

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

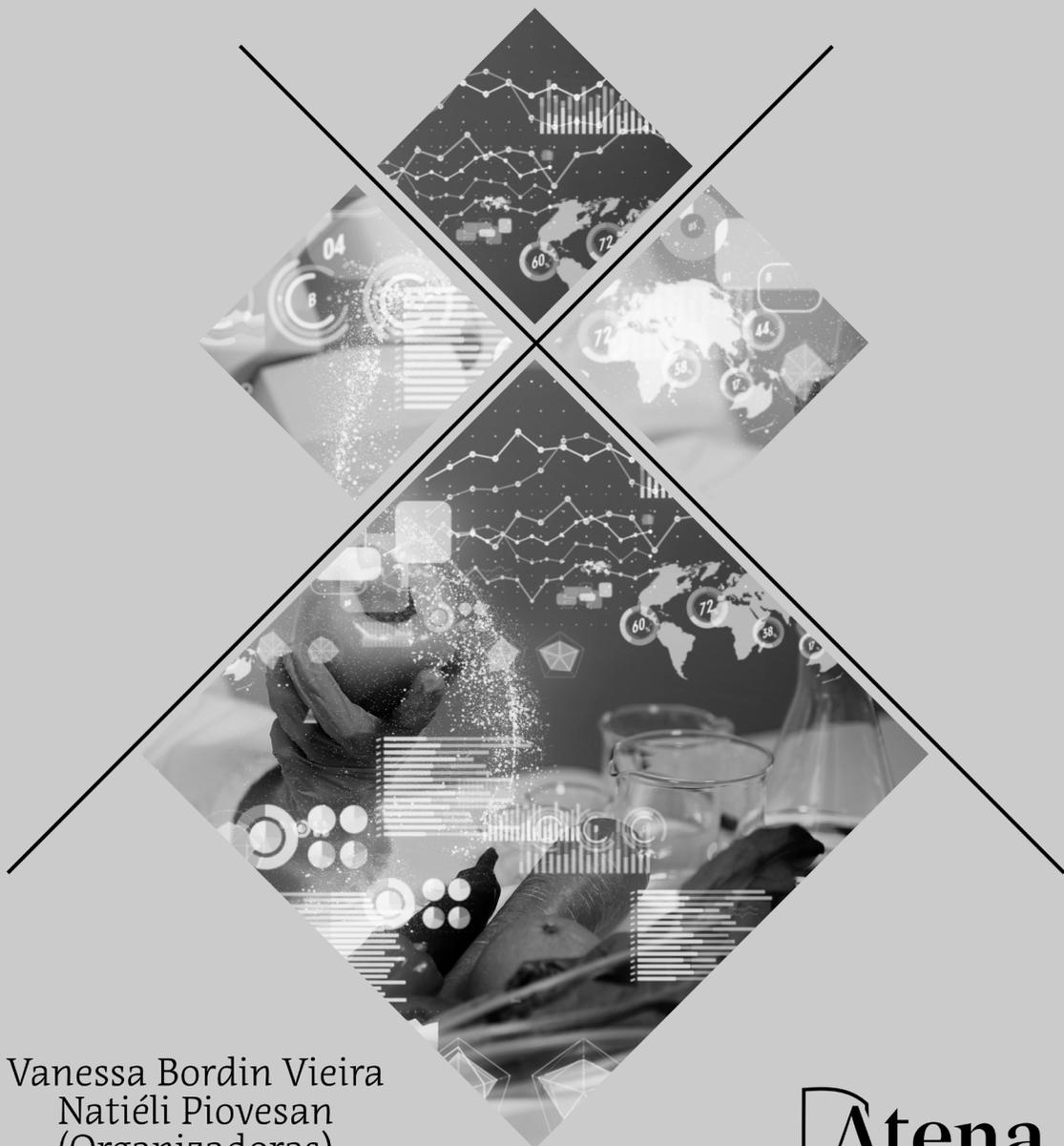


Vanessa Bordin Vieira
Natiéli Piovesan
(Organizadoras)

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 Cremonesi

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 Nickelle

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

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

Data de aceite: 03/05/2021

Data de submissão: 04/02/2021

Ricardo Peraça Toralles

Departamento de Engenharia Química –
Instituto Federal Sul Rio-grandense – IFSUL,
Laboratório de Bioquímica
Pelotas, RS, Brasil
<https://orcid.org/0000-0003-0898-1803>

Marcela Vega Ferreira

Departamento de Ciência e Tecnologia
Agroindustrial – Universidade Federal de
Pelotas, Programa de Pós-Graduação em
Ciência e Tecnologia de Alimentos
Pelotas, RS, Brasil
<https://orcid.org/0000-0002-5096-3142>

Walter Augusto Ruiz

Departamento de Química – Universidade
Federal do Rio Grande, Instituto de Química
Rio Grande, RS, Brasil
<https://orcid.org/0000-0002-9836-1693>

RESUMO: As experiências seguintes são oferecidas como hipótese que o método de imobilização não aumenta o valor de K_m como publicado por alguns autores. A invertase de levedura comercial (ILC) livre foi imobilizada covalentemente em glioxil-agarose usando três suportes ativados (2,5, 5 e 10 g) e dois pHs (7 e 10) como tratamentos para avaliar a eficiência da imobilização (EI) e atividade de recuperada (ARE). A atividade foi determinada por incremento na absorbância a 490 nm usando

o método colorimétrico que resulta da reação da glicose-DNS. Os valores de K_m foram de 24 mM e 6,1 mM de sacarose para extrato cru e purificado, respectivamente. A imobilização ótima foi em pH 10 durante 24 h a 25°C, 50 rpm; o suporte ativado de 5 g, ARE de 46,4%, RI de 37,5% e V_{max}/K_m de 65,2 de $U.mg^{-1}.mM^{-1}$. Finalmente, conclui-se que o método de imobilização não aumenta o valor do K_m , este é dependente da carga de suporte oferecida e do pH de imobilização.

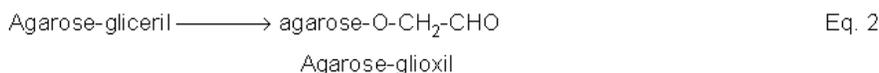
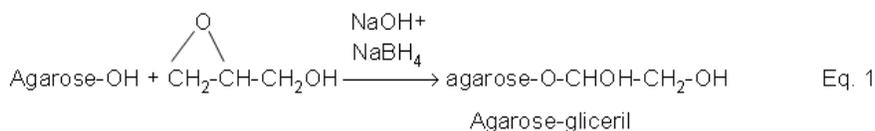
PALAVRAS-CHAVE: Invertase, *Saccharomyces cerevisiae*, carga de suporte, pH de imobilização.

ABSTRACT: The following experiments are provided as a hypothesis that the method of immobilization does not raise K_m values as published by some authors. Free commercial yeast invertase (CYI) was covalently immobilized in glyoxyl agarose using three activated supports (2.5, 5, and 10 g) and two pH levels (7 and 10) as treatments to assess immobilization efficiency (IE) and recovered activity (RA). Activity was determined by an increase in absorbance at 490 nm using the colorimetric method resulting from the glucose-DNS reaction. K_m values were 24 mM and 6.1 mM saccharose for crude and purified extract, respectively. Optimal immobilization took place at pH 10 for 24 h at 25°C and 50 rpm with 5 g activated support, 46.4% RA, 37.5% IE, and V_{max}/K_m of 65.2 $U.mg^{-1}.mM^{-1}$. Finally, it is concluded the immobilization method does not increase K_m values, which depend on the support load provided and immobilization pH.

KEYWORDS: Invertase, *Saccharomyces cerevisiae*, load support, pH immobilization.

1 | INTRODUÇÃO

Uma alternativa para produção de açúcar invertido é a hidrólise enzimática usando invertase imobilizada. As invertases de origem microbiana têm sido bastante estudadas, especialmente de *Saccharomyces cerevisiae*. A imobilização consiste em reter ou ligar enzimas ou sistemas enzimáticos em uma região definida do espaço, normalmente um suporte. Nesse processo é importante preservar a atividade catalítica, de modo a permitir seu uso de maneira repetida e contínua. A imobilização da invertase ocorre principalmente por adsorção ou ligação covalente em um suporte ou aprisionamento em membranas (KOTWAL e SHANKAR, 2009). Neste trabalho fez-se imobilização por ligação covalente a um suporte, em duas etapas. A primeira etapa envolve a reação da agarose com o glicidol em presença de NaOH e NaBH₄ resultando agarose-gliceril (Eq. 1) e sua oxidação em presença de periodato de sódio para dar gel de agarose-glioxil (Eq. 2), que é o suporte pronto para imobilizar a invertase. Este tipo mecanismo confere uma maior estabilidade, dificultando a soltura da enzima do suporte e permitindo a utilização de substrato mais concentrado (CARAVANTE, 2013).



Comercialmente, a imobilização permite aproveitar a atividade enzimática por mais tempo, montar um biorreator com enzimas imobilizadas, melhorar a estabilidade de enzima, operar de forma contínua, entre outras (GUISÁN, 2006). Nesse contexto, o estudou-se o processo de imobilização da invertase obtida de levedura comercial imobilizada em suporte de agarose-glioxil. As variáveis selecionadas foram: estabilidade da enzima livre, carga de proteína ofertada ao suporte e pH de imobilização, avaliando atividade recuperada (ARE) e eficiência da imobilização (EI). Também, se avaliou o efeito da concentração da sacarose na atividade da invertase livre e imobilizada.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O extrato enzimático foi obtido usando extração com NaHCO₃, conhecido como autólise. Para cada 100g de levedura comercial, são utilizados 300mL de solução de NaHCO₃ 0.1M a 40 °C e 200 rpm. O suporte agarose-glioxil foi preparado por esterificação da agarose com glicidol e posterior oxidação com periodato de sódio, Conforme equações 1

e 2 descritas anteriormente. As quantidades e a técnica estão descritas em Komesu (2009). A eficiência da formação do suporte de agarose-glioxil, foi determinado pelo periodato (IO_4^-) não consumido na reação de oxidação dos grupos gliceril. A evolução da oxidação foi acompanhada pela medida da absorbância a 560 nm que foi definida por varredura, usando um sistema reacional contendo KI, NaHCO_3 saturado com adição de NaIO_4 . A imobilização da invertase em agarose-glioxil foi realizada a 25°C, 50 rpm durante 24h em tampão fosfato de sódio 100 mM pH 7,0 e tampão bicarbonato de sódio 100 mM pH 10. Uma alíquota de 1mL do meio reacional contendo tampão de imobilização e enzima foi retirada para medida de atividade inicial (branco de imobilização). Adicionou-se na suspensão de imobilização boroidreto de sódio (1 mg /mL suspensão), durante 30 minutos com agitação (100 rpm), 25°C, com posterior centrifugação e reconstituição com tampão acetato de sódio 200mmol/L pH 5. A atividade da ILC livre e imobilizada foram acompanhadas por estimativa colorimétrica da glicose usando 3,5-dinitrosalicílico (DNS) e sacarose como substrato. A hidrólise foi conduzida 25°C e pH de 5 como definido por Toralles et al. (2014). A concentração de proteínas foi determinada pelo método Lowry.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Estabilidade da ILC livre em diferentes pHs

Na Figura 1 tem-se a estabilidade do extrato de invertase livre de levedura comercial de pão (ILC) a 10% em volume, durante 24 horas, a 25°C e 50 rpm de agitação orbital. Esse estudo teve o objetivo de avaliar a perda de atividade da do extrato de ILC em diferentes pHs usados durante a sua imobilização. Após 24 horas de incubação, o extrato diluído em água reteve 80% de sua atividade inicial, seguido do extrato diluído em pH 10, retendo 47% da atividade da invertase; no pH 7 apenas 26%.

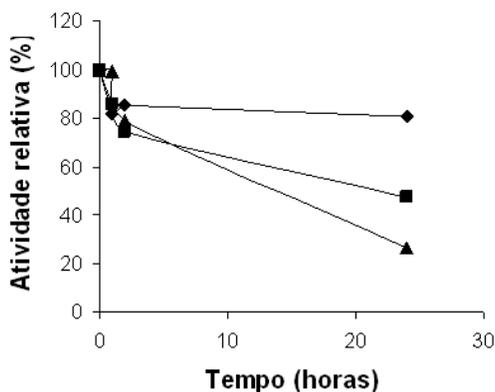


Figura 1. Estabilidade da invertase de levedura de pão. Os extratos purificados foram diluídos em (◆) água, (■) em pH 10 e (▲) em pH 7. Todos foram incubados durante 24 horas a 25°C rpm, com uma diluição final de 10% v/v.

As invertases apresentam uma ampla faixa de atuação para pH como mostra a Figura 1. No pH 10, apesar da atividade ser baixa, mostrou-se estável. Segundo Komesu et al. (2009), tal propriedade e pH facilitam a imobilização multipontos em diversos suportes, pois esse pH favorece à presença de grupos $-NH_2$, não iônicos, na superfície da enzima e, assim, favorável à imobilização.

3.2 Parâmetros de imobilização para ILC

Na Tabela 1 tem-se os parâmetros de imobilização da ILC utilizando gel de agarose-glioxil como suporte. Pode-se observar que na “carga” oferecida de proteína de 5,6 mg por grama de gel, em pH 10, foi onde se observou melhor rendimento de imobilização (44,7%) em termos de proteína fixada do suporte, mas tanto para a carga 1,4 como 2,8 mg de proteína por grama de gel, em pH 10, favoreceram maior recuperação de atividade. Por outro lado, a maior atividade (36 U.mL^{-1}) foi observada em pH 7, carga 3,0 mg de proteína por grama gel e atividade $180 \text{ U.mL.g gel}^{-1}$.

Gel ^a (g)	Carga ^b (mg/g gel ⁻¹)	pH	Recuperação (%)	RI (%)	Atividade (U.mL ⁻¹)	Atividade (U.mL ⁻¹ . g de gel ⁻¹)
0,00	14,8	7,0	100	0	316,9	---
2,50	5,9	7,0	2,30	29,6	7,40	74,4
5,00	3,0	7,0	11,4	37,1	36,0	180,2
10,00	1,5	7,0	3,50	30,6	11,0	27,5
0,00	14,1	10,0	100	0	35,9	---
2,50	5,6	10,0	30,3	44,7	10,9	108,7
5,00	2,8	10,0	46,4	37,5	16,7	83,3
10,0	1,4	10,0	47,4	30,9	17,0	42,5

^aGel= gel de agarose-glioxil; ^bCarga= carga oferecida de proteína (mg) por gel de agarose-glioxil (g). Para cada tratamento de ‘Gel’ tem-se 2,5 mL de extrato de ILC e 22,5 mL de tampão no pH apropriado.

Tabela 1. Rendimento de imobilização da ILC (RI), atividade recuperada (AR) para diferentes cargas de proteínas oferecidas ao suporte de agarose-glioxil, com pH 7 e 10, de imobilização a 25oC e 50 rpm.

Os maiores valores para rendimento e recuperação da atividade foram observados em pH 10 concordando com a teoria dos grupos $-NH_2$ explicado anteriormente e, também, devido a estabilidade neste pH ser maior (Figura 1). Santos (2010), também trabalhando com invertase obtida de levedura comercial Fleischmann, encontrou rendimento superior para invertase imobilizada em bagaço de cana (59,83%) e inferior para imobilizada em sabugo de milho (21,40 %), sendo que ambos os resíduos agroindustriais foram submetidos a mesma técnica de imobilização resultando em suporte de resíduo-glioxil. O sistema de

imobilização gel de agarose-glioxil como suporte tem sido usado para outras enzimas. Komesu et al. (2009) comunicaram um RI de 60,5% e 66,8% de recuperação da atividade da xilanase comercial (EC 3.2.1.8), usando quitosana 2.5% ativada com epiclóridina.

3.3 Parâmetros cinéticos para invertase livre e imobilizada

Os parâmetros cinéticos para a velocidade de inversão da sacarose foram determinados para ILC livre e imobilizada por regressão não linear (Figura 2; Tabela 2) e observou-se um comportamento michaeliano para todos os tratamentos da Tabela 1. Segundo Toralles et al. 2014, o valor de K_m é cerca de 24 mM sacarose para extrato bruto a 25°C e pH 5, que é muito próximo ao encontrado por Andjelković et al. (2010) para mesma invertase de *S. cerevisiae*. Por outro lado, para o extrato purificado em acetona, o valor é cerca de quatro vezes menor, 6 mM. Tal fato indica que a purificação melhora a afinidade pela sacarose (Figura 2).

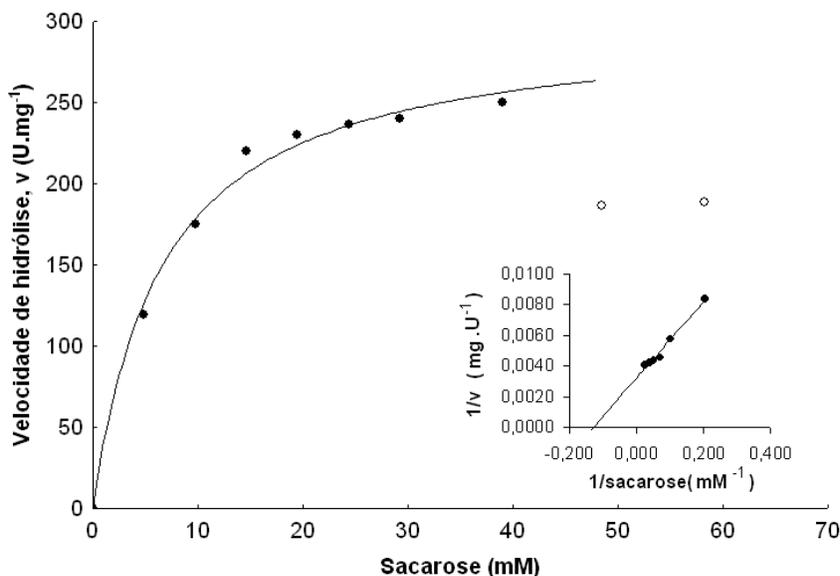


Figura 2. Efeito da concentração da sacarose na velocidade de hidrólise da invertase purificada de levedura comercial. Tampão Mcllvaine pH 5. Temperatura: 25±0,1°C. Enzima: 1,0 mL em 3,0 mL de meio reativo. Inserido: gráfico de Lineweaver-Burk. Os pontos representam a média de 3 repetições.

Para cada condição de imobilização apresentada na Tabela 1, observou-se um comportamento cinético diferenciado entre enzima imobilizada e a concentração do substrato ofertada com relação afinidade e especificidade (Tabela 2). Para adição de 5 gramas de gel de agarose-glioxil como suporte, a afinidade foi maior em pH 10 do que em pH 7 quando comparados os valores K_m (Tabela 2). Os valores $V_{m\acute{a}x}/K_m$, que é chamado de

coeficiente de especificidade, foram de cerca de 65,2 e 35,4 U.mg⁻¹.mM⁻¹, respectivamente, indicando que a invertase imobilizada, em suporte de agarose-glioxil em pH 10, tem cerca do dobro de especificidade do que a imobilizada em pH 7. Também nessa carga de gel foi que observou uma cinética favorável quando comparado com as demais cargas.

Alguns autores citam que a imobilização aumenta significativamente o valor de K_m (AKGÖL et al., 2001; RIBEIRO e VITOLO, 2005; ANDJELKOVIĆ et al., 2015). Por exemplo, Emregul et al. (2006), trabalhando com imobilização de invertase em gel de poliacrilamida em pH 7,2, encontraram 86 mM e 166 mM para invertase livre e imobilizada, respectivamente. Eles alegaram que o aumento de cerca de 1,92 no valor de K_m pode ser devido ao limitado acesso das moléculas de sacarose ao sítio ativo da enzima imobilizada. Tal fato pode ser a sua distribuição ao longo da camada do polímero utilizado para imobilização e sua modificação conformacional. No presente trabalho, os resultados indicam que a técnica de imobilização usada não afeta o valor de K_m quando comparados os valores da ILC imobilizada com a ILC livre da tabela, mas sim a carga ofertada, em miligramas de proteínas por grama gel, e, também, o pH de imobilização (Tabela 1 e 2).

Parâmetros	ILC livre	Invertase imobilizada em agarose-glioxil					
		7	7	7	10	10	10
pH		7	7	7	10	10	10
Gel (g)	0	2,5	5,0	10	2,5	5,0	10
K_m^a (mM)	6,61± 0,19**	98,6 ± 18,3**	5,95± 0,27**	39,6± 3,54**	27,7 ± 8,70 **	1,27 ± 0,31 **	18,1 ± 3,45 **
V_{max}^a (U.mg ⁻¹)	300,0 ± 0,94**	180 ± 21,2**	211 ± 2,01**	168,3 ± 6,82**	55,4 ± 4,82 **	81,4 ± 1,00 **	114 ± 5,89 **
V_{max}/K_m	45,4	1,82	35,4	4,24	2,00	65,2	6,33
R ²	0,99	0,98	0,90	0,93	0,98	0,97	0,98
Inibição	>20 mM	>78 mM	>58 mM	> 78 mM	>98 mM	>117 mM	>98 mM

Valor ± intervalo de confiança a p=0.05. **Significativo (p≤0,01). ^{ns} Não significativo.

Tabela 2. Constante de Michaelis (K_m) e velocidade máxima ($V_{máx}$) da invertase imobilizada de levedura comercial (ILC)

4 | CONCLUSÃO

Nas condições de imobilização (24 horas, 25°C e 50 rpm), a ILC livre é mais estável em pH 10. Também nesse pH é maior a recuperação da atividade após sua imobilização e maior o rendimento para carga ofertada de 2,8 miligramas de proteína por grama de gel, com coeficiente de especificidade ($K_m/V_{máx}$) superior aos demais. Quando comparadas com extrato bruto, pode-se afirmar que a purificação aumenta 3-4 vezes a afinidade pela sacarose e 10 vezes a especificidade. Entre as imobilizadas, a afinidade é maior em pH 10, sendo que em todas condições observou-se comportamento michaeliano para invertase

livre e imobilizada. Finalmente, a carga ofertada de proteína por grama de gel e o pH de imobilização afetam a afinidade e especificidade da ILC.

REFERÊNCIAS

ANDJELKOVIĆ, U.; PIĆURIĆ, S.; VUJČIĆ, Z. Purification and characterisation of *Saccharomyces cerevisiae* external invertase isoforms. **Food Chemistry**, Davis, v. 120, n. 1, p.799-804, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.11.013>.

AKGÖL, S. KAÇAR, Y. DENIZLI, A. ARICA, M. Hydrolysis of sucrose by invertase immobilized onto novel magnetic polyvinylalcohol microspheres. **Food Chemistry**, Davis, v. 74, n. 3, p. 281-288, 2001.

CARAVANTE, A. L. C. **Produção de açúcar invertido utilizando biorreator com invertase imobilizada em sabugo de milho**. 2013. 46f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) Universidade Estadual Paulista. Araraquara. 2013.

EMREGUL, E.; SUNGUR, S.; AKBULUT, U. Polyacrylamide-gelatine carrier system used for invertase immobilization. **Food Chemistry**, Davis, v. 97. n.4, p.591-597, 2006.

GUISÁN, J.M. **Immobilization of enzymes as the 21st century begins**: an already solved problem or still an exciting challenge. In: GUISÁN, J.M. (Ed.). *Immobilization of Enzymes and Cells*. Totowa: Humana Press, 2006. Cap.1, p. 1-13.

KOMESU, A.; ADRIANO, W. S.; TARDIOLI, P.W.; GIORDANO, R.C. **Imobilização da enzima xilanase em agarose e quitosan utilizando diferentes protocolos de ativação**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA DA UFU, 8., Uberlândia, Minas Gerais-BR. 2009.

KOTWAL, S.M.; SHANKAR, V. Immobilized invertase. **Biotechnology Advances**, New York, v.27, n. 4, p.311-322, 2009.

RIBEIRO, R.R.; VITOLLO, M. Anion Exchange resin as support for invertase immobilization. **Revistas Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v.26, n. 3, p.175-179, 2005.

SANTOS, A. F. **Imobilização de invertase comercial de *Saccharomyces cerevisiae* em sabugo de milho e bagaço de cana de açúcar**. 2010. 95f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) Universidade Estadual Paulista. Araraquara, 2010.

TORALLES, R.P.; KUHN, C.R.; SILVA, P.; RUIZ, W.A. Extração e Caracterização Parcial de Invertase de Levedura de Purê e Resíduo de Pêssego. **Revista Brasileira de tecnologia Agroindustrial**, Paraná, v.8, n. 2, p.1399–1415, 2014.

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

Ciclomaltodextrina 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

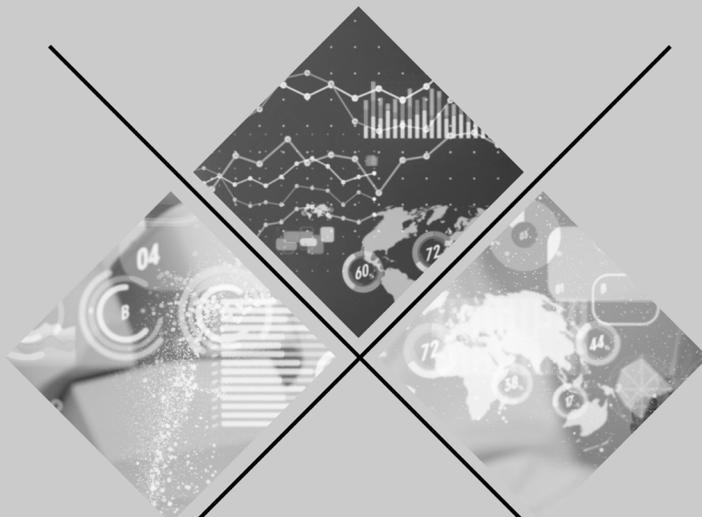
U

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