

MICROBIOLOGIA:

Clínica, Ambiental e Alimentos

2

Daniela Reis Joaquim de Freitas
(Organizadora)

 **Atena**
Editora
Ano 2021

MICROBIOLOGIA:

Clínica, Ambiental e Alimentos

2

Daniela Reis Joaquim de Freitas
(Organizadora)

 **Atena**
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes editoriais

Natalia Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da capa

iStock

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.

Open access publication by Atena Editora



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

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

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. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
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. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
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 Rio de Janeiro
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 Girlene 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 Federac 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 da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
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 Gonçalo 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

Microbiologia: clínica, ambiental e alimentos 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Indexação: Gabriel Motomu Teshima
Revisão: Os autores
Organizadora: Daniela Reis Joaquim de Freitas

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M626 Microbiologia: clínica, ambiental e alimentos 2 /
Organizadora Daniela Reis Joaquim de Freitas. – Ponta
Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-446-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.464210109>

1. Microbiologia. 2. Clínica. 3. Ambiental. 4. Alimentos.
I. Freitas, Daniela Reis Joaquim de (Organizadora). II. Título.
CDD 579

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; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

O livro “Microbiologia: Clínica, Ambiental e Alimentos 2” é uma obra composta por trabalhos científicos na forma de artigos originais e de revisão, todos relacionados ao cultivo e triagem de micro-organismos.

A Microbiologia é uma área bastante ampla, com interface não só com as Ciências Biológicas, mas também com a área de Saúde, como Medicina, Enfermagem, Medicina comunitária, Nutrição, Farmacologia, Imunologia, Saúde coletiva, Farmácia e áreas correlatas. Ao longo destes 14 capítulos serão discutidos avanços da ciência e serão revistos conceitos importantes dentro da Microbiologia básica e clínica, Bacteriologia, Micologia, Parasitologia, Virologia, além de propor a discussão destes temas de forma atualizada e dinâmica. Este livro será, portanto, muito importante para auxiliar estudantes e profissionais no reconhecimento e caracterização de micro-organismos, na prevenção e no combate a doenças causadas pelos mesmos ou ainda para sua utilização industrial, comercial, medicinal e nutricional.

Esta obra, bem como todas as publicações da Atena Editora, passou pela avaliação de um Comitê de pesquisadores com mestrado e doutorado em programas de pós-graduação renomados no Brasil. Assim, apresentamos ao leitor um trabalho de excelente qualidade, atualizado e devidamente avaliado por pares.

Esperamos que gostem da leitura.

Daniela Reis Joaquim de Freitas

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

FORMAÇÃO DE BIOFILME POR BACTÉRIAS

Marly Marques Rego Neta
Inara Viviane de Oliveira Sena
Antonio Rosa de Sousa Neto
Josie Haydée Lima Ferreira
Daniela Reis Joaquim de Freitas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4642101091>

CAPÍTULO 2..... 14

AValiação DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DE POÇOS RESIDENCIAIS NO ENTORNO DO CEMITÉRIO SANTO ANTÔNIO, NA CIDADE DE PORTO VELHO-RO/BRASIL

Deizieny Aires da Silva Almeida
Iasmin Pinheiro de Sousa
Taciára Letícia Oliveira Mendes
Helen Queite Guterres Barros Gazola
Adriele Maiara Carneiro Muniz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4642101092>

CAPÍTULO 3..... 20

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA FARINHA DE MANDIOCA (*Manihot esculenta*, Crantz) DO TIPO UARINI, COMERCIALIZADA NA FEIRA DA MANAUS MODERNA NA CIDADE DE MANAUS-AM

Hualef Sérgio da Silva Pereira
Raynara Inácio de Araújo
Williene Coelho da Silva
Uziel Ferreira Suwa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4642101093>

CAPÍTULO 4..... 28

ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS DE *Sporothrix brasiliensis*: AGENTE DE ESPOROTRICOSE DE TRANSMISSÃO ZONÓTICA

Fernanda de Andrade Galliano Daros Bastos
Renata Botti Okar
Louise Tamirys Camargo
Regielly Caroline Raimundo Cognialli
Flavio de Queiroz-Telles

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4642101094>

CAPÍTULO 5..... 38

***Acinetobacter baumannii*: INFECÇÕES ASSOCIADAS, RESISTÊNCIA ANTIMICROBIANA, TRATAMENTO, PREVENÇÃO E CONTROLE**

Ivina Meneses dos Santos e Silva
Júlia Rodrigues Holanda

Rebeca dos Santos Miranda de Oliveira
Antonio Rosa de Sousa Neto
Inara Viviane de Oliveira Sena
Rosângela Nunes Almeida
Kelly Myriam Jimenez de Aliaga
Daniela Reis Joaquim de Freitas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4642101095>

CAPÍTULO 6..... 49

BACTÉRIAS FIXADORAS DE NITROGÊNIO EM LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS TROPICAIS: PROCESSO DE ISOLAMENTO EM NÓDULOS RADICULARES

Mayan Blanc Amaral
Edevaldo de Castro Monteiro
Tamiris dos Santos Lopes
Thiago Neves Teixeira
Bruno José Rodrigues Alves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4642101096>

CAPÍTULO 7..... 55

CAPSAICINA COMO UMA MOLÉCULA BIOATIVA PROMISSORA CONTRA MICRO-ORGANISMOS DE IMPORTÂNCIA MÉDICA E AGRÍCOLA: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Maria Gabriela Ferreira
Meliza Arantes de Souza Bessa
Ralciane de Paula Menezes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4642101097>

CAPÍTULO 8..... 69

HIDRÓLISE DO AMIDO DE MILHO: LIBERAÇÃO DE AÇÚCARES FERMENTECÍVEIS PARA FABRICAÇÃO DE ETANOL

Paulo Henrique Silva Lopes
Adeline Cristina Pereira Rocha
David Lee Nelson
Vivian Machado Benassi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4642101098>

CAPÍTULO 9..... 81

ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DOS PARÂMETROS LABORATORIAIS E CLÍNICOS DE PACIENTE COM SEPSE EM HOSPITAL PRIVADO DE MINAS GERAIS

Mariana de Souza Carvalho
Isadora Moreira Costa do Nascimento Nogueira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4642101099>

CAPÍTULO 10..... 91

BIOPROSPECÇÃO DE BACTÉRIAS ISOLADAS NO MANGUEZAL DO LITORAL DO PARANÁ: ESTUDO PRELIMINAR

Cláudia Cristina da Conceição Munhoz

Matheus Sampaio de Araujo
Juciane Modesto dos Santos
Caroline Alves Cordeiro
Camila Souza Almeida dos Santos
Kassiely Zamarchi
Nigella Mendes de Paula
Gabriela Xavier Schneider
Alessandra Tenório Costa
Danyelle Stringari
Josiane Aparecida Gomes-Figueiredo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.46421010910>

CAPÍTULO 11..... 106

IDENTIFICAÇÃO DE ENTEROBACTÉRIAS PRESENTES NO CÓRREGO ALVARENGA DO COMPARTIMENTO DO BRAÇO DO ALVARENGA DO RESERVATÓRIO BILLINGS, NO MUNICÍPIO DE SÃO BERNARDO DO CAMPO – SÃO PAULO

Vitoriana Barbosa Veiga Reis
Marta Ângela Marcondes
Mônica Teixeira Andrade Leal
André Contri Dionizio

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.46421010911>

CAPÍTULO 12..... 116

PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DA BIODIGESTÃO ANAERÓBICA

Daniela Cristina Souza Oliveira
Ludimila Rodrigues Dayrell
Marcus Henrique Canuto
David Lee Nelson
Arlete Barbosa dos Reis
Vivian Machado Benassi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.46421010912>

CAPÍTULO 13..... 129

RELATO DE INFESTAÇÃO POR PIOLHOS *Gliricola porcelli* EM PORQUINHO-DA-ÍNDIA (*Cavia porcellus*) EM RONDÔNIA, BRASIL

Ketly Lorrainy Rodrigues de Oliveira Lima
Renato da Silva
Kétury Silva dos Passos
Jussania Barbosa Oliveira
Rafael M. Godoi
Mayra Araguaia Pereira Figueiredo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.46421010913>

CAPÍTULO 14..... 134

INVESTIGAÇÃO DO POTENCIAL ANTIMICROBIANO DE BACTÉRIAS ENDOFÍTICAS ASSOCIADAS AO BARBATIMÃO (*STRYPHODENDRON* SP.) NATIVO DO CERRADO

Lavínia Cipriano

Gabriela Moraes Silva
Cristina Paiva de Sousa
Felipe de Paula Nogueira Cruz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.46421010914>

SOBRE A ORGANIZADORA.....	147
ÍNDICE REMISSIVO.....	148

HIDRÓLISE DO AMIDO DE MILHO: LIBERAÇÃO DE AÇÚCARES FERMENTECÍVEIS PARA FABRICAÇÃO DE ETANOL

Data de aceite: 01/09/2021

Paulo Henrique Silva Lopes

Mestrando em Biocombustíveis, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) campus JK Diamantina, MG, Brasil
ID Lattes: 3795330857232166.

Adeline Cristina Pereira Rocha

Mestre em Biocombustíveis, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) campus JK Diamantina, MG, Brasil
ID Lattes: 9312013606004988

David Lee Nelson

Doutor. Professor Visitante do Programa de Pós-Graduação em Biocombustíveis. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) campus JK Diamantina, MG, Brasil
ID Lattes: 4169839363186966

Vivian Machado Benassi

Doutora. Docente da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) campus JK, Instituto de Ciência e Tecnologia Diamantina, MG, Brasil
ID Lattes: 8244877867115110

RESUMO: O amido é um homopolissacarídeo passível de ser hidrolisado por enzimas estereoespecíficas denominadas de amilases, sendo que essas hidrolases podem ser produzidas por células vegetais, animais e microrganismos. Dentre esses, os fungos

filamentosos destacam-se como os maiores produtores desse biocatalisador. O estudo de enzimas apresentam alternativas indubitáveis para a resolução de problemas nos diversos campos industriais e preservacionistas, como a substituição de reagentes químicos onerosos e altamente poluentes para o meio ambiente por um produto facilmente degradável e biológico que não provoca danos severos ao meio ambiente. Informações acerca da conversão de amido em açúcares fermentescíveis por enzimas amilolíticas para fabricação de etanol a partir de milho foram discutidas.

PALAVRAS-CHAVE: Enzimas. Amilases. Amido. Hidrólise. Milho.

HYDROLYSIS OF CORN STARCH BY FILAMENTOUS FUNGI ENZYMES

ABSTRACT: Starch is a homopolysaccharide that can be hydrolyzed by stereospecific enzymes called amylases, and these hydrolases can be produced by plant cells, animals and microorganisms, among which, filamentous fungi stand out as the principal producers of this biocatalyst. The study of enzymes presents undoubted alternatives for solving problems in various industrial and preservationist fields, such as the replacement of costly chemical reagents that are highly polluting with an easily degradable and biological product that does not cause severe damage to the environment. Information regarding the conversion of starch into fermentable sugars by amyolytic enzymes for the manufacture of ethanol from corn is reviewed.

KEYWORDS: Enzymes. Amylases. Starch. Hydrolysis. Corn.

INTRODUÇÃO

Em relação ao volume de produção de grãos no mundo, o milho é o de mais elevada importância (Soares et al., 2017), podendo destacar entre as prováveis aplicações dos grãos de milho a produção do etanol de primeira geração (Rosseto et al., 2017). O principal constituinte dos grãos de milho é o amido, uma macromolécula constituída de dois homopolissacarídeos, sendo esses a amilopectina e a amilose (Tappiban et al., 2019). O amido possui um alto peso molecular e, devido a isto, essa macromolécula necessita sofrer a ação de enzimas específicas para auxiliar na liberação dos açúcares, ação desempenhada pelas hidrolases do sistema amilolítico (Coelho et al., 2018).

As amilases são consideradas ser entre as enzimas de maior aplicação industrial, correspondendo a 33% do total de enzimas utilizadas no mundo (Elumalai et al., 2019). Elas estão entre as biomoléculas que podem ser produzidas por bactérias, leveduras, fungos filamentosos, células vegetais e animais; entretanto, os fungos filamentosos destacam-se devido à alta produção amilolítica, além da facilidade de cultivo (Lima et al., 2015).

Esses biocatalisadores são essências no processamento de matérias-primas amiláceas, hidrolisando ligações *O*-glicosídicas do polissacarídeo em monômeros de glicose e maltooligossacarídeos de cadeia curta. São aplicadas nas indústrias têxteis, alimentícia, de detergente, farmacêutica, biocombustíveis e outras (Yaraş et al., 2015).

Levando-se em conta a possibilidade de produzir etanol por meio dos polímeros constituintes do milho, utiliza-se amilases de fungos filamentosos com elevado potencial de conversão do polissacarídeo em açúcares fermentescíveis. Além disso, o estudo de enzimas apresenta alternativas indubitáveis para a resolução de problemas nos diversos campos industriais e preservacionistas, como a substituição de reagentes químicos caros e altamente poluentes para o meio ambiente por um produto facilmente degradável e biológico, que não provoca danos à natureza. O objetivo deste trabalho é realizar um estudo teórico acerca das informações da conversão de amido em açúcares fermentescíveis por enzimas amilolíticas de origem fúngica para a produção de etanol a partir de milho.

REVISÃO DA LITERATURA

O milho como matéria-prima para fabricação de etanol no Brasil e no mundo

O milho é cultivado em todo o mundo, possuindo 150 espécies diferentes. É uma cultura antiga que, de acordo com a literatura, foi domesticado a 4300 anos atrás em Honduras (Kennett et al., 2017; Abimilho, 2021). Esse cereal caracteriza-se por ser um produto agrícola de grande patamar no mundo, ultrapassando a quantidade de 1 bilhão de toneladas de grãos produzidos. A união da produção do cereal pelos Estados Unidos, China, Brasil e União Europeia correspondeu a mais de 72% do total produzido mundialmente (USDA, 2018a, 2018b).

No Brasil, o cultivo do vegetal está distribuído por diferentes regiões e é condicionado à época ótima de cultivo, levando-se em conta o clima de cada região. Dentre os estados brasileiros, o Mato Grosso é o maior produtor (Conab, 2019) e, o estado de Minas Gerais está entre os estados que compõe a maior fração da produção nacional (Gasques et al., 2018). Vale citar que o lado positivo do seu cultivo no Brasil é a disponibilidade do cereal, a fácil estocagem, excelentes condições climáticas e a utilização de todas as partes do grão (Cargill Agrícola S.A., 2015).

A comercialização dos grãos de milho, embora em meio a pandemia, se mostra bem promissora, levando-se em conta a projeção do aumento de produção. Na safra de 2020/21, houve uma retomada na demanda do etanol proveniente dos grãos de milho, o que contribui para esse mercado (Conab, 2020).

Os grãos de milho são constituídos de óleo, fibra, proteína e amido, sendo este de elevado teor no cereal. Entre as suas aplicações, destaca-se a produção de polímeros, bebidas e combustíveis (Miranda, 2018). Da biomassa do milho, também são identificados a palha e a espiga, as quais podem ser empregadas na rota de produção de etanol de segunda geração (Bortoletto e Alcarde, 2015).

Em alguns países, os grãos são convertidos à etanol, e essa tecnologia vem se intensificando cada vez mais ao longo dos anos, triplicando desde o ano 2000. De forma geral, o etanol é um biocombustível que pode advir da fermentação da cana-de-açúcar ou do milho (O Statista, 2021).

O processo de obtenção do etanol de milho inicia com a moagem dos grãos, seguido pela liquefação, cozimento, fermentação, e destilação para produzir o etanol e a vinhaça. A vinhaça pode passar por diferentes etapas, como a centrifugação, evaporação e secagem até se obter os grãos de destilaria (Pedersen et al., 2015). Em termos de eficiência de conversão, são obtidos cerca de 400 litros de etanol para cada tonelada de grão utilizado nesse processo, enquanto que são obtidos apenas 85 L por tonelada de cana-de-açúcar (Iea, 2018; Manochio et al., 2017).

A produção de etanol tradicional a partir dos grãos de milho requer diferentes etapas de pré-tratamento, dependendo do tipo de processamento a ser utilizado. Na via úmido, caracterizada por submeter os grãos de milho à solução de ácido sulfúrico e água antes da moagem, diferentes frações de composição do grão podem ser recuperadas. Por outro lado, à via à seco consiste basicamente em moer os grãos e depois adicionar água ao pó moído (Manochio et al., 2017).

Em termos de balanço energético, a produção industrial do etanol de milho não é tão favorável, pois etapas adicionais envolvendo gasto energético médio de 4 MJ por litro de álcool produzido são exigidas no processo (Manochio et al., 2017). No entanto, há trabalhos que indicam melhorias prováveis no processo para a redução dos custos de produção utilizando amido granular e processos de sacarificação e fermentação simultâneas (Strak-Craczyk et al., 2019).

Estrutura e composição do amido

Carboidratos são as biomoléculas mais encontradas na natureza. Por definição, são polihidroxi aldeídos ou polihidroxi cetonas, ou compostos que formam esses após a sua hidrólise, sendo constituídas basicamente por oxigênio, hidrogênio e carbono. Entretanto, alguns podem apresentar outros elementos químicos, como nitrogênio, fósforo e enxofre (Nelson e Cox, 2018; Teng et al., 2021; Hornink e Galembeck, 2019).

O amido é um homopolissacarídeo presente em células vegetais, possuindo uma ampla aplicação nos mais diversos processos industriais (Bertoft, 2017), como nas indústrias farmacêutica, construção civil, alimentícia, química e petrolífera (Cargill Agrícola S.A., 2015). O seu destaque perante as aplicações industriais é devido à sua alta disponibilidade, facilidade de extração, baixo custo, caráter renovável, entre outras características (Sarka e Dvoracek, 2017).

O amido é insolúvel em água a temperatura ambiente e é formado por um conjunto de monômeros de D-glicose unidos por ligações O-glicosídicas. É composto de dois distintos polímeros: amilose e amilopectina (Chen et al., 2020).

A amilose é um homopolissacarídeo linear composto por unidades de D-glicoses unidas por ligações glicosídicas do tipo (α -1 \rightarrow 4), enquanto que a amilopectina é um homopolissacarídeo ramificado constituído de monômeros de D-glicoses unidas por ligações do tipo (α -1 \rightarrow 4) e por ligações do tipo (α -1 \rightarrow 6) nos pontos de ramificação (Figura 1). O grânulo de amido é composto de cerca de 20 a 30% de amilose e 70 a 80% de amilopectina, a qual tem o maior peso molecular. A concentração de cada polímero varia dependendo da fonte amilácea (Cargill Agrícola S.A., 2015; Masina et al., 2017).

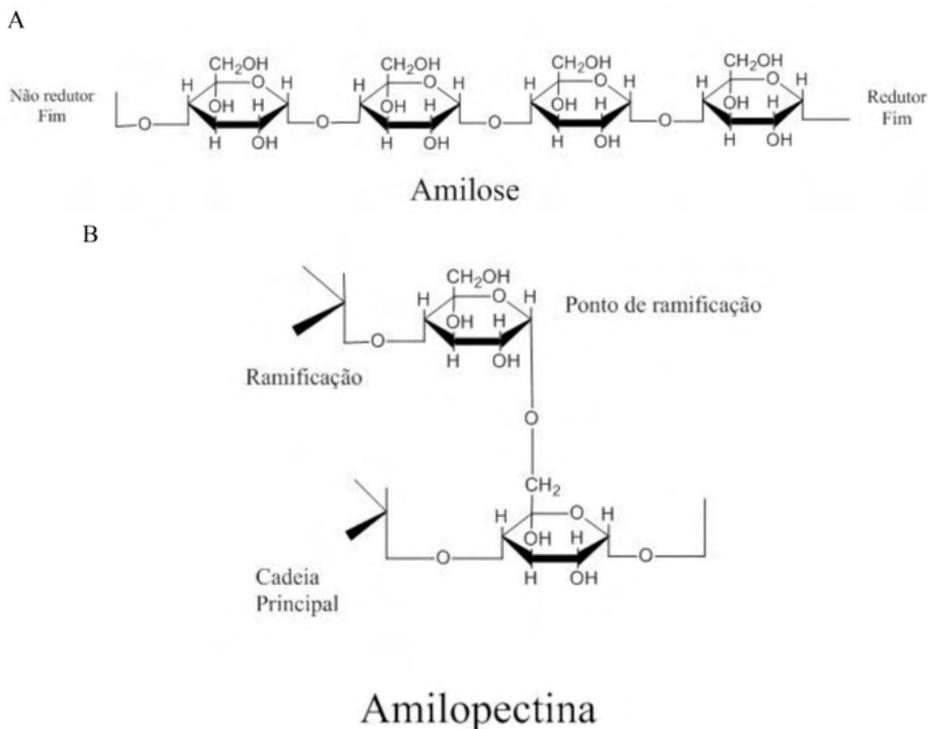


Figura 1 - Estrutura dos polímeros constituintes do homopolissacarídeo amido. (A) amilose e (B) amilopectina.

Nas cadeias de amilose e amilopectina interagindo com lipídeos e proteínas, existe uma alternância entre regiões cristalinas e regiões amorfas (Bertoft, 2017; Liu et al., 2017). Devido a existência desses dois tipos de regiões, o amido apresenta-se estruturalmente sob forma semi-cristalina (Song et al., 2017).

O amido, após ser extraído dos cereais, precisa de tratamento, pois é insolúvel em água em temperatura ambiente. Todavia, se ele for submetido ao aquecimento, ocorre facilmente a sua gelatinização, processo em que o amido se torna mais viscoso e turgente (Zhang et al., 2015). A quantidade de energia ou a temperatura incidente para que ocorra a gelatinização do amido é dependente da origem desse carboidrato, estando na faixa de 60 a 100 °C (Xu et al., 2020).

Amilases e a hidrólise do amido

Os processos industriais podem ser otimizados empregando diversas enzimas. A utilização dessas biomoléculas está associada aos benefícios como alta seletividade, melhor rendimento na geração de produtos, não toxicidade e ausência de produtos indesejáveis (Chapman et al., 2018). Entretanto, para que uma enzima tenha excelência no setor industrial, ela necessita ser de fácil manuseio e ter estabilidade operacional (Velasco-Lozano et al., 2015).

Exemplos de catalisadores biológicos são as lipases, pectinases, celulases, proteases e as amilases (Griebeler et al., 2015). As amilases estão incluídas no grupo das hidrolases e possuem função de hidrolisar a molécula de amido à dextrinas, maltoses e glicoses (Li et al., 2016; Simair et al., 2017). As enzimas amilolíticas possuem uma considerável importância para o setor industrial, pois são essenciais em processos que envolvam a fabricação de pães, cervejas, papéis, e detergentes, a retirada de umidade de tecidos, a produção de xaropes, liquefação do amido, entre outros (Simair et al., 2017; Benassi, 2018). Existem diferentes tipos de enzimas amilolíticas e elas podem ser classificadas de acordo ao tipo de hidrólise que são capazes de realizar na molécula de amido e aos produtos de hidrólise formados (Griebeler et al., 2015; Li et al., 2016).

Amilases pertencem, em sua maioria, à família 13 de glicosil transferases, isto é, hidrolisam ligações α -glicosídicas para produzir mono- ou oligossacarídeos α -anoméricos. Catalisam a hidrólise de ligações glicosídicas α -1,4 ou α -1,6, ou uma combinação de ambas as atividades. As amilases apresentam estrutura em barril (α/β)₈ ou barril TIM, que foi primeiramente descrito para triose isomerase. Todas têm quatro regiões altamente conservadas em sua seqüência primária contendo o sítio catalítico e os mais importantes sítios de ligação ao substrato. Todas possuem resíduos como Asp (ácido aspártico) e Glu (ácido glutâmico) no sítio catalítico, correspondendo a Asp-206, Glu-230 e Asp-270 da takaamilase A (HENRISSAT, 1991 e MORAES, 2004).

Basicamente, existem quatro enzimas conversoras de amido: endoamilases, exoamilases, enzimas desramificadoras e transferases (GUPTA, 2003; ROY & GUPTA, 2004; MORAES, 2004; NOROUZIAN et al., 2006; BONILHA et al., 2006). Endoamilases são enzimas capazes de hidrolisar as ligações glicosídicas α -1,4 no interior da cadeia amilolítica. As exoamilases, que agem sobre os resíduos externos de glicose da amilose e da amilopectina, produzem somente D-glucose ou maltose e β -dextrinas limites. As enzimas desramificadoras caracterizam-se por hidrolisar exclusivamente ligações α -1,6, tal como a isoamilase e pululanase tipo I. As amilases transferases representam o quarto grupo de enzimas conversoras de amido; são transferases que quebram ligações O-glicosídicas α -1,4 da molécula doadora e transferem parte do doador para um aceptor glicosídico com a formação de uma nova ligação glicosídica (TACHIBANA, 1999, FERNANDES et al., 2007).

Na literatura são descritos alguns tipos de amilase:

- α -Amilase ou 1,4- α -D-glucano glucanohidrolase (EC 3.2.1.1) trata-se de uma endoamilase que promove a hidrólise de ligações α -1,4 no interior da cadeia de amilose e de amilopectina, liberando várias cadeias de oligossacarídeos de diversos tamanhos que apresentam configuração α no C1 (Kikani et al., 2020);
- β -Amilase ou 1,4- α -D-glucano maltohidrolase (EC 3.2.1.2) é uma exohidrolase que hidrolisa a penúltima ligação α -1,4 da extremidade não redutora da cadeia de substrato, causando inversão da configuração anomérica da maltose, que é liberada na forma β (Bott et al., 2018; Sigma-Aldrich, 2021);

- α -Glucosidase, α -D-glucosidase glucohidrolase ou maltase (EC 3.2.1.20), trata-se de uma exohidrolase que hidrolisa ligações glicosídicas do tipo α -1,4, α -1,6 ou ambos de sacarídeos curtos, formados pela ação de outras enzimas amilolíticas. α -Glucosidase é capaz de liberar unidades de α -D-glicose a partir da extremidade não redutora (AVCI et al., 2020);
- Glucoamilase, 4- α -D-glucan glucohidrolase ou amiloglicosidase (EC 3.2.1.3) é uma exoamilase capaz de hidrolisar ligações glicosídicas do tipo α -1,4 por meio da remoção de sucessivas unidades de glicose a partir da extremidade não redutora da cadeia, liberando moléculas de D-glicose na conformação β . Essas enzimas também hidrolisam, mas com uma velocidade menor, as ligações α -1,6 e algumas ligações do tipo α -1,3 e α -1,2. (Silano et al., 2020b);
- Pululanase do tipo I ou α -dextrina-6-glucanohidrolase (EC 3.2.1.41) é uma endoamilase que hidrolisa ligações α -1,6 do polissacarídeo pululano convertendo-o quase completamente a maltodextrina, podendo também, dar origem a produtos de reação sem pontos de ramificação quando atua sobre ligações α -1,6 das moléculas de amido, amilopectina e dextrinas limite. Essa enzima não exerce nenhum efeito sobre as ligações α -1,4 (Nisha e Satyanarayana, 2016; Kahar et al., 2017; Sigma-Aldrich, 2021).

Além destas, existe a isoamilase ou glicogênio α -1,6-glucanohidrolase (EC 3.2.1.68) (Silano et al., 2020c); 1,4- α -D-maltotetrahidrolase (EC 3.2.1.60), também conhecida por 1,4- α -D-glucano maltotetrahidrolase (Silano et al., 2019); ciclomaltodextrina glucotransferase; transferase (EC 2.4.1.19) (Silano et al., 2020a); oligo- α -1,6-glucosidase (EC 3.2.1.10) (Dong et al., 2020), e amilases maltogênicas (EC 3.2.1.133) (Bott et al., 2018; Mohanan e Satyanarayana, 2019), entre outros tipos.

O uso de amilases na obtenção de xarope de maltose ou glicose por meio da hidrólise do amido ocorre pelos processos da liquefação e sacarificação. A primeira das etapas do processo é a liquefação. Essa etapa é conduzida em temperaturas acima de 95°C, e ela consiste em reduzir a viscosidade do amido por meio da α -amilases termicamente estáveis (Bott et al., 2018). Posteriormente, o hidrolisado de amido ou o produto liquefeito passa pela sacarificação, onde a enzima glucoamilase produz um xarope que contém um elevado teor de glicose. O xarope pode ser submetido a processos fermentativos conduzidos por leveduras para a produção do etanol. Essas enzimas biológicas podem ser obtidas de diferentes tipos de fontes; entretanto, os fungos filamentosos possuem o maior potencial de produção de amilases com maior atividade enzimática, estabilidade ao pH e à temperatura (Coelho et al., 2018; Sindhu et al., 2017).

CONCLUSÕES

Nesse contexto, percebe-se que a hidrólise de milho pela ação de amilases apresenta alternativas indubitáveis para a resolução de problemas nos diversos campos industriais e preservacionistas, em especial na síntese de etanol.

AGRADECIMENTOS

À UFVJM e ao Programa de Pós-Graduação em Biocombustíveis pela infraestrutura e recursos. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pesquisa de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Agradecemos à FAPEMIG, CAPES e a toda equipe de discentes e docentes que colaboraram com o desenvolvimento do trabalho.

REFERÊNCIAS

Abimilho – Associação Brasileira das Indústrias do Milho. Estatísticas. Disponível em: <http://www.abimilho.com.br/estatisticas>. Acesso em: 22/07/2021.

Avci, D.; Altürk, S.; Sönmez, F.; Tamer, Ö., Başoğlu, A.; Atalay, Y.; Kurt, B.Z. Synthesis, DFT calculations and molecular docking study of mixed ligand metal complexes containing 4,4'-dimethyl-2,2'-bipyridyl as α -glucosidase inhibitors. *Journal of Molecular Structure*, 1205:1, 127655, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2019.127655>.

Benassi, V.M. Prospecção de fungos filamentosos termotolerantes e termofílicos de distintos materiais coletados no estado de minas gerais e análise de potenciais produtores de amilases. *Revista Unimontes Científica*, 20:1, 150-169, 2018. ISSN 2236-5257.

Bertoft, E. Understanding starch structure: recent progress. *Agronomy*, 7:3, 56, 2017. <https://doi.org/10.3390/agronomy7030056>.

Bonilha, P.R.M.; Menocci, V.; Goulart, A.J.; Polizeli, M.L.T.M.; Monti, R. Cyclodextrin glycosyltransferase from *Bacillus licheniformis*: optimization of production and its properties. *Brazilian Journal Microbiology*, 37:3, 317-323, 2006. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822006000300022>.

Bortoletto, A.M.; Alcarde, A.R. Dominante nos EUA, etanol de milho é opção, no Brasil, para safra excedente. *Revista Visão Agrícola*, 1:13, 135-137, 2015.

Bott, R.R.; Hua, L.; Qian, Z.; Rife, C.L.; Shetty, J.; Tang, Z.; Yu, Z.; Zhang, B. Amylase with maltogenic properties, United States patent application publication. US 2018/0112203 A1, 20 nov. 2012, 26 abr. 2018. Disponível em: <https://patentimages.storage.googleapis.com/dc/7b/c8/b4842fb0fa4466/US20180112203A1.pdf>. Acesso em: 14/07/2021.

Cargill Agrícola S.A. O amido e suas propriedades para o setor alimentício. *Food Ingredients Brasil*, 1:35, 41-44, 2015. Disponível em: www.revista-fi.com. Acesso em: 14/07/2021.

Chapman, J.; Ismail, A.E.; Dinu, C.Z. Industrial applications of enzymes: recent advances, techniques, and outlooks. *Catalysts*, 8:6, 238, 2018. <https://doi.org/10.3390/catal8060238>.

Chen, Z.; Zhang, H.; Keipper, W.; Pu, H.; Yang, Q.; Fang, C.; Shu, G.; Huang, J. The analysis of the effects of high hydrostatic pressure (HHP) on amylose molecular conformation at atomic level based on molecular dynamics simulation. *Food Chemistry*, 327:1, 127047, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127047>.

Coelho, G.D.; Souza, J.P. De; Lima, C. De A.; Lins, S.A. Da S. Potencial de fungos da caatinga para produção de enzimas amilolíticas. *Revista Saúde e Ciência Online*, 7:2, 286-297, 2018. <https://doi.org/10.35572/rsc.v7i2.117>.

Conab - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos: décimo segundo levantamento, setembro 2019 – safra 2018/2019; Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2019. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 14/07/2021.

Conab - Companhia Nacional de Abastecimento. Perspectivas para a agropecuária, safra 2020/21. Brasília: Edição grãos, 8, 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/perspectivas-para-a-agropecuaria>. Acesso em: 22/07/2021.

Dong, Z.; Tang, C.; Lu, Y.; Yao, L.; Kan, Y. Microbial Oligo- α -1,6-Glucosidase: Current Developments and Future Perspectives. *Starch/Staerke*, 72:1-2, 1900172, 2020. <https://doi.org/10.1002/star.201900172>.

Elumalai, P.; Lim J.M.; Park Y.J.; Cho M.; Shea P.J.; Oh B.T. Enhanced amylase production by a *Bacillus subtilis* strain under blue light-emitting diodes. *Preparative Biochemistry & Biotechnology*, 49:2, 143-150, 2019. <https://doi.org/10.1080/10826068.2018.1550656>.

Fernades, L.P.; Ulhoa, C.J.; Asquieri, E.R.; Monteiro, V.N. Produção de amilases pelo fungo *Macrophomina phaseolina*. *Revista Eletrônica de Farmácia*. 4(1): 43-51, 2007. ISSN 1808-0804.

Gasques, J.G.; Souza, G. Da S. E; Bastos, E.T. Tendências do agronegócio brasileiro para 2017-2030. In: RODIGUES, R. (Org.). *Agro é paz: análises e propostas para o Brasil alimentar o mundo*. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1:1, 31-68, 2018.

Griebeler, N.E.; Bortoli, V. De; Astolfi, A.L.; Daronch, N.A.; Schumann, A.C.; Salazar, L.N.; Cansian, R.L.; Backes, G.T.; Zeni, J. Seleção de fungos filamentosos produtores de amilases, proteases, celulases e pectinases. *Revista Acadêmica: Ciência Animal*, 13:1, 13-22, 2015. ISSN 2596-2868.

Gupta, R.; Gigras, P.; Mohapatra, H.; Goswami, V.K.; Chauhan, B. Microbiol α -amylases: a biotechnological perspective. *Process Biochemistry*, 38:11, 1599-1616, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0032-9592\(03\)00053-0](https://doi.org/10.1016/S0032-9592(03)00053-0).

Henrissat, B. A classification of glycosyl hydrolases based on amino acid sequence similarities. *Biochemical Journal*, 280:2, 309-316, 1991. <https://doi.org/10.1042/bj2800309>.

Hornink, G.G.; Galembeck, G. *Glossário cervejeiro: da cultura à ciência*. Alfenas-MG: Editora Universidade Federal de Alfenas, 2019. Disponível em: <http://www.unifal-mg.edu.br/bibliotecas/ebooks>. Acesso em: 22/07/2021.

Instituto de Economia Agrícola. Situação atual e perspectivas da produção brasileira de etanol de milho. IEA, 2018. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=14464>>. Acesso em: 14/07/2021.

Kahar, U.M.; Chan, K.G.; Sani, M.H.; Mohd Noh, N.I.; Goh, K.M. Effects of single and co-immobilization on the product specificity of type I pullulanase from *Anoxybacillus* sp. SK3-4. *Int. J. Biol. Macromol.*, 104:1, 322-332, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.06.054>.

Kennett, D.J.; Thakar, H.B.; VanDerwarker, A.M.; Webster, D.L.; Culleton, B.J.; Harper, T. K.; ... & Hirth, K. High-precision chronology for Central American maize diversification from El Gigante rockshelter, Honduras. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114:34, 9026-9031, 2017. <https://doi.org/10.1073/pnas.1705052114>.

Kikani, B.A.; Kourien, S.; Rathod, U. Stability and thermodynamic attributes of starch hydrolyzing α -amylase of *Anoxybacillus rupiensis* TS-4. *Starch – Stärke*, 72:1-2, 1900102-1900105, 2020. <https://doi.org/10.1002/star.201900105>.

Li, Z.; Duan, X.; Wu, J. Improving the thermostability and enhancing the Ca(2+) binding of the maltohexaose-forming α -amylase from *Bacillus stearothermophilus*. *J. Biotechnol.*, 20:1, 65-72, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2016.02.013>.

Lima, M.S.; Santos, B.A.C.; Soares, J.M.M.Q.; Lima, T.R.A.; Silva, T.H.L. Potencial de fungos filamentosos na produção de enzimas utilizando diferentes fontes de amido. *Revista Brasileira de Agrotecnologia, Brasil*, 5:1, 49-53, 2015. ISSN 2317-3114.

Liu, G.D.; Gu, Z.B.; Hong, Y.; Cheng, L.; Li, C.M. Structure, functionality and applications of debranched starch: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 63:1, 70-79, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.03.004>.

Manochio, C.; Andrade, B.R.; Rodriguez, R.P.; Moraes, B.S. Ethanol from biomass: a comparative overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 80, 743-755, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.063>.

Masina, N.; Choonara, Y.E.; Kumar, P.; Toit, L.C.; Govender, M.; Indermun, S.; Pillay, V. A review of the Chemical modification techniques of starch. *Carbohydrate Polymers*, 157:1, 1226-1236, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.09.094>.

Miranda, R.A. de. Uma história de sucesso da civilização. *A Granja*, 74:829, 24-27, 2018.

Mohanam, N.; Satyanarayana, T. Amylases. *Reference Module in Life Sciences*, 1:4, 107-126, 2019. doi:10.1016/B978-0-12-809633-8.13003-1.

Moraes, L.M.P. Amilases. *In: Enzimas como agentes Biotecnológicos*. Said, S.; Pietro, R.C.L.R., editores, Ribeirão Preto: Editora Legis Summa, capítulo 13, 2004.

Nelson, D.L.; Cox, M.M. *Princípios de bioquímica de Lehninger*. 7ª ed. Artmed Editora, 2018.

Nisha, M.; Satyanarayana, T. Characteristics, protein engineering and applications of microbial thermostable pullulanases and pullulan hydrolases. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 100:13, 5661-5679, 2016. <https://doi.org/10.1007/s00253-016-7572-y>.

Norouzian, D.; Akbarzadeh, A.; Schärer, J.M.; Mõo Young, M. Fungal glucoamylases. *Biotechnology Advances*, 24:1, 80-85, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2005.06.003>.

O Statista. Worldwide production of grain in 2019/20, by type. Nova Iorque, Statista, Inc., 2021. Disponível em: <<https://www.statista.com/statistics/263977/world-grain-production-by-type/>>. Acesso em: 14/07/2021.

Pedersen, M.B.; Dalsgaard, S.; Arent, S.; Lorentsen, R.; Knudsen, K.; Yu, S.; Lærke, H.N. Xylanase and protease increase solubilization of non- starch polysaccharides and nutrient release of corn-and wheat distillers dried grains with solubles. *Biochemical Engineering Journal*, 98:1, 99-106, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.bej.2015.02.036>.

Rosseto, R.E.; Madalena, L.C.S.; Oliveira, A.F.; Chang, P.; Primieri, B.F.; Frigo, E.P.; Santos, R.F. Panorama do etanol do Brasil. *Acta Iguazu*, 6:5, 13-22, 2017. <https://doi.org/10.48075/actaiguaz.v6i5.18466>.

Roy, I.; Gupta, M.N. Hydrolysis of starch a mixture of glucoamylase and pullulanase entrapped individually in calcium alginate beads. *Enzyme and Microbial Technology*, 34:1, 26-32, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2003.07.001>.

Sarka, E.; Dvoracek, V. New processing and applications of waxy starch (a review). *Journal of Food Engineering*, 206:1, 77-87, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.03.006>.

Sigma-Aldrich. Catálogo de produtos. 2021. Disponível em: <<https://www.sigmaaldrich.com/catalog/search?term=AMILASE&interface=All&N=0&mode=match%20partialmax&lang=pt®ion=BR&focus=product>>. Acesso em: 14/07/2021.

Silano, V.; Baviera, J.M.B.; Bolognesi, C.; Brüscheiler, B.J.; Coconcelli, P.S.; Crebelli, R.; Gott, D.M.; Grob, K.; Lampi, E.; Mortensen, A.; Rivière, G.; Steffensen, I.; Tlustos, C.; Loveren, H.V.; Vernis, L.; Zorn, H.; Glandorf, B.; Herman, L.; Engel, K.; Kärenlampi, S.; Marcon, F.; Penninks, A.; Aguilera, J.; Aguilera-Gómez, M.; Kovalkovicova, N.; Liu, Y.; Maia, J.; Rainieri, S.; Chesson, A. Safety evaluation of the food enzyme glucan 1,4- α -maltotetraohydrolase from *Bacillus licheniformis* (strain DP-Dzr46). *EFSA Journal*, 17:5, e5684, 2019. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5684>.

Silano, V.; Baviera, J.M.B.; Bolognesi, C.; Coconcelli, P.S.; Crebelli, R.; Gott, D.M.; Grob, K.; Lambré, C.; Lampi, E.; Mengelers, M.; Mortensen, A.; Rivière, G.; Steffensen, I.; Tlustos, C.; Loveren, H.V.; Vernis, L.; Zorn, H.; Glandorf, B.; Herman, L.; Andryszkiewicz, M.; Gomes, A.; Liu, Y.; Chesson, A. Safety evaluation of the food cyclomaltodextrin glucanotransferase from *Paenibacillus illinoisensis* strain 107. *EFSA Journal*, 18:5, e06044, 2020a. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.6044>.

Silano, V.; Baviera, J.M.B.; Bolognesi, C.; Coconcelli, P.S.; Crebelli, R.; Gott, D.M.; Grob, K.; Lambré, C.; Lampi, E.; Mengelers, M.; Mortensen, A.; Rivière, G.; Steffensen, I.; Tlustos, C.; Loveren, H.V.; Vernis, L.; Zorn, H.; Herman, L.; Aguilera, J.; Andryszkiewicz, M.; Arcella, D.; Kovalkovicova, N.; Liu, Y.; Chesson, A. Safety evaluation of the food enzyme glucan 1,4- α -glucosidase from the genetically modified *Trichoderma reesei* strain DP-Nzh38. *EFSA Journal*, 18:5, e06126, 2020b. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.6126>.

Silano, V.; Baviera, J.M.B.; Bolognesi, C.; Coconcelli, P.S.; Crebelli, R.; Gott, D.M.; Grob, K.; Lambré, C.; Lampi, E.; Mengelers, M.; Mortensen, A.; Rivière, G.; Steffensen, I.; Tlustos, C.; Loveren, H.V.; Vernis, L.; Zorn, H.; Glandorf, B.; Herman, L.; Aguilera, J.; Horn, C.; Maia, J.; Liu, Y.; Chesson, A. Safety evaluation of the food enzyme isoamylase from a *Dyella* sp. strain. *EFSA Journal*, 18:10, e06250, 2020c. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.6250>.

Simair, A.A.; Qureshi, A.S.; Khushk, I.; Ali, C.H.; Lashari, S.; Bhutto, M.A.; Mangrio, G.S.; Lu, C. Production and partial characterization of α -amylase enzyme from *Bacillus* sp. BCC 01-50 and Potential Applications. *BioMed Research International*, 2017: Artigo ID 9173040, 1-9, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/9173040>.

Sindhu, R.; Binod, P.; Madhavan, A.; Beevi, U.S.; Mathew, A.K.; Abraham, A.; Pandey, A.; Kumar, V. Molecular improvements in microbial α -amylases for enhanced stability and catalytic efficiency. *Bioresource Technology*, 245:1, 1740-1748, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.04.098>.

Soares, R.J. Da S.; Pinto, A.A.; Camara, F.T. Da; Santana, L.D. Produtividade de massa verde de milho transgênico em função do arranjo populacional na região do Cariri, CE. *Interações (Campo Grande), Campo Grande*, 18:2, 117, 2017. <https://doi.org/10.20435/inter.v18i2.1444>.

Song, M.R.; Choi, S.H.; Oh, S.M.; Kim, H.Y.; Bae, J.E.; Park, C.S.; Kim, B.Y.; Baik, M.Y. Characterization of amorphous granular starches prepared by high hydrostatic pressure (HHP). *Food Science Biotechnology*, 26:3, 671-678, 2017. <https://doi.org/10.1007/s10068-017-0106-2>.

Strąk-Graczyk, E.; Balcerek, M.; Przybylski, K.; Żyżelewicz, D. Simultaneous saccharification and fermentation of native rye, wheat and triticale starch. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99:11, 4904-4912, 2019. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9718>.

Tachibana, Y.; Fujiwara, S.; Takagi, M.; Imanaka, T. Cloning and expression of the 4- α -glucanotransferase gene from the hyperthermophilic archaeon *Pyrococcus* sp. KOD1, and characterization of the enzyme. *Journal of Fermentation Bioengineering*, 83:6, 540-548, 1997. [https://doi.org/10.1016/S0922-338X\(97\)81134-8](https://doi.org/10.1016/S0922-338X(97)81134-8).

Tappiban, P.; Smith, D.R.; Triwitayakorn, K.; Bao, J. Recent understanding of starch biosynthesis in cassava for quality improvement: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 83:1, 167-180, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.11.019>.

Teng, C., Chen, D., Wu, G., & Campanella, O. Non-invasive techniques to study starch structure and starchy products properties. *Current Opinion in Food Science*, 38:1, 196-202, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.11.008>.

Usda. United States Department of Agriculture. Grain: world markets and trade. 2018a. Disponível em: <<https://www.fas.usda.gov/data/grain-world-markets-and-trade>>. Acesso em: 14/07/2021.

Usda. United States Department of Agriculture. World agricultural production. 2018b. Disponível em: <<https://www.fas.usda.gov/data/world-agricultural-production>>. Acesso em: 14/07/2021.

Velasco-Lozano, S.; Lopez-Gallego, F.; Mateos-Diaz, J.C.; Favela-Torres, E. Cross linked enzyme aggregates (CLEA) in enzyme improvement – a review. *Biocatalysis*, 1:1, 166-177, 2015. <https://doi.org/10.1515/boca-2015-0012>.

Xu, J.; Blennow, A.; Li, X.; Chen, L.; Liu, X. Gelatinization dynamics of starch in dependence of its lamellar structure, crystalline polymorphs and amylose content. *Carbohydr Polym*, 229:1, 115481, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.115481>.

Yaraş, A.; Selen, V.; Özer, D. Synergistic effects of agro-industrial wastes on alpha amylase production by *Bacillus amyloliquefaciens* in semi solid substrate fermentation. *Pamukkale Univ. J. Engineering Sci*, 21:7, 314-318, 2015. doi:10.5505/pajes.2015.60783.

Zhang, B.; Chen, L.; Xie, F.; Li, X.; Truss, R.W.; Halley, P.J.; Shamshina, J.L.; Rogers, R.D.; McNally, T. Understanding the structural disorganization of starch in water-ionic liquid solutions. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 17:21, 13860-13871, 2015. doi: 10.1039/C5CP01176K.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acinetobacter baumannii 38, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48

Amazônia 18

Amido 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 137

Amilases 69, 70, 73, 74, 75, 76, 77, 78

B

Bactérias 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 22, 23, 24, 25, 38, 40, 45, 46, 49, 50, 51, 54, 55, 60, 63, 70, 81, 82, 89, 91, 92, 93, 94, 98, 100, 110, 119, 120, 121, 122, 130, 134, 135, 138, 140, 142, 144, 145

Bactérias Gram negativas 55, 63

Bactérias Gram positivas 55

Bactérias simbióticas 49

Barbatimão 134, 135, 136, 142, 145, 146

Billings 106, 107, 108, 109, 110

Biodigestão anaeróbica 116, 119, 121, 124, 125

Bioenergia 116, 127

Biofilme 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13

Biosurfactante 92, 95, 98, 99, 100, 105

C

Capsaicina 55, 56, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66

Caracterização morfocultural 49, 53

Cemitério 14, 15, 17, 18, 19

Cerrado 65, 67, 134, 135, 136, 137, 145, 146

Clostridium difficile 81

Coliformes 14, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 24, 110, 115

Contaminação 7, 14, 17, 19, 24, 25, 92, 114, 117, 141

E

Enterobactérias 106, 108, 112, 114

Enzimas 11, 44, 69, 70, 73, 74, 75, 77, 78, 98, 120

Esporotricose 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35

F

Farinha de mandioca 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27

Fungos 25, 33, 34, 50, 55, 69, 70, 75, 76, 77, 78, 81, 130, 134, 135, 142, 144, 146

H

Hidrólise de milho 75

I

Infecções associadas 38, 40, 41, 42

Ivermectina 130, 132

K

Klebsiela sp 81

M

Metano 116, 118, 119, 121, 122, 124, 125, 127, 128

P

Patógenos 1, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 30, 55, 63, 64, 129, 130, 132, 134, 135, 141, 142

Pediculoses 130

Petróleo 92, 93, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 101

Pets não convencionais 130, 132

Piolhos 129, 130, 131, 132

Prevenção e controle 38, 40, 45, 147

Proteus sp 61, 81

R

Ramnolipídeos 92

Reservatório 7, 15, 25, 106, 107, 108

Resistência antimicrobiana 38, 40, 42, 56

S

Segurança alimentar 20, 25, 27

Sepsis 81, 90

Serratia sp 81

Sporothrix brasiliensis 28, 29, 31, 32, 33, 35, 36, 37

Stryphnodendron sp 134, 135, 140

T

Transmissão felina 28, 30

MICROBIOLOGIA:

Clínica, Ambiental e Alimentos

2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

MICROBIOLOGIA:

Clínica, Ambiental e Alimentos

2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora
Ano 2021