo método de Folin-Ciocalteu foram em média 3408 mg/L ou 3408 mg.100 g⁻¹ de cascas. Não foi encontrado nenhum método de extração de fenóis totais baseado na hidrólise alcalina da casca de café. Contudo, foram observados valores superiores por este método do que valores de fenóis encontrados na literatura. Garcia e Bianchi (2015), alcançaram os valores entre 72,88 e 159,50 mg.100⁻¹g pelo método de extração por acetona. Enquanto Andrade (2011) obteve um valor médio de fenóis totais de 2300 mg.100⁻¹g de cascas pelos métodos de Soxhlet, Ultrassom e extração supercrítica (ESC). Em comparação, Baggio e coautores (2007) encontraram valores inferiores de conteúdo fenólicos, 288,64 a 424 mg.100⁻¹g.

Em relação ao teor de flavonoides obtidos pela hidrólise alcalina, foram quantificados pelo método de Dowd, anteriormente descrito. Os valores médios do ensaio estão distribuídos na tabela 3.

Amostras	Flavonoides (mg/L)	Flavonoides (%)
Hidrolisado alcalino de casca de café	615,28±80	0,61

Tabela 3: Quantidade de flavonoides contidos no licor de cascas, em mg/L e porcentagem.

Fonte: Autores, 2018.

Os resultados dos flavonoides encontrados foram em média 615 mg por 100 g de cascas (ou 615 mg/L). Segundo Neves (2016), o conteúdo de flavonoides na casca de café pelo método de extração aquosa está entre 8,47 mg.100⁻¹g a 13,30 mg.100⁻¹g. Enquanto Costa (2012) encontrou os valores de 113,4 a 144,0 mg/L em extrato da pele prata da casca de café pelo método de extração com etanol.

Amostras	Taninos (mg/L)	Taninos (%)
Hidrolisado alcalino de casca de café	300,06±9	0,30

Tabela 4: Quantidade de taninos contidos no licor de cascas, em mg/L e porcentagem.

Fonte: Autores, 2018.

4.2 Crescimento celular

Nesse ensaio foi avaliada a atividade antioxidante do licor de cascas de café utilizando a levedura *Saccharomyces cerevisiae* como modelo biológico. A figura 1 a seguir denota a curva de crescimento ao final do tempo de cultivo.

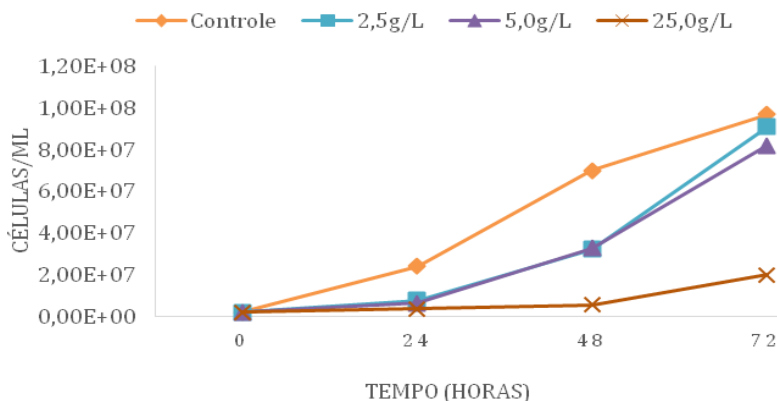


Figura 1: Curvas de crescimento celular submetidas a diferentes concentrações de licor de cascas em g/L no tempo inicial de 0, 24, 48 e 72 horas.

Fonte: Autores, 2018.

É possível observar pelo gráfico que o crescimento celular foi inversamente proporcional ao aumento da concentração do licor de cascas. Assim, demonstrando que o licor em altas concentrações pode inibir o crescimento celular, contudo em concentrações adequadas são promissores como fonte de moléculas antioxidantes. Segundo Ravelani e colaboradores (2010) alguns compostos fenólicos podem exercer inibição no metabolismo de leveduras, afetando tanto na viabilidade celular quanto na reprodução da levedura. Soares (2013) apontou a inibição de leveduras *Saccharomyces cerevisiae* por compostos fenólicos de extratos obtidos pela folha de araticum (*Syzygium cumini*). Essa inibição celular pode ser ocasionada por efeitos na perda da integridade da membrana, tendo como consequência redução da seleção da membrana e assimilação de açúcar (CHANDEL *et al.*, 2012). E Chusnie e Lamb (2005) também afirma que ocorre uma inibição do metabolismo energético. A tabela 5 expressa os efeitos da alta concentração na inibição do metabolismo de leveduras, ou seja, a viabilidade celular.

Concentração do extrato (g de cascas/L)	Viabilidade Celular (%)
0 (controle)	84,0
2,5	92,0
5	97,0
2,5	79,0

Tabela 5: Viabilidade celular de estirpes de *Saccharomyces cerevisiae* submetida a diferentes concentrações de licor de cascas de café em g/L.

Fonte: Autores, 2018.

Em conformidade Alves *et al* (2013), Cushnie e Lamb (2005) atribuíram propriedades antimicrobianas para alguns compostos fenólicos. Apesar da capacidade antimicrobiana conferida aos compostos fenólicos, estudos também apontando resultados contraditórios, pois também demonstram a mesma molécula capacidades de inibição contrárias. Portanto, tais discrepâncias observadas podem explicadas com base na concentração mínima inibitória. Chen e coautores (1990) menciona que estes compostos em dosagem adequada são capazes de doar hidrogênio para os radicais livres promovendo a redução no estresse oxidativo que afeta fortemente na morte celular.

Na figura 2 observa-se que as concentrações de 2,5 g/L e 5 g/L tiveram crescimento celular semelhantes a amostra controle, contudo os valores de viabilidade foram mais elevados. Na amostra acrescida de 5 g/L de licor de cascas verificou-se a viabilidade mais alta no valor de 97%, contudo quando a concentração é aumentada para 25 g/L não é atingido a fase exponencial esperada, isto é, ocorre a inibição do crescimento celular.

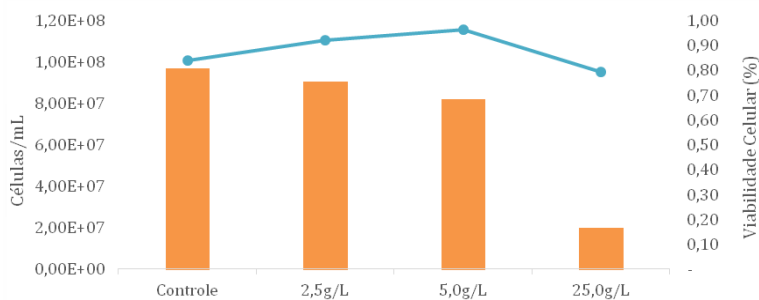


Figura 2: Comparativo entre as escalas de viabilidade celular e o número de células viáveis

Fonte: Autores, 2018.

Halliwell e Gutteridge (2006) citam que os radicais livres podem ocasionar morte celular pela peroxidação dos fosfolipídios pelo radical hidroxil e pela a oxidação de proteínas por glicosilação. Na glicosilação, há danos nos receptores de enzimas, proteínas transportadoras e proteínas responsáveis pela cascata de transdução de sinal. Dalvi (2014) menciona que de modo geral as células possuem certa tolerância aos danos oxidativos gerados pelos radicais, sendo essa tolerância conferida devido ao sistema de defesa antioxidante existente no próprio organismo e também pode haver influências externas de mecanismos não-enzimáticos.

Os mecanismos não enzimáticos sequestram os radicais livres, impedindo a oxidação de proteínas, lipídios e DNA. Sendo também capazes de complexar íons metálicos, inibindo a capacidade destes de participar de reações redox formadoras de radicais livres. Dentre estes mecanismos não-enzimáticos estão os polifenóis, tais como flavonoides e taninos

(DALVI, 2014). Portanto, é possível determinar que quando em quantidades adequadas às moléculas antioxidantes possuem funções importantes na viabilidade celular, conforme a figura 2 anterior.

5 | CONCLUSÃO

A extração de moléculas da casca de café utilizando a hidrólise alcalina demonstrou-se como um método eficaz, uma vez que foi possível obter valores de compostos fenólicos, dentre eles: taninos e flavonoides, superiores aos encontrados na literatura. Nos experimentos realizados com estirpes de *Saccharomyces cerevisiae* demonstraram que as moléculas bioativas possuem efeito positivo na conservação da viabilidade celular. Além disso, observou-se que altas concentrações podem ocasionar a inibição do crescimento celular. De modo geral, as moléculas bioativas possuem um lugar importante em diversas indústrias do segmento de alimentos, fármacos e cosméticos em razão de suas propriedades bastante conhecidas. E a consolidação do conceito de biorefinaria, transforma os resíduos agroindustriais em matrizes adequadas para valorização da cadeia produtiva e obtenção destas moléculas. Consequentemente, a casca de café possui grande potencial de aproveitamento na produção de moléculas antioxidantes oriundas da fração de lignina, agregando maior valor econômico a essa cultura agrícola difundida desde os primórdios do Brasil.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a PIBIC/FAPEMIG/UFSJ pelo apoio perante a realização do presente projeto de pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. J.; FERREIRA, I.C.; FROUFE, H.J.; ABREU, R.M; MARTINS, A; PINTADO, M. Antimicrobial activity of phenolic compounds identified in wild mushrooms, SAR analysis and docking studies. **Journal of Applied Microbiology**, n.115, v.2, p. 346-357, 2013.

ARAÚJO, T. **Taninos e Flavonóides em plantas medicinais da caatinga: Um estudo de etnobotânica quantitativa**. 2008. 71 f. Dissertação (Mestrado em Pós-Graduação em Ciência Farmacêuticas) - Centro de ciência da saúde, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

ARVOUET-GRAND, A.; VENNAT, B.; POURRAT, A.; LEGRET, P. Standardization d'une extrait de propolis et identification des principaux constituents. **Journal de Pharmacie de Belgique**, v.49, p.462-468, 1994.

BADOCHA, T.E.; COSTA, R.S.C.; LEONIDAS, F.C. Casca de café: um importante insumo para agricultura orgânica. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 3., 2003, Porto Seguro-BA. Anais do III Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Porto Seguro, 2003.

BAGGIO, J.; ARAÚJO, F.A.; FILHO, J.M.; FETT, R. Atividade antioxidante e conteúdo de fenólicos totais em cascas de café (*coffea* arábica, L.). **Italian Journal of food Science**, v.19, n.2, p.191-201, 2007.

BESSA, F.; VASCONCELOS, C. Biorrefinarias. **Agroenergia em Revista**, ano III, n. 4, embrapa agroenergia, 2012.

BRUNE, M.; HALLBERG, L.; SKÅNBERG, A.B. Determination of iron-binding phenolic groups in foods. **Journal of Food Science**, v. 56, n.1, p. 128-132, 1991.

CAIELLI, E.L. Uso de palha de café na alimentação de ruminantes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.10, n.119, p.36-38, 1984.

CHANDEL, A.K.; SILVA, S.S.; CARVALHO, W.; SINGH, O.V. Sugarcane bagasse and leaves: foreseeable biomass of biofuel and bio-products. **Journal of Chemical Technology and Biotechnology**, v.87, n.1, p.11-20, 2012.

CHEN, J.Y.; KIRCHNER, G.; AEBI, M.; MARTIN, N.C. Purification and properties of yeast ATP (CTP): tRNA nucleotidyltransferase from wild type and overproducing cells. **Journal of Biol Chem**, n.265, v.27, p.16221-4, 1990.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de café**, v. 6- Safra 2020, n. 3 - Terceiro levantamento, Brasília, p. 1-54, setembro 2020.

COSTA, A.S.G.; ALVES, R.C.; VINHA, A.F.; BARREIRA, S.V.P.; NUNES, M.A.; CUNHA, L.M.; OLIVEIRA, M.B.P. Optimization of antioxidants extraction from coffee silverskin, a roasting by-product, having in view a sustainable process. **Industrial Crops Products**, v.53, p.350-357, 2014.

COSTA, A.S. G. **Pele de prata do café: Desenvolvimento de um método sustentável de extração de compostos bioativos**. Dissertação (Mestrado em Ciências Exatas e Naturais) - Faculdade de Ciência, Universidade do Porto, Portugal, 2012.

CUSHNIE, T.P.T.; LAMB, A.J. Antimicrobial activity of flavonoids. **International Journal of Antimicrobial Agents**, n .26, p. 343-356, 2005.

DALVI, L. T. **Estudo da capacidade antioxidante do polifenol ácido elágico in vitro e em *Saccharomyces cerevisiae* selvagem e deficiente em superóxido dismutase** 1. 2014. 114 f. Tese (Doutorado em Nutrição Humana) - Faculdade de ciência da saúde, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

ESQUIVEL, P; JIMÉNEZ, V.M. Functional Properties of Coffee and Coffee By-Products. **Food Research International**, 46, 488-495, 2012.

FARAH, A. Coffe Constituents. 2012. Disponível em: < https://www.ift.org/~media/Knowledge%20Center/Publications/Books/Samples/IFTPressBook_Coffee_PreviewChapter.pdf>. Acesso em 20 abr. 2018

FERREIRA, I.C.F.R.; ABREU, R.M.V. Stress oxidativo, antioxidante e fitoquímicos. **Bioanálise**, n.2, ano IV, 2007.

FURTADO, N.S. **Uso da palha de café como energia alternativa (Biomassa) nos secadores de café conilon em água Branca** □ ES. 2013. Dissertação (Pós graduação em mudanças climáticas), projetos sustentáveis e mercado de carbono, 12 f, Agua branca, 2013.

GARCÍA, L.; BIANCHI, V. Capacidade antioxidante em resíduos da indústria cafeeira. **Revista Brasileira de Tecnologia dos Alimentos**, v.18, n.4, p.307-313, 2015.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J.M.C. Free Radicals in Biology and Medicine, Ed 4. Clarendon Press, Oxford, 2006.

JANISSEN, B.; HYNH, T. Chemical composition and value-adding applications of coffee industry by products: A review. **Resources conservation & Recycling**, v.128, p.110-117, 2017.

JIMENEZ-ZAMORA, A.; PASTORIZA, S.; HENARES-RUFIÁN, J.A. Revalorization of coffee by-products. Prebiotic, antimicrobial and antioxidant properties. **Food Science Technology**, n, 61, p. 12-18, 2015.

NEVES, J.V. G. **Cascas residuais de café orgânico: Composição química, potencial antioxidante, fatores antinutricionais e aplicação tecnológica**. 2016. 82. Dissertação (Mestrado em Engenharia e ciência de alimentos)- Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, Bahia, 2016.

OIC (ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ). Estatística do comércio, 2015. Disponível em: <http://www.ico.org/pt/trade_statistics.asp?section=Estat%EDstica>. Acesso em 31 dez. 2018

OLIVEIRA, L.L.; CARVALHO, M.V.; MELO, L. Health promoting and sensory properties of phenolic compounds in food. **Food Science and Tecnology**, v.61, 2014.

RAVANELI, G. C. **Qualidade da matéria-prima, microbiota fermentativa e produção de etanol sob ataque de *Mahanarva fimbriolata* em cana-de-açúcar**. 2010. 103 f. Tese (Doutorado em Microbiologia Agropecuária)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010.

ROLIM, P.M.; FIDELIS, G.P.; PADILHA, C.E.A.; SANTOS, E.S.; ROCHA, H.A.O.; MACEDO, G.R. Phenolic profile and antioxidant activity from peels and seeds of melon (*Cucumis melo* L. var. *reticulatus*) and their antiproliferative effect in cancer cells. **Brazilian Journal med Biol res**, v.51, n.4, 2018.

SANTOS, S.C. MELO, J.C.P. 2004. Taninos. In: **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Simões, C.M.O.; Guerra, M.P. et al (orgs) 5ª edição, revisada, ampliada, primeira reimpressão - Porto Alegre/Florianópolis: Editora da UFRGS/Editora da UFSC, 1096p. 2004.

SCHEUFELE, F.B. **Bioconversão de resíduos agroindustriais por micro-organismos do bioama amazônico produtores de enzimas lignocelulolíticas**. Dissertação (Mestrado em desenvolvimento de Processos) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Engenharia e Ciência exatas, Toledo, 2012.

SOARES, J.J. **Avaliação da atividade antioxidante *in vitro* e *in vivo* de extratos preparados a partir das folhas de *Syzygium cumini* (L.) Skeels**. 2013. 82 f. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) - Universidade Federal do Pampa, Uruguaiana, 2013.

SOUZA, F.F.; SANTOS, J.C.; COSTA, J.N.; SANTOS, M.M. **Características das principais variedades de café cultivadas em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 21 p., 2004.

SLINKARD, K.; SINGLETON, V. Total Phenol Analysis: Automation and comparison with manual methods. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 28, p. 49-55, 1977.

SZENGYEL, Z. **Ethanol from wood: Cellulase enzyme production**. 2000. 61 f. Tese (doutorado em Engenharia Química) - Departamento de engenharia química, Lund University, Suécia, 2000.

VANDERBERGHE, L.P.S; PANDEY, A.; LEBEAULT, J.; SOCCOL, C.R. Produção de Ácido Cítrico por *Aspergillus niger* LPB 21 em Fermentação no Estado Sólido com Casca de Café. In: **Seminário Internacional Sobre Biotecnologia na Agroindústria Cafeeira**, 3, 1999, Londrina-PR. Anais IAPAR/UFPR/IRD, Londrina, 1999.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alumina 97, 99, 100, 101, 102, 105, 106, 107

Ansys 3, 17, 18, 120, 132, 135, 176

Armazenagem de grãos 66, 67, 68, 69, 81, 82, 83

B

Barragens de rejeito 158, 159, 164, 169, 170

Biomateriais 97, 98, 99, 106, 107

C

Concreto 1, 2, 3, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 26, 27, 31, 32, 33, 35, 39, 66, 69, 71, 75, 76, 80, 81, 82, 121, 170

Concreto armado 1, 2, 17, 18, 19, 33, 71, 76, 82

D

Descarte de lodo 136, 137, 139

Diseño 120, 121, 123, 124, 125, 128

E

Energia nuclear 58, 61

Ensaio de flexão de três pontos 1, 9, 16

Estabilidade 2, 99, 100, 136, 137, 147, 148, 149, 151, 153, 154, 156, 158, 159, 163, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 192

Estructuras 82, 120, 123, 128

Etanol 84, 85, 87, 89, 94, 95, 212, 222, 226, 231

Extensômetro 171

F

Falhas térmicas 84, 85, 86, 87, 93

Fibra de coco babaçu 35

Flexión 120, 130, 131

Forjamento 172, 174, 178

Frequência de descarga 136, 142

G

Gases de falha 85

M

Metanol 84, 85, 87, 89, 94, 95, 224

Método numérico 2, 18

Microalgas 147, 148, 149, 156

Microfundido 172, 175, 178

O

Óleo isolante 84, 85, 86, 87, 92, 147

P

Pandeo 120, 134, 135

Papel kraft isolante 84, 85, 87, 198

Pó de ostra 40, 42, 44, 45, 46, 47, 49

Polipropileno 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 52, 54, 55, 56, 57, 209, 211, 217, 218, 219

Popularização da ciência 58

Preservação ambiental 40, 42

Propriedades mecânicas 26, 35, 39, 97, 101, 102, 202, 203, 204, 211

Prótese craniomaxilofacial 97

R

Reforço 35, 40, 45, 48, 56, 209, 210, 212, 219

Resistencia à compressão 35

Rigidez 45, 120, 127, 128, 153, 209, 223

Rod end 171, 172, 173, 174, 175, 178

S

Silo horizontal 66, 71, 72, 75, 76

Simulação numérica 1, 18, 19, 23, 31, 32, 33, 171, 176

Sismicidade 158, 159, 162, 167, 170

Sólidos sedimentáveis 136, 138, 139, 141, 145

T

Teatro científico 58, 59

Trabalhabilidade 35

V

Viga cilíndrica 18, 19, 20, 22, 27

Z

Zircônia 97, 100, 101, 102, 105, 107

ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de
Caráter Multidisciplinar

4

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de
Caráter Multidisciplinar

4

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 