

MICROBIOLOGIA:

Clínica, Ambiental e Alimentos

Renan Monteiro do Nascimento
(Organizador)

 **Atena**
Editora
Ano 2021

MICROBIOLOGIA:

Clínica, Ambiental e Alimentos

Renan Monteiro do Nascimento
(Organizador)

 **Atena**
Editora
Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena

Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina 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
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
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. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
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. 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

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

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

Prof^a Dr^a Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

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

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

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

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

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

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

Prof^a Dr^a Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Prof^a Dr^a Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

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

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

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

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

Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

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

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

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

Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

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

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

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

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
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. 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
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/Secconal Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
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. Antonio 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. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
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
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. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
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

Microbiologia: clínica, ambiental e alimentos

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Renan Monteiro do Nascimento

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M626 Microbiologia: clínica, ambiental e alimentos / Organizador
Renan Monteiro do Nascimento. – Ponta Grossa - PR:
Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-754-3

DOI 10.22533/at.ed.543210120

1. Microbiologia. I. Nascimento, Renan Monteiro do
(Organizador). 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.

APRESENTAÇÃO

A coleção “Microbiologia: Clínica, Ambiental e Alimentos” é uma obra que tem como foco principal a apresentação de trabalhos científicos diversos que compõe seus capítulos relacionados aos microrganismos. O volume apresenta um compilado de 15 artigos distribuídos em temáticas que abordam de forma categorizada e interdisciplinar trabalhos, pesquisas, relatos de casos e/ou revisões que transitam nas diversas áreas de aplicação da Microbiologia.

O objetivo central desta coletânea é apresentar de forma categorizada e clara estudos desenvolvidos em diversas instituições de ensino e pesquisa do país. Em todos esses trabalhos a linha condutora foi o aspecto relacionado à Bacteriologia, Micologia, Parasitologia, Virologia, Imunologia Biotecnologia, Saúde Pública e áreas correlatas.

O avanço tecnológico tem contribuído com inúmeras pesquisas relacionadas à biologia dos diversos microrganismos existentes, e conseqüentemente, esses estudos podem auxiliar na prevenção e no combate a patologias/doenças que podem afetar a saúde humana e dos demais seres vivos.

Temas diversos e interessantes são deste modo, discutidos aqui com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres, doutores e todos aqueles que de alguma forma se interessam pelas ciências biológicas e pelas ciências da saúde em seus aspectos microbiológicos. Possuir um material que demonstre a aplicação dos microrganismos em várias áreas do conhecimento, de forma temporal e com dados substanciais de regiões específicas do país tem sido relevante, bem como, abordar temas atuais e de interesse direto da sociedade.

Este livro “Microbiologia: Clínica, Ambiental e Alimentos” apresenta uma teoria bem fundamentada nos resultados práticos obtidos pelos diversos pesquisadores, professores e acadêmicos que arduamente desenvolveram seus estudos que aqui estão apresentados de maneira concisa e didática. Sabemos o quão importante é a divulgação científica, por isso evidenciamos também a estrutura da Atena Editora, que é capaz de oferecer uma plataforma consolidada e confiável, permitindo que esses pesquisadores exponham e divulguem seus trabalhos.

Desejo a todos uma ótima leitura.

Renan Monteiro do Nascimento

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE MOLHO DE TUCUPI PRETO E MOLHO SHOYU

Clara Noelly Pimentel da Silva
Amanda Lima Tvares
Marcelly Monteiro Martins
Regiane Soares Ramos
Vitoria Micaely Torres Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.5432101201

CAPÍTULO 2..... 7

PRODUÇÃO DE BIOETANOL E CONTROLE MICROBIOLÓGICO DO PROCESSO

Arlindo José Lima de Carvalho
Mariana Carina Frigieri
Leonardo Lucas Madaleno
Wilton Rogério Lustrí
Silmara Cristina Lazarini Frajácomo
Danilo Luiz Flumignan
Ariela Veloso de Paula
Cássia Regina Primila Cardoso

DOI 10.22533/at.ed.5432101202

CAPÍTULO 3..... 27

MICROBIAL INACTIVATION IN ANIMAL WASTE WITH IONIZING RADIATION

María Verónica Vogt
Jose Pachado

DOI 10.22533/at.ed.5432101203

CAPÍTULO 4..... 36

PESQUISA DE INDICADORES DE CONTAMINAÇÃO NA CARNE DE CHARQUE COMERCIALIZADA EM SUPERMERCADOS E FEIRAS LIVRES

Larissa Karine Barbosa
Maria Aduclécia de Lima
Adayane Camila da Silva
João Victor Bezerra Gonçalves Melo
José Agostinho Alves Pereira Filho
André Victor Barbosa Julião
Agenor Tavares Jacome Junior

DOI 10.22533/at.ed.5432101204

CAPÍTULO 5..... 45

PESQUISA DE INDICADORES DE CONTAMINAÇÃO EM VERDURAS COMERCIALIZADAS EM FEIRAS LIVRES E SUPERMERCADOS DA CIDADE DE CARUARU- PE

Maria Aduclécia de Lima
Larissa Karine Barbosa
Adayane Camila da Silva

João Victor Bezerra Gonçalves Melo
José Agostinho Alves Pereira Filho
André Victor Barbosa Julião
Agenor Tavares Jacome Junior
DOI 10.22533/at.ed.5432101205

CAPÍTULO 6..... 53

EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL A AGENTES BIOLÓGICOS- CARACTERIZAÇÃO DA EXPOSIÇÃO AMBIENTAL E FOMITES NA INDÚSTRIA DE RESÍDUOS

Marta Vasconcelos Pinto
Manuela Vaz-Velho
Joana Santos

DOI 10.22533/at.ed.5432101206

CAPÍTULO 7..... 73

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE BACTERIOLÓGICA DE SUCOS DETOX/VERDES

Thamyres Samara dos Santos Melo
José Samuel de Lima
Maria Aduclécia de Lima
Agenor Tavares Jacome Junior

DOI 10.22533/at.ed.5432101207

CAPÍTULO 8..... 82

OTIMIZAÇÃO DA REMOÇÃO DO CORANTE RODAMINA B UTILIZANDO BIOFILME DE *Bacillus* sp. L26 POR MEIO DE UM DELINEAMENTO COMPOSTO CENTRAL ROTACIONAL

Eduardo Beraldo de Moraes
Frederico Carlos Martins de Menezes Filho
Rossean Golin
Cassiano Ricardo Reinehr Corrêa
Ibraim Fantin da Cruz

DOI 10.22533/at.ed.5432101208

CAPÍTULO 9..... 95

CUSTOS DO TRATAMENTO ANTIMICROBIANO DE PACIENTES INFECTADOS E NÃO INFECTADOS POR MICRORGANISMOS MULTIRRESISTENTES

Taylla Rodrigues Chaves
Paula Campos de Mendonça
Gislane Ferreira de Melo
Tarquino Erastides G Sánchez
Priscilla Cartaxo Pierri Bouchardet
Noriberto Barbosa da Silva
Fabiana Xavier Cartaxo Salgado

DOI 10.22533/at.ed.5432101209

CAPÍTULO 10..... 106

DIVERSIDADE DE FUNGOS ZOOSPÓRICOS EM AREAS DE PRESERVAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE MANAUS-AM

Eliane Santos Almeida

Maria Ivone Lopes da Silva
DOI 10.22533/at.ed.54321012010

CAPÍTULO 11..... 124

EFEITO ANTIFÚNGICO DE EXTRATOS HIDROALCOÓLICOS CONTRA *Colletotrichum sp*

Felipe Guilherme Brunetto Bretschneider
Bruna Regina Pereira Rocha
Cleusa Ines Weber
Alessandra Machado-Lunkes
Cláudio Roberto Novello

DOI 10.22533/at.ed.54321012011

CAPÍTULO 12..... 130

ASPECTOS IMUNOLÓGICOS DA ESPOROTRICOSE

Luana Rossato

DOI 10.22533/at.ed.54321012012

CAPÍTULO 13..... 143

**PRESENÇA DE PARASIToses EM TOMATES (*Solanum lycopersicum*)
COMERCIALIZADOS NAS FEIRAS LIVRES DE SANTARÉM – PA**

Luana Caroline Frota da Conceição
Lília Maria Nobre Mendonça de Aguiar
Domingas Machado da Silva
Jocireudo de Jesus Carneiro Aguiar
Edson Alves Menezes Júnior
Bruna Jaqueline Sousa da Silva

DOI 10.22533/at.ed.54321012013

CAPÍTULO 14..... 150

**PROFILE OF CONTACT LENS WEARERS AND ASSOCIATED RISK FACTORS FOR
ACANTHAMOEBA SPP**

Denise Leal dos Santos
Veridiana Gomes Virginio
Sergio Kwitko
Diane Ruschel Marinho
Bruno Schneider de Araújo
Claudete Inês Locatelli
Marilise Brittes Rott

DOI 10.22533/at.ed.54321012014

CAPÍTULO 15..... 162

MAYARO: UMA AMEAÇA PARA O BRASIL

Patrick Jesus de Souza
Suellen da Costa Fonseca

DOI 10.22533/at.ed.54321012015

SOBRE O ORGANIZADOR..... 170

ÍNDICE REMISSIVO..... 171

CAPÍTULO 2

PRODUÇÃO DE BIOETANOL E CONTROLE MICROBIOLÓGICO DO PROCESSO

Data de aceite: 19/01/2021

Data de submissão: 08/01/2020

Arlindo José Lima de Carvalho

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP FCFAR - Campus de Araraquara
Araraquara – SP
CV: <http://lattes.cnpq.br/9485983744882630>

Mariana Carina Frigieri

Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani – Fatec Jaboticabal
Jaboticabal – SP
CV: <http://lattes.cnpq.br/4287525933081582>

Leonardo Lucas Madaleno

Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani – Fatec Jaboticabal
Jaboticabal – SP
CV: <http://lattes.cnpq.br/3972203417794213>

Wilton Rogério Lustri

Universidade de Araraquara – UNIARA
Araraquara – SP
CV: <http://lattes.cnpq.br/8058174156603507>

Silmara Cristina Lazarini Frajácómo

Universidade de Araraquara – UNIARA
Araraquara – SP
CV: <http://lattes.cnpq.br/7987248199205915>

Danilo Luiz Flumignan

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso - IFMT - Campus Cuiabá
Cuiabá – MT
CV: <http://lattes.cnpq.br/3524264298241361>

Ariela Veloso de Paula

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP FCFAR - Campus de Araraquara
Araraquara – SP
CV: <http://lattes.cnpq.br/5169005740180194>

Cássia Regina Primila Cardoso

Universidade Federal de Mato Grosso
Sinop – MT
CV: <http://lattes.cnpq.br/6759984980265462>

RESUMO: Durante o processo de fermentação industrial tradicional, ocorre a produção de bioetanol pela levedura a partir de um mosto açucarado, onde vários tipos de contaminações podem ocorrer prejudicando a obtenção do produto, dentre essas, a contaminação microbiana. O controle microbiológico do processo requer um tratamento diferencial, onde é necessário controlar os contaminantes, sem, no entanto, afetar a ação das leveduras selecionadas. Atualmente, estão sendo estudadas formas naturais de controle que atendem aos requisitos de produção sem afetar adversamente o meio ambiente ou impedir o comércio subsequente dos subprodutos gerados. Diante dessa realidade, o presente trabalho buscou discutir esse tema importante, abordando dados atuais da produção de bioetanol, perspectivas do setor e do controle microbiológico do processo, destacando as formas naturais de controle, dentre elas, o uso de extratos vegetais.

PALAVRAS-CHAVE: Extrato vegetal. Antimicrobiano. Contaminantes. Fermentação.

BIOETHANOL PRODUCTION AND MICROBIOLOGICAL PROCESS CONTROL

ABSTRACT: During the traditional industrial fermentation process, yeast bioethanol is produced from a must with sugar, where various types of contamination can occur, reducing the production of the product, among which, microbial contamination. The microbiological control of the process requires a differential treatment, where it is necessary to control the contaminants, without, however, affect the action of the selected yeasts. Currently, natural forms of control that meet production requirements are being studied without adversely affecting the environment or preventing subsequent trade in the generated by-products. In view of this reality, the present study aims to discuss this important topic, addressing current data on bioethanol production, sector perspectives, and the microbiological control of the process, highlighting the natural forms of control, including the use of plant extracts.

KEYWORDS: Vegetable extract. Antimicrobial. Contaminants. Fermentation.

1 | INTRODUÇÃO

O processo fermentativo é a principal via de obtenção do etanol através da oxidação dos monômeros de açúcar pelas leveduras *Saccharomyces cerevisiae* (NIELSEN *et al.*, 2013; AZHAR *et al.*, 2017). Para que este processo se realize é preparado o mosto, o qual pode ser procedente do caldo de cana-de-açúcar e/ou melaço gerando um ambiente com teor de açúcar e pH ajustados para favorecer o processo fermentativo e inibir o processo respiratório nas leveduras (DELLA-BIANCA *et al.*, 2013). Porém, essas mesmas condições também facilitam o desenvolvimento de uma série de micro-organismos contaminantes como bactérias e leveduras selvagens (MUTHAIYAN; LIMAYEM; RICKE, 2011; BECKNER; IVEY; PHISTER, 2011), os quais são facilmente assimilados durante todo o processo, desde a colheita, armazenamento e processamento da matéria-prima (MUTHAIYAN; LIMAYEM; RICKE, 2011), até pela água de diluição do mosto e pelos equipamentos e tubulações do próprio processo (OLIVEIRA *et al.*, 2013; BREXÓ; SANT'ANA, 2017).

A presença de micro-organismos contaminantes resulta em queda no rendimento fermentativo e o controle torna-se de fundamental importância para o setor produtivo (NAVES *et al.*, 2010). O controle bacteriano no processo é feito pela adição de ácido sulfúrico, porém para altos níveis de contaminação é realizada a utilização de antibióticos (MUTHAIYAN; LIMAYEM; RICKE, 2011), no entanto esse uso inviabiliza o comércio posterior da levedura seca para alimentação animal e outros fins, por deixarem resíduos nas células (FREITAS; ROMANO, 2013).

Além disso, o gasto com antibióticos torna-se um dos grandes desafios do processo (BREXÓ; SANT'ANA, 2017) e a busca por formas alternativas de controle passa a despertar muito interesse (CAETANO; MADALENO, 2011; MADALENO *et al.*, 2016; RICH *et al.*, 2018).

Os produtos naturais derivados de vegetais possuem grande potencial ao desenvolvimento de produtos de interesse por serem, atualmente, a principal fonte de

novas moléculas químicas bioativas (ANAND, et al, 2020).

2 | PRODUTIVIDADE E PERSPECTIVA DO SETOR SUCROENERGÉTICO

No mundo moderno a necessidade do deslocamento da produção e das pessoas faz com que os combustíveis sejam intensamente utilizados, porém o uso de combustíveis fósseis tem sido questionado devido à sua finitude e efeitos adversos causados ao ambiente, como aumento dos gases de efeito estufa gerando aquecimento global, mudanças climáticas com possíveis alterações do nível do mar, da biodiversidade, aumento da poluição urbana entre outros (ZABED *et al.*, 2017). Neste sentido, há uma crescente demanda pelo uso de combustíveis alternativos que proporcionem segurança energética e ambiental, impulsionando os estudos recentes devido a serem oriundos de fontes renováveis ou até mesmo de resíduos gerados pela ação humana, degradação natural de frutas e outros vegetais ou da produção industrial (BHATIA; JOHRI; AHMAD, 2012; SARRIS; PAPANIKOLAOU, 2016).

Segundo a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, no Brasil 45% da energia e 18% dos combustíveis provêm de fontes renováveis, enquanto que, no restante do mundo 86% da energia é obtida de fontes não renováveis (ANP, 2020a).

Dentre as alternativas energéticas para a diminuição da dependência de combustíveis fósseis surge o bioetanol, o qual pode ser obtido a partir de diversas fontes que contenham quantidade apreciável de carboidratos (ZABED *et al.*, 2017). O Brasil foi pioneiro nesta aplicação (ANP, 2020a), porém devido à facilidade de obtenção e ao baixo custo de produção, a utilização dessa alternativa energética tem aumentado em nível global (RFA, 2020), tanto para uso direto como combustível ou adicionado à gasolina (SARRIS; PAPANIKOLAOU, 2016).

O bioetanol produzido no Brasil, destina-se principalmente ao mercado interno e à exportação para os países da União Européia, Estados Unidos e China (VIDAL, 2019). Atualmente a obtenção deste biocombustível é realizada através de fontes primárias contendo açúcares simples (biomassa açucarada) e amido (biomassa amilácea), gerando o bioetanol referido como de primeira geração e também de fontes de biomassa lignocelulósica e algas, gerando, o bioetanol referido como de segunda e terceira geração, respectivamente (ZABED *et al.*, 2017).

Na Tabela 1 é possível verificar a produção mundial de bioetanol combustível (RFA, 2020). O Estados Unidos é o maior produtor mundial de bioetanol, responsável por 54% do total produzido, sendo que sua maior produção é de bioetanol de primeira geração através do uso do milho (biomassa amilácea) como matéria-prima. O Brasil é o segundo maior produtor em nível mundial, responsável por 30% do total, sendo que a maior produção nacional também é de bioetanol de primeira geração, porém utilizando fontes açucaradas como o caldo de cana-de-açúcar ou o melaço (resíduo da produção de açúcar) para

obtenção do mosto, onde os açúcares fermentescíveis que serão convertidos em bioetanol, estão prontamente disponíveis para o processo fermentativo (SARRIS; PAPANIKOLAOU, 2016).

País	2015	2016	2017	2018	2019	% da produção mundial
Estados Unidos	56.051	58.345	60.324	60.911	59.719	54%
Brasil	27.255	25.589	25.287	30.321	32.441	30%
União Européia	5.250	5.213	5.300	5.413	5.451	5%
China	3.078	3.199	3.255	3.975	3.407	3%
Canadá	1.650	1.650	1.779	1.817	1.893	2%
Índia	738	1.041	795	1.514	2.006	2%
Tailândia	1.264	1.219	1.401	1.476	1.590	1%
Argentina	799	999	1.098	1.098	1.098	1%
Outros países	1.480	1.855	1.567	2.078	2.271	2%
Total	97.565	99.110	100.806	108.603	109.875	

Tabela 1. Produção anual mundial de bioetanol combustível (Mil.m³)

Fonte: RFA, (2020). Tabela adaptada.

A utilização da cana-de-açúcar para obtenção da matéria-prima a ser fermentada é atrativa, uma vez que proporcionam um alto rendimento de açúcar e durante a sua utilização industrial acaba gerando outros subprodutos de interesse para a manutenção da própria produção industrial ou mesmo para transações comerciais, como no caso da palha e do bagaço, os quais podem ser utilizados na caldeira para gerar a energia que manterá o processo industrial ativo ou poderá ser utilizado como uma fonte de biomassa para obtenção de etanol de segunda geração; da vinhaça, a qual pode ser utilizada para fertirrigação e para a obtenção de biogás e da torta de filtro que pode ser utilizada na adubação agrícola. A cadeia produtiva de etanol a partir da cana-de-açúcar gera como perspectiva a transformação das unidades industriais em biofábricas, com a produção integrada de vários produtos de interesse comercial.

Neste cenário mundial também aparece a mandioca e batata doce (biomassa amiláceas) como potenciais matérias-primas para produção de bioetanol, as quais não necessitam de grande fertilidade do solo para o seu cultivo e o uso da biomassa lignocelulósica resultante de culturas energéticas, plantas aquáticas, materiais florestais, resíduos agrícolas, urbanos e industriais entre outros, os quais são abundante em todo o mundo e permitem, na grande maioria, a obtenção de etanol sem a necessidade da utilização novas de áreas de plantio e sem interferir na produção de alimentos e forragens

(ZABED *et al.*, 2017). O potencial do uso do sorgo sacaríneo como fonte de biomassa açucarada também tem sido avaliado (MASSON, *et al.*, 2015)

O uso do bioetanol é um dos mais promissores devido a introdução de motorização híbrida no mercado, onde o motor a combustão usa a tecnologia flex fuel, que utilizam mistura de 0% a 100% de etanol e gasolina (BREXÓ; SANT'ANA, 2017).

A demanda por esse biocombustível atualmente também é impulsionada pelo desenvolvimento de políticas governamentais em diversos países visando o estímulo da produção e utilização de fontes renováveis de energia (VIDAL, 2019). A União Européia através da diretiva 2009/28/CE, a qual trata da promoção da utilização de energia de fontes renováveis conhecida como RED I, estabeleceu metas para a produção e utilização de energias renováveis em 2020, posteriormente com a Diretiva (UE) 2018/2001 (RED II), foi estabelecido pelo menos, 32 % de energia renovável no consumo final bruto de energia até 2030 (EUROPEIA, 2019). Nos Estados Unidos, segundo a Low Carbon Fuel Standart (LCFS) a meta é de reduzir as emissões dos gases de efeito estufa em 20% até 2030 e segundo Renewable Fuel Standard (RFS) a perspectiva seria a produção de um volume de 36 bilhões de galões (cerca de 136 bilhões de litros) de combustíveis renováveis em 2022 (ROITMAN, 2019).

No Brasil, no final do ano de 2017 foi criada, através da Lei 13.576, a Política Nacional de Biocombustíveis, conhecida como RenovaBio, a qual visa, entre outros objetivos, estimular a redução das emissões de gases de efeito estufa através do incremento no uso de biocombustíveis na matriz energética nacional (BRASIL, 2017).

A produção de etanol variava mais em função dos preços do açúcar no mercado externo do que em relação a produção de cana-de-açúcar, pois o setor possuía uma flexibilidade para a produção de açúcar ou etanol, que pode variar de 50% para qualquer um dos produtos ou até para 65% de produção de etanol e 35% de açúcar conforme ilustra o gráfico da Figura 1.

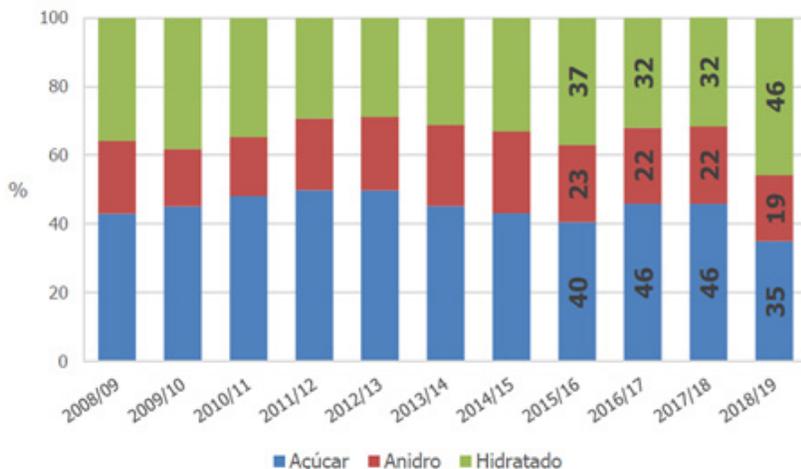


Figura 1. Mix de produção de açúcar e etanol – Safra 2008/09 até 2018/19

Fonte: EPE, 2019

A adoção desta nova política visa o desenvolvimento de mecanismos que garantam a previsibilidade na produção necessária para atrair investimentos, de forma a conectar sustentabilidade ambiental, social e econômica. Através desta Lei foram estabelecidas metas a serem alcançadas até 2030 e também a criação do CBIO (Crédito de Descarbonização), os quais são títulos financeiros que deverão ser adquiridos pelos distribuidores de combustíveis para compensar suas emissões e cumprir as metas de descarbonização estipuladas anualmente. Investidores também podem adquiri-los e a expectativa é que se torne uma commodity mundial (GRASSI; PEREIRA, 2019). Assim, esse programa visa retomar os incentivos para o aumento da produtividade nacional, uma vez que propõe uma certa segurança econômica para os produtores.

Na Figura 2 é possível acompanhar a evolução mensal da produção nacional anual de bioetanol e observar que há um incremento na produção brasileira nos meses de abril à novembro, correspondentes aos meses de colheita da cultura da cana-de-açúcar. Considerando o mês de abril, no ano corrente teve a maior produção dos últimos nove anos.

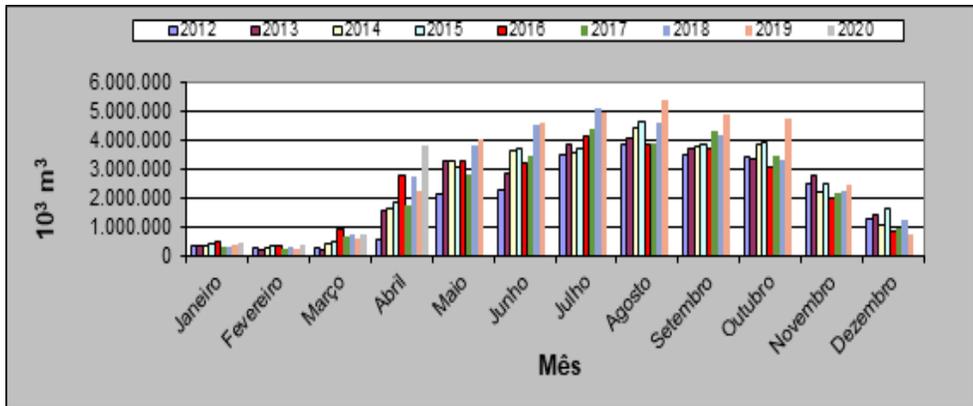


Figura 2. Evolução mensal da produção anual brasileira de bioetanol

Fonte: ANP, 2020b.

A Tabela 2 mostra os dados de moagem de cana-de-açúcar e a Tabela 3 os dados da produção de bioetanol durante o ano separado por safra (abril a março) e por região produtora. É possível verificar o predomínio da produção nacional na Região Centro-Sul do país, a qual na safra anterior foi responsável pela obtenção de 93,4% do total produzido.

Moagem de Cana-de-Açúcar Safras – 2015/2016 até 2019/2020 (Mil toneladas)

Safra	2015/2016	2016/2017	2017/2018	2018/2019	2019/2020
Região Centro-Sul	617.709	607.137	596.260	573.125	590.361
Região Norte-Nordeste	49.115	44.704	44.806	47.707	52.316
Brasil	666.824	651.841	641.066	620.832	642.677

Tabela 2. Moagem de Cana-de-Açúcar no Brasil nas Últimas Cinco Safras

Fonte: UNICA, (2020). Tabela adaptada

Etanol Total – 2015/2016 até 2019/2020 (Mil m³)

Safra	2015/2016	2016/2017	2017/2018	2018/2019	2019/2020
Região Centro-Sul	28.225	25.651	26.088	30.953	33.258
Região Norte-Nordeste	2.008	1.603	1.771	2.150	2.337
Brasil	30.232	27.254	27.859	33.103	35.595

Tabela 3. Produção de bioetanol no Brasil por safra

Fonte: UNICA, (2020). Tabela adaptada

Além da produção relatada, o país tem adotado outras formas de obtenção do bioetanol na tentativa de aumentar essa produção e corresponder às expectativas do

RenovaBio, como a obtenção de etanol a partir do milho e o desenvolvimento e consolidação das tecnologias de segunda geração, que permitirão o aumento da produtividade, sem aumentar a área destinada ao plantio, por meio de culturas de cana-de-açúcar especializadas em energia, como a Cana Energia e resíduos agrícolas (GRASSI; PEREIRA, 2019).

A região Centro-Oeste brasileira, produtora de grãos, tem apresentado um crescente aumento produção de etanol devido à disponibilidade da matéria-prima e a possibilidade de aproveitamento do complexo produtor de etanol a partir da cana-de-açúcar também na entressafra para produção a partir do milho (VIDAL, 2019). A produção de etanol a partir do milho no Brasil é destacada como um importante propulsor do desenvolvimento energético, econômico, social e ambiental na produção, minimizando perdas em logística e exportação de grãos (ECKERT, *et al.*, 2018). Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) a estimativa nacional de plantio do milho, na temporada 2019/20, deve apresentar uma produção recorde de 101 milhões de toneladas (CONAB, 2020a), sendo a região Centro-Oeste responsável por cerca de 95% da produção de etanol a base de milho, considerando a estimativa de produção para a safra 2020/21 de 2,7 bilhões de litros no país, dos quais 2,56 bilhões nessa região, distribuídos entre Mato Grosso e Goiás (CONAB, 2020b).

O aumento da produção de bioetanol impulsionado pelas políticas públicas contribui para a transição energética na qual o mundo deve se ajustar e em especial no Brasil, já fez parte, junto com a energia advinda de outras fontes renováveis, 45% da matriz energética brasileira em 2018 (EPE, 2019).

A Tabela 4 apresenta uma perspectiva da fonte de energia a ser utilizada no Brasil e no mundo no ano de 2025. É possível verificar o destaque do Brasil em relação ao cenário mundial no que diz respeito ao uso de energias renováveis.

Fonte de Energia	Brasil	Fonte de Energia	Mundial
Energia Não Renovável	51,2%	Energia Não Renovável	82,7%
Derivados da Cana-de-açúcar	20,2%	Bioenergia Moderna	6,9%
Hidráulica e Eletricidade	13,6%	Hidráulica	3,0%
Lenha e Carvão Vegetal	7,4%	Biomassa Sólida	2,8%
Outras Renováveis	5,0%	Outras Renováveis	4,6%
Eólica	2,2%		
Solar	0,5%		
		Total	14,1 G _{TEP}
Total	333,8 M _{TEP}		

Tabela 4. Perspectiva de oferta interna de Energia – Brasil e Mundial no ano de 2025

Fonte: EPE, 2019. Tabela adaptada

Com base na tabela acima, foi possível calcular a participação dos derivados da cana-de-açúcar em MTEP (Milhões de toneladas de petróleo equivalente) com o incremento projetado para 2025 de 57,4% conforme apresentado na Tabela 5.

Incremento na Substituição de MTEP por Derivados da Cana-de-açúcar			
Ano	Total MTEP	Derivados da Cana-de-açúcar	Substituição de MTEP
2008	252,0	17,0%	42,8
2018	288,0	17,4%	50,1
2025	333,8	20,2%	67,4
Incremento na substituição de MTEP de 2008 a 2025			57,4%

Tabela 5. Substituição de MTEP por Derivados da Cana-de-açúcar.

Fonte: Elaborado por Arlindo José Lima de Carvalho

O Brasil ocupa um espaço considerável no perfil energético mundial, principalmente pelo caráter renovável da sua matriz, advindo de seu potencial, e, em especial, das políticas públicas que incentivam a segurança energética nacional com o uso dos recursos renováveis. Assim, a matriz energética brasileira acaba sendo modelo e incentivo para muitos países na adoção de energias renováveis, como o bioetanol.

3 I PROCESSO FERMENTATIVO

Através do processo fermentativo tradicional é que ocorre a obtenção da maior parte (90-95%) do bioetanol mundial (SARRIS; PAPANIKOLAOU, 2016), por ação da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, a qual metaboliza os açúcares (hexoses) solúveis disponíveis, gerando neste processo, além do bioetanol, dióxido de carbono.

A levedura *S. cerevisiae* é um fungo unicelular (ascomiceto) anaeróbico facultativo, podendo obter energia para sua sobrevivência através da respiração aeróbica ou através da fermentação. Na respiração aeróbica ocorre a produção de 18 a 19 vezes mais energia biologicamente utilizável disponível para a levedura do que na fermentação, sendo assim, a respiração um processo mais benéfico, em termos energéticos, do que a fermentação para a levedura (SARRIS; PAPANIKOLAOU, 2016).

Baixas concentrações de glicose favorecem o processo respiratório e a produção de biomassa, sendo essas condições utilizadas para a produção industrial de leveduras secas selecionadas. No entanto, mesmo na presença de oxigênio, se a concentração de açúcar for maior que um valor crítico (por exemplo, 9 g.L⁻¹) a respiração torna-se impossível e apenas ocorre a metabolização dos açúcares pela via fermentativa (PRONK; YDE STEENSMA; VAN DIJKEN, 1996).

A hexose assimilada pela célula sofre o processo de glicólise gerando duas moléculas de piruvato, duas moléculas de ATP e duas moléculas da coenzima reduzida NADH. Na respiração, a molécula de piruvato é direcionada para o ciclo de Krebs, onde será totalmente oxidada. Na fermentação etanólica, o piruvato é convertido, em acetaldeído, o qual sofre rearranjo molecular para formar a molécula de etanol, com utilização de NADH (TORTORA; CASE; FUNKE, 2016). A molécula de etanol pode ser utilizada como fonte de energia, pois ainda concentra a maior parte da energia da molécula de glicose que não foi totalmente oxidada neste processo. A Figura 3 apresenta um esquema do processo de fermentação etanólica.

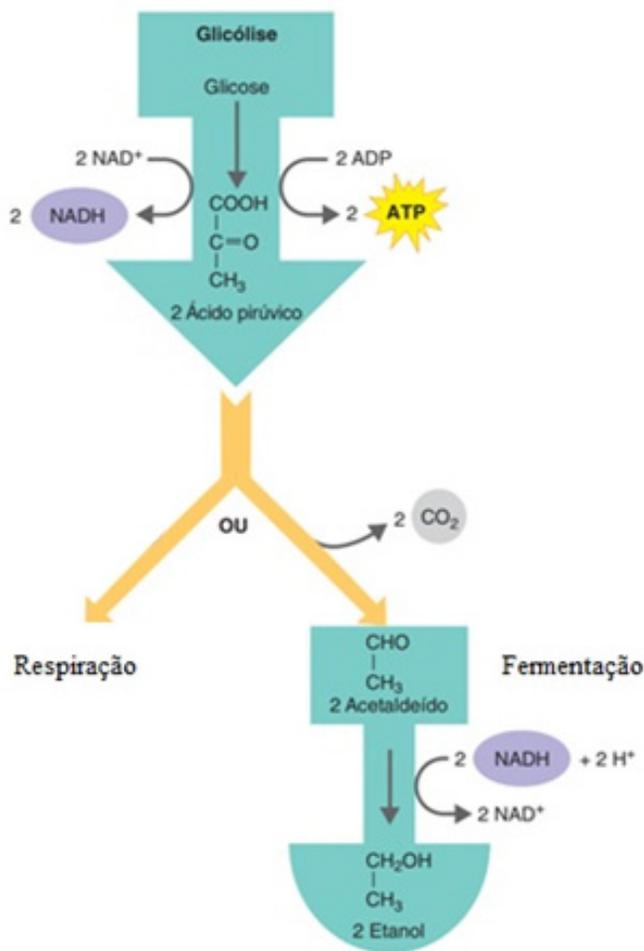


Figura 3. Processo bioquímico de fermentação etanólica

Fonte: TORTORA; CASE; FUNKE, 2016. Figura adaptada.

Durante a fermentação pode haver também a síntese de produtos secundários, como glicerol, succinato, álcoois superiores, ácidos orgânicos e outros, os quais estão relacionados com a adaptação e sobrevivência da levedura (BREXÓ; SANT'ANA, 2017). A levedura é um organismo resistente, mas sob stress, a cada 1°C de aumento na temperatura acima de 35°C o processo metabólico pode não funcionar adequadamente (NARENDRANATH, 2003).

4 I PARÂMETROS TECNOLÓGICOS DO PROCESSO FERMENTATIVO

Nas usinas brasileiras o processo fermentativo chega a ter rendimentos teóricos de 92-93% enquanto os outros 7 a 8% são direcionados para o metabolismo celular. O processo ocorre em grandes tanques industriais (0,5 a 3 milhões de litros) e com altas densidades de células de levedura (10–15% p/v) e com o uso do mosto a partir do caldo de cana-de-açúcar ou do melaço (resíduo da produção de açúcar) diluído em água ou uma mistura de ambos (AMORIM *et al.*, 2011). A produtividade do processo está relacionada a quantidade de açúcares disponíveis para serem fermentados, ou seja, açúcares fermentescíveis, presentes no mosto (BREXÓ; SANT'ANA, 2017).

Geralmente, o processo ocorre em um período de 6 a 12 horas a aproximadamente 30°C, sendo que ao final do processo a concentração de bioetanol atinge 7-11% (v/v), com menos de 0,1% de açúcar restantes sem fermentar. O vinho levedurado é centrifugado para separação de leveduras e do vinho, o qual é direcionado para o processo de destilação, gerando ao final o bioetanol e a vinhaça. As leveduras concentradas (creme de levedura) recebem um tratamento com ácido sulfúrico (pH 2,0-2,5), e quando necessário também antibióticos, que visam reduzir a contaminação bacteriana. Após 2 a 3 horas, as leveduras retornam aos tanques de fermentação para iniciar um novo ciclo. Durante todo o processo são realizadas análises para acompanhamento da contaminação bacteriana e também da viabilidade da levedura. O processo de reutilização da levedura ocorre durante toda a produção industrial, no período da safra e representa uma vantagem para a indústria, pois economiza açúcar e aumenta o rendimento da fermentação (AMORIM *et al.*, 2011, BREXÓ; SANT'ANA, 2017).

Um esquema do processo industrial brasileiro de obtenção de bioetanol acoplado à produção de açúcar pode ser verificado na Figura 4.

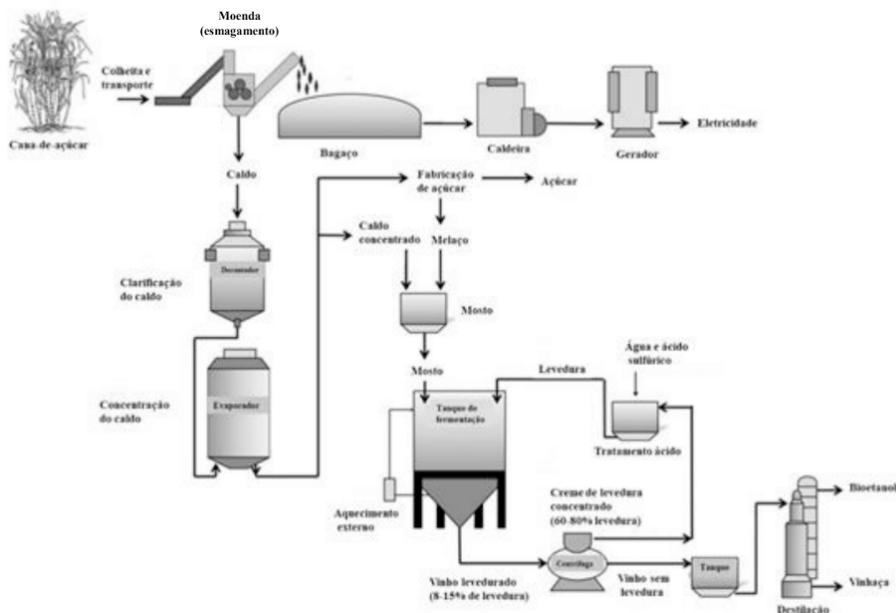


Figura 4. Esquema da produção brasileira de bioetanol

Fonte: AMORIM *et al.*, (2011). Figura adaptada.

Para que o processo seja atrativo industrialmente e executável economicamente deve apresentar expressiva taxa de fermentação e consequentemente, alto rendimento e custo de produção por hectare relativamente baixo (BREXÓ; SANT'ANA, 2017).

5 | CONTROLE MICROBIOLÓGICO DURANTE A PRODUÇÃO DE ETANOL

Durante a fermentação industrial pode ocorrer a contaminação do processo com bactérias e leveduras selvagens. Dentre os contaminantes bacterianos comumente são encontradas espécies Gram-positivas, como *Lactobacillus*, *Leuconostoc* e *Bacillus* (LUCENA *et al.*, 2010; BECKNER; IVEY; PHISTER, 2011; BREXÓ; SANT'ANA, 2017), as quais podem adentrar o processo em todas as etapas (MADALENO *et al.*, 2019).

A contaminação microbiana é um fator limitante para o processo, pois resulta em queda de 2 a 22% de perda na produção (BECKNER; IVEY; PHISTER, 2011), porém em casos extremos, a redução no rendimento do processo pode chegar de 20 a 30% (BREXÓ; SANT'ANA, 2017). Concentração bacteriana acima de 10^7 UFC/mL, frequentemente alteram a cinética do processo resultando em perdas de aproximadamente 20.000L de bioetanol por dia (SEKOAI; MHLONGO; EZEKOLI, 2019) e acima de 10^8 UFC/mL, a perda pode chegar a 30.000L de bioetanol por dia em uma destilaria capaz de produzir um milhão de litros por dia (CECCATOANTONINI, 2018). Essa redução ocorre principalmente devido à competição

pelo açúcar, floculação do fermento, formação de goma, inibição e morte das leveduras (RAVANELI *et al.*, 2011), além de poderem favorecer o processo respiratório da levedura, o acúmulo de glicerol (DONG; LIN; LI, 2015) e a formação de biofilmes recalcitrantes (RICH *et al.*, 2015).

O crescimento bacteriano acaba gerando custos adicionais no processo de produção com a utilização de produtos químicos para controlar os efeitos da contaminação, como antiespumantes, antibióticos, entre outros (NAGHSHBANDI *et al.*, 2019). No controle industrial da proliferação bacteriana é realizado o tratamento com ácido sulfúrico e para altos níveis de contaminação é feita a utilização de antibióticos que causam a morte ou inibem micro-organismos específicos de maneira seletiva (MUTHAIYAN; LIMAYEM; RICKE, 2011; FREITAS; ROMANO, 2013).

Muitos antibióticos, como a penicilina G, virginiamicina, monensina entre outros, são empregados frequentemente na redução da contaminação (LEITE *et al.*, 2013; WALTER, *et al.*, 2019). Entretanto, a utilização destes produtos resultam em resíduos nas leveduras descartadas do processo, as quais após a secagem não podem mais ser utilizadas como complemento na ração animal (FREITAS; ROMANO, 2013), dificultando o comércio deste subproduto, pois as leveduras secas, com resíduos de antibióticos devem ser incineradas. Outro problema enfrentado pelo uso de antibióticos é a seleção de bactérias resistentes (WALTER, *et al.*, 2019), gerando questionamentos quanto ao uso contínuo destas substâncias.

Além disso, o gasto com antibióticos torna-se um dos grandes desafios do processo (BREXÓ; SANT'ANA, 2017), sendo o desenvolvimento de formas alternativas de controle uma necessidade do setor.

O crescimento do uso de antibióticos no mundo vem preocupando as agências de saúde mundial e local. O relatório da Organização Mundial de Saúde (OMS), avaliou o uso de antibióticos, apontando o Brasil como o décimo nono maior consumidor, dentre os em 65 países participantes da pesquisa (WHO, 2018). KLEIN, *et al.*, (2018), destacam um aumento 65% no consumo de antibióticos no mundo entre os anos 2000 e 2015, chegando a 34,8 bilhões de DDDs (Dose Diária Definida por 1000 habitantes) em 2015, sendo 70% o uso na agropecuária. No Brasil o consumo foi de 22,75 DDDs (WHO, 2018), neste período. Considerando o valor médio dos antibióticos mais consumidos no país, o preço atual ao consumidor de R\$/DDD 4,12 equivalente a US\$/DDD 1,04, podemos estimar (Tabela 6) os valores do consumo desse medicamento no Brasil e no Mundo, levando em conta os dados da população brasileira apontados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística como 210.286.630 de habitantes (IBGE, 2019) e os valores estimados para uso na agropecuária (Tabela 7). É possível estimar que o Brasil gasta 4,23 Bi US\$/ano com antibióticos no setor agropecuário.

Estimativa do gasto anual com antibióticos no mundo – Consumo humano			
Ano	DDDs (Bilhão)	US\$/DDD	Bi US\$/ano
2015	34,8	1,04	36,19

Tabela 6. Cálculo do valor estimado com consumo de antibióticos no mundo

Fonte: Elaborado por Arlindo José Lima de Carvalho

Estimativa do gasto anual com antibióticos no Brasil em 2016 (Consumo humano e Agropecuário)			
Setor do Consumo	Valor (Bi R\$/ano)	Valor (Bi US\$/ano)	Participação
Humano	7,19	1,81	30%
Agropecuária	16,79	4,23	70%
Total	23,98	6,04	100%

Tabela 7. Cálculo do valor estimado com consumo de antibióticos no Brasil

Fonte: Elaborado por Arlindo José Lima de Carvalho

6 I CONTROLE MICROBIOLÓGICO NATURAL

A busca de formas alternativas de controle deve levar em consideração alguns aspectos primordiais como: não interferir na produção das leveduras, possuir amplo espectro de ação contra a maioria dos contaminantes, desenvolvimento mínimo de resistência, facilidade de administração, não ser tóxico para plantas, animais e seres humanos e possuir viabilidade econômica (MUTHAIYAN; LIMAYEM; RICKE, 2011).

Neste sentido, o uso de plantas tem se mostrado promissor, uma vez que os vegetais, além dos metabólitos primários, relacionados à manutenção da vida vegetal, também produzem diversos compostos relacionados à sua adaptação ao ambiente, autodefesa e interação com outros organismos, os metabólitos secundários (SALAM; QUAVE, 2018), dentre os quais, os alcalóides e polifenóis demonstraram eficácia antimicrobiana (ANAND, et al, 2020).

As plantas contribuem de forma significativa na obtenção de produtos com atividades terapêuticas de interesse sendo os extratos vegetais bioativos amplamente utilizados na saúde, agricultura, pecuária entre outras áreas (PETROVSKA, 2012; ABU-DARWISH E EFFERTH, 2018).

Diversos autores destacam a importância do uso de produtos naturais como uma fonte potencial de controle microbiano (GYAWALI; IBRAHIM, 2014; MOLONEY, 2016). Vários derivados de plantas tem sido associados com propriedades antibacterianas (MUTHAIYAN; LIMAYEM; RICKE, 2011), e têm sido empregados extratos vegetais frente às bactérias de interesse (GONÇALVES *et al.*, 2005; SALES *et al.*, 2014; FURTADO *et al.*, 2015), sendo chamado por alguns autores de antimicrobianos de origem vegetal – PDAs,

plant-derived antimicrobials (UPADHYAY *et al.*, 2014).

Extratos vegetais apresentando ação contra bactérias Gram-positivas, em estudos clínicos ou mesmo na agricultura, pecuária ou indústria alimentícia podem ser uma fonte potencial para estudos de ação nos contaminantes bacterianos normalmente encontrados na produção do bioetanol (MUTHAIYAN; LIMAYEM; RICKE, 2011). Diversas especiarias utilizadas em alimentos tem sido relatadas com grande potencial para o desenvolvimento de novos agentes antimicrobianos (LIU *et al.* 2017), sendo que algumas já estão em avaliação na produção de bioetanol (MADALENO *et al.*, 2016).

ANAND, *et al.* (2020), revisando trabalhos sobre a família *Apocynaceae*, destaca que os vegetais podem ter um papel fundamental no desenvolvimento de drogas antimicrobianas mais eficazes e menos tóxicas, que podem superar a resistência aos antibióticos comumente utilizados.

O estudo do uso de extratos naturais como alternativa na produção de bioetanol tem sido considerado promissor com ampla possibilidade de exploração (SALAM; QUAVE, 2018) e interesse quando considerado as questões como de saúde pública, aspectos ecológicos e econômicos, sendo mais viável economicamente para uso industrial quanto menos nível de pureza for necessário, ou seja, quanto mais bruto for o extrato (MUTHAIYAN; LIMAYEM; RICKE, 2011).

Atualmente, o vegetal mais utilizado na indústria de bioetanol é o lúpulo (*Humulus lupulus*), do qual derivam os α -ácidos (humulonas) e β -ácidos (lupulonas), eficazes principalmente contra bactérias Gram-positivas e encontrados comercialmente com os nomes de IsoStab®, LactoStab® e Betabio 45® (CECCATOANTONINI, 2018).

Os derivados vegetais apresentam-se como uma fonte valiosa de compostos bioativos com atividades antimicrobiana, por estarem prontamente disponíveis, possuírem baixo custo de obtenção, quase não apresentarem efeitos colaterais, alguns deles mostrando-se eficazes na eliminação de bactérias resistentes à antibióticos e outros, embora não sejam eficaz por si só, apresentaram-se promissores quando combinados com antibióticos, sendo assim, ferramentas atraentes na pesquisa de produtos bioativos nos próximos anos (KHAMENEH, 2019).

Diante da grande extensão do Brasil (8,5 milhões km²), ocupando quase a metade da América do Sul, ocorre a incidência de várias zonas climáticas no país, possibilitando grandes variações ecológicas, formando zonas biogeográficas distintas ou biomas, que abrigam maior biodiversidade do planeta, possuindo mais de 20% do número total de espécies da Terra (MMA, 2020). O país possui uma vasta flora rica em espécies vegetais contendo vários compostos químicos com propriedades biológicas e potencial atividade terapêutica, como a presença de compostos fenólicos, provavelmente devido à própria condição ambiental de algumas de suas regiões (exposição ao estresse hídrico, alta radiação ultravioleta, ataques de herbívoros e infecções por fungos), os quais são precursores de compostos com atividades anti-inflamatórias e antimicrobianas, sendo assim interessantes

alvos de bioprospecção (BAILÃO *et al.*, 2015)

Com a perspectiva do aumento da produção de etanol para cumprir as metas governamentais estabelecidas, o setor sucroenergético busca minimizar as contaminações microbianas utilizando antibióticos que geram preocupações ambientais e limitam o comércio da levedura seca por deixar resíduos. Neste sentido a utilização de extratos vegetais poderia ser uma forma alternativa e financeiramente atrativa de controle microbiológico do processo fermentativo.

7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de bioetanol tende a se desenvolver bastante devido a alterações na matriz energética mundial com a inserção dos biocombustíveis, sendo muito importante que o processo de fermentação ocorra adequadamente com minimização das perdas. Neste trabalho foi enfatizado a importância do controle microbiológico do processo, onde a otimização da produção pode ser alcançada pela inibição do processo respiratório nas leveduras e minimização dos contaminantes pelo uso de formas alternativas de controle como os extratos vegetais, que possam viabilizar a obtenção de antibacterianos naturais para uso no setor sucroenergético.

REFERÊNCIAS

ABU-DARWISH, M. S.; EFFERTH, T. **Medicinal plants from near east for cancer therapy.** *Frontiers in pharmacology*, v. 9, p. 56, 2018.

ANAND, U.; NANDY, S.; MUNDHRA, A.; DAS, N.; PANDEY, D. K.; DEY, A. **A review on antimicrobial botanicals, phytochemicals and natural resistance modifying agents from Apocynaceae family: Possible therapeutic approaches against multidrug resistance in pathogenic microorganisms.** *Drug Resistance Updates: Reviews and Commentaries in Antimicrobial and Anticancer Chemotherapy*, v. 51, p. 100695-100695, 2020.

AMORIM, H. V.; LOPES, M. L.; DE CASTRO OLIVEIRA, J. V.; BUCKERIDGE, M. S.; GOLDMAN, G. H. **Scientific challenges of bioethanol production in Brazil.** *Applied microbiology and biotechnology*, v. 91, n. 5, p. 1267, 2011.

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Biocombustíveis.** Disponível em: <http://www.anp.gov.br/biocombustiveis>. Acesso em: 23 Jun. 2020a.

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Biocombustíveis.** Disponível em: <http://www.anp.gov.br/dados-estatisticos>. Acesso em: 29 Jun. 2020b.

AZHAR, S. H. M.; ABDULLA, R.; JAMBO, S. A.; MARBAWI, H.; GANSAU, J. A.; FAIK, A. A. M.; RODRIGUES, K. F. **Yeasts in sustainable bioethanol production: A review.** *Biochemistry and Biophysics Reports*, v. 10, p. 52–61, 2017.

BAILÃO, E. F. L. C.; DEVILLA, I. A.; DA CONCEIÇÃO, E. C.; BORGES, L. L. **Bioactive compounds found in Brazilian Cerrado fruits.** *International journal of molecular sciences*, v. 16, n. 10, p. 23760-23783, 2015.

BECKNER, M.; IVEY, M. L.; PHISTER, T. G. **Microbial contamination of fuel ethanol fermentations.** Letters in Applied Microbiology, v. 53, n. 4, p. 387–394, 2011.

BHATIA, L.; JOHRI, S.; AHMAD, R. **An economic and ecological perspective of ethanol production from renewable agro waste: a review.** Amb Express, v. 2, n. 1, p. 1-19, 2012.

BRASIL, Casa Civil da Presidência da. **Lei no 13.576**, de 26 de dezembro de 2017. Institui a Política Nacional de Biocombustíveis (Renovabio).

BREXÓ, R. P.; SANT'ANA, A. S. **Impact and significance of microbial contamination during fermentation for bioethanol production.** Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 73, p. 423–434, 2017.

CAETANO, A. C. G.; MADALENO, L. L. **Controle de contaminantes na fermentação alcoólica com a aplicação de biocidas naturais.** Ciência & Tecnologia FATEC-JB, v. 2, n. 1, p. 27–37, 2011.

CECCATO-ANTONINI, S. R. **Conventional and nonconventional strategies for controlling bacterial contamination in fuel ethanol fermentations.** World Journal of Microbiology and Biotechnology, v. 34, n. 6, p. 80, 2018.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos.** v. 7, Safra 2019/20, n. 9, 2020a.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar.** v. 7, Safra 2020/21, n. 1, 2020b.

DELLA-BIANCA, B. E.; BASSO, T. O.; STAMBUK, B. U.; BASSO, L. C.; GOMBERT, A. K. **What do we know about the yeast strains from the Brazilian fuel ethanol industry?** Applied Microbiology and Biotechnology, v. 97, n. 3, p. 979–991, 2013.

DONG, S. J.; LIN, X. H.; LI, H. **Regulation of Lactobacillus plantarum contamination on the carbohydrate and energy related metabolisms of *Saccharomyces cerevisiae* during bioethanol fermentation.** The International Journal of Biochemistry & Cell Biology, v. 68, p.33-41, 2015.

ECKERT, C. T.; FRIGO, E. P.; ALBRECHT, L. P.; ALBRECHT, A. J. P.; CHRIST, D.; SANTOS, W. G.; BERKEMBROCK, E.; EGEWARTH, V. A. **Maize ethanol production in Brazil: Characteristics and perspectives.** Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 82, p. 3907-3912, 2018.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética, **Análise de conjuntura dos biocombustíveis ano 2018**, Anuário, 2019.

EUROPEIA, Comissão. Comunicação da comissão ao parlamento europeu, ao conselho, ao comité económico e social europeu e ao comité das regiões. **Relatório intercalar sobre as energias renováveis**, v. 225, 2019.

FREITAS, M. D.; ROMANO, F. P. **Tipos de contaminações bacterianas presentes no processo de fermentação alcoólica.** Bioenergia em Revista, v. 3, n. 2, p. 29–37, 2013.

FURTADO, J. M.; DA SILVA AMORIM, Á.; DE MACEDO FERNANDES, M. V.; OLIVEIRA, M. A. S. **Atividade antimicrobiana do extrato aquoso de *Eucalyptus globulus*, *Justicia pectoralis* e *Cymbopogon citratus* frente a bactérias de interesse.** Journal of Health Sciences, v. 17, n. 4, 2015.

GONÇALVES, A. L.; ALVES FILHO, A.; MENEZES, H. **Estudo comparativo da atividade antimicrobiana de extratos de algumas árvores nativas**. Arquivos do Instituto Biológico, v. 72, n. 3, p. 353-358, 2005.

GRASSI, M. C. B.; PEREIRA, G. A. G. **Energy-cane and RenovaBio: Brazilian vectors to boost the development of Biofuels**. Industrial crops and products, v. 129, p. 201-205, 2019.

GYAWALI, R.; IBRAHIM, S. A. **Natural products as antimicrobial agents**. Food control, v. 46, p. 412-429, 2014

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População estimada**. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html?utm_source=portal&utm_medium=popclock&utm_campaign=novo_popclock. Acesso em: 07 Ago 2019.

KHAMENEH, B.; IRANSHAHY, M.; SOHEILI, V.; BAZZAZ, B. S. F. **Review on plant antimicrobials: A mechanistic viewpoint**. Antimicrobial Resistance & Infection Control, v. 8, n. 1, p. 118, 2019.

KLEIN, E. Y.; VAN BOECKEL, T. P.; MARTINEZ, E. M.; PANT, S.; GANDRA, S.; LEVIN, S. A.; GOOSSENS, H.; LAXMINARAYAN, R. **Global increase and geographic convergence in antibiotic consumption between 2000 and 2015**. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 115, n. 15, p. E3463-E3470, 2018.

LEITE, I. R.; FARIA, J. R.; MARQUEZ, L. D.; REIS, M. H.; DE RESENDE, M. M.; RIBEIRO, E. J.; CARDOSO, V. L. **Evaluation of hop extract as a natural antibacterial agent in contaminated fuel ethanol fermentations**. Fuel Processing Technology, v. 106, p. 611–618, 2013.

LIU, Q.; MENG, X.; LI, Y.; ZHAO, C. N.; TANG, G. Y.; LI, H. B. **Antibacterial and antifungal activities of spices**. International journal of molecular sciences, v. 18, n. 6, p. 1283, 2017.

LUCENA, B. T.; DOS SANTOS, B. M.; MOREIRA, J. L.; MOREIRA, A. P. B.; NUNES, A. C.; AZEVEDO, V.; MIYOSHI, A.; THOMPSON, F. L.; DE MORAIS, M. A *et al.* **Diversity of lactic acid bacteria of the bioethanol process**. BMC microbiology, v. 10, n. 1, p. 298, 2010.

M. M. A. Ministério do Meio Ambiente. **Biodiversidade Brasileira**. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-brasileira>. Acesso em: 07 Jul. 2020.

MADALENO, L. L.; MINARI, G. D.; DE ANNUNZIO, F. R.; DE CARVALHO, M. R.; JÚNIOR, G. R. B.; SALES, D. C.; FRIGIERI, M. C. **Use of antimicrobials for contamination control during ethanolic fermentation**. Científica, v. 44, n. 2, p. 226–234, 2016.

MADALENO, L. L.; ARMOA, M. H.; SALARO, M. C. F. **Control of contamination in dilution water used in molasses must preparation**. Ciência & Tecnologia, v. 11, n. 1, p. 5-14, 2019.

MASSON, I. D. S.; COSTA, G. H. G.; ROVIERO, J. P.; FREITA, L. A. D.; MUTTON, M. A.; MUTTON, M. J. R. **Produção de bioetanol a partir da fermentação de caldo de sorgo sacarino e cana-de-açúcar**. Ciencia rural, v. 45, n. 9, p. 1695-1700, 2015.

MOLONEY, M. G. **Natural products as a source for novel antibiotics**. Trends in Pharmacological Sciences, v. 37, n. 8, p. 689-701, 2016.

MUTHAIYAN, A.; LIMAYEM, A.; RICKE, S. C. **Antimicrobial strategies for limiting bacterial contaminants in fuel bioethanol fermentations.** Progress in Energy and Combustion Science, v. 37, n. 3, p. 351–370, 2011.

NAGHSHBANDI, M. P.; TABATABAEI, M.; AGHBASHLO, M.; GUPTA, V. K.; SULAIMAN, A.; KARIMI, K.; MOGHIMI, H.; MALEKI, M. **Progress toward improving ethanol production through decreased glycerol generation in *Saccharomyces cerevisiae* by metabolic and genetic engineering approaches.** Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 115, p. 109353, 2019.

NARENDRANATH, N. V. **Bacterial contamination and control in ethanol production.** The alcohol textbook, v. 4, p. 287-298, 2003.

NAVES, R. F.; FERNANDES, F. D. S.; PINTO, O. G.; NAVES, P. L. F. **Contaminação microbiana nas etapas do processamento e sua influência no rendimento fermentativo em usinas alcooleiras.** Enciclopedia Biosfera, v. 6, p. 1–16, 2010.

NIELSEN J.; LARSSON C.; VAN MARIS A.; PRONK J. **Metabolic engineering of yeast for production of fuels and chemicals.** Current Opinion in Biotechnology, v. 24, n. 3, p. 398–404, 2013.

OLIVEIRA, J. A.; GARBIN, J. R.; CAMARA, C.; FRIGIERI, M. C.; MADALENO, L. L. **Radiação Ultravioleta no controle dos micro-organismos na água de diluição e no mosto de melão.** STAB, v. 32, n.1, p. 49-53, 2013.

PETROVSKA, B. B. **Historical review of medicinal plants' usage.** Pharmacognosy reviews, v. 6, n. 11, p. 1, 2012.

PRONK, J. T.; YDE STEENSMA, H.; VAN DIJKEN, J. P. **Pyruvate metabolism in *Saccharomyces cerevisiae*.** Yeast, v. 12, n. 16, p. 1607-1633, 1996.

RAVANELI, G. C.; GARCIA, D. B.; MADALENO, L. L.; MUTTON, M. Â.; STUPIELLO, J. P.; MUTTON, M. J. R. **Spittlebug impacts on sugarcane quality and ethanol production.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 46, n. 2, p. 120–129, 2011.

RFA. Industry statistics, **Renewable Fuels Association**, Washington, DC., USA.
Disponível em: <https://ethanolrfa.org/statistics/annual-ethanol-production/>. Acesso em: 7 Jul. 2020.

RICH, J. O.; BISCHOFF, K. M.; LEATHERS, T. D.; ANDERSON, A. M.; LIU, S.; SKORY, C. D. **Resolving bacterial contamination of fuel ethanol fermentations with beneficial bacteria – An alternative to antibiotic treatment.** Bioresource technology, v. 247, p. 357–362, 2018.

RICH, J. O.; LEATHERS, T. D.; BISCHOFF, K. M.; ANDERSON, A. M.; NUNNALLY, M. S. **Biofilmformation and ethanol inhibition by bacterial contaminants of biofuel fermentation.** Bioresource technology, v. 196, p. 347-354, 2015.

ROITMAN, Tamar. **Programas internacionais de incentivo aos biocombustíveis e o RenovaBio.** Boletim de Conjuntura, n. 3, p. 19-25, 2019.

SALAM, A. M.; QUAVE, C. L. **Opportunities for plant natural products in infection control.** Current opinion in microbiology, v. 45, p. 189-194, 2018.

SALES, G. W. P.; Batista, A. H. M.; Rocha, L. Q.; Nogueira, N. A. P. **Efeito antimicrobiano e modulador do óleo essencial extraído da casca de frutos da *Hymenaea courbaril* L.** Journal of Basic and Applied Pharmaceutical Sciences, v. 35, n. 4, 2014.

SARRIS, D.; PAPANIKOLAOU, S. **Biotechnological production of ethanol: biochemistry, processes and technologies.** Engineering in life sciences, v. 16, n. 4, p. 307-329, 2016.

SEKOAI, P. T.; MHLONGO, S. I.; EZEOKOLI, O. T. **Progress in the development of methods used for the abatement of microbial contaminants in ethanol fermentations: a review.** Reviews in Environmental Science and Bio/Technology, p. 1-27, 2019.

TORTORA, G. J.; CASE, C. L.; FUNKE, B. R. **Microbiologia-12^a Edição.** Artmed Editora, 2016.

UNICA – UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR. **Unicadata** □<https://unicadata.com.br>□; 2020.

UPADHYAY, A.; UPADHYAYA, I.; KOLLANOOR-JOHN, A.; VENKITANARAYANAN, K. **Combating pathogenic microorganisms using plant-derived antimicrobials: a minireview of the mechanistic basis.** BioMed research international, v. 2014, 2014.

VIDAL, M.F. **Produção e uso de biocombustíveis no Brasil.** Caderno setorial etene, v. 2, n. 79, p. 1-13, 2019.

WALTER, A. L.; Yang, D.; Zeng, Z.; Bayrock, D.; Urriola, P. E.; Shurson, G. C. **Assessment of antibiotic resistance from long-term bacterial exposure to antibiotics commonly used in fuel ethanol production.** World Journal of Microbiology and Biotechnology, v. 35, n. 4, p. 66, 2019.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Report on surveillance of antibiotic consumption: 2016-2018 early implementation.** 2018.

ZABED, H.; SAHU, J. N.; SUELY, A.; BOYCE, A. N.; FARUQ, G. **Bioethanol production from renewable sources: Current perspectives and technological progress.** Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 71, p. 475-501, 2017.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acanthamoeba, ceratite 151

Agentes biológicos 53, 54, 55, 56, 59, 66, 67, 68, 69, 71

Água 2, 8, 17, 25, 37, 46, 54, 74, 75, 81, 84, 85, 106, 107, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 123, 125, 126, 145, 146, 147, 170

Alfavírus 162, 163, 167

Antimicrobiano 7, 26, 95, 98, 99, 100, 103, 127

Arboviroses 162

Áreas preservadas 107, 119, 120

Atividade antifúngica 124, 125, 126, 127, 128

B

Bactérias 8, 18, 19, 20, 21, 23, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 50, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 64, 65, 67, 68, 69, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 96, 97, 98, 99, 103, 104, 109, 136, 137

Bacteriológica 40, 47, 73, 75, 76, 81

Bioaerossóis 53, 54, 55, 56

Bioetanol 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 21, 22, 24

Biofilme 82, 84, 85, 86

Biossorção 82, 84, 85

C

Carne 36, 37, 39, 43, 85

Concentração fungicida mínima 124, 126, 128

Concentração inibitória mínima 124

Contaminação 7, 8, 17, 18, 19, 25, 27, 36, 37, 38, 39, 41, 43, 45, 46, 47, 49, 51, 54, 55, 57, 62, 67, 68, 69, 73, 74, 75, 77, 79, 143, 145, 146, 147, 148, 149

Contaminação ambiental 27, 55, 67, 69

Contaminantes 7, 8, 18, 20, 21, 22, 23, 36, 43, 45, 51, 73

Controle microbiológico 7, 18, 20, 22

D

Dieta saudável 73, 74

E

Enterobacter 38, 45, 46, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 73, 74

Epidemiologia 149, 162, 165

Extrato vegetal 7

F

Fatores de risco 151

Feira livre 143

Fermentação 7, 15, 16, 17, 18, 22, 23, 80

Fungos 21, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 61, 62, 63, 65, 66, 67, 68, 69, 106, 108, 109, 110, 111, 118, 120, 121, 122, 123, 125, 130, 133, 134, 135, 136, 137, 139, 140

I

Imunologia 130, 150, 162, 170

Indicadores 5, 36, 38, 44, 45, 46, 52, 73, 81, 109

Infecção 95, 104, 130, 131, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 143, 147, 162, 165

Infectados 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 134, 138, 164, 165

L

Lentes de contato 151, 152, 159, 160, 161

M

Manihot esculenta crantz 2

Mayaro 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169

Microbiologia 3, 26, 36, 44, 45, 57, 73, 82, 98, 130, 145, 150, 170

Microbiologia de alimentos 36, 44, 45, 73

Microbiológica 1, 6, 37, 43, 44, 68, 73, 74, 80, 81, 125, 148

Microrganismos 4, 27, 36, 37, 38, 39, 41, 43, 44, 45, 46, 48, 51, 52, 54, 55, 57, 58, 67, 68, 73, 74, 75, 79, 81, 95, 96, 97, 98, 100, 102, 103, 104, 108, 136, 146, 170

Molho shoyu 1, 2, 3, 4, 5

Multirresistentes 27, 79, 95, 96, 97, 98, 100, 102, 103, 104

N

Não infectados 95, 96, 97, 98

P

Pacientes 78, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 132, 138, 151, 166

Parasitológica 143, 146, 147, 148, 149

Q

Qualidade 4, 5, 6, 36, 37, 40, 43, 44, 45, 46, 47, 51, 52, 73, 74, 75, 79, 80, 81, 109, 125,

144, 146, 148, 149, 170

R

Radiação ionizante 27

Remoção de corantes 82

Resíduos de animais 27

S

Solanum lycopersicum 143, 144, 145

Solo 10, 27, 106, 107, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 123

Sporothrix brasiliensis 130, 131, 139, 141, 142

Sucos 73, 74, 75, 77, 80, 81

T

Tomates 143, 144, 145, 146, 147, 148

Tratamento 2, 7, 17, 19, 27, 55, 56, 67, 68, 82, 83, 95, 96, 97, 98, 100, 103, 104, 161

Tucupi preto 1, 2, 3, 4, 5

V

Verduras 45, 46, 47

Vírus 46, 54, 68, 163, 166, 169, 170

Z

Zoospóricos 106, 107, 108, 109, 110, 118, 120, 121, 123

MICROBIOLOGIA:

Clínica, Ambiental e Alimentos

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](#) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

MICROBIOLOGIA:

Clínica, Ambiental e Alimentos

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](#) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 