

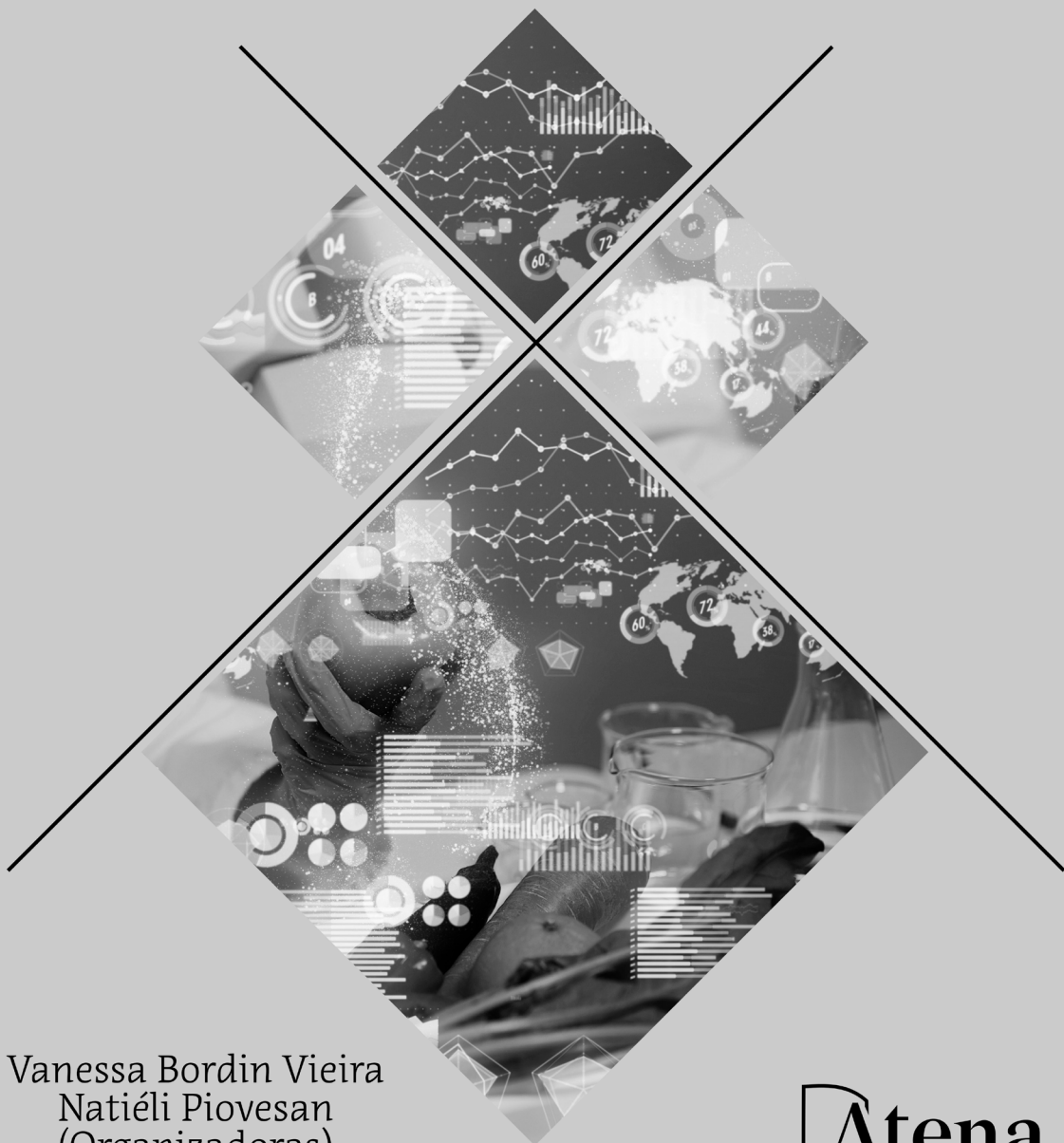
Investigação Científica no Campo da Engenharia e da Tecnologia de Alimentos 3



Vanessa Bordin Vieira
Natiéli Piovesan
(Organizadoras)

Atena
Editora
Ano 2021

Investigação Científica no Campo da Engenharia e da Tecnologia de Alimentos 3



Vanessa Bordin Vieira
Natiéli Piovesan
(Organizadoras)

Atena
Editora
Ano 2021

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
Profª Drª Cristina Gaió – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
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. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Gírlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª 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
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson 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
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª 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. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá
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
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri
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
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lúvia 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
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª 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
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Investigação científica no campo da engenharia e da tecnologia de alimentos 3

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Luiza Alves Batista
Correção: Maiara Ferreira
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadoras: Vanessa Bordin Viera
Natiéli Piovesan

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

I62 Investigação científica no campo da engenharia e da tecnologia de alimentos 3 / Organizadoras Vanessa Bordin Viera, Natiéli Piovesan. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5983-088-6
DOI 10.22533/at.ed.886210521

1. Tecnologia de Alimentos. I. Viera, Vanessa Bordin (Organizadora). II. Piovesan, Natiéli (Organizadora). III. Título.
CDD 644

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

O *e-book* “Investigação Científica no Campo da Engenharia e da Tecnologia de Alimentos 2”, está dividido em 2 volumes que totalizam 48 artigos científicos, os quais englobam temáticas relacionadas a Ciência e Tecnologia de Alimentos e Engenharia de Alimentos. Os artigos abordam assuntos atuais na área de alimentos, ampliando o conhecimento da comunidade científica.

Desejamos uma boa leitura!

Vanessa Bordin Viera

Natiéli Piovesan

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA APPCC NUMA SORVETERIA DA BAIXADA SANTISTA

Rafael Martins Gomes
Antonio Enésio de Sousa
Felipe Alencar Machado
Thifany Souza Campos
Vitoria Reis Bottura

DOI 10.22533/at.ed.8862105211

CAPÍTULO 2..... 9

ANÁLISE SOCIOECONÔMICA DO CONSUMIDOR DE PESCADO DO MUNICÍPIO DE TURIAÇU, LITORAL OCIDENTAL DO MARANHÃO

Ivana Correia Costa
Malena Correia Costa
Daniele Pereira
Mariene Amorim de Oliveira
Aline de Jesus Lustosa Nogueira
Ellen Fernanda Monteiro Copes
Josyanne Araújo Neves

DOI 10.22533/at.ed.8862105212

CAPÍTULO 3..... 19

APLICABILIDADE DA BACTERIOLOGIA CONVENCIONAL E BIOLOGIA MOLECULAR PARA PESQUISA DE *Listeria monocytogenes* EM LEITE UAT

Polyana de Faria Cardoso
Fábio Antônio Colombo
Maria Clara Freitas de Assis
Lívia do Nascimento Santana
Sandra Maria Oliveira Morais Veiga

DOI 10.22533/at.ed.8862105213

CAPÍTULO 4..... 34

AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE ADAPTATIVA DE *ESCHERICHIA COLI* ENTEROHEMORRÁGICA AO ÓLEO ESSENCIAL DE ORÉGANO

Michelle Carlota Gonçalves
Juliana Junqueira Pinelli
Tenille Ribeiro de Souza
Jorge Pamplona Pagnossa
Mônica Aparecida da Silva
Anderson Henrique Venâncio
Clara Mariana Gonçalves Lima
Bruna Azevedo Balduino
Nelma Ferreira de Paula Vicente
Roberta Hilsdorf Piccoli

DOI 10.22533/at.ed.8862105214

CAPÍTULO 5.....42

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO GESTOR NAS COMPETÊNCIAS GERENCIAIS EM UMA UNIDADE DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO

Maria Rosa Figueiredo Nascimento

Alexandra Marins Hatschek

Beatriz de Lopes

Katia Cansanção Correa de Oliveira

Vânia Madeira Policarpo

DOI 10.22533/at.ed.8862105215

CAPÍTULO 6.....52

COALICIONES DE POLÍTICAS PÚBLICAS PARA EL DESARROLLO LOCAL: LA INNOVACIÓN SOCIAL EN LOS PROGRAMAS DE ADQUISICIÓN DE ALIMENTOS – PAA Y PNAE

Rosinele da Silva de Oliveira

José Daniel Gómez López

Mário Vasconcellos Sobrinho

DOI 10.22533/at.ed.8862105216

CAPÍTULO 7.....74

COMPARAÇÃO DA COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE PASTAS COMERCIAIS CONTENDO MATÉRIAS-PRIMAS OLEAGINOSAS COM AS INFORMAÇÕES DA ROTULAGEM NUTRICIONAL

Cecília Cassimiro Pereira

Milena de Oliveira Dutra

Maria Luiza Tonetto Silva

Gustavo Puppi Simão

Samuel Milanez

Maria Manuela Camino Feltes

DOI 10.22533/at.ed.8862105217

CAPÍTULO 8.....84

COMPARAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE, COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E ANTOCIANINAS TOTAIS DE CULTIVARES HÍBRIDAS DE UVAS *SWEET SAPPHIRE*, *SWEET SURPRISE* E *SWEET JUBILEE*

Marta Angela de Almeida Sousa Cruz

Gabriela de Freitas Laiber Pascoal

Lauriza Silva dos Santos

Larissa Gabrielly Barbosa Lima

Maria Eduarda de Souza Jacintho

Anderson Junger Teodoro

DOI 10.22533/at.ed.8862105218

CAPÍTULO 9.....95

CONDIÇÕES HIGIÊNICO-SANITÁRIAS DE AÇOUGUES ASSOCIADAS À QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA CARNE *IN NATURA*

Erica Lorena Batista da Silva

Teresa Emanuelle Pinheiro Gurgel

Carolina de Gouveia Mendes da Escossia Pinheiro

Joice Teixeira Souza

Kewen Santiago da Silva Luz

DOI 10.22533/at.ed.8862105219

CAPÍTULO 10..... 110

CONTAGEM DE *CLOSTRIDIUM PERFRINGENS*, DE *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* E DETECÇÃO DE *SALMONELLA* SPP. EM CARNE MECANICAMENTE SEPARADA

Andressa Barella de Freitas

Creciana Maria Endres

Andreia Paula Dal Castel

Maristela Schleicher Silveira

Jaqueline Lidorio de Mattia

Elizandro Prudence Nickele

DOI 10.22533/at.ed.88621052110

CAPÍTULO 11..... 117

CONSTRUÇÃO DE UM PROTÓTIPO E SIMULAÇÃO DE DIAGRAMA DE FASES 3D PARA SUBSTÂNCIAS PURAS

Dhayna Oliveira Sobral

Lina María Grajales

DOI 10.22533/at.ed.88621052111

CAPÍTULO 12..... 127

FICHA TÉCNICA DE PREPARO (FTP): UMA FERRAMENTA DE PADRONIZAÇÃO PARA NOVOS PRODUTOS À BASE DE PESCADO

Kátia Alessandra Mendes da Silva

Daniele Regis Pires

Amanda Lima Albuquerque Jamas

Elizete Amorim

Gesilene Mendonça de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.88621052112

CAPÍTULO 13..... 133

FILMES BIOPOLIMÉRICOS COMO SUPORTE PARA NANOPARTICULAS DE PRATA: ESTUDO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA

Taís Port Hartz

Karina Rodrigues de Fraga

Carla Weber Scheeren

DOI 10.22533/at.ed.88621052113

CAPÍTULO 14..... 138

HIDRÓLISE DO FARELO DE SEMENTE DE JACA PARA PRODUÇÃO DE β -CICLODEXTRINAS POR *Bacillus* sp. SM-02

Kayo Santiago Farias Novais

Adriana Bispo Pimentel

Weclis Renan Koelher Braga

Marcia Luciana Cazetta

Elizama Aguiar-Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.88621052114

CAPÍTULO 15..... 153

IMOBILIZAÇÃO E CINÉTICA DA INVERTASE DE *Saccharomyces cerevisiae* EM AGAROSE

Ricardo Peraça Toralles

Marcela Vega Ferreira

Walter Augusto Ruiz

DOI 10.22533/at.ed.88621052115

CAPÍTULO 16..... 160

IRRIGADOR SOLAR: UMA ANÁLISE DO SEU DESEMPENHO SEGUNDO UMA DISTRIBUIÇÃO GAUSSIANA

Lelis Araújo de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.88621052116

CAPÍTULO 17..... 173

ISOLAMENTO DE MICRORGANISMOS DE INTERESSE BIOTECNOLÓGICO A PARTIR DE RESÍDUOS PROVENIENTES DO SISTEMA DIGESTIVO DO PEIXE CURIMBATÁ

Samille Henriques Pereira

Renata Carolina Zanetti Lofrano

Boutros Sarrouh

DOI 10.22533/at.ed.88621052117

CAPÍTULO 18..... 185

LEVANTAMENTO DA INCIDÊNCIA DE DOENÇAS NA CULTURA DO AÇAÍ (*Euterpe oleracea*.) NA COMUNIDADE DA VILA DE PACAJÁ E GUAJARÁ NO MUNICÍPIO DE CAMETÁ /PA

André de Carvalho Gomes

Brenda Suelli Alves Gomes

David Pantoja Ribeiro

Lucas Rodrigues Pereira

Maxlene Rocha da Costa

Meirevalda do Socorro Ferreira Redig

Rafael Coelho Ribeiro

Elessandra Laura Nogueira Lopes

Antônia Benedita da Silva Bronze

Omar Machado de Vasconcelos

Marcos Augusto de Souza Gonçalves

Harleson Sidney Almeida Monteiro

Viviandra Manuelle Monteiro de Castro Trindade

Sinara de Nazaré Santana Brito

DOI 10.22533/at.ed.88621052118

CAPÍTULO 19..... 194

NANOPARTÍCULAS ESTERIFICADAS DE FÉCULA DE MANDIOCA

Francy Magdalena Zambrano Sarmiento Cónsole

Pamela Prodocimo Fonseca
Manuel Salvador Vicente Plata-Oviedo
Deusmaque Carneiro Ferreira
DOI 10.22533/at.ed.88621052119

CAPÍTULO 20.....200

PATULINA E OS PROBLEMAS NA INDÚSTRIA DA MAÇÃ: UMA VISÃO GERAL

Ingrid Duarte dos Santos
Rosana Colussi
Roger Wagner
Ionara Regina Pizzutti
Rosselei Caiel da Silva
Bruna Klein
Stephanie Reis Ribeiro
Marlos Eduardo Zorzella Fontana

DOI 10.22533/at.ed.88621052120

CAPÍTULO 21.....214

PESQUISA DE MERCADO: EMBALAGEM DE ALIMENTOS FEITA A PARTIR DA FLOR DA BANANA E FIBRA DE COCO, REVESTIDA COM CERA DE ABELHA E ÓLEO ESSENCIAL DE ALECRIM E ORÉGANO

Sarah da Costa Santos
Daniel Saraiva Lopes
Júlio da Silveira Ornellas
Christyane Bisi Tonini
Fabrício Barros Gonçalves

DOI 10.22533/at.ed.88621052121

CAPÍTULO 22.....219

ANÁLISE REOLÓGICA DO AZEITE DE BOCAIUVA (*Acrocomia aculeata*) E DO AZEITE DE OLIVA EXTRA VIRGEM

Thomas Ken Konishi
Maycon Roberto da Silva
Sueli Marie Ohata

DOI 10.22533/at.ed.88621052122

CAPÍTULO 23.....234

SAÚDE HUMANA: É CORRETO HAVER FISCALIZAÇÃO PARA *Salmonella* spp. E NÃO HAVER PARA *Campylobacter* spp.?

Caroline Stéfani Plank
Tháís Biasuz

DOI 10.22533/at.ed.88621052123

CAPÍTULO 24.....243

SIMULAÇÃO DO FRACIONAMENTO DE SUBPRODUTO DO REFINO DO ÓLEO DE SOJA

Elinéia Castro Costa
Nélio Teixeira Machado
Marilena Emmi Araujo

DOI 10.22533/at.ed.88621052124

SOBRE AS ORGANIZADORAS.....	255
ÍNDICE REMISSIVO.....	256

HIDRÓLISE DO FARELO DE SEMENTE DE JACA PARA PRODUÇÃO DE β -CICLODEXTRINAS POR *Bacillus* sp. SM-02

Data de aceite: 03/05/2021

Kayo Santiago Farias Novais

Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas (DCET), Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus, Bahia, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6370940360424918>

Adriana Bispo Pimentel

Departamento de Ciências Biológicas (DCB), Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus, Bahia, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7246866330149159>

Weclis Renan Koelher Braga

Programa de Pós-Graduação em Biologia e Biotecnologia de Microrganismos (PPGBBM), Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus, Bahia, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5811883567379368>

Marcia Luciana Cazetta

Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas (CETEC), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas, BA
<http://lattes.cnpq.br/2876196501975554>

Elizama Aguiar-Oliveira

Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas (DCET), Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus, Bahia, Brasil
<https://orcid.org/0000-0001-7700-6724>

RESUMO: As sementes de jaca são um resíduo agroindustrial rico em amido e as β -ciclodextrinas (β -CD) são compostos encapsulantes que

podem ser produzidos a partir de amido. Neste trabalho, foram definidas as melhores condições de hidrólise termo-enzimática do farelo de semente de jaca (FSJ) como: 56,5 g/L (FSJ por volume), 15 min de autoclavagem, 78,17 U/g de amiloglicosidase (por FSJ), 74 °C e 40 min. Sob estas condições foi possível obter um meio hidrolisado (FSJh) contendo 1,55 mol/L de açúcares redutores (AR) que foi então empregado na composição do meio de cultivo de *Bacillus* sp. SM-02 nas condições de 35 °C por 96 h. A melhor produtividade de β -CD [0,896 μ mol/(L.h)] foi obtida no meio contendo 31,04 mmol/L de AR. Assim, é possível observar que o FSJh pode ser aplicado para a produção por fermentação submersa de β -CD.

PALAVRAS-CHAVE: Amiloglicosidase, *Bacillus*, ciclomaltodextrina glicanotransferase, planejamento experimental.

HYDROLYSIS OF JACKFRUIT SEED FOR PRODUCTION OF β -CYCLODEXTRINS BY *Bacillus* sp. SM-02

ABSTRACT: Jackfruit seeds are an agro-industrial residue rich in starch and β -cyclodextrins (β -CD) are encapsulating compounds that can be produced from starch. In this work, the best conditions for thermo-enzymatic hydrolysis of jackfruit seed bran (FSJ) were defined as: 56.5 g/L (FSJ by volume), 15 min autoclaving, 78.17 U/g of amyloglucosidase (per gram of FSJ), 74 °C and 40 min. Under these conditions it was possible to obtain a hydrolyzed medium (FSJh) containing 1.55 mol/L of reducing sugars (AR) that was then used in the composition of the culture medium of

Bacillus sp. SM-02 under the conditions of 35 °C for 96 h. The best productivity of β -CD [0.896 $\mu\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{h})$] was obtained in the medium containing 31.04 mmol/L of AR. Thus, it is possible to observe that FSJh can be applied for production by submerged fermentation of β -CD.

KEYWORDS: Amyloglucosidase, *Bacillus*, cyclomaltodextrin glucoamylase, experimental design.

1 | INTRODUÇÃO

A jaqueira (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) é uma planta originária da Ásia cujo fruto, a jaca, é muito apreciado e difundido no Norte e Nordeste do Brasil (Falcão et al., 2001; Sousa et al., 2020). A polpa que recobre suas sementes é muito consumida devido ao seu sabor peculiar, no entanto, as sementes também podem ser consumidas (assadas ou cozidas) em algumas localidades, mas geralmente, elas são descartadas como resíduos. Por serem ricas em amido, proteína e fibras, as sementes de jaca têm sido cada vez mais investigadas e propostas para alimentação humana (Feitosa et al., 2017; Leite et al., 2019; Santos et al., 2012; Waghmare et al., 2019). A composição de amido nas sementes foi relatada, por exemplo, por Santos et al. (2013) para duas variedades de jaca obtidas na região sudoeste da Bahia como em torno de 30 % (p/p), sendo que as sementes corresponderam a 12-13 % dos frutos. Devido às propriedades diferenciais do amido das sementes de jaca (Madruga et al., 2014; Santos et al., 2009; Rodrigues et al., 2020; Zhang et al., 2021) em relação aos amidos mais tradicionais, ele também tem sido proposto para diferentes aplicações tecnológicas como: alimentos, embalagens e recobrimentos, fermentação, etc. (Zhang et al., 2021).

Uma destas aplicações é a obtenção de ciclodextrinas (CD) por ação da enzima ciclomaltodextrina glicanotransferase (CGTase) sobre o amido e compostos amiláceos. As CDs naturais são moléculas orgânicas formadas por seis (α -CD), sete (β -CD) e oito (γ -CD) unidades glicopiranosídicas ligadas na posição α -1,4, sendo que as β -CD são as mais aplicadas na indústria (Kurkov & Loftsson, 2013; Saokham & Loftsson, 2017). Devido à sua versatilidade, características químicas e sua estrutura cônica, as CDs podem armazenar outras substâncias em seu interior e assim são excelentes encapsulantes para as áreas de alimentos e/ou farmacêuticos (Astray et al., 2009; Hu et al., 2021; Tiwari, Tiwari & Rai, 2010). As CGTases podem ser produzidas por diferentes microrganismos, especialmente bacilos cultivados em meios contendo amido solúvel e outros tipos de amido como o de mandioca (Coelho et al., 2016; Ibrahim et al., 2011; Moriwaki et al., 2009).

A proposta de se empregar as sementes de jaca como fonte de amido para obtenção de β -CD já vem sendo investigada. Em estudo prévio em nosso grupo de pesquisa, foi possível obter β -CD a partir do farelo de semente de jaca (sem pré-tratamento) por ação direta de uma CGTase comercial (Silva Jr. et al., 2019). Adicionalmente, outro estudo do grupo de pesquisa (dados ainda não publicados) empregou o amido extraído das sementes de jaca na composição de meio de cultivo para obtenção de β -CD e CGTase. Assim, de forma

a se investigar mais possibilidades de aplicação das sementes de jaca para a produção de β -CD este presente trabalho se propôs a investigar o pré-tratamento por hidrólise térmica e enzimática do farelo da semente de jaca para ser empregado na composição do meio de cultivo de *Bacillus* sp. SM-02, uma cepa produtora de CGTase, previamente isolada por Coelho et al. (2016).

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Preparo do farelo de semente de jaca (FSJ)

Conforme realizado por Silva Jr. et al. (2019), frutos da jaqueira (*Artocarpus intergrifolia* L.) em bom estado de maturação foram obtidos na região de Ilhéus (Bahia); os frutos foram abertos e as sementes separadas manualmente. Estas sementes foram trituradas em um moinho de faca (Macro/Willye - NL - 226 - 03) e peneiradas (70 Mesh) sendo em seguida secas em estufa (Tholh – 501) a 105 °C até peso constante. O farelo assim obtido foi denominado FSJ.

2.2 Hidrólise térmica e enzimática do FSJ

A hidrólise de 5 g do FSJ em Erlenmeyer de 250 mL foi realizada de acordo com as etapas descritas de forma geral a seguir – sendo que as condições específicas para V , t_1 , AMG, T e t_2 são apresentadas no tópico 2.3:

a) a etapa térmica foi conduzida com diferentes volumes de tampão acetato (50 mM / pH 5,0) (V , mL) e com autoclavagem (121 °C) por diferentes tempos (t_1 , min), os frascos foram resfriados à temperatura condizente com a etapa enzimática seguinte;

b) a etapa enzimática foi realizada com a adição de diferentes cargas da enzima amiloglicosidase (AMG, U) a partir da solução comercial AMG® 300L doada pela empresa Novozymes (Araucária, Paraná), a reação ocorreu em diferentes temperaturas (T , °C) e tempos (t_2 , min);

c) por fim, o meio foi submetido a choque térmico com ebulição por 5 min e banho de gelo por mais 5 min para inativação da AMG. O conteúdo foi então centrifugado (5.000 *g*/ 10 min) e filtrado a vácuo em papel de filtro comum; o sobrenadante clarificado coletado foi identificado como farelo de semente de jaca hidrolisado (FSJh) e foi utilizado para determinar o conteúdo de açúcares redutores (AR , μ mol/mL).

2.3 Estudo das condições de hidrólise do FSJ

As condições de hidrólise foram analisadas por meio da metodologia de planejamento experimental (Rodrigues & lemma, 2014) com o auxílio do software estatístico Protimiza Experimental Design¹. Inicialmente, foram investigadas as variáveis independentes (fatores) com níveis variando – com base em Cuccolo et al. (2009) e Moriwaki et al. (2009)

1. Protimiza Experimental Design – disponível em: <https://experimental-design.protimiza.com.br/> último acesso em 08 de fevereiro de 2021.

– entre: $V_1 = 95 - 135$ mL, $t_1 = 15 - 25$ min, $AMG = 390,85 - 781,70$ U, $T = 40 - 60$ °C e $t_2 = 40 - 240$ min. Para tanto, foi aplicada uma matriz do tipo fatorial fracionado (FF) 2^{5-1} com 16 ensaios em diferentes combinações entre si e 3 repetições do ponto central, totalizando 19 ensaios. A resposta analisada foi *AR* e, com os valores obtidos, foi realizada a Análise de Efeitos com 95 % de confiabilidade. Em seguida, sendo possível fixar os valores de $t_1 = 15$ min, $AMG = 390,85$ U (correspondente a 1 mL de solução enzimática) e $t_2 = 40$ min, foram selecionados novos níveis para os fatores: $V_1 = 82 - 93$ mL e $T = 50 - 70$ °C e foi realizada uma matriz do tipo Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR) 2^2 , com 4 ensaios em diferentes combinações, 4 pontos axiais e triplicatas dos pontos centrais, totalizando 11 ensaios. A resposta *AR* foi utilizada para a Análise dos Coeficientes (com 80 % de confiabilidade) e a Análise de Variância - ANOVA (com 95 % de confiabilidade) para obtenção do modelo matemático que permitisse a obtenção da Superfície de Resposta e Curva de Contorno.

2.4 Determinação dos açúcares redutores (*AR*) e atividade de *AMG*

A concentração de açúcares redutores expressos em glicose (*AR*) liberados no meio em função da hidrólise do FSJ foi realizada por meio da metodologia do ácido 3,5-dinitrosalicílico (DNS) conforme descrito em Vasconcelos, Pinto e Aragão (2013). A reação ocorreu com a adição de 0,5 mL da amostra e 0,5 mL do reagente de DNS e incubação a 100 °C por 15 min seguido de 5 min em banho de gelo; adicionou-se 4 mL de água destilada e foi feita a leitura da absorbância a 540 nm. A condição branco foi realizada substituindo a amostra por água destilada e a curva padrão foi obtida com glicose variando de 0,56 a 5,56 $\mu\text{mol/mL}$. O cálculo de *AR* ($\mu\text{mol/mL}$ ou mmol/L) foi feito de acordo com a Equação 1 empregando o valor da leitura de absorbância da amostra (*A*, abs), a inclinação da curva padrão [$k = 9,54 \mu\text{mol}/(\text{mL}\cdot\text{abs})$], o fator de diluição da reação ($f_{dns} = 10$) e o fator de diluição da amostra (f_a) quando necessário.

$$AR \left(\frac{\text{mmol}}{L} \right) = (abs) \cdot (k) \cdot (f_{dns}) \cdot (f_a) \quad (01)$$

A atividade de amiloglicosidase (*AMG*) foi determinada com base em Warren et al. (2015) com adaptações, sendo empregados 0,5 mL da solução comercial e 1,5 mL de uma solução de amido solúvel (10 g/L) em tampão acetato de sódio (50 Mm / pH 5,0) com incubação a 40 °C / 10 min; em seguida, procedeu-se a determinação de *AR* como descrito acima. Uma unidade de atividade (U) foi determinada como a quantidade de enzima necessária para liberar 1 $\mu\text{mol/mL}$ de açúcar redutor por minuto; para o cálculo, multiplicou-se o valor de *AR* obtido (Eq. 01) pelo fator de diluição da reação enzimática ($f_{enz} = 4$) e, quando necessário, pelo fator de diluição da amostra. A condição branco equivalerá a substituição da amostra por água destilada. A solução comercial utilizada apresentou atividade de 390,85 U/mL e este valor foi empregado para o cálculo da carga enzimática a ser empregada na hidrólise (*AMG*, U).

2.5 *Bacillus* sp. SM-02: manutenção e inóculo

A cepa *Bacillus* sp. SM-02 foi proveniente do Laboratório de Bioquímica do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB, Cruz das Almas, BA); a conservação foi feita a $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ em glicerol a 20 % (p/v), sua ativação e manutenção (meio sólido) e cultivo (meio líquido) foram realizados conforme descrito por Nakamura e Horikoshi (1989). A composição do meio base foi de: 10 g/L de amido solúvel, 10 g/L de Na_2CO_3 , 5 g/L de peptona, 5 g/L de extrato de levedura, 1,0 g/L de K_2HPO_4 , 0,2 g/L de $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ e pH 10 (sendo: esterilização separada do Na_2CO_3 e adição de 15 g/L de ágar para obtenção do meio sólido); as condições de incubação foram de: $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ / 72 h (TECNAL TE-391). Para obtenção do inóculo, o microrganismo foi cultivado em meio sólido e as células foram raspadas da superfície com 5 mL de solução salina (NaCl, 0,85 % p/v) estéril. O volume coletado de solução concentrada de células foi diluído com solução salina estéril até se obter a leitura de absorbância (600 nm) de 0,100 (BEL SPECTROPHOTOMETRER 2000Uv), o que equivale a aproximadamente $3 \cdot 10^7$ células totais por mL de solução concentrada (determinado em câmara de Neubauer). Após a diluição apropriada, este inóculo foi empregado nas fermentações numa proporção de 0,10 mL para cada 100 mL de meio (Coelho et al., 2016).

2.6 Produção de β -CD por *Bacillus* sp. SM-02

As fermentações foram realizadas em frascos Erlenmeyers de 500 mL com um volume total de 100 mL de meio inoculado; a partir da composição do meio base de cultivo a composição do amido solúvel foi substituída por FSJh nas composições de: 1,5, 2,0 e 2,5 % (v/v). O FSJh empregado apresentou um valor de *AR* de 1.551,95 mmol/L e foi obtido de acordo com as melhores condições definidas para a hidrólise (para 5 g de FSJ: $V_1 = 87,5$ mL, $t_1 = 15$ min, *AMG* = 390,85 U, $T = 74\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $t_2 = 40$ min). A incubação ocorreu por 96 h a $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ e 150 rpm (SP-222, SP LABOR); amostras foram coletadas a cada 24 h sendo determinados: β -CD e CGTase.

2.7 Determinação da β -CD e atividade de CGTase

A concentração de β -CD ($\mu\text{mol/L}$) e a atividade da ciclomaltodextrina glicanotransferase (CGTase, U/mL) foram determinadas por espectrofotometria, com base na reação de complexação entre β -CD e fenoltaleína (PHE) conforme aplicado por Silva Jr. et al. (2019) e baseado em Tardioli et al. (2006) e Moriwaki et al. (2009); amido e fenoltaleína foram doados pela empresa Cristália (São Paulo, SP). Para determinação da β -CD, a reação foi realizada com 0,5 mL de amostra e 2,5 mL de solução PHE que foi preparada a $60\ \mu\text{mol/L}$ em volumes iguais de etanol a 95 % (v/v) e solução tampão carbonato-bicarbonato de sódio ($0,12\ \text{mol/L}$ / pH 10,5); a absorbância da reação (A_r) foi lida a 550 nm e uma condição branco foi feita com água ao invés da amostra e sua absorbância também foi determinada (A_b). O valor da concentração de β -CD (βCD , $\mu\text{mol/L}$) foi determinado de

acordo com a Equação 2, sendo necessários ainda os valores da concentração de PHE dentro da cubeta ($c = 50 \mu\text{mol/L}$) e o fator de diluição da reação ($f_r = 6$); o fator de diluição da amostra (f_a) foi usado apenas quando necessário. A curva padrão foi preparada com concentrações de β -CD de 0 a $100 \mu\text{mol/L}$ e foi analisada com o software Calc, pertencente a suíte de escritório LibreOffice, para determinação do valor da constante de equilíbrio termodinâmico ($K_{\beta CD} = 16.878,68 \text{ L}/\mu\text{mol}$).

$$\beta CD \left(\frac{\mu\text{mol}}{\text{L}} \right) = (f_r) \cdot (c) \cdot \left[1 - \left(\frac{A_r}{A_o} \right) \right] \cdot \left\{ 1 + \left[\frac{(A_o)}{(K_{\beta CD}) \cdot (c) \cdot (A_r)} \right] \right\} \cdot (f_a) \quad (02)$$

Para a reação enzimática e determinação da CGTase definiu-se que uma unidade de atividade enzimática (U) corresponde à quantidade de enzima necessária para liberar $1 \mu\text{mol}$ de β -CD por minuto de reação. A reação consistiu da adição de $0,50 \text{ mL}$ da amostra em $0,50 \text{ mL}$ de solução $0,1 \text{ g/mL}$ de amido solúvel em tampão Tris-HCl (pH 8 / 10 mmol/L e CaCl_2 5 mmol/L) com incubação ocorreu em banho termostatizado (TECNAL, TE-0541) a $50 \text{ }^\circ\text{C}$ e a cada 5 min foram coletadas amostras até completar 30 min ; a reação foi interrompida com 5 min em ebulição e 5 min em banho de gelo. Cada amostra coletada teve determinado seu valor de βCD e os valores obtidos foram plotados de forma a se obter a inclinação (k , $\mu\text{mol/L}\cdot\text{min}$) da linearização obtida. Este valor foi utilizado no cálculo do valor da atividade (CGTase, U/mL) conforme a Equação 3 que considera o fator de diluição da reação enzimática ($f_r = 2$) e, quando necessário, o fator de diluição (f_a) da amostra.

$$CGTase \left(\frac{\text{U}}{\text{mL}} \right) = (10^{-3}) \cdot (k) \cdot (f_r) \cdot (f_a) \quad (03)$$

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Determinação das melhores condições de hidrólise do FSJ

As concentrações de açúcares redutores (AR , mmol/L) obtidas na primeira etapa do estudo das condições de hidrólise do farelo de semente de jaca (FSJ) revelaram que os ensaios 9, 11 e 13 (Tab. 1) resultaram em valores de AR acima de 500 mmol/L e os pontos centrais apresentaram um valor médio de $436,54 \pm 8,97 \text{ mmol/L}$. A análise da curvatura não indicou os pontos centrais como estatisticamente significativos em relação ao valor médio de todos os experimentos (Tab. 2). Só se mostraram estatisticamente significativos os fatores: volume de tampão (V_r) e temperatura de reação enzimática (T), sendo que o aumento de V_r apresentou efeito negativo sobre AR e o efeito inverso foi observado para T (Tab. 2).

Ensaio	Fatores					Resposta
	V_1 (mL)	t_1 (min)	AMG (U)	T (°C)	t_2 (min)	AR (mmol/L)
1	-1 (95)	-1 (15)	-1 (390,85)	-1 (40)	+1 (240)	431,12
2	+1 (135)	-1 (15)	-1 (390,85)	-1 (40)	-1 (40)	257,07
3	-1 (95)	+1 (25)	-1 (390,85)	-1 (40)	-1 (40)	433,76
4	+1 (135)	+1 (25)	-1 (390,85)	-1 (40)	+1 (240)	196,94
5	-1 (90)	-1 (15)	+1 (781,70)	-1 (40)	-1 (40)	410,15
6	+1 (135)	-1 (15)	+1 (781,70)	-1 (40)	+1 (240)	393,14
7	-1 (90)	+1 (25)	+1 (781,70)	-1 (40)	+1 (240)	257,59
8	+1 (135)	+1 (25)	+1 (781,70)	-1 (40)	-1 (40)	291,35
9	-1 (90)	-1 (15)	-1 (390,85)	+1 (60)	-1 (240)	639,19
10	+1 (135)	-1 (15)	-1 (390,85)	+1 (60)	+1 (240)	296,10
11	-1 (90)	+1 (25)	-1 (390,85)	+1 (60)	+1 (240)	518,01
12	+1 (135)	+1 (25)	-1 (390,85)	+1 (60)	-1 (40)	283,92
13	-1 (90)	-1 (15)	+1 (781,70)	+1 (60)	+1 (240)	507,02
14	+1 (135)	-1 (15)	+1 (781,70)	+1 (60)	-1 (40)	296,58
15	-1 (90)	+1 (25)	+1 (781,70)	+1 (60)	-1 (40)	527,33
16	+1 (135)	+1 (25)	+1 (781,70)	+1 (60)	+1 (240)	408,92
17	0 (115)	0 (20)	0 (586,27)	0 (50)	0 (140)	446,89
18	0 (115)	0 (20)	0 (586,27)	0 (50)	0 (140)	431,60
19	0 (115)	0 (20)	0 (586,27)	0 (50)	0 (140)	431,12

Tabela 1. Matriz codificada FF 2⁵⁻¹ para a hidrólise termo-enzimática de 5 g de farelo de semente de jaca com os fatores: volume de tampão (V_1 , mL), tempo de autoclavagem (t_1 , min), carga de amiloglicosidase (AMG, U), temperatura (T, °C) e tempo (t_2 , min) de reação enzimática. Os valores reais de cada fator são representados em parênteses. A resposta analisada foi a concentração de açúcares redutores expressos em glicose (AR, mmol/L).

Fator	Efeito	Erro Padrão	t	p
Média	384,26	19,44	19,77	< 0,001 *
Curvatura	104,55	97,84	1,07	0,3063
V_1 (mL)	-162,52	38,88	-4,18	0,0013 *
t_1 (min)	-39,07	38,88	-1,00	0,3348
AMG (U)	4,50	38,88	0,12	0,9098
T (°C)	100,74	38,88	2,59	0,0236 *
t_2 (min)	-16,31	38,88	-0,42	0,6822

* fator estatisticamente significativos com 95 % de confiabilidade (p -valor < 0.05)

Tabela 2. Análise de Efeitos dos fatores: volume de tampão (V_1 , mL), tempo de autoclavagem (t_1 , min), carga de amiloglicosidase (AMG, U), temperatura (T, °C) e tempo (t_2 , min) de reação enzimática sobre a resposta concentração de açúcares redutores expressos em glicose (AR, mmol/L) provenientes da matriz FF 2⁵⁻¹.

Com base nos resultados obtidos, foi possível definir valores fixos para alguns dos fatores visto que estes não foram estatisticamente significativos. Para t_1 , AMG e t_2 foram selecionados seus menores níveis de forma a se tornar o processo mais rápido e com menor custo. Já os fatores V_1 e T foram selecionados para a nova etapa do estudo com novos níveis; para V_1 os valores foram reduzidos para abaixo do mínimo investigado na matriz FF 2^{5-1} devido ao seu efeito negativo e em relação a T o novo maior nível foi definido 10 °C acima do aplicado nesta etapa.

Em seguida, os valores de AR obtidos na segunda etapa de estudo das condições de hidrólise (Tab. 3) e os valores de AR obtidos (Tab. 3) foram maiores que os valores máximos obtidos na primeira etapa (Tab. 1); os ensaios 20, 22, 27 e os pontos centrais (28, 29 e 30), por exemplo, apresentaram $AR > 1.200$ mmol/L (Tab. 3) sendo a média dos pontos centrais de $1.369,33 \pm 138,24$ mmol/L.

Ensaio	Fatores		Resposta
	V_1 (mL)	T (°C)	AR (mmol/L)
20	-1 (82,00)	-1 (50,0)	1.252,25
21	+1 (93,00)	-1 (50,0)	580,31
22	-1 (82,00)	+1 (70,0)	1.319,42
23	+1 (93,00)	+1 (70,0)	950,64
24	-1,41 (79,76)	0 (60,0)	649,03
25	+1,41 (95,26)	0 (60,0)	666,21
26	0 (87,50)	-1,41 (45,9)	788,00
27	0 (87,50)	+1,41 (74,1)	1.551,95
28	0 (87,50)	0 (60,0)	1.210,25
29	0 (87,50)	0 (60,0)	1.460,32
30	0 (87,50)	0 (60,0)	1.437,41

Tabela 3. Matriz codificada DCCR 2^2 para a hidrólise de 5 g de farelo de semente de jaca, com os fatores: volume de tampão (V_1 , mL) e temperatura da hidrólise enzimática (T , °C) e a resposta açúcares redutores (AR , mmol/L). Os valores reais de cada fator são representados entre parênteses.

Alguns termos puderam ser removidos do modelo quadrático (Tab. 4) e optou-se por manter o termo linear V_1 considerando um intervalo de confiabilidade menor (80 % de confiabilidade) pois isso resultou num aumento no valor de R^2 de 0,6652 para 0,7639. Após a remoção dos termos não significativos, o modelo codificado reduzido (Eq. 4) foi considerado estatisticamente significativo ($p < 0,05$) sendo que a Falta de Ajuste não foi estatisticamente significativa porém os valores de R^2 e R^2_{adj} se apresentaram abaixo do ideal (> 90%) (Tab. 5).

$$AR \left(\frac{\text{mmol}}{\text{L}} \right) = 1.301,83 - 127,05 \cdot (V_1) - 306,80 \cdot (V_1)^2 + 189,74 \cdot (T) \quad (04)$$

O modelo (Eq. 04) foi então empregado na obtenção da curva de contorno (Fig. 1.a) cuja análise revelou uma região de respostas máximas (porém não otimizada dentro da faixa experimental investigada); o ponto de máximo fornecido pelo modelo (primeira derivada igual a zero) indicou a condição codificada de $V_1 = + 0,207$ e valores codificados crescentes de T . Considerando o ensaio 27 (Tab. 3) realizado com os valores codificados semelhantes ($V_1 = 0$ e $T = +1,41$) ao indicado pelo modelo e que se encontra dentro da região de respostas máximas (Fig. 1.a), escolheu-se esse ensaio como melhor condição para a hidrólise. Infelizmente, devido a limitações na disponibilidade da solução de amiloglucosidase no momento da análise, não foi possível repetir o ensaio 27 em triplicata, mesmo assim, ao compararmos o valor de AR deste ensaio (1.551,95 mmol/L) com o valor teórico fornecido pelo modelo (1.491,57 mmol/L), observa-se um desvio positivo de 4,05 %. Esta concentração de AR obtida com o ensaio 27 pode ainda ser expressa em função dos sólidos empregados (FSJ = 5 g) como: 27,47 mmol/g. Se considerarmos ainda o valor médio dos pontos centrais – que foram realizados em triplicata (Tab. 3) – e o compararmos com o valor predito pelo modelo para esta condição ($AR = 1.301,93$ mmol/L) observamos um desvio positivo de 5,19 %. Estes desvios podem ser explicados, em parte, pelos valores baixos de R^2 e R^2_{adj} (Tab. 5) e portanto, indicam que o modelo ajustado (Eq. 04) deve ser analisado com cautela, como pode ser observado na relação entre valores teóricos e experimentais (Fig. 1.b).

Fator	Coef.	Erro Padrão	<i>t</i>	<i>p</i>
Média	1369,33	130,82	10,47	0,0001 *
(<i>V</i>₁)	-127,05	80,11	-1,59	0,1736 *
(<i>V</i>₁)²	-327,89	95,35	-3,44	0,0185 *
(<i>T</i>)	189,74	80,11	2,37	0,0641 *
(<i>T</i>)²	-71,71	95,35	-0,75	0,4859
(<i>V</i>₁)-(<i>T</i>)	75,79	113,29	0,67	0,5331

* coeficientes estatisticamente significativos com 80 % de confiabilidade (p -valor < 0.20)

Tabela 4. Análise dos Coeficientes do modelo codificado reduzido para os fatores: volume de tampão (V_1 , mL) e temperatura da hidrólise enzimática (T , °C) e a resposta açúcares redutores (AR , mmol/L) provenientes da matriz DCCR 2^o.

Fonte	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	F	p
Regressão	998999,1	3	332999,7	7,55	0,0134 *
Resíduos	308707	7	44101		
Falta de Ajuste	270486,5	5	54097,3	2,83	0,2814
Erro Puro	38220,51	2	19110,26		
Total	1307706	10			
R²	0,7639				
R²_{adj}	0,5667				

* termo estatisticamente significativos com 95 % de confiabilidade (p -valor < 0.05)

Tabela 5. Análise da Variância os Coeficientes do modelo reduzido codificado com os fatores: volume de tampão (V_1 , mL) e temperatura da hidrólise enzimática (T , °C) e a resposta açúcares redutores (AR , mmol/L).

Dessa forma, as melhores condições sugeridas para a hidrólise do farelo de semente de jaca (FSJ) foram definidas, para 5 g de FSJ, com a etapa térmica realizada com 87,50 mL de tampão acetato de sódio (50 mM / pH 5) e 15 min de autoclavagem; após o resfriamento a etapa enzimática deve ser realizada com 390,85 U de amiloglicosidase e reação a 74 °C por 30 min. Considerando que, nas condições dos experimentos, foi adicionado um volume de solução de AMG de 1 mL, a proporção de sólidos (FSJ) por volume total de hidrólise empregada equivale a 56,50 g/L e a carga de AMG por sólidos (FSJ) foi de 78,17 U/g.

A hidrólise de diferentes resíduos tem sido relatada na literatura e muitas tecnologias com diferentes graus de complexidade tem sido investigadas. Por comparação, pode-se citar a hidrólise enzimática da semente de jaca com um extrato bruto multienzimático (produzido por *Penicillium roqueforti* ATCC 101110 cultivado em resíduo de cajá) que resultou numa produtividade de AR de 6,26 mg/(g.h) empregando uma proporção de sólidos e volume de hidrólise menor (40,7 g/L) (Marques & Aguiar-Oliveira, 2020). As sementes de jaca também já foram investigadas por Nair et al. (2016) para sacarificação (hidrólise) e fermentação simultâneas por *Streptococcus equinus* para produção de ácido láctico mas não foram relatados os teores de AR obtidos.

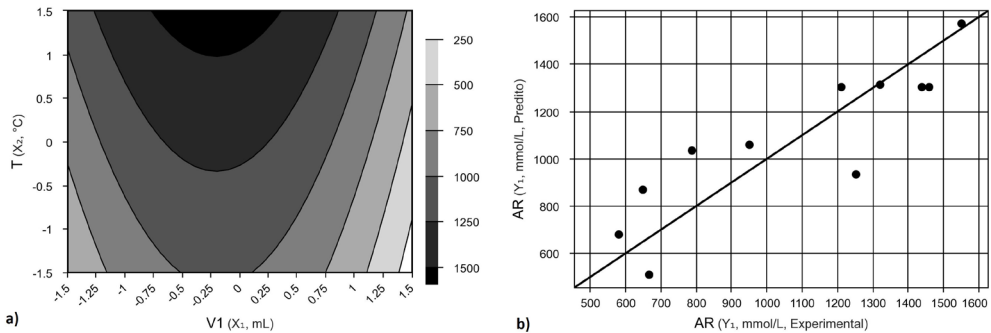


Figura 1. **a)** Curva de Contorno obtida para a interação dos fatores codificados de volume de tampão (V_1 , mL) e temperatura para hidrólise enzimática (T , °C) sobre a resposta açúcares redutores (AR , $\mu\text{mol/mL}$) e **b)** relação entre valores experimentais e preditos pelo modelo.

3.2 Produção de β -CD e CGTase a partir do FSJh

O farelo de semente de jaca hidrolisado (FSJh) foi então aplicado na composição do meio de cultivo de *Bacillus* sp. SM-02 de forma a se obter β -CD e, conseqüentemente, CGTases; a Tabela 6 apresenta os valores obtidos. De acordo com os resultados, é possível identificar o bom potencial do FSJh para a obtenção de β -CD, especialmente ao empregar 2 % (v/v) de FSJh e um tempo de fermentação de com 96 h que resultou em 86,0 $\mu\text{mol/L}$ de β -CD [produtividade equivalente de 0,896 $\mu\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{h})$]. Considerando a concentração AR presente no FSJh empregado, esta condição a 2 % (v/v) representa uma concentração de AR por volume de meio de cultivo de 31,04 mmol/L. Como consequência da maior concentração de β -CD, nestas mesmas condições foi determinada a maior atividade de CGTase (8,1 U/mL).

FSJh (%, v/v)	β -CDs ($\mu\text{mol/L}$)			
	24 h	48 h	72 h	96 h
1,5	19,00	38,30	45,20	67,11
2,0	18,40	38,15	43,75	86,00
2,5	11,84	38,44	43,61	78,30
FSJh (%, v/v)	CGTase (U/mL)			
	24 h	48 h	72 h	96 h
1,5	0,48	4,07	5,57	6,72
2,0	0,58	3,46	5,05	8,10
2,5	1,04	4,84	5,15	7,70

Tabela 6. Concentração de β -CD ($\mu\text{mol/L}$) e atividade de CGTase (U/mL) obtidos durante o cultivo de *Bacillus* sp. SM-02 em meio contendo diferentes composições (% , v/v) de farelo de semente de jaca hidrolisado (FSJ-h).

A produção de β -CD por ação direta de uma CGTase comercial (13,4 U) sobre 10 g de FSJ (sem pré-tratamento) realizada por Silva Jr. et al. (2019) apresentou uma produtividade maior de β -CD [52,10 $\mu\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{h}\cdot\text{g})$] porém há que se considerar que se tratava de um processo enzimático e não de uma fermentação submersa como a realizada neste trabalho. De acordo com Szerman et al. (2007), a CGTase de *B. circulans* DF 9R não foi capaz de atuar sobre amido cru e assim eles propuseram uma etapa prévia de liquefação do amido (70 °C por 15 min) e observaram um aumento na produção de β -CD, chegando a cerca de 9 g/L; de acordo com estes pesquisadores, os pré-tratamentos podem auxiliar a melhorar o desempenho da CGTase e obtenção de β -CD. No trabalho de Moriwaki et al. (2009) a maior atividade obtida de CGTase foi de 0,114 U/mL ao cultivar *B. firmus* cepa 7B por 5 dias em meio contendo amido solúvel e peptona de pulmão. Já o cultivo de *B. clausii* E16 em meio contendo polvilho doce por Cucoclo et al. (2006) resultou na produção de 1,8 U/mL após 48 h de cultivo

4 | CONCLUSÕES

Neste trabalho, foi possível investigar as melhores condições para hidrólise termo-enzimática do FSJ de forma a se obter boas composições de açúcares redutores (ARs) e assim, pode-se contribuir para a proposta de uso das sementes de jaca, que são resíduos agroindustriais ainda subutilizados, mesmo sendo ricos em amido. Esta proposta de pré-tratamento do farelo de semente de jaca (FSJ) mostrou-se vantajosa não apenas pelos ARs obtidos mas também pela possibilidade de empregá-los na composição do meio de cultivo de *Bacillus* sp. SM-02 (e também de outras cepas) visando a produção de β -CD e CGTase que também são dois bioprodutos com relevante importância industrial.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos pelo apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e pelo apoio experimental dos Laboratórios de Biotransformação e Biocatálise Orgânica (LABIOCAT) e de Microbiologia Aplicada (LABMA), ambos localizados na Universidade Estadual de Santa Cruz.

REFERÊNCIAS

Astray, G.; Gonzalez-Barreiro, C.; Mejuto, J.C.; Rial-Otero, R.; Simal-Gándara, J. A review on the use of cyclodextrins in foods. **Food Hydrocolloids**, v. 23, l. 7, p. 1631-1640, 2009. doi:10.1016/j.foodhyd.2009.01.001.

Coelho, S. L. A.; Magalhães, V. C.; Marbach, P. A. S.; Cazetta, M. L. A new alkalophilic isolate of *Bacillus* as a producer of cyclodextrin glycosyltransferase using cassava flour. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 47, n. 1, p. 120-128, 2009. doi:10.1016/j.bjm.2015.11.018.

Cuccolo, G. R.; Alves-Prado, H. F.; Gomes, E.; Silva, R. Otimização da Produção de CGTase de *Bacillus* sp Subgrupo *alcalophilus* E16 em Polvilho Doce em Fermentação Submersa. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 9, n. 3, p. 201-208, 2006.

Falcão, M. A.; Clement, C. R.; Gomes, J. B. M.; Chávez Flores, W. B.; Santiago, F. F.; Freitas, V. P. Fenologia e produtividade da fruta-pão (*Artocarpus altilis*) e da Jaca (*A. heterophyllus*) na Amazônia Central. **Acta Amazônica**, v. 31, n. 2, p. 179-191, 2001. doi:10.1590/1809-43922001312191.

Feitosa, R. M.; Queiroz, A. J. M.; Figueirêdo, R. M. F.; Melo, J. C. S. Avaliação físico-química e sensorial de amêndoas de jaca cozida. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 15, n. 1, p. 83-89, 2017. doi:10.5327/rcaa.v15i1.2200.

Hu, Y.; Qiu, C.; Qin, Y.; Xu, X.; Fan, L.; Wang, J.; Jin, Z. Cyclodextrin–phytochemical inclusion complexes: Promising food materials with targeted nutrition and functionality. **Trends in Food Science & Technology**, v. 109, p. 398-412, 2021. doi:10.1016/j.tifs.2020.12.023.

Ibrahim, A. S. S.; El-Tayeb, M. A.; Elbadawi, Y. B.; Al-Salamah, A. A. Effects of substrates and reaction conditions on production of cyclodextrins using cyclodextrin glucanotransferase from newly isolated *Bacillus agaradhaerens* KSU-A11. **Electronic Journal of Biotechnology**, v. 14, n. 5, p. 4, 2011. doi:10.2225/vol14-issue5-fulltext-4.

Kurkov, S.; Loftsson, T. Cyclodextrins. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 453, l. 1, p. 167-180, 2013. doi:10.1016/j.ijpharm.2012.06.055.

Leite, D. D. F.; Queiroz, A. J. M.; Figueirêdo, R. M. F.; Lima, L. S. L. Mathematical drying kinetics modeling of jackfruit seeds (*Artocarpus heterophyllus* Lam.). **Revista Ciência Agronômica**, v. 50, n. 3, p. 361-369, 2019. doi:10.5935/1806-6690.20190043.

Madruga, M. S.; Albuquerque, F. S. M.; Silva, I. R. A.; Amaral, D. S.; Magnani, M.; Queiroga Neto, V. Chemical, morphological and functional properties of Brazilian jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.) seeds starch. **Food Chemistry**, v. 143, p. 440-445, 2014. doi:10.1016/j.foodchem.2013.08.003.

Marques, G. L.; Aguiar-Oliveira, E. Yellow mombin and jackfruit seeds residues applied in the production of reducing sugars by a crude multi-enzymatic extract produced by *Penicillium roqueforti* ATCC 101110. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 100, l. 8, p. 3428–3434, 2020. doi:10.1002/jsfa.10377.

Moriwaki, C.; Mazzer, C.; Pazzetto, R.; Matioli, G. Produção, purificação e aumento da performance de ciclodextrina glicosiltransferases para produção de ciclodextrinas. **Química Nova**, v. 32, n. 9, p. 2360-2366; 2009. doi:10.1590/S0100-40422009000900024.

Nair, N. R.; Nampoothiri, K. M.; Banarjee, R.; Reddy, G. Simultaneous saccharification and fermentation (SSF) of jackfruit seed powder (JFSP) to l-lactic acid and to polylactide polymer. **Bioresource Technology**, v. 213, p. 283-288, 2016. doi:10.1016/j.biortech.2016.03.020.

Nakamura, N.; Horikoshi, K. Purification and properties of neutral-cyclodextrin glycosyl-transferase of an alkalophilic *Bacillus* sp. **Agricultural and Biological Chemistry**, v. 40, l. 9, p. 1785-1791, 1976. doi:10.1080/00021369.1976.10862309.

Rodrigues, A. A. M.; Santos, L. F.; Costa, R. R.; Félix, D. T.; Nascimento, J. H. B.; Lima, M. A. C. Characterization of starch from different non-traditional sources and its application as coating in 'Palmer' mango fruit. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 44, e011220, 2020. doi:10.1590/1413-7054202044011220.

Rodrigues, M. I.; Iemma, F. A. **Planejamento de experimentos e otimização de processos**. 3ª ed. Campinas: Carità, 2014.

Santos, L. S.; Bonomo, R. C. F.; Fontan, R. C. I.; Santos, W. O.; Silva, A. A. L. Gelatinization temperature and acid resistance of jackfruit seed starch. **CyTA – Journal of Food**, v. 7, I. 1, p. 1-5, 2013. doi:10.1080/11358120902850461.

Santos, D. B.; Machado, M. S.; Araújo, A. F.; Cardoso, R. L.; Tavares, J. T. Q. Desenvolvimento e pão francês com a adição de farinha de caroço de jaca (*Artocarpus intergrifolia* L.). **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, p. 598, 2012.

Santos, L. S.; Bonomo, R. C. F.; Fontan, R. C. I.; Santos, W. O.; Silva, A. A. L. Gelatinization temperature and acid resistance of jackfruit seed starch. **CyTA - Journal of Food**, v. 7, I. 1, p. 1-5, 2009. doi:10.1080/11358120902850461.

Saokham, P.; Loftsson, T. γ -Cyclodextrin. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 516, I. 1–2, p. 278-292, 2017. doi:10.1016/j.ijpharm.2016.10.062.

Szerman, N.; Schroh, I.; Rossi, A. L.; Rosso, A. M.; Krymkiewicz, N.; Ferrarotti, S. A. Cyclodextrin production by cyclodextrin glycosyltransferase from *Bacillus circulans* DF 9R. **Bioresource Technology**, v. 98, I. 15, p. 2886-2891, 2007. doi: 10.1016/j.biortech.2006.09.056.

Silva Jr., B. L.; Marques, G. J.; Reis, N. S.; Maldonado, R. R.; Santos, R. L. S. R.; Aguiar-Oliveira, E. Enzymatic production of β -cyclodextrin from jackfruit seeds (*Artocarpus intergrifolia* L.). **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, v. 36, n. 4, p. 1393-1402, 2019. doi:10.1590/0104-6632.20190364s20180343.

Sousa, A. P. M.; Macedo, A. D. B.; Silva, A. P. F.; Costa, J. D.; Dantas, D. L.; Apolinário, M. O.; Santana, R. A. C.; Campos, A. R. N. Enriquecimento proteico dos resíduos da jaca por fermentação semissólida. **Brazilian Applied Science Review**, v. 4, n. 3, p. 987-997, 2020. doi:10.34115/basrv4n3-019.

Tardioli, P. W.; Zanin, G. M.; Moraes, F. F. Characterization of thermoanaerobacter cyclomaltodextrin glucanotransferase immobilized on glyoxyl-agarose. **Enzyme and Microbial Technology**, v. 39, I. 6, p. 1270-1278, 2006. doi:10.1016/j.enzmictec.2006.03.011.

Tiwari, G.; Tiwari, R.; Rai, A. K. Cyclodextrins in delivery systems: Applications. **Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences**, v. 2, I. 2, p. 72–79, 2010. doi:10.4103/0975-7406.67003.

Vasconcelos, N. M.; Pinto, G. A. S.; Aragão, F. A. S. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento nº 88: Determinação de açúcares redutores pelo ácido 3,5-Dinitrosalicílico**. Fortaleza: EMBRAPA Agroindústria Tropical, 2013.

Zhang, Y.; Li, B.; Xu, F.; He, S.; Zhang, Y.; Sun, L.; Zhu, K.; Li, S.; Wu, G.; Tan, L. Jackfruit starch: Composition, structure, functional properties, modifications and applications. **Trends in Food Science & Technology**, v. 107, p. 268-283, 2021. doi:10.1016/j.tifs.2020.10.041.

Waghmare, R.; Memon, N.; Gat, Y.; Gandhi, S.; Kumar, V.; Panghal, A. Jackfruit seed: an accompaniment to functional foods. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, e2018207, 2019. doi:10.1590/1981-6723.20718.

Warren, F. J.; Zhang, B.; Waltzer, G.; Gidley, M. J.; Dhital, S. The interplay of α -amylase and amyloglucosidase activities on the digestion of starch in in vitro enzymic systems. **Carbohydrate Polymers**, v. 117, p. 192–200, 2015. doi: 10.1016/j.carbpol.2014.09.043.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alimento(s) 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 29, 31, 32, 33, 34, 36, 39, 42, 43, 47, 48, 49, 51, 52, 57, 59, 60, 63, 64, 70, 74, 75, 76, 78, 80, 81, 82, 84, 92, 95, 96, 100, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 110, 111, 112, 115, 116, 118, 124, 126, 127, 128, 129, 132, 133, 134, 137, 139, 153, 159, 191, 194, 198, 200, 201, 202, 203, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 213, 214, 216, 218, 220, 231, 232, 236, 237, 238, 239, 240, 242, 253, 255

Amiloglucosidase 138, 140, 141, 144, 146, 147

Antioxidante 84, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 94

APPCC 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Atividade Antimicrobiana 133, 134, 136, 137

B

Bacillus 138, 139, 140, 142, 148, 149, 150, 151

Biologia Molecular 19, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 84, 180

C

Carga de Suporte 153

Carne Bovina 95, 97, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 237

Carne Mecanicamente Separada 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116

Castanhas 75, 81

Checklist 95, 96, 97, 98, 99, 101

Ciclomaltoextrina Glicanotransferase 138, 139, 142

Coliformes 95, 97, 98, 99, 100, 101, 106, 107

Conscientização 42, 216

Consumo 1, 3, 7, 10, 11, 14, 17, 18, 48, 58, 59, 74, 75, 76, 79, 81, 82, 85, 92, 96, 110, 114, 128, 131, 170, 173, 174, 206, 207, 209, 215, 218, 236, 237

COVID-19 74, 75, 81, 82

F

Filmes Biopoliméricos 133, 134, 135, 136, 137

Frango 95, 97, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 115, 116, 236, 238, 240

G

Gestão 2, 7, 8, 42, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 107, 132, 208

I

Inquéritos 10

Instrução Normativa 4 110

Invertase 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159

L

Laboratório 36, 97, 127, 133, 142, 153, 207, 243

Leite UAT 19, 22, 32

Líquido lônico 133, 134

Listeria 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 40, 41, 113

M

Mapa 2, 3, 4, 6, 108, 110, 111, 191, 202

Microbiologia 19, 22, 27, 32, 34, 36, 108, 112, 116, 149, 183

Motivação 42, 43, 51

N

Nanopartículas de Ag 133, 135

Nozes 75, 81, 82

P

Pasta Vegetal 75

Patógeno Alimentar 35

Peixe 17, 127, 130, 131, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 181, 182

Percepção Social 10

Planejamento Experimental 138, 140

Plantas Condimentares 35

Q

Questionários 9, 10, 12, 13

R

Rotulagem Nutricional 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 83

S

Saccharomyces cerevisiae 153, 154, 159

Salmonella 29, 31, 32, 33, 41, 95, 96, 97, 98, 100, 101, 107, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 180, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242

Segurança 1, 8, 18, 82

Segurança Alimentar 18, 35, 36, 47, 48, 82, 96, 115, 201, 203, 209

T

Tecnologia 9, 42, 51, 74, 92, 115, 116, 127, 128, 132, 153, 159, 160, 172, 194, 198, 200, 208, 231, 232, 243, 244, 255

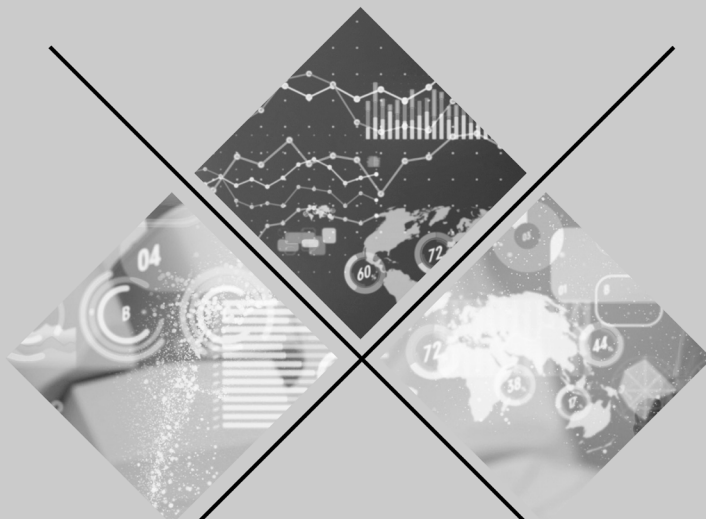
U





Uva Híbrida 84, 88, 89

V

Vitis vinífera 92





Investigação Científica no Campo da Engenharia e da Tecnologia de Alimentos 3



-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Investigação Científica no Campo da Engenharia e da Tecnologia de Alimentos 3



-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br