



# A pesquisa em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS:

Desafios atuais e perspectivas futuras

Alana Maria Cerqueira de Oliveira  
(Organizadora)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021



A pesquisa em  
**CIÊNCIAS**  
**BIOLÓGICAS:**

Desafios atuais e perspectivas futuras

Alana Maria Cerqueira de Oliveira  
(Organizadora)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

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 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 Federacão 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

## A pesquisa em ciências biológicas: desafios atuais e perspectivas futuras 3

**Diagramação:** Daphynny Pamplona  
**Correção:** Bruno Oliveira  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadora:** Alana Maria Cerqueira de Oliveira

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P474 A pesquisa em ciências biológicas: desafios atuais e perspectivas futuras 3 / Organizadora Alana Maria Cerqueira de Oliveira. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-742-7

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.427210612>

1. Ciências biológicas. I. Oliveira, Alana Maria Cerqueira de (Organizadora). II. Título.

CDD 570

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://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

A Obra “A pesquisa em ciências biológicas: Desafios atuais e perspectivas futuras 3”, traz ao leitor vinte artigos de relevada importância na área de ciências biológicas. O Foco principal desta obra é a discussão e divulgação científica de pesquisas nacionais, englobando as diferentes áreas de atuação da biologia.

É indubitavelmente evidente o avanço científico nesta área, o que aumenta a importância e a necessidade de atualização e consolidação de conceitos, técnicas, procedimentos e temas.

As pesquisas estão divulgadas na forma de artigos originais e de revisões nos diferentes campos dentro das Ciências Biológicas suas subdivisões ou conexões. Portanto, englobando a: Genética, Biologia molecular, Microbiologia, Parasitologia, Virologia, Patologia e Ecologia. Produzindo assim uma obra transversal que vai do atendimento ao paciente a pesquisa básica.

A obra foi elaborada primordialmente com foco nos profissionais, pesquisadores e estudantes pertencentes às Ciências Biológicas e suas interfaces ou áreas afins. Entretanto, é uma leitura interessante para todos aqueles que de alguma forma se interessam pela área.

Cada capítulo foi elaborado com o propósito de transmitir a informação científica de maneira clara e efetiva, em português, linguagem acessível, concisa e didática, atraindo a atenção do leitor, independente se seu interesse é acadêmico ou profissional.

O livro “A pesquisa em ciências biológicas: Desafios atuais e perspectivas futuras 3”, traz publicações atuais e a Atena Editora traz uma plataforma que oferece uma estrutura adequada, propicia e confiável para a divulgação científica de diversas áreas de pesquisa.

Alana Maria Cerqueira de Oliveira



## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **O PAPEL DO FATOR-1 INDUZÍVEL POR HIPÓXIA NA METÁSTASE**


Túlio César Ferreira  
Kelly Cristina Porcena Fortes  
Thiago Sousa da Silva  
Alexandre Pereira dos Santos  
Eduardo Gomes de Mendonça  
Elane Priscila Maciel  
Beatriz Camargo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4272106121>

### **CAPÍTULO 2..... 22**

#### **DOENÇA PERIODONTAL NA COVID-19**

Roberta Maria Pimenta Chadú  
Ana Gabriela Aguiar Caetano Rezende  
Juliana Barbosa de Faria  
Taíssa Cássia de Souza Furtado  
Sanívia Aparecida de Lima Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4272106122>

### **CAPÍTULO 3..... 34**

#### **TESTES PARA AVALIAR RESISTÊNCIA DE UNIÃO EM ODONTOLOGIA: REVISÃO DE LITERATURA**


Renata Vasconcelos Monteiro  
Rodrigo Barros Esteves Lins  
Vitor Schweigert Bona  
Daniela Micheline dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4272106123>

### **CAPÍTULO 4..... 45**

#### **QUALIDADE DE VIDA E COMPOSIÇÃO CORPORAL DE PACIENTES ONCOLÓGICOS EM QUIMIOTERAPIA**

Dalton Luiz Schiessel  
Eduarda Kaczuk Refosco  
Gabriela Datsch Bennemann  
Angélica Rocha de Freitas Melhem  
Caryna Eurich Mazur  
Mariana Abe Vicente Cavagnari

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4272106124>

### **CAPÍTULO 5..... 56**

#### **TESTE DO PEZINHO AMPLIADO NO SUS – EXAME PASSARÁ A RASTREAR MAIS DE 50 DOENÇAS RARAS**

Fernanda Borgmann Reppetto  
Sílvia Muller de Moura Sarmento


Rafael Tamborena Malheiros  
Pietra de Vargas Minuzzi  
Gênifer Erminda Schreiner  
Guilherme de Freitas Teodósio  
Laura Smolski dos Santos  
Elizandra Gomes Schmitt  
Gabriela Escalante Brites  
Luana Tamires Maders  
Mariana Larré da Silveira  
Ilson Dias das Silveira  
Vinicius Tejada Nunes  
Vanusa Manfredini

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4272106125>

## **CAPÍTULO 6..... 70**

### **IMPLANTAÇÃO DO MÉTODO DE AVALIAÇÃO DA ASSISTÊNCIA AO PACIENTE CRÔNICO DE ALTA DEPENDÊNCIA**


Maria Helane Rocha Batista Gonçalves  
Christian Raphael Fernandes Almeida  
Jonisvaldo Pereira Albuquerque  
Kelly Barros Marques  
Cinara Franco de Sá Nascimento Abreu  
Fernanda Colares de Borba Netto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4272106126>

## **CAPÍTULO 7..... 83**

### **INFECÇÃO URINÁRIA CAUSADA PELA BACTÉRIA OPORTUNISTA *Escherichia coli* UROPATOGÊNICA**


Camila Costa Mendes  
Camila Santiago Pinheiro da Silva  
Adayran Raposo Lacerda  
Olnivânia Mayara Cardozo Almeida  
Mari Silma Maia da Silva  
Domingos Magno Santos Pereira  
Cristiane Santos Silva e Silva Figueiredo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4272106127>

## **CAPÍTULO 8..... 92**

### **RINITE ALÉRGICA E FUNÇÃO PULMONAR POR OSCILOMETRIA DE IMPULSO EM CRIANÇAS PRÉ-ESCOLARES**


Décio Medeiros  
Meyrian Luana Teles de Sousa Luz Soares  
Marco Aurélio de Valois Correia Junior  
Pedro Henrique Teotônio Medeiros Peixoto  
Rita de Cássia da Silva Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4272106128>

**CAPÍTULO 9..... 101**

**DENSIDADE DE INCIDÊNCIA DE *Enterobacteriales* MULTIRRESISTENTES NA UNIDADE NEONATAL DE UM HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DO SUL DO BRASIL, DE 2010 A 2020**

Felipe Crepaldi Duarte  
Gerusa Luciana Gomes Magalhães  
Thilara Alessandra de Oliveira  
Alisson Santana da Silva  
Gabrielle Feijó de Araújo  
Tiago Danelli  
Anna Paula Silva Olak  
Marsileni Pelisson  
Gilselena Kerbauy Lopes  
Jaqueline Dario Capobiango  
Eliana Carolina Vespero  
Márcia Regina Echtes Perugini

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4272106129>

**CAPÍTULO 10..... 111**

**A INFLUÊNCIA DA ORIENTAÇÃO NUTRICIONAL NA DIETA DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM SÍNDROME DE DOWN**

Ingrid da Silva Santos  
Amanda Daniel  
Natália Tonon Domingues  
Lídia Raquel de Carvalho  
Alice Yamashita Prearo  
Cristina Helena Lima Delambert  
Cátia Regina Branco da Fonseca

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.42721061210>

**CAPÍTULO 11..... 127**

**POTENCIAL PATOGENICO E TIPAGEM MOLECULAR DE *Klebsiella pneumoniae* PRODUTORAS DE  $\beta$ -LACTAMASES ISOLADAS EM VÁRIOS PAÍSES**

André Pitondo da Silva  
Mariana de Oliveira-Silva  
Rafael Nakamura da Silva  
Miguel Augusto de Moraes  
Rafael da Silva Goulart  
Amanda Kamyla Ferreira da Silva  
Gisele Peirano  
Johann DD Pitout

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.42721061211>

**CAPÍTULO 12..... 147**

**DETERMINAÇÃO DA SUSCEPTIBILIDADE À VANCOMICINA EM ISOLADOS CLÍNICOS HOSPITALARES DE *Staphylococcus aureus***

Tiago Danelli  
Felipe Crepaldi Duarte


Thilara Alessandra de Oliveira  
Ana Paula Dier  
Maria Alice Galvão Ribeiro  
Stefani Lino Cardim  
Gerusa Luciana Gomes Magalhães  
Guilherme Bartolomeu Gonçalves  
Marsileni Pelisson  
Eliana Carolina Vespero  
Sueli Fumie Yamada-Ogatta  
Márcia Regina Eches Perugini

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.42721061212>

**CAPÍTULO 13..... 157**

ATIVIDADE ALELOPÁTICA DO EXTRATO AQUOSO DE DIFERENTES ÓRGÃOS DE *Kielmeyera coriacea* MART. & ZUCC. NA GERMINAÇÃO DE *Lactuca sativa* L


Carla Spiller  
Maria de Fatima Barbosa Coelho  
Elisangela Clarete Camili  
Ludmila Porto Piton  
Sharmely Hilares Vargas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.42721061213>

**CAPÍTULO 14..... 168**

RELATOS SOBRE A UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS COMO SUBSTRATO PARA A PRODUÇÃO DE LIPASES MICROBIANA


Eduardo Henrique Santos Guedes  
André Leonardo dos Santos  
Andréia Ibiapina  
Camila Mariane da Silva Soares  
Aynaran Oliveira de Aguiar  
Patrícia Oliveira Vellano  
Lucas Samuel Soares dos Santos  
Gessiel Newton Scheidt  
Marcos Giongo  
Aloísio Freitas Chagas Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.42721061214>

**CAPÍTULO 15..... 185**

ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS: ESTRATÉGIA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA EM PODCAST DE SCIENCETELLING E EDUTRETENIMENTO

Juliana Galvão de Carvalho Argento  
Waldiney Mello


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.42721061215>

**CAPÍTULO 16..... 196**

EFEITOS DOS NEONICOTINOIDES EM *Apis mellifera* E IMPACTOS SOBRE A

## POLINIZAÇÃO


Daiani Rodrigues Moreira  
Adriana Aparecida Sinópolis Gigliolli  
Cinthia Leão Figueira  
Douglas Galhardo  
Vagner de Alencar Arnaut de Toledo  
Maria Claudia Colla Ruvolo-Takasusuki

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.42721061216>

### **CAPÍTULO 17..... 211**

**BURITI (*Mauritia flexuosa* L): IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA E OS IMPACTOS DA AÇÃO HUMANA SOBRE A POPULAÇÃO DE BURITIZEIROS EM CIDADES DA REGIÃO LESTE MARANHENSE**


Milton de Sousa Falcão  
Francisca das Chagas Oliveira  
Glaziane Soares Alvarenga  
Claudio Wesley Diniz do Carmo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.42721061217>

### **CAPÍTULO 18..... 218**

**GRUPOS FUNCIONAIS DO FITOPLÂNCTON COMO INDICADORES DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RESERVATÓRIO PONTE DE PEDRA (MT/MS, BRAZIL)**


Camila Silva Favretto  
Simoni Maria Loverde-Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.42721061218>

### **CAPÍTULO 19..... 233**

**NOVO USO PARA O FILTRO EM PROFUNDIDADE CLARISOLVE® EM SUBSTITUIÇÃO À CENTRIFUGAÇÃO CLÁSSICA NA PURIFICAÇÃO DE PROTEÍNAS POR PRECIPITAÇÃO SELETIVA**

Mirian Nakamura Gouvea  
Bruna de Almeida Rocha  
Alexandre Bimbo  
Juliana Roquetti dos Santos  
Elisabeth Christina Nunes Tenório  
Victor Gabriel Abramant de Sousa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.42721061219>

### **CAPÍTULO 20..... 245**

**VARIAÇÃO DOS PARÂMETROS FERMENTATIVOS: TEMPERATURA E AGITAÇÃO NA PRODUÇÃO DE ETANOL CELULÓSICO UTILIZANDO RESÍDUOS DA INDÚSTRIA FARINHEIRA**

Ágata Silva Cabral  
Mariane Daniella da Silva  
Crispin Humberto Garcia-Cruz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.42721061220>

<b>SOBRE A ORGANIZADORA.....</b>	<b>258</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>259</b>

## VARIAÇÃO DOS PARÂMETROS FERMENTATIVOS: TEMPERATURA E AGITAÇÃO NA PRODUÇÃO DE ETANOL CELULÓSICO UTILIZANDO RESÍDUOS DA INDÚSTRIA FARINHEIRA

Data de aceite: 01/11/2021

Data de submissão: 06/09/2021

### Ágata Silva Cabral

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas – Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil.  
<https://orcid.org/0000-0002-7215-9331>

### Mariane Daniella da Silva

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas – Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil.  
<https://orcid.org/0000-0002-2900-9741>

### Crispin Humberto Garcia-Cruz

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas – Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil.  
<https://orcid.org/0000-0003-2482-0639>

**RESUMO:** O Brasil se destaca como um dos maiores produtores agrícolas mundiais, consequentemente, gera grandes quantidades de resíduos como, por exemplo, as cascas, entrecasas e pontas de mandioca na indústria farinheira. Os resíduos de mandioca apresentam abundância em glicose que pode ser utilizada como fonte de carbono por micro-organismos

na produção de etanol. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da temperatura e agitação na fermentação alcoólica da levedura *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 26602 utilizando resíduos de mandioca da indústria farinheira como substrato. Para isso, as fermentações foram realizadas durante 12 horas nas temperaturas de incubação de 25, 30, 35 e 40 °C e agitação de 150 rpm ou em estado estacionário (0 rpm). A concentração de etanol foi determinada por cromatografia gasosa. A máxima produção de etanol obtida foi de 10,46 g.L<sup>-1</sup> na temperatura de 35 °C em 10 horas de fermentação em estado estacionário e a produtividade foi de 1,04 g.L<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>. Os resultados mostraram que as melhores condições para a produção de etanol foram temperatura de 35°C e meio mantido sem agitação. Além disso, também foi observado que a agitação teve o efeito de estimular o crescimento dessa levedura.

**PALAVRAS-CHAVE:** Etanol de Segunda Geração; Levedura; Fermentação; Resíduos de mandioca.

### VARIATION OF FERMENTATIVE PARAMETERS: TEMPERATURE AND AGITATION IN THE PRODUCTION OF CELLULOSIC ETHANOL USING RESIDUES FROM THE FLOUR INDUSTRY

**ABSTRACT:** Brazil stands out as one of the largest agricultural producers in the world, consequently, it generates large amounts of agro-industrial residues, such as cassava husks in the flour industry. Cassava residues are abundant in glucose that can be used as a carbon



source by microorganisms in the generation of ethanol. The objective of this work was to evaluate the influence of temperature and agitation on the alcoholic fermentation of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 26602 using cassava residues from the flour industry as substrate. For this, fermentations were carried out for 12 hours at incubation temperatures of 25, 30, 35 and 40 °C and stirring of 150 rpm or in steady state (0 rpm). Ethanol concentration was determined by gas chromatography. The maximum ethanol production obtained was 10.46 g.L<sup>-1</sup> at temperature of 35 °C in 10 hours of fermentation in steady state and the productivity was 1.04 g.L<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>. The results showed that the best conditions for ethanol production were temperature of 35 °C and medium kept without agitation. Furthermore, it was also observed that agitation had the effect of stimulating the growth of this yeast.

**KEYWORDS:** Second generation ethanol; Yeast; Fermentation; Cassava waste.

## 1 | INTRODUÇÃO

A crescente demanda mundial por energia é resultante do acelerado desenvolvimento populacional e econômico, o que leva ao consumo de grandes quantidades de combustíveis fósseis. A combustão incompleta apresentada por estas fontes gera um impacto negativo no clima global devido à liberação de gases que contribuem para o efeito estufa e a poluição do meio ambiente (Ruiz; Martínez; Vermerris, 2016).

Diante disso, há a necessidade de implantar alternativas renováveis de energia em larga escala para minimizar os danos causados pelos combustíveis fósseis. Uma alternativa é o uso de culturas agroenergéticas e resíduos vegetais na produção de biocombustíveis e cogeração de energia. Essas matérias-primas são promissoras, sustentáveis e de baixo custo denominadas de biomassa (Schmatz et al., 2021).

O uso da biomassa na geração de energia renovável pode evitar a competição pela área agricultável com alimentos, estabilizar o preço do etanol frente à gasolina e diminuir os impactos ambientais (Bharathiraja et al., 2017). Porém, é necessário que o material lignocelulósico e aqueles que apresentam grande quantidade de amido sejam submetidos a um tratamento físico, químico, biológico ou a combinação destes para a liberação dos açúcares fermentescíveis que possam ser utilizados pelos micro-organismos produtores de etanol (Alvira et al., 2010).

Os resíduos de mandioca são gerados durante o processamento da matéria-prima durante a produção da farinha gerando, em média 0,47 t/t de mandioca processada, e são constituídos por 25% de celulose, 7% de hemicelulose, 5% de proteína bruta, 60% de amido residual proveniente da polpa, 20% de fibras e 3% de lignina (Moshi et al., 2015). Indústrias do processamento de mandioca enfrentam problemas devido à exposição dos resíduos ao ar livre sem um descarte apropriado e pelo tempo excessivo que levam para se decompor. Pois, geralmente estes materiais são eliminados diretamente no meio ambiente sem qualquer tipo de tratamento, conduzindo a problemas de poluição ambiental. Entretanto, os resíduos gerados podem ser utilizados para a produção de etanol de segunda geração (Cereda; Vilpoux, 2003).

A levedura *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 26602 tem-se mostrado muito eficiente na produção de etanol utilizando resíduos da indústria de papel, lamas primárias ricas em celulose, que foram bioconvertidos em bioetanol de segunda geração (Mendes et al., 2016).

A partir disso, o objetivo deste trabalho foi contribuir no desenvolvimento de uma tecnologia integrada e diversificada para produção de combustíveis utilizando materiais alternativos que poderão despertar o interesse do mercado industrial. Além disso, usar fontes de energias renováveis e promover a diminuição da geração de resíduos e emissões de gases nocivos ao meio ambiente. Portanto, neste processo foi realizada a hidrólise ácida de resíduos de mandioca visando à liberação de açúcares fermentescíveis para serem usados pela levedura *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 26602 na produção de etanol de segunda geração (2G).

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os resíduos de mandioca (cascas, entrecascas e pontas) foram fornecidos pela indústria produtora de farinha Moreá Alimentos Ltda., localizada no município de Monte Alegre de Minas – MG. Estes foram lavados e secos ao sol durante 48 horas. Em seguida, triturados em moedor elétrico adaptado para aumentar a superfície de contato, e por fim armazenados em recipientes plásticos. O tamanho de partícula foi homogeneizado em ≤ 0,64 mm utilizando um tamizador da marca Produtest.

A hidrólise dos resíduos de mandioca ocorreu em Erlenmeyers de 250 mL com ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) na concentração de 2,0%, submetidos a aquecimento em autoclave a 121 °C/1.1 atm durante 10 minutos.

Ao final de cada hidrólise o pH dos meios hidrolisados foi neutralizado em 6,5 com o uso de hidróxido de sódio (NaOH) 50% (m/m). Após, foram filtrados em papel de filtro Whatman nº 1 para remoção dos resíduos (torta remanescente). Todos os filtrados foram armazenados em frascos com tampa abaixo de 0 °C para posteriores análises. O filtrado obtido identificado como hidrolisado ácido bruto (HB) dos resíduos de mandioca.

Antes de realizar os ensaios fermentativos com os substratos, foram determinados os teores de açúcares redutores pelo método do cuproarsenato (Nelson, 1944) and (Somogyi, 1952). Além disso, os teores de compostos fenólicos foram analisados por Folin-Ciocalteu modificado por Chaovanalikit; Wrolstad (2004).

A levedura utilizada foi a *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 26602. O meio utilizado para o armazenamento da levedura foi composto por (g.L<sup>-1</sup>): extrato de malte, 3; extrato de levedura, 3; peptona de carne, 5; glicose, 10; e ágar, 20. Armazenadas em temperatura de 4°C.

O inóculo para o desenvolvimento da levedura foi preparado em frascos de Erlenmeyer de 250 mL contendo 100 mL de um meio de enriquecimento com os mesmos

constituintes que o meio de manutenção, exceto pelo uso de ágar, obtendo-se, um caldo de cultivo em pH 5,0, onde, a levedura previamente cultivada no meio de manutenção foi adicionada para o seu desenvolvimento em uma pré-fermentação incubada a 30°C durante 24 h sob agitação de 100 rpm. O inóculo foi padronizado por espectrofotometria em absorbância 0,6 com comprimento de onda em 600 nm.

A produção de etanol foi realizada em meio basal (pH 7) composto por extrato de levedura (5 g.L<sup>-1</sup>); KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (1 g.L<sup>-1</sup>); MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O (1 g.L<sup>-1</sup>), (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1 g.L<sup>-1</sup>) e a fonte de carbono: hidrolisado bruto (HB) e um meio sintético acrescido de glicose (MS).

As condições aplicadas para a avaliação do crescimento e produção da levedura foram: temperatura de 25, 30, 35 e 40 °C; concentração inicial de substrato de 25 g.L<sup>-1</sup>; agitação de 0 e 150 rpm e pH 6,5, durante 12 h de fermentação de acordo com padronização realizada em experimentos anteriores.

O pH das amostras foi determinado utilizando um pH meter Digimid modelo DM20. A concentração celular foi determinada por turbidimetria utilizando-se um espectrofotômetro Biochrom modelo Libra S22. O Etanol foi determinado por cromatografia gasosa utilizando um Thermo Scientific modelo Focus com detector de chama ionizada (FID) e HP-FFAP coluna (25 m x 0.2 mm x 0.3 μm); temperatura do forno a 70 °C; 5 min. de corrida; temperatura do injetor de 230 °C. A produtividade foi determinada por meio do cálculo da massa inicial e final sobre o tempo total de fermentação.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O hidrolisado ácido dos resíduos de mandioca apresentou a liberação de 131,09 g.L<sup>-1</sup> de açúcares redutores (AR) ao se utilizar a condição de 10 min. de aquecimento em autoclave com o uso de 2,0% (v/v) de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

O uso de baixas concentrações de ácido é recomendado durante o processo de hidrólise, pois, concentrações menores reduzem o risco de corrosão nos fermentadores e ainda, reduzem os custos pela menor quantidade de reagente utilizado. Além disso, ao se usar temperaturas mais baixas os custos com a energia são reduzidos, tornando o processo mais acessível em relação ao custo benefício (Tomás-Pejó et al., 2011).

Outro fator analisado na escolha da concentração de ácido a ser utilizado na hidrólise é a formação de compostos inibidores, pois, ao se utilizar concentrações mais baixas de ácido há a menor liberação de compostos tóxicos a partir da degradação da lignina e dos açúcares provenientes da hemicelulose. A concentração desses compostos no meio de fermentação pode ser prejudicial para o desenvolvimento celular dos micro-organismos e consequentemente, serão inibidores da produção de etanol 2G (Alvira et al., 2010).

Na concentração utilizada de 2,0% de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> durante 10 min. de aquecimento foram obtidos 0,35 g.g<sup>-1</sup> em ácido vanílico no hidrolisado bruto (HB).

A partir destes resultados foi realizada a fermentação do hidrolisado bruto (HB) e do

meio sintético (MS) pela levedura *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 26602. Os parâmetros avaliados foram temperaturas de 25, 30, 35 e 40 °C e agitações de 0 e 150 rpm. O pH inicial dos meios foram de 6,5. Tempo total de fermentação de 12 horas e a concentração inicial de açúcares redutores dos meios foram de 25 g.L<sup>-1</sup>. O inóculo inicial de cada fermentação foi de 0,18 g para todos os parâmetros testados.

Os resultados obtidos na fermentação estão apresentados na Figura 1 para os meios contendo o HB e o MS, ambos mantidos em estado estacionário (0 rpm) à 25 °C.

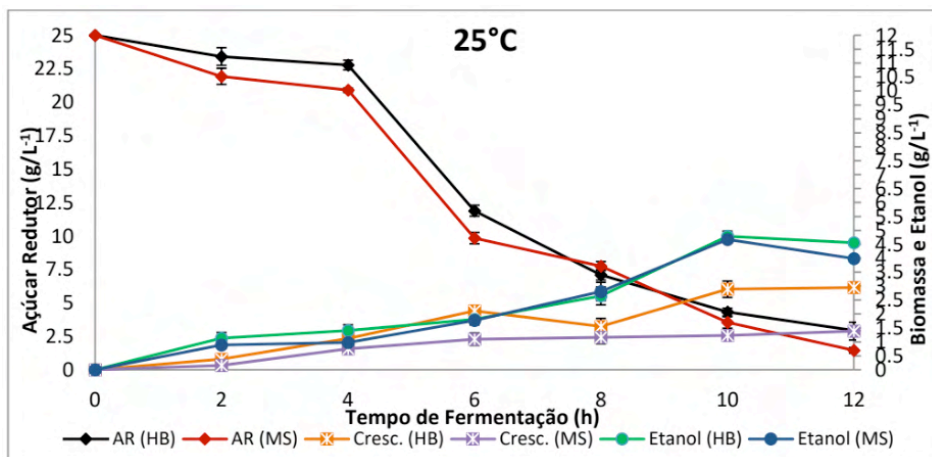


Figura 1 – Perfil da produção de bioetanol, crescimento celular (biomassa) e consumo de açúcares fermentescíveis por *S. cerevisiae* ATCC 26602 no meio HB e MS em concentração inicial de AR de 25 g.L<sup>-1</sup> e frascos mantidos sem agitação (0 rpm) à 25 °C.

Na Figura 1, pode se observar que conforme transcorrido o tempo de incubação da levedura, ocorreu um incremento na biomassa tanto para o meio sintético (MS) quanto para o meio contendo hidrolisado bruto (HB) nos parâmetros testados. O meio HB apresentou maior desenvolvimento celular quando comparado ao meio sintético, em 6 h de fermentação foram determinados 1,77 g.L<sup>-1</sup> de células da levedura no HB. Em 12 h de fermentação essa concentração foi de 2,94 g.L<sup>-1</sup> de células no HB. Já no MS em 12 h a concentração celular foi de 1,38 g.L<sup>-1</sup> de células.

O teor inicial de açúcares (25 g.L<sup>-1</sup>) ao fim da fermentação caiu para 2,93 g.L<sup>-1</sup> no HB e 1,45 g.L<sup>-1</sup> no MS (em 12 h), mostrando que houve bom aproveitamento da levedura pelos açúcares presentes nos meios. Esse açúcar foi convertido em 4,79 g.L<sup>-1</sup> de etanol no meio HB em 10 h de fermentação e 4,67 g.L<sup>-1</sup> de etanol no MS, também em 10 h de fermentação.

Na Figura 2 estão apresentados os resultados obtidos na fermentação em estado estacionário (0 rpm) à 30 °C para os meios contendo o HB e o MS. Onde, o meio HB apresentou maior desenvolvimento celular quando comparado ao meio sintético e também apresentou maior produção de etanol do que o MS. O maior crescimento foi em 10 h para

o HB, com 2,79 g.L<sup>-1</sup> de células da levedura. Em 12 h de fermentação a concentração de células no MS foi de 2,10 g.L<sup>-1</sup> de células.

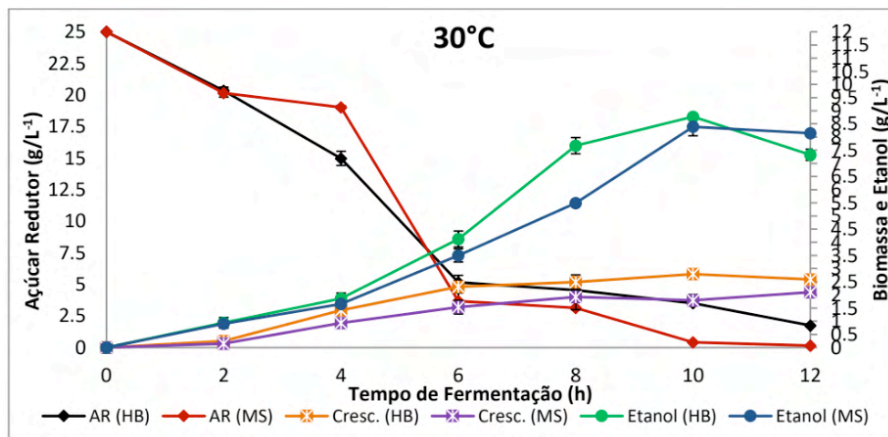


Figura 2 – Produção de bioetanol, crescimento celular (biomassa) e consumo de açúcares fermentescíveis por *S. cerevisiae* no meio HB e MS em concentração inicial de AR de 25 g.L<sup>-1</sup> e frascos mantidos sem agitação (0 rpm) à 30 °C.

O teor inicial de 25 g.L<sup>-1</sup> ao fim da fermentação, 12 horas, estava em 1,74 g.L<sup>-1</sup> para o HB e 0,15 g.L<sup>-1</sup> para o MS (Figura 2).

Por meio da Figura 2 é possível observar que houve um grande aproveitamento dos AR pelos dois meios. O rendimento foi de 8,77 g.L<sup>-1</sup> de etanol em 10 h de fermentação e 8,39 g.L<sup>-1</sup> de etanol no MS, também em 10 h.

A Figura 3 apresenta os resultados obtidos na fermentação para os meios contendo o HB e o MS ainda em estado estacionário (0 rpm), porém em 35 °C. Nesta, o maior crescimento célula foi no meio HB, sendo de 3,11 g.L<sup>-1</sup> na temperatura de 35 °C em 12 h de fermentação. O maior desenvolvimento da levedura quando comparado com as outras fermentações realizadas nas outras temperaturas.

Em 35 °C também foram obtidos os valores máximos de etanol quando comparado com as outras temperaturas. Os teores alcançados de foram de 10,46 g.L<sup>-1</sup> para o HB e 9,97 g.L<sup>-1</sup> para o MS em 10 horas de fermentação (Figura 3).

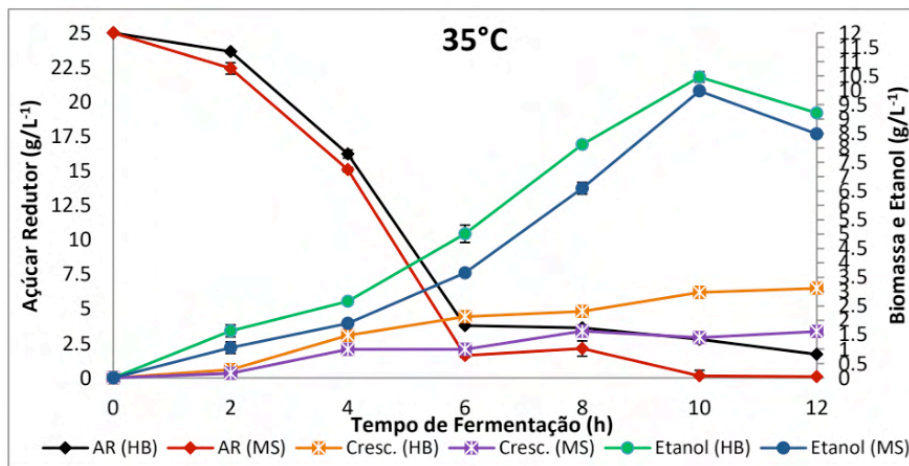


Figura 3 – Produção de etanol, biomassa e consumo de açúcares por *S. cerevisiae* ATCC 26602 no meio HB e MS em concentração inicial de AR de 25 g.L<sup>-1</sup> e frascos mantidos sem agitação (0 rpm) a 35 °C.

Nesta Figura 3 observa-se que houve um rápido decréscimo dos açúcares presentes nos meios de cultura durante as primeiras 6 h de fermentação e, este foi mais acentuado em 35°C. Esta temperatura ofereceu as melhores condições para assimilação destes açúcares fermentescíveis pela levedura, o que foi confirmado pelo rápido aumento, inversamente proporcional, dos níveis de etanol produzidos no HB e MS. Em outras palavras, a 35°C houve consumo dos açúcares contidos nos meios de cultura mais rápido e eficiente, pois, os açúcares residuais ao fim da fermentação foram de 1,70 g.L<sup>-1</sup> no HB e 0,09 g.L<sup>-1</sup> no MS e concomitantemente houve a maior produção de etanol.

Adicionalmente, verificou-se, que após 10 horas de fermentação a fonte de glicose já se encontrava praticamente esgotada em ambos meios fermentativos, conseqüentemente, a escassez desta fonte de seis carbonos levou à levedura a utilizar o próprio produto do metabolismo secundário, o etanol, ocasionando um decréscimo nos níveis de etanol para o tempo de 12 horas, como pode ser visto ao final da fermentação (Figura 3). Esse fenômeno já foi observado por outros pesquisadores e é conhecido como crescimento diauxico (Lavová, et al., 2014). Baixas concentrações de substrato para a produção de bioetanol por *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 26602 foram mais eficientes, já que o uso da fonte de carbono para a formação de subprodutos, glicerol, por exemplo, é menor e há uma melhora da eficiência de conversão desses açúcares em etanol (produto final) e menor quantidade de açúcar residual.

Os resultados avaliados na fermentação a 40 °C para os meios contendo o HB e o MS estão apresentados na Figura 4, ambos ainda mantidos em estado estacionário (0 rpm).

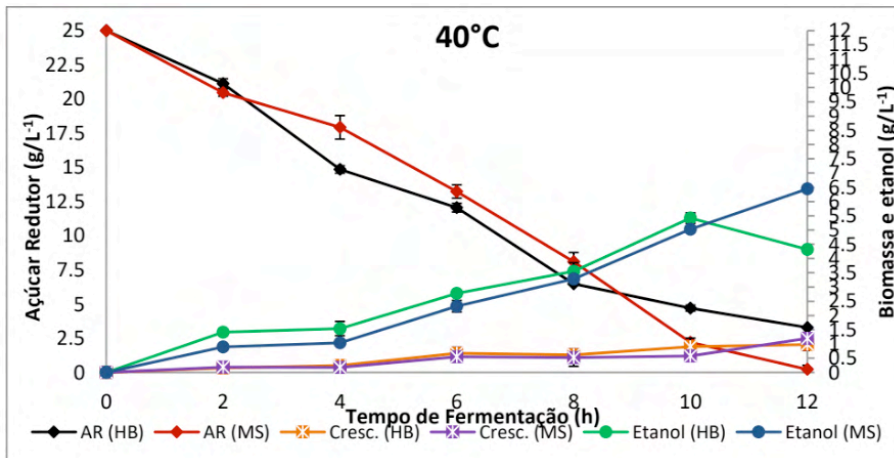


Figura 4 – Produção de etanol, biomassa e consumo de açúcares pela levedura no meio HB e MS com AR de 25 g.L<sup>-1</sup> e frascos mantidos sem agitação (0 rpm) à 40 °C.

Nesta temperatura de 40 °C foram verificados os menores valores do desenvolvimento da levedura (0,98 g.L<sup>-1</sup> para o HB e 1,19 g.L<sup>-1</sup> para o MS em 12 h da fermentação), contudo, a levedura apresentou boa produção do etanol, sendo, 5,42 g.L<sup>-1</sup> para o HB em 10 h e 6,44 g.L<sup>-1</sup> para o MS na 12 h da fermentação, indicando que a levedura priorizou a produção deste produto secundário ao invés do seu desenvolvimento (Figura 4).

Dos 25 g.L<sup>-1</sup> iniciais de AR que foram ligeiramente aproveitados pela levedura, ao final da fermentação restaram 3,28 g.L<sup>-1</sup> no meio HB e apenas 0,22 g.L<sup>-1</sup> no meio sintético. O MS apresentou o melhor consumo dos açúcares pela levedura e simultaneamente a maior produção do bioetanol (6,44 g.L<sup>-1</sup>).

Os próximos resultados (Figuras 5 a 8) relacionam o tempo de fermentação, utilização dos açúcares presentes no meio, crescimento celular e produção de etanol para os experimentos realizados com a mesma concentração inicial de AR descrita anteriormente (25 g.L<sup>-1</sup>), entretanto, sob agitação de 150 rpm.

Nestes ensaios houve um aumento na biomassa semelhante para os dois meios de cultura (HB e MS) nas quatro temperaturas testadas (25, 30, 35 e 40 °C), quando comparado com o desenvolvimento dos experimentos realizados em estado estacionário (0 rpm). Este fato é resultante da agitação do meio, uma vez que, favorece a aglomeração e o crescimento do micro-organismo por possibilitar maior aeração e a maior disponibilidade de oxigênio para a levedura, favorecendo o seu desenvolvimento celular.



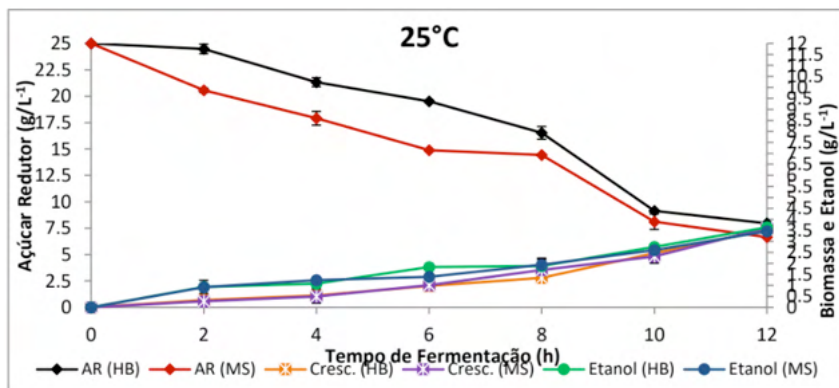


Figura 5 – Produção de etanol, biomassa e consumo de açúcares pela levedura no meio HB e MS com AR de 25 g.L<sup>-1</sup> e 150 rpm à 25 °C.

A agitação utilizada (150 rpm) associada à temperatura de 25 °C promoveu a formação de 3,52 g.L<sup>-1</sup> no HB e 3,61 g.L<sup>-1</sup> no MS ao final da fermentação, 12 horas; e a produção de 3,63 g.L<sup>-1</sup> de etanol no HB e 3,45 g.L<sup>-1</sup> de etanol no MS. Como apresentado na Figura 5. Isso ocorreu devido o desenvolvimento da *S. cerevisiae* estar abaixo da sua temperatura ótima. Além disso, a aglomeração pode prejudicar a produção do etanol pela menor difusão de nutrientes entre as células (Ostergaard et al., 2000).

Os resultados da utilização dos açúcares presentes no meio, do crescimento celular e da produção de etanol para os meios HB e MS na temperatura de 30 °C e agitação de 150 rpm estão apresentados na Figura 6.

O maior crescimento da levedura para esta temperatura foi ao fim da fermentação, sendo de 3,90 g.L<sup>-1</sup> para o HB e 4,5 g.L<sup>-1</sup> no MS. A máxima produção de etanol obtida foi de 6,04 g.L<sup>-1</sup> no HB e 6,45 g.L<sup>-1</sup> para o MS, em 10 h de fermentação (Figura 6).

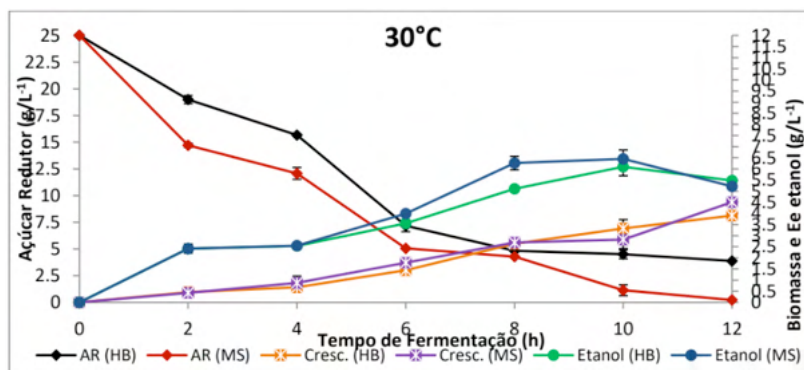


Figura 6 – Produção de etanol, biomassa e consumo de açúcares pela levedura no meio HB e MS com AR de 25 g.L<sup>-1</sup> e 150 rpm à 30 °C.

Pode-se observar que a agitação favoreceu o crescimento celular, ou seja, conforme se aumenta a velocidade de agitação dos frascos, mais acentuado se torna o incremento da biomassa leveduriforme no meio de cultura. Em contrapartida, em um processo onde se queira a conversão das fontes de carbono voltadas principalmente para produção de massa celular do micro-organismo se tornaria vantajoso, pois, além da grande quantidade de biomassa formada, a concentração de etanol nos meios não aumentou de forma proporcional ao crescimento. Isso pode ser devido ao fato de que a levedura não só produz etanol como produto do metabolismo microbiano, mas também outros metabólitos (glicerol), e essa via pode estar sendo favorecida pela agitação,

Na Figura 7 está apresentado o perfil dos resultados obtidos para os mesmo parâmetros, porém, submetidos a temperatura de fermentação de 35 °C.

Em relação à produção de etanol, observou-se que os valores máximos obtidos foram de 8,46 g.L<sup>-1</sup> para o HB em 8 h de fermentação e 7,67 g.L<sup>-1</sup> para o MS em 10 h, ambos em temperatura de 35°C (Figura 7). Tais dados reforçam que a temperatura ótima de incubação para a obtenção dos maiores índices de etanol pela *S. cerevisiae* ATCC 26602 está em torno de 35 °C.

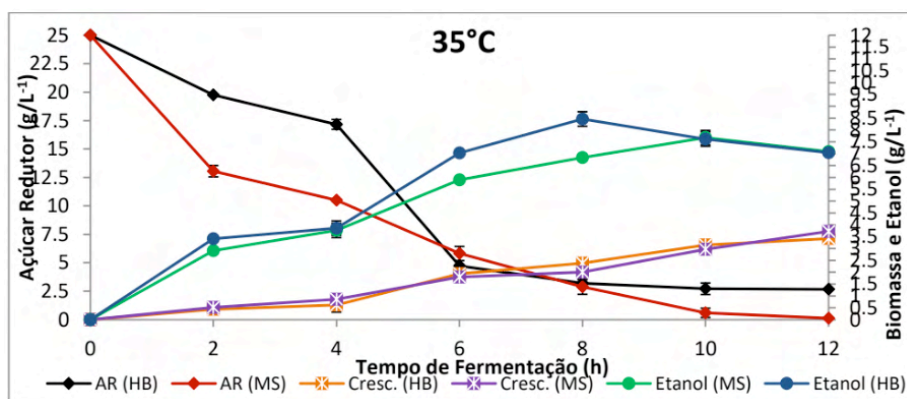


Figura 7 – Produção de etanol, biomassa e consumo de açúcares pela levedura no meio HB e MS com AR de 25 g.L<sup>-1</sup> e 150 rpm à 35 °C.

O pior desempenho para a produção de etanol foi constatado na temperatura de 25 °C, mostrando que a levedura não atua bem em tal temperatura, mesmo em condições de ausência de oxigênio (4,79 g.L<sup>-1</sup> de etanol no HB; 4,67 g.L<sup>-1</sup> para o MS), e muito menos ao promover a agitação no cultivo (3,63 g.L<sup>-1</sup> no HB; 3,45 g.L<sup>-1</sup> no MS).

Os resultados obtidos na fermentação a 40 °C e 150 rpm de agitação estão apresentados na Figura 8, para os meios contendo o HB e o MS.

Na Figura 8 está representado que no MS a levedura foi capaz de consumir todo o AR presente no meio e gerou 4,06 g.L<sup>-1</sup> de etanol. Mesmo sem consumir todo o açúcar

presente produziu 4,98 g.L<sup>-1</sup> de etanol no HB.

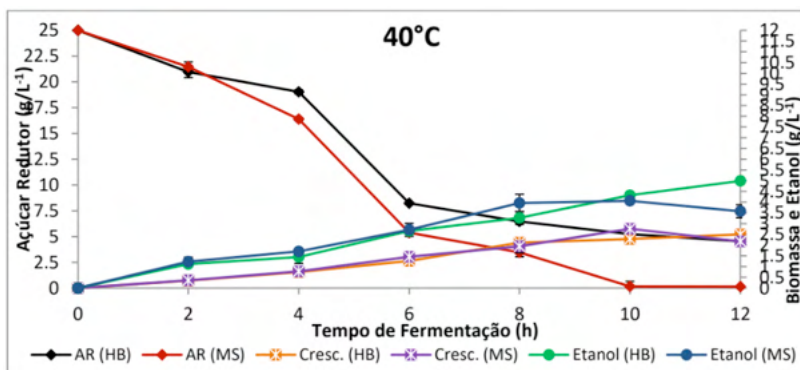


Figura 8 – Produção de etanol, biomassa e consumo de açúcares pela levedura no meio HB e MS com AR de 25 g.L<sup>-1</sup> e 150 rpm à 40 °C.

As leveduras podem realizar além da fermentação, o metabolismo respiratório, o qual exige a presença de oxigênio. O metabolismo respiratório apresenta um maior rendimento em ATP, quando comparado ao metabolismo fermentativo, e produz precursores de aminoácidos essenciais ao crescimento celular (Walker, 1998). Neste trabalho, isto poderia explicar o fato de que as fermentações realizadas com agitação favoreceram o crescimento celular, pois, com maior aeração possibilitou maior disponibilidade de oxigênio no meio.

Os autores Lin et al. (2012) analisaram a influência da temperatura, concentração inicial de glicose e pH na fermentação etanólica da *S. cerevisiae* e verificaram que a taxa específica de crescimento e de produção de etanol máxima ocorreu entre 30 e 45°C. Observaram também, que com o aumento da oferta de substrato não melhorou a produção de etanol, principalmente quando o valor de pH não foi controlado. Este mesmo comportamento ocorreu no presente trabalho, onde a temperatura ótima para a produção de etanol no hidrolisado de resíduos de mandioca foi de 35°C, valor intermediário ao relatado pelos autores.

Os pesquisadores Moshi et al. (2015) avaliaram a produção de etanol a partir de mandioca selvagem e conseguiram níveis de etanol próximos a 10-11% (v/v), e a elevada eficiência de conversão dos açúcares presentes na matéria-prima (97,6%) foi alcançada por hidrólise separada do processo de fermentação e sacarificação simultânea. Nesse trabalho os autores fizeram hidrólise enzimática com  $\alpha$ -amilase e glucoamilase obtendo a concentração de 250 g.L<sup>-1</sup> em AR que, posteriormente, foram utilizados como substrato pela *S. cerevisiae* incubada a 30 °C. A maior concentração de etanol obtida foi de 84,3 g.L<sup>-1</sup>. Tais valores são superiores ao máximo obtido na presente pesquisa (10,46 g.L<sup>-1</sup> de etanol e 134,84 g.L<sup>-1</sup> de AR), essa diferença ocorreu pois, a hidrólise com enzimas é mais específica e libera maior quantidade de açúcares, porém, se torna um processo mais caro

e demorado. Mesmo assim, na temperatura de 35 °C, utilizando a mesma levedura e uma concentração inicial de 25 g.L<sup>-1</sup> de AR, ou seja, dez vezes menor do que a concentração usada pelos referidos autores, foram obtidos 10,46 g.L<sup>-1</sup> de etanol em 10 h de fermentação, o correspondente a 92,3% do rendimento teórico máximo, valores muito próximos aos relatados por Moshi et al. (2015). Portanto, uma menor concentração inicial de substrato proporcionou bons rendimentos em etanol, e isso pode ser devido ao fato de que meios altamente concentrados em açúcares podem desencadear inibição osmótica microbiana e com isso prejudicar a produção de bioetanol.

## CONCLUSÃO

A máxima produção de etanol obtida foi na temperatura de 35 °C em 10 horas de fermentação (10,46 g.L<sup>-1</sup>) em estado estacionário (0 rpm) e a produtividade foi de 1,04 g.L<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>. A agitação dos meios teve o efeito de estimular o crescimento da levedura. Os meios de cultura contendo o hidrolisado dos resíduos de mandioca sem o processo de desintoxicação podem ser uma alternativa eficiente para a produção de etanol de segunda geração pela levedura *S. cerevisiae* ATCC 26602. Isto é de grande importância, pois diminuiria uma etapa do processo para produção de Etanol 2G e, também os custos.

## REFERÊNCIAS

- Alvira, P. et al., (2010). **Pretreatment technologies for an efficient bioethanol production process based on enzymatic hydrolysis: A review**. *Bioresource Technology*, 101, 4851-4861.
- Bharathiraja, B. et al., (2017). **Biobutanol – An impending biofuel for future: A review on upstream and downstream processing techniques**. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 68, 788–807.
- Cereda, M.; Vilpoux, O. (2003). **Tecnologia, uso e potencialidades de tuberosas amiláceas latino americanas, Culturas de tuberosas amiláceas latino-americanas**, v.3, São Paulo: Fundação Cargill, 771p.
- Chaovanalikit, A.; Wrolstad, R., (2004). **Total Anthocyanins and Total Phenolics of Fresh and Processed Cherries and Their Antioxidant Properties**. *Journal of Food Science*, 69, FCT67-FCT72 .
- Lavová, B.; Urminská, D.; Sillerová, S. (2014). **Diauxic growth of *Saccharomyces cerevisiae***. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 3 122-123.
- Lin, Y. et al. **Factors affecting ethanol fermentation using *Saccharomyces cerevisiae* BY4742**. *Biomass and Bioenergy*, v. 47, n. 1, p. 395–401, 2012.
- Mendes, C. V. T. et al. (2016). **Integrated bioconversion of pulp and paper primary sludge to second generation bioethanol using *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 26602**. *Bioresource Technology*, v. 220, n. 1, p. 161-167.

Moshi, A. et al., (2015). **Production of bioethanol from wild cassava *Manihot glaziovii* through various combinations of hydrolysis and fermentation in stirred tank bioreactors.** British Biotechnology Journal. 5, 123-139.

Nelson, N., (1944). **A photometric adaptation of Somogy method for determination of glucose.** Biochemistry. 153, 375–380.

Ostergaard, S. et al. (2000) **Metabolic Engineering of *Saccharomyces cerevisiae*.** Microbiol.Mol. Biol., v. 64, n. 1, p. 34-50.

Ruiz, H. A.; Martínez, A.; Vermerris, W., (2016). **Bioenergy potential, energy crops, and biofuel production in Mexico.** Bioenerg Res. 9, 981-984.

Schmatz, A. A. et al., (2021). **Pseudo-Lignin Content Decreased with Hemicellulose and Lignin Removal, Improving Cellulose Accessibility, and Enzymatic Digestibility.** BioEnergy Research. 14, 106-121.

Somogyi, M., (1952). **Notes on sugar determination.** Journal of Biological Chemistry. 195, 19–23.

Tomás-Pejó, E. et al. (2011). **Pretreatment Technologies for Lignocellulose-to-Bioethanol Conversion.** In: Biofuels: Alternative Feedstocks and Conversion Processes. Elsevier, Madrid, 2011, pp. 149-176.

Walker, G. (1998) **Yeast Physiology and Biotechnology.** 1<sup>a</sup>. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 362p.

## **SOBRE A ORGANIZADORA**

**DRA. ALANA MARIA CERQUEIRA DE OLIVEIRA** - Possui graduação em Biomedicina pela Universidade Estadual de Santa Cruz -UESC (2002) com habilitação pelo CRBM 4 em Patologia Clínica -Análises Clínicas e Biologia Molecular , licenciada em Biologia pela Faculdade Cruzeiro do Sul (2020), licenciada em Pedagogia pela Faculdade Faveni (2021). Em 2021 se especializou em Saúde indígena pela Faculdade Dom Alberto. Obteve seu Mestrado (2006) o Doutorado (2011) em Biologia Celular e Molecular pela Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo – FMRP-USP. Pós-Doutorado pelo Instituto Nacional de células Tronco, INCTC -USP (2012). O segundo Pós-doutoramento foi realizado pelo departamento de Clínica Médica Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto-FMRP-USP (2014). Seu terceiro Pós-Doutorado pelo Departamento de Química da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras-FFCL-USP (2016). Atualmente é professora Substituta no Instituto Federal do Acre -IFAC.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Abelhas melíferas 196, 203, 204

Aleloquímicos 157, 158, 162

Alface 157, 158, 159, 160, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 201

Assistência a pacientes crônicos 70, 73

### B

Barragem das águas 212

Bioindicadores 218, 220, 230

Buriti 212, 216, 217

### C

Clarificação 233, 234, 239, 240, 241, 242, 243

Coronavírus 22, 23, 24, 25, 26, 33

Covid-19 4, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 30, 31, 32, 33, 116

### D

Desmatamento 211, 212, 213, 214, 216, 217

Doenças periodontais 22, 28, 29, 30, 33

### E

Educação alimentar 112

Ensino de ciências 185

Enterobacterales 6, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109

Enterobacter cloacae 102, 103, 105

Escherichia coli 5, 83, 84, 85, 86, 87, 90, 91, 110, 143, 144, 145

Espécies invasoras 185, 187

Estado nutricional 45, 46, 51, 52, 111, 112, 114, 121, 124, 125, 231

Etanol de segunda geração 246, 247, 256

### F

Fator-1 4, 1, 2, 4, 5

Fermentação 168, 169, 170, 172, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 245, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256

Filtro de profundidade 233, 235

Fitoplanctônicos 218, 219, 229, 232



Função pulmonar 5, 92, 93, 97, 98, 99

## H

Hipóxia 4, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18

## I

Indicador de resultado 70, 73, 75, 76, 81

Infecções urinárias 83, 85, 87

Inseticidas 196, 197, 200, 201, 204, 206, 208

## K

Klebsiella pneumoniae 6, 102, 103, 109, 127, 128, 134, 141, 142, 143, 144, 145, 146

## L

Lipase 168, 169, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184

## M

Mauritia flexuosa I 8, 211, 212

Microalgas 218, 219, 222

Microorganismo multirresistente 102, 108

Multirresistência antimicrobianos 128

## P

Pacientes oncológicos 4, 45, 46, 47, 51, 52, 53, 55

Pau-santo 157, 158

periodontite 22, 24, 27, 28, 29, 30, 31, 32

Periodontite 22, 29

Podcast 7, 185, 186, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194

Polinizadores 196, 197, 198, 200, 201, 202, 204, 210

Potencial alelopático 157, 158, 165, 166, 167

precipitação seletiva de proteínas 233, 235, 243

## Q

Qualidade da água 8, 218, 219, 221, 222, 227, 228, 229, 230, 232

## R

Reservatório hidrelétrico 218, 225

Resíduo agroindustrial 169, 172

Resíduos de mandioca 245, 246, 247, 248, 255, 256

Resistência ao cisalhamento 34, 38, 40

Resistência à tração 34, 35, 36

Riacho pinto 212, 214, 216

Rinite alérgica 5, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100

## **S**

Sars-COV-2 33

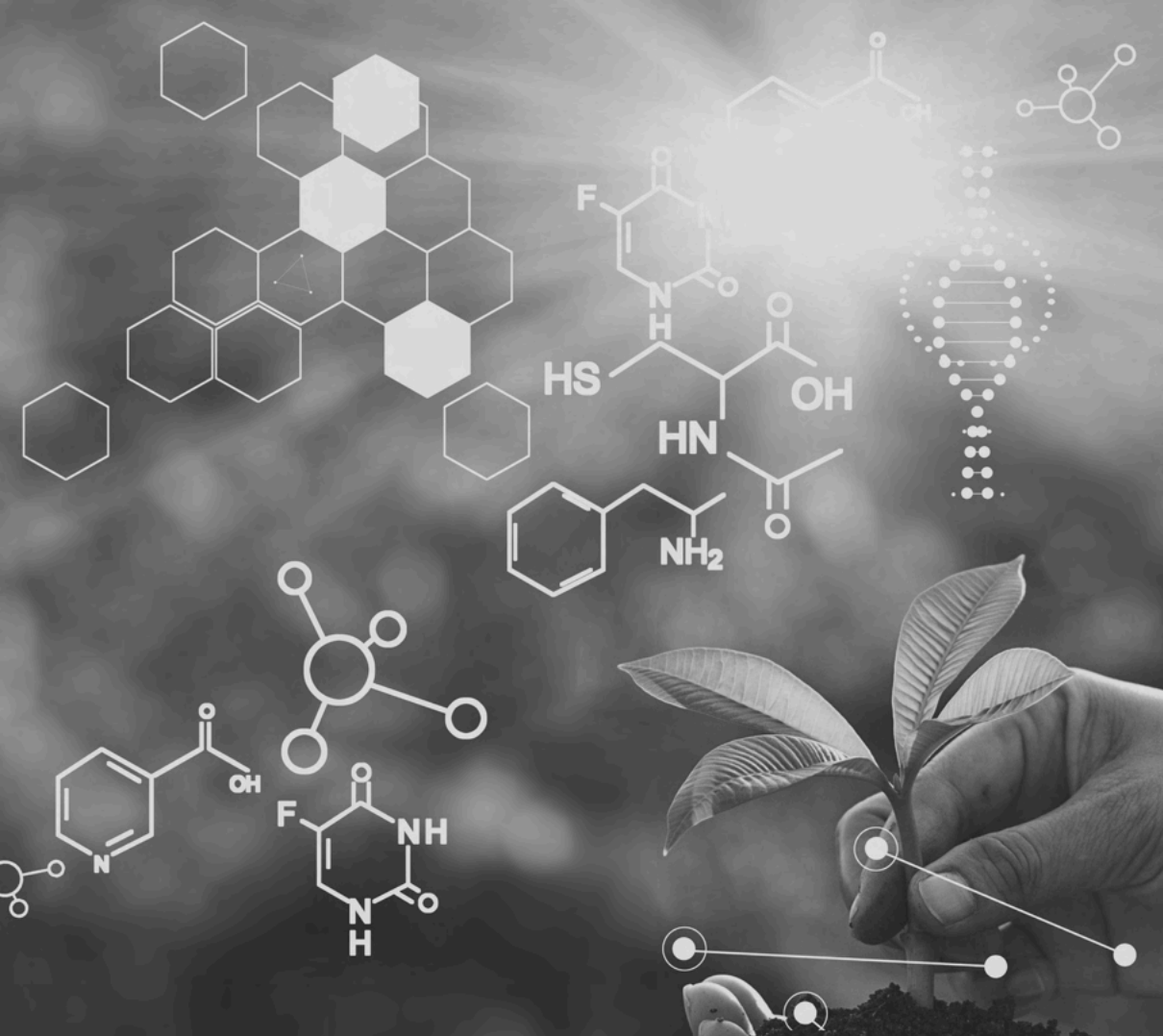
Serratia marcescens 102, 103, 105

Síndrome de down 6, 29, 111

Staphylococcus aureus 6, 110, 147, 148, 149, 151, 152, 154, 155, 156

## **V**




Vancomicina 6, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154



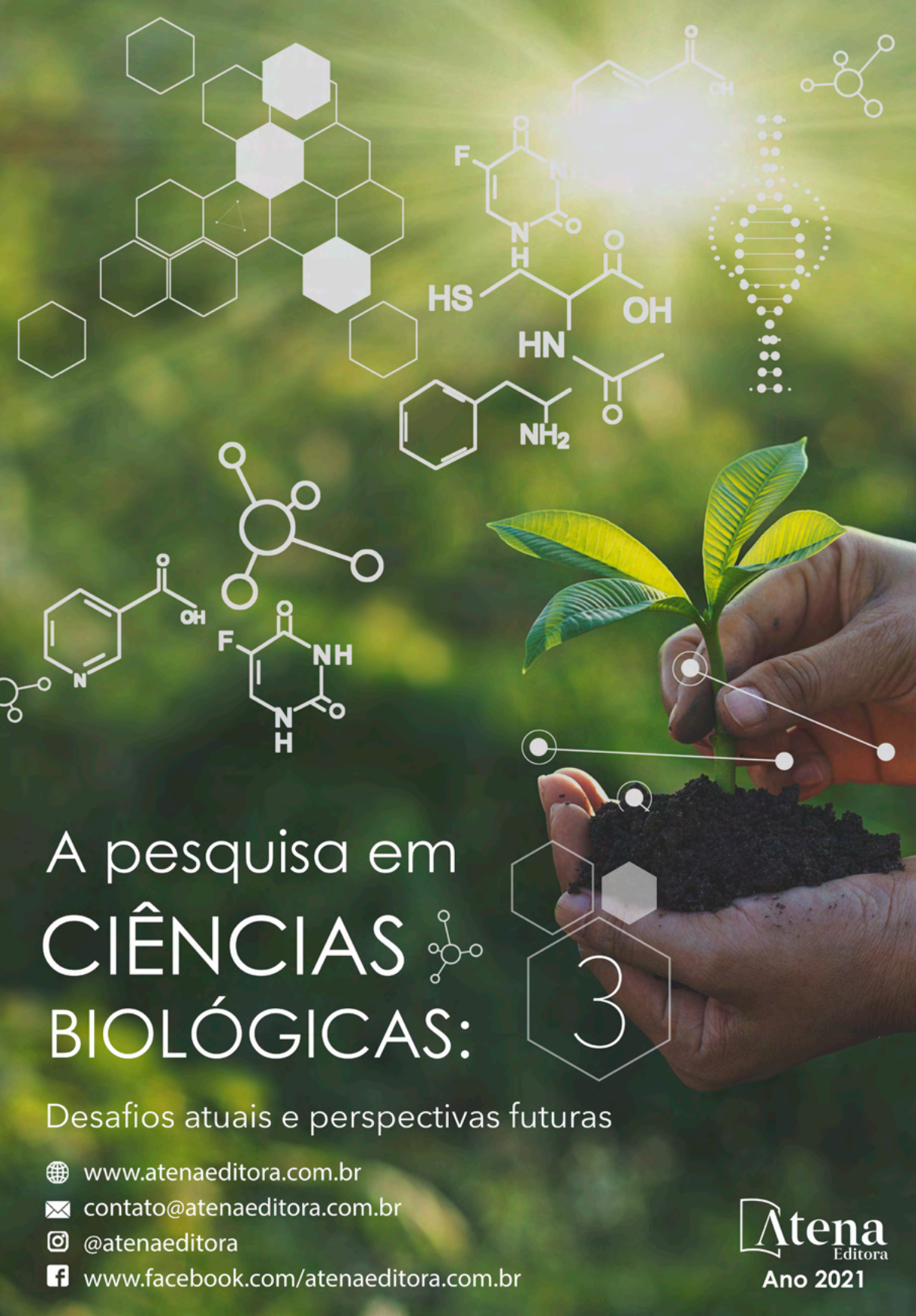
# A pesquisa em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS:

3

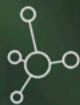
Desafios atuais e perspectivas futuras

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





**Atena**  
Editora  
Ano 2021



# A pesquisa em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS:



Desafios atuais e perspectivas futuras

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

**Atena**  
Editora  
Ano 2021