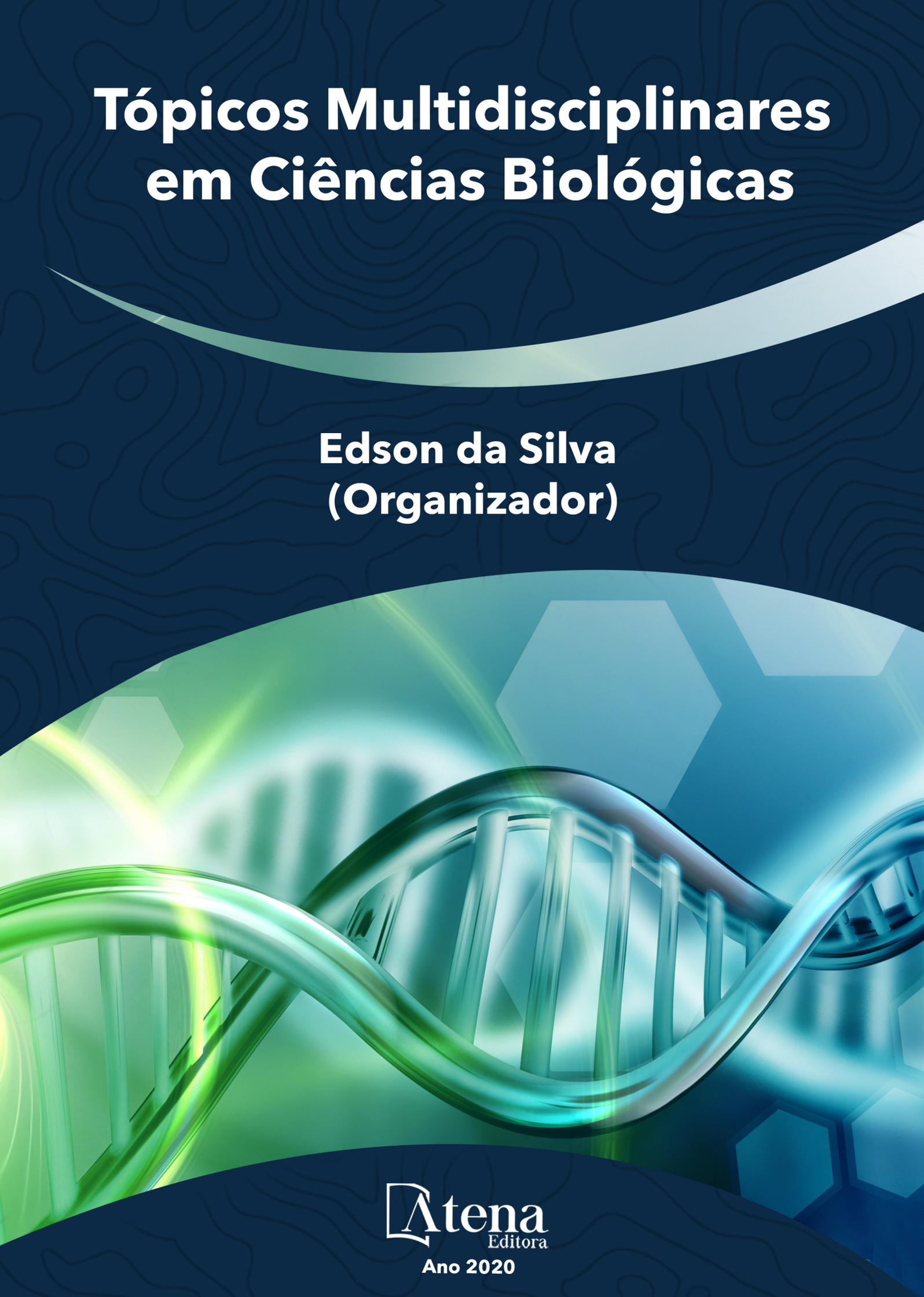


# **Tópicos Multidisciplinares em Ciências Biológicas**

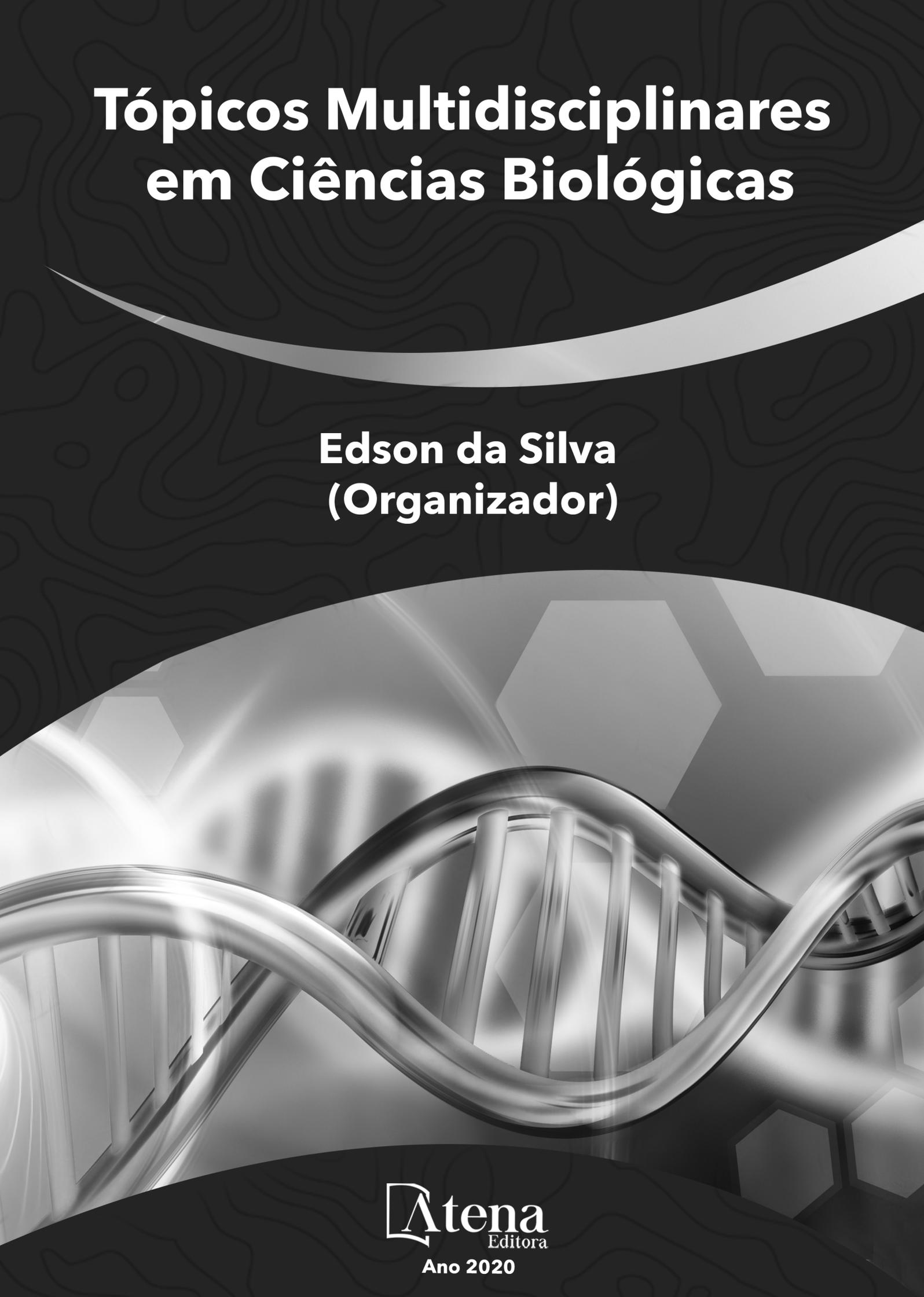
**Edson da Silva  
(Organizador)**

**Atena**  
Editora

Ano 2020

# **Tópicos Multidisciplinares em Ciências Biológicas**

**Edson da Silva  
(Organizador)**

**Atena**  
Editora

Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Karine de Lima

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
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. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
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 Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
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  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
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. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª 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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
 Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá  
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

T673 Tópicos multidisciplinares em ciências biológicas [recurso eletrônico]  
/ Organizador Edson da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena  
Editora, 2020.

Formato: PDF  
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
 Modo de acesso: World Wide Web  
 Inclui bibliografia  
 ISBN 978-85-7247-971-4  
 DOI 10.22533/at.ed.714203001

1. Ciências biológicas – Pesquisa – Brasil. I. Silva, Edson da.  
CDD 570

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

Atena Editora  
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

O e-book “Tópicos Multidisciplinares em Ciências Biológicas” é uma obra composta por estudos de diferentes áreas das ciências biológicas e da saúde. Em seus 16 capítulos o e-book aborda trabalhos de pesquisas, de ensino, relatos de casos e revisões da literatura mostrando avanços e atualidades nesse campo.

As ciências biológicas englobam áreas do conhecimento relacionadas com a vida e incluem a biologia, a saúde humana e a saúde animal. Nesta obra, apresento estudos vivenciados na prática profissional e na formação acadêmica relacionados aos cursos de graduação e de pós-graduação em biologia, biomedicina, biotecnologia, nutrição, medicina, fisioterapia, química, engenharia biomédica, arquitetura entre outros.

Este volume tem objetivo de compartilhar o conhecimento científico aplicado às ciências biológicas e suas áreas afins, potencializando discussões e abordagens contemporâneas em temas variados. Agradeço aos autores que tornaram essa edição possível e desejo uma ótima leitura a todos.

Prof. Dr. Edson da Silva

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE HIDROLÍTICA DE LIPASES OBTIDAS DE NOVAS FONTES VEGETAIS: MORINGA E GIRASSOL	
Flávia Michelle Silva Santos Álvaro Silva Lima Alini Tinoco Fricks Cleide Mara Faria Soares	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7142030011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>9</b>
AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE SEMENTES DE ANDIROBA ( <i>CARAPA GUIANENSIS</i> - <i>MELIACEAE</i> ) E AÇAÍ ( <i>EUTERPE OLERACEA</i> )	
Janaina Pompeu dos Santos Sabrina Baleixo da Silva Renato Meireles dos Santos Jhonatas Rodrigues Barbosa Cassia Barbosa Aires Martina Damasceno Portilho Flaviane Leal Batista Joice Silva de Freitas Lucas Henrique da Silva e Silva Natacia da Silva e Silva Wanessa Shuelen Costa Araújo Vanderson Vasconceslos Dantas	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7142030012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>16</b>
CARACTERIZAÇÃO HISTOLÓGICA DAS CÉLULAS DE HOFBAUER EM PLACENTAS A TERMO, DE MÃES DE MÉDIO E ALTO RISCO, ATENDIDAS EM MATERNIDADES PÚBLICAS DO RECIFE	
Mateus Cotias Filizola Fálba Bernadete Ramos dos Anjos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7142030013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>26</b>
CONDIÇÃO CLÍNICO-FUNCIONAL DE IDOSOS DE UMA COMUNIDADE DA ZONA RURAL	
Luciana Julek Danielle Bordin Luciane Patrícia Andreani Cabral Taís Ivastcheschen Heloize Gonçalves Lopes Clóris Regina Blanski Grden	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7142030014</b>	

**CAPÍTULO 5 ..... 39**

DESCRIÇÃO DE CASOS CONFIRMADOS DE COINFECÇÃO DE TUBERCULOSE/HIV NO ESTADO DE GOIÁS

Murilo Barros Silveira  
Fábio Castro Ferreira  
Fernanda Soares da Mota  
Tamires Mariana Dias Damas Rocha  
Beatriz Gonçalves dos Santos  
Iara Barreto Neves Oliveira  
Aldenira Matias de Moura  
Muriel Vilela Teodoro Silva  
Marielly Sousa Borges  
Juliana Boaventura Avelar

**DOI 10.22533/at.ed.7142030015**

**CAPÍTULO 6 ..... 46**

LAGOCHILASCARIÁSE HUMANA: REVISÃO DE LITERATURA

Meriele Aline de Paula  
Amanda Silva Santos Aliança  
José Eduardo Batista Filho  
Nathália de Paula Batista

**DOI 10.22533/at.ed.7142030016**

**CAPÍTULO 7 ..... 59**

TERAPIA DE REPOSIÇÃO DE TESTOSTERONA: ESTRESSE OXIDATIVO E RISCO PARA DOENÇAS CARDIOVASCULARES

André Luiz Cavalcante Fontenele  
Diego Gonçalves de Lima  
Romeu Paulo Martins Silva  
Miguel Junior Sordi Bortolini  
Dionatas Ulises de Oliveira Meneguetti  
Anderson Gonçalves Freitas

**DOI 10.22533/at.ed.7142030017**

**CAPÍTULO 8 ..... 74**

VIRULÊNCIA E PERFIL DE SUSCEPTIBILIDADE ANTIFÚNGICA DE ESPÉCIES DE *CANDIDA*

Renato Birlo de Araújo  
Adryelle Idalina da Silva Alves  
Melyna Chaves Leite de Andrade  
Franz de Assis Graciano dos Santos  
Michellangelo Nunes da Silva  
Paulo Roberto de Moura Carvalho  
Reginaldo Gonçalves de Lima Neto  
Rejane Pereira Neves  
Danielle Patrícia Cerqueira Macêdo

**DOI 10.22533/at.ed.7142030018**

**CAPÍTULO 9 ..... 87**

A SOBRECARGA PSICOSSOCIAL DO CUIDADOR FAMILIAR DE PESSOAS COM DIAGNÓSTICO DE DOENÇAS DEGENERATIVAS

Sueli Ferreira de Paula Cardoso  
Claudineia Pedroso Fernandes

**DOI 10.22533/at.ed.7142030019**

**CAPÍTULO 10 ..... 90**

EXPERIÊNCIA DE ESTÁGIO EM AMBIENTES NÃO FORMAIS, REALIZADO NA FUNDAÇÃO ZOOBOTÂNICA DE MARABÁ/PA

Larisse Caldas da Silva  
Laysa Kellen Dos Santos Alves  
Patrick Anderson Barbosa Borralho  
Nádia Nunes da Silva  
Manoel Ananis Lopes Soares

**DOI 10.22533/at.ed.71420300110**

**CAPÍTULO 11 ..... 99**

RECURSOS DIDÁTICOS VISUAIS E AUDIOVISUAIS: UM BREVE PARALELO ENTRE TICS E O ALBUM SERIADO NO CONTEXTO DAS DISCIPLINAS QUE REPRESENTAM AS CIÊNCIAS DA NATUREZA

Rosangela Mota Lunas  
Ranlig Carvalho de Medeiros  
Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros

**DOI 10.22533/at.ed.71420300111**

**CAPÍTULO 12 ..... 107**

UMA PROPOSTA DE JOGO EDUCACIONAL DIGITAL PARA APOIAR O ENSINO DE ANATOMIA DO SISTEMA MUSCULAR

Edson da Silva  
Marileila Marques Toledo

**DOI 10.22533/at.ed.71420300112**

**CAPÍTULO 13 ..... 117**

EXTRACTION AND CRYSTALLIZATION OF CAFFEINE FROM COFFEE HUSKS

Ana Paula Silva Capuci  
Eloízio Júlio Ribeiro  
José Roberto Delalibera Finzer

**DOI 10.22533/at.ed.71420300113**

**CAPÍTULO 14 ..... 123**

PRODUÇÃO DE ETANOL A PARTIR DE AMIDO DE MILHO HIDROLISADO COM AMILASES DO MALTE DE CEVADA

Felipe Staciaki da Luz  
Renata Nascimento Caetano  
Adrielle Ferreira Bueno  
Carine Vieira  
Danielle Cristina Silva Oliszeski  
Gideã Taques Tractz  
Bianca Vanjura Dias  
Cynthia Beatriz Fürstenberger  
Everson do Prado Banczek

**DOI 10.22533/at.ed.71420300114**

<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>135</b>
SÍNTESE DE SUPERFÍCIES NANOESTRUTURADAS À BASE DE POLIANILINA	
Ítalo Gustavo de Lira Moura	
Gabriel Galdino Gadelha	
Liandra Roberta Pinho da Cunha Coutinho	
Washington Andrade da Cunha Coutinho Filho	
Renata Miranda Gomes	
Rosa Fireman Dutra	
<b>DOI 10.22533/at.ed.71420300115</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>150</b>
O IMPACTO DO RUÍDO EM ANIMAIS DE CATIVEIRO (O CASO DO JARDIM ZOOLOGICO DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO, BRASIL)	
Isabel Cristina Ferreira Ribeiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.71420300116</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>159</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>160</b>

## PRODUÇÃO DE ETANOL A PARTIR DE AMIDO DE MILHO HIDROLISADO COM AMILASES DO MALTE DE CEVADA

Data da submissão: 31/10/2019  
Data de aceite: 20/01/2020

### Felipe Staciaki da Luz

Universidade Estadual do Centro-Oeste,  
Departamento de Química  
Guarapuava-PR  
<http://lattes.cnpq.br/7654110890574124>

### Renata Nascimento Caetano

Universidade Estadual do Centro-Oeste,  
Departamento de Química  
Guarapuava-PR  
<http://lattes.cnpq.br/5221930421963850>

### Adrielle Ferreira Bueno

Universidade Estadual do Centro-Oeste,  
Departamento de Química  
Guarapuava-PR  
<http://lattes.cnpq.br/1070648783153474>

### Carine Vieira

Universidade Estadual do Centro-Oeste,  
Departamento de Química  
Guarapuava-PR  
<http://lattes.cnpq.br/1698542463161912>

### Danielle Cristina Silva Oliszeski

Universidade Estadual do Centro-Oeste,  
Departamento de Química  
Guarapuava-PR  
<http://lattes.cnpq.br/4943630164733083>

### Gideã Taques Tractz

Universidade Estadual do Centro-Oeste,  
Departamento de Química

Guarapuava-PR

<http://lattes.cnpq.br/5932164789161002>

### Bianca Vanjura Dias

Universidade Estadual do Centro-Oeste,  
Departamento de Química  
Guarapuava-PR  
<http://lattes.cnpq.br/6501821506452621>

### Cynthia Beatriz Fürstenberger

Universidade Estadual do Centro-Oeste,  
Departamento de Biologia  
Guarapuava-PR  
<http://lattes.cnpq.br/1950137747785419>

### Everson do Prado Banczek

Universidade Estadual do Centro-Oeste,  
Departamento de Química  
Guarapuava-PR  
<http://lattes.cnpq.br/7523573139592166>

**RESUMO:** Neste trabalho, o amido de milho foi utilizado para a produção de etanol através do processo de fermentação alcoólica pela levedura *Saccharomyces cerevisiae* e a hidrólise desse amido foi realizada utilizando o malte de cevada como fonte de amilases. O malte de cevada foi moído previamente e duas condições de hidrólise enzimática foram testadas uma a 50 °C por 24 horas e outra a 60 °C por 2 horas, ambos os testes foram realizados com 2% (m/V) de amido e 10% (m/m) de malte. A segunda condição foi a que

apresentou maior teor de °Brix e etanol e foi escolhida para a realização do estudo. Duas concentrações de amido foram testadas e a concentração de 10% (m/V) de amido em 1 litro de água apresentou um teor alcoólico mais elevado. A variação na concentração de malte não foi um fator significativo no teor de etanol e açúcar solúvel, sendo possível obter o mesmo teor alcoólico para a menor concentração (5% m/m) e para a maior concentração de malte (15% m/m). A análise espectroscópica realizada na região do infravermelho confirmou a presença de etanol através das bandas de estiramento de O-H em  $3350\text{ cm}^{-1}$  de alongamento C-O em  $1049\text{ cm}^{-1}$ .

**PALAVRAS-CHAVE:** hidrólise enzimática, fermentação alcoólica, amido de milho.

## ETHANOL PRODUCTION FROM HYDROLYZED CORNSTARCH WITH AMYLASES FROM BARLEY MALT

**ABSTRACT:** In this work, cornstarch was used for the production of ethanol through the fermentation process by yeast *Saccharomyces cerevisiae* and the hydrolysis of this starch was carried out using the barley malt as a source of amylases. The barley malt was ground previously and two enzymatic hydrolysis conditions were tested one at  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  for 24 hours and another at  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  for 2 hours, both tests were performed with 2% (w/V) of starch and 10% (w/w) of malt. The second condition was the one that showed higher °Brix and ethanol content and was chosen for the accomplishment of the study. Two concentrations of starch were tested and the concentration of 10% (w/V) starch to 1 liter of water had a higher alcohol content and higher °Brix. The variation in the malt concentration was not a significant factor in the ethanol and soluble sugar contents, being it possible to obtain the same alcoholic content of the lowest concentration (5% w/w) and the highest concentration of malt (15% w/w). Spectroscopic analysis performed in the infrared region confirmed the presence of ethanol through the stretch bands of the O-H in  $3350\text{ cm}^{-1}$  and C-O stretch in  $1049\text{ cm}^{-1}$ .

**KEYWORDS:** enzymatic hydrolysis, alcoholic fermentation, corn starch.

## 1 | INTRODUÇÃO

A energia é o primeiro dentre os 10 maiores problemas a serem enfrentados pela humanidade no futuro. Sem energia, não há como resolver outras problemáticas que afetam o mundo, como escassez de água e tratamento de doenças. Assim, as fontes de energia renováveis têm sido o foco de várias pesquisas em todo o mundo desde o início do século XXI (SMALLEY, 2005; GOLDEMBERG, 2007).

O bioetanol é uma fonte consolidada de energia renovável em todo o mundo devido ao fato de poder ser obtido por muitas matérias-primas, como cana de açúcar, milho, beterraba e materiais lignocelulósicos. Além disso, o etanol possui eficiência próxima à da gasolina e auxilia na redução de dióxido de carbono na atmosfera. Em geral, o etanol é produzido pelo consumo metabólico de açúcares por microrganismos como leveduras e bactérias. No Brasil, a maior quantidade de etanol é obtida da cana-de-açúcar, devido à alta produtividade dessa cultura. No entanto, a cana não pode

ser armazenada e processada no período entressafra. Assim, é importante usar outra matéria-prima, como o milho, para expandir a produção de etanol ao longo do ano (GOLDEMBERG, 2007; KÜÜT et al., 2018; MILANEZ et al., 2014).

O principal carboidrato do milho é o amido, um polissacarídeo composto por dois polímeros: amilose e amilopectina. Esses açúcares não são fermentescíveis e precisam ser convertidos em açúcares menores para serem metabolizados pelos microrganismos. O processo de conversão é uma hidrólise e pode ser realizado por meio de catálise ácida ou enzimática. A catálise enzimática tem maior seletividade, gera produtos mais puros e requer menor quantidade de energia para ser realizada. (BORZANI et al., 2006; CURVELO-SANTANA, J. C.; EHRHARDT, D. D.; TAMBOURGI, 2010; WANG et al., 2017)

A hidrólise do amido é geralmente realizada com enzimas comerciais obtidas de culturas de fungos e os hidrolisados são fermentados com a levedura *Saccharomyces cerevisiae*. CURVELO-SANTANA et al. (2010) obtiveram etanol a partir de mandioca, onde o amido foi hidrolisado com  $\alpha$ -amilase fúngica comercial de *Aspergillus niger* e submetido à fermentação por leveduras. AI et al. (2011) avaliaram a hidrólise do amido de sorgo em comparação ao amido de milho usando  $\alpha$ -amilase pancreática e amiloglicosidase de *Aspergillus niger*, ambas comerciais. CANTOS-LOPES et al. (2018) estudaram a produção de etanol a partir de amido de batata-doce hidrolisado com amilase comercial e amiloglicosidase. BARCELOS et al. (2011) utilizaram  $\alpha$ -amilase de *Bacillus licheniformis* e glucoamilase de *Aspergillus niger* para hidrólise do sorgo, ambas de fontes comerciais.

Nota-se um grande número de trabalhos que utilizam a enzima pura para a hidrólise do amido. No entanto, a enzima pura é cara e sua extração torna a produção de etanol onerosa. Nesse contexto, uma fonte mais barata de amilases é uma boa maneira de resolver os problemas relacionados à hidrólise enzimática. O malte de cevada é uma fonte que pode ser usada para resolver esse problema. Este grão, quando sujeito a maltagem, produz uma grande quantidade de enzimas amilolíticas.

Assim, neste trabalho, o malte de cevada foi utilizado como fonte dos catalisadores biológicos para a hidrólise de amido de milho para viabilizar a fermentação alcoólica pela levedura *Saccharomyces cerevisiae*.

## 2 | MATERIAS E MÉTODOS

Para todos os processos de hidrólise e fermentação, os aparatos utilizados para as reações foram esterilizados com etanol 70 °GL e depois seco para eliminar microorganismos que pudessem interferir no processo de hidrólise e fermentação.

## 2.1 Hidrólise enzimática e fermentação de mosto

A extração das enzimas foi realizada *in situ* simultaneamente à hidrólise do amido. A hidrólise enzimática foi realizada em duas condições diferentes de temperatura e tempo. O amido foi gelatinizado em água por aquecimento a 70°C e depois o malte foi adicionado iniciando a hidrólise. Após a reação, o °Brix foi medido por refratometria.

### 2.1.1 Teste do efeito do malte de cevada

Para comprovar a atividade catalítica do malte de cevada na hidrólise, foram realizados dois ensaios sob a mesma condição. A concentração de amido foi fixada em 2% (m/V) para 1 litro de água e os ensaios foram realizados em duplicata. O primeiro ensaio utilizou a concentração de malte de 10% (m/m) em relação à massa de amido. O segundo não usou malte.

### 2.1.2 Condições de hidrólise enzimática

Foram testadas duas condições de hidrólise, uma a 50 °C por 24 horas e outra a 60 °C por 2 horas, ambas em pH 5,0.

### 2.1.3 Estudo da variação da concentração de amido de milho e malte de cevada

A condição de hidrólise utilizada nesta etapa foi a que produz o maior teor de °Brix e etanol. Duas concentrações de amido foram testadas nesta etapa, 2% (m/V) e 10% (m/V), tanto para 1 litro de água quanto 10% (m/m) de malte de cevada. Após, a concentração de amido foi fixada em 10% (m/V), devido aos maiores valores obtidos para °Brix e teor de etanol com essa concentração. Foram testadas três concentrações de malte de cevada: 5%, 10% e 15% (m/m), ambas em relação à massa de amido adicionada.

## 2.2 Fermentação alcoólica

Todas as fermentações alcoólicas foram realizadas com a levedura comercial *Saccharomyces cerevisiae* da marca *Lallemand Brewing®*. Primeiramente, o fermento foi ativado de acordo com as especificações do fabricante em 20 mL de água destilada a 40 °C por 20 min. O produto da hidrólise foi transferido para o fermentador previamente esterilizado com etanol a 70 °GL, imediatamente após a hidrólise e, em seguida, a levedura ativada foi adicionada ao fermentador, iniciando a reação a 20 °C durante 168 horas. Após a fermentação, o teor de etanol foi medido por refratometria.

### 2.2.1 Estudo do grau de atenuação

O estudo do grau de atenuação consiste no estudo da variação do teor de etanol durante a fermentação, a fim de observar a atividade da levedura. Neste trabalho, o estudo foi realizado medindo o teor de etanol e o °Brix a cada 24 horas por 168 horas.

### 2.3 Caracterização do produto

Para todos os ensaios, o °Brix e o teor de etanol foram medidos usando refratômetros específicos. A espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) foi realizada em um espectrometro modelo Cary 640 FTIR da marca *Agilent Technologies®* com pastilhas de fluoreto de cálcio numa faixa de varredura de 4000 a 400  $\text{cm}^{-1}$ , a fim de confirmar os grupos funcionais de etanol.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Efeito do malte de cevada e condições de hidrólise enzimática

A Tabela 1 mostra os resultados para o teste do efeito do malte de cevada. A ausência de malte na hidrólise foi determinante para a reação, pois não houve formação de açúcares solúveis (°Brix = 0) e etanol (teor de etanol = 0). As amilases promoveram a hidrólise catalítica do amido, e os fatores tempo e temperatura não foram significativos para a hidrólise sem a presença de amilases.

Concentração de amido de milho (% m/V)	Concentração de malte cevada (% m/m)	°Brix antes da fermentação	°Brix após a fermentação	Teor de etanol (% m/m)
2	10	1,28±0,0353	1,08±0,0353	2,25±0,354
2	0	0	0	0

Tabela 1. Teor de etanol e °Brix obtidos para o teste do efeito do malte de cevada.

Após verificar se o malte pode ser usado como fonte de amilases, foram testadas duas condições de hidrólise enzimática. As condições e os resultados são mostrados na Tabela 2.

Condição	1	2
Temperatura (°C)	50	60
Tempo (h)	24	2
pH	5.0	5.0
°Brix antes da fermentação	1,28±0,0353	2,10±0
°Brix após a fermentação	1,08±0,0353	1,15±0,0707
Teor de etanol (% m/m)	2,25±0,354	3,00 ±0

Tabela 2. Condições de hidrólise, °Brix e teor de etanol.

A condição a 60 °C por 2 horas gerou um valor mais alto de açúcares solúveis e teor de etanol. Assim, essa condição de temperatura e tempo foi utilizada durante o restante deste estudo.

### 3.2 Estudo da variação da concentração de amido de milho e malte de cevada

A hidrólise que utilizou a maior concentração de amido de milho (10% m/V) apresentou um maior teor de °Brix e etanol e depois foi fixada para o teste de concentração de malte. As três concentrações de malte utilizadas produziram o mesmo teor de etanol após a fermentação. Os resultados são mostrados na Tabela 3.

Experimento	Concentração de amido (% m/V)	Concentração de malte (% m/m)	°Brix antes da fermentação	°Brix após a fermentação	Teor de etanol (% m/m)
1	2	10	2,10±0	1,15±0,0707	3,0±0
2	10	10	8,85±0,495	7,40±0,566	17,5±2,12
3	10	5	9,65±0,212	7,90±0,141	19,0±1,41
4	10	10	8,85±0,495	7,40±0,566	17,5±2,12
5	10	15	10,4±0,566	7,05±0,354	19,0±2,83

Tabela 3. Teor de etanol obtido em função da concentração de amido de milho e malte de cevada.

Uma análise de variância (ANOVA) foi realizada para verificar se houve diferença estatística entre o teor de etanol obtido para as três concentrações de malte. Os resultados da Tabela 4 e Figura 1 mostraram que não há diferença estatística entre os valores do teor de etanol, segundo o teste de Tukey, no nível de confiança de 95%.

Concentração de malte utilizada na hidrólise (% m/m)	Média dos teores de etanol (% m/m)
5	19.0±1.41 a
10	17.5±2.12 a
15	19.0±2.83 a

Tabela 4. Análise de variância para o teor de etanol obtido para as concentrações de malte. Os valores médios seguidos pela mesma letra não apresentam diferença estatística.

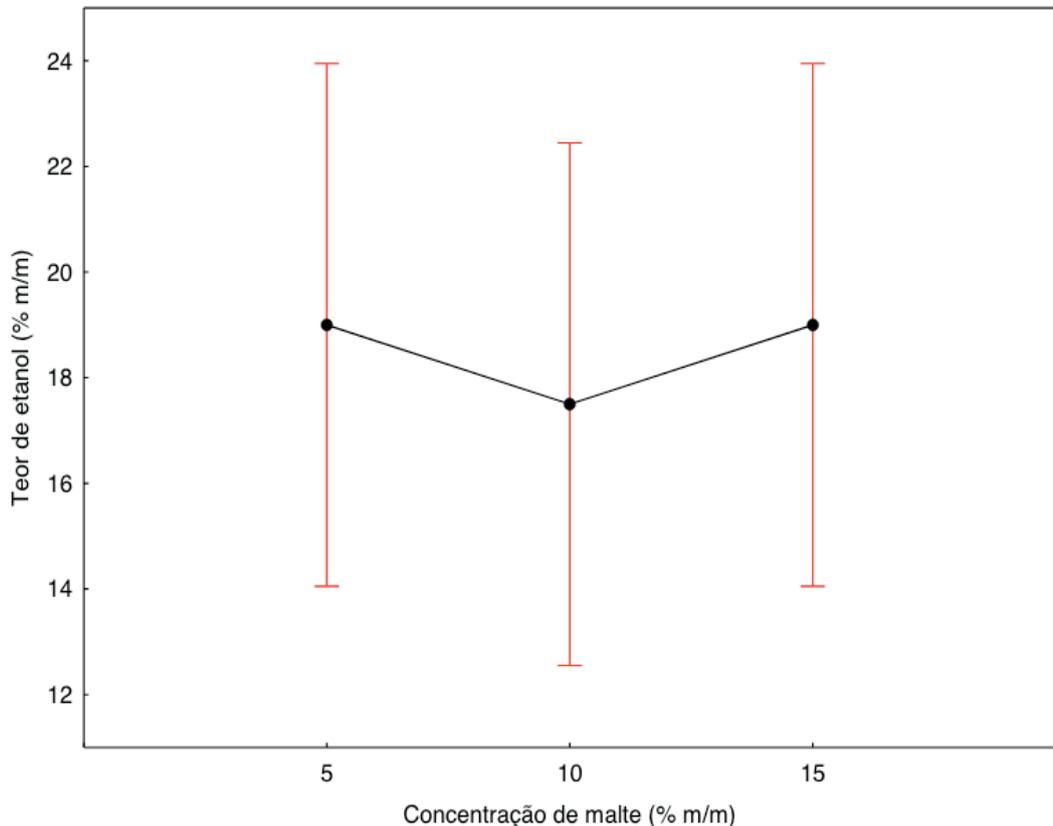


Figura 1. Média dos teores de etanol com as barras de erros para cada concentração de malte.

A atividade catalítica do malte foi observada para todas as concentrações testadas no estudo. Assim, a quantidade de malte adicionada na hidrólise não foi um fator determinante para a clivagem das ligações glicosídicas do amido de milho, mas sim a presença do malte como fonte de enzimas amilolíticas. As condições de hidrólise (T: 60 °C e pH: 5,0) estão na faixa de atividade ótima da  $\alpha$ -amilase e  $\beta$ -amilase do malte de cevada (PALMER, 2006; SANTANA, 2007). Assim, a principal clivagem foi a da ligação glicosídica  $\alpha$  (1-4) do amido. A  $\alpha$ -amilase atua apenas nas ligações glicosídicas internas  $\alpha$  (1-4) do amido aleatoriamente e, portanto, os prováveis açúcares produzidos por essa ação enzimática foram oligossacarídeos lineares e ramificados. A  $\beta$ -amilase atua na extremidade não redutora das cadeias de amido, também na ligação glicosídica  $\alpha$  (1-4). O açúcar produzido por sua ação catalítica é a maltose. Outras clivagens como a hidrólise de ligações  $\alpha$  (1-6) poderiam ter ocorrido, mas em uma proporção menor, uma vez que as condições experimentais não favoreciam a ação das enzimas desramificadoras (TESTER; KARKALAS; QI, 2004).

O maior teor de etanol obtido neste estudo foi superior ao obtido em trabalhos que utilizam a enzima pura para a hidrólise do amido (CURVELO-SANTANA et al., 2010; LI et al., 2019). O teor de etanol do mosto obtido foi superior ao relatado por BRINGHENTI et al. (2007) que usaram enzimas comerciais para hidrolisar o amido e enriqueceram o mosto com melão de cana. Desse modo, o processo de hidrólise e fermentação desenvolvido neste trabalho foi mais eficiente que as reações que utilizaram enzimas comerciais sem a necessidade de enriquecer o mosto, porque os açúcares produzidos

na hidrólise foram suficientes para obter maiores níveis de etanol.

### 3.3 Estudo do grau de atenuação

É possível observar que o teor de etanol atingiu o valor máximo (21%) após 24 horas e houve baixo consumo de açúcar, pois o °Brix diminuiu menos de 1 ponto percentual. Nestas 24 horas, as leveduras se adaptaram ao fermentador e começaram a se multiplicar, passando a metabolizar os açúcares de forma anaeróbica. O teor de etanol de 21% permaneceu o mesmo até 72 horas e depois começou a cair. É possível afirmar que, após 72 horas de fermentação, o teor de etanol diminuiu devido ao consumo das leveduras. A concentração de etanol é um fator de estresse para a levedura, porque sua toxicidade para as suas células pode prejudicar a atividade fisiológica e danificar a membrana celular. Assim, o consumo de álcool pela levedura pode interromper seu crescimento e reprodução ou até levar à morte desses microrganismos<sup>16</sup>. Portanto, o teor de etanol não aumenta a partir deste momento, pois há uma diminuição das leveduras ativas no meio fermentativo.

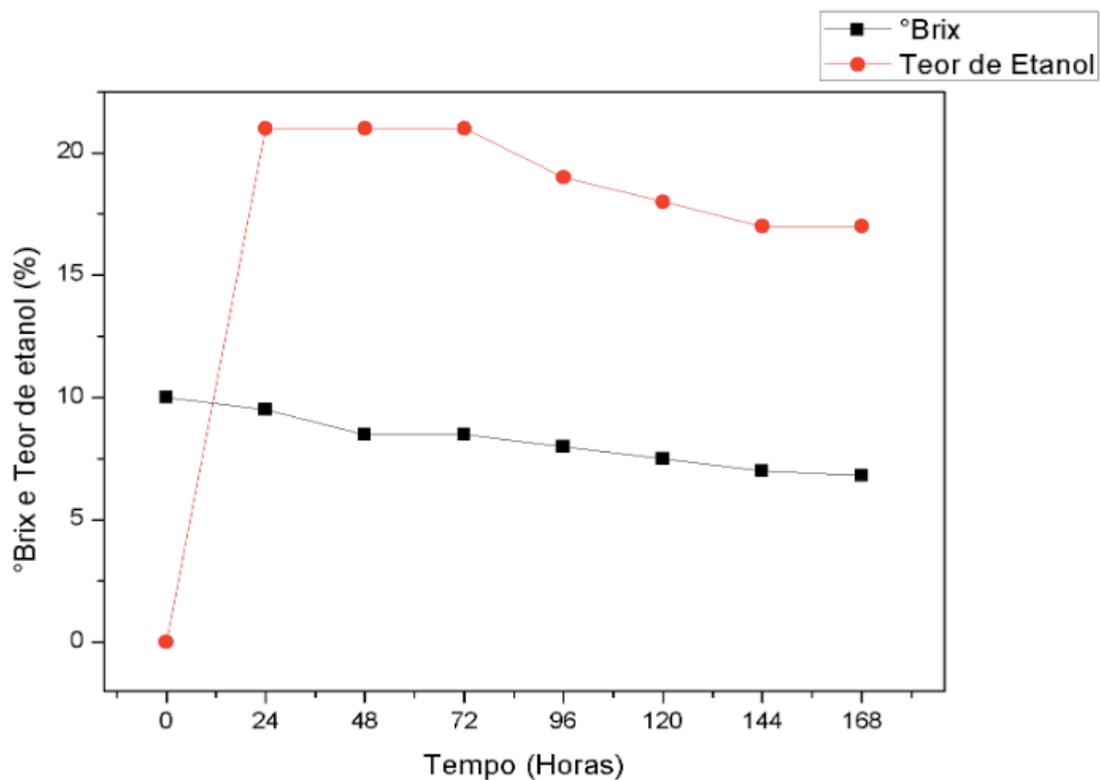


Figura 2. Grau de atenuação da fermentação.

O desempenho da fermentação neste trabalho foi mais eficaz quando comparado a trabalhos similares de produção de etanol, pois o teor alcoólico atingiu um valor máximo e se estabilizou em um período menor. CURVELO-SANTANA et al. (2010) usaram o hidrolisado de mandioca para a produção de etanol e atingiram o teor máximo de etanol após 144 horas de fermentação. YU et al. (2019) utilizaram milho para a produção de etanol e obtiveram o maior teor de álcool após 48 horas de

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**Edson da Silva** possui graduação em Fisioterapia pela Fundação Educacional de Caratinga (2001). Obteve seu título de Mestre (2007) e o de Doutor em Biologia Celular e Estrutural pela Universidade Federal de Viçosa (2013). É especialista em Educação em Diabetes pela Universidade Paulista (2017) e realizou cursos de aperfeiçoamento em Educação em Diabetes pela parceria ADJ do Brasil, *International Diabetes Federation* e Sociedade Brasileira de Diabetes (2018). Pós-Graduando em Tecnologias Digitais e Inovação na Educação (2019-2020). É professor e pesquisador da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, desde 2006, lotado no Departamento de Ciências Básicas (DCB) da Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde (FCBS). Ministra disciplinas de Anatomia Humana para diferentes cursos de graduação. No Programa de Pós-Graduação em Saúde, Sociedade e Ambiente atua na linha de pesquisa Educação, Saúde e Cultura. É vice coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Nutrição, no qual atua nas áreas de Nutrição e Saúde Coletiva. É líder do Grupo de Estudo do Diabetes credenciado pelo CNPq no Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil. Desde 2006 desenvolve ações interdisciplinares de formação em saúde mediada pela extensão universitária, entre elas várias coordenações de projetos locais, além de projetos desenvolvidos no Projeto Rondon com atuações nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil. É membro da Sociedade Brasileira de Diabetes, membro de corpos editoriais e parecerista *ad hoc* de revistas científicas internacionais da área da saúde. Tem experiência na área da Saúde, atuando principalmente nos seguintes temas: Anatomia Humana; Diabetes *Mellitus*; Processos Tecnológicos Digitais e Inovação na Educação em Saúde; Educação, Saúde e Cultura.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Açaí 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15  
Álbun seriado 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105  
Ambientes não formais 90, 91, 93, 96, 97  
Amido de milho 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 132  
Amilase 125, 129  
Anatomia 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 159  
Andiroba 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15  
Antifúngicos 75, 76, 84, 85  
Aprendizagem 91, 95, 97, 99, 101, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 114, 115, 152, 154  
Atividade hidrolítica 1, 3, 4, 5, 6, 7

### B

Bem-estar animal 150, 154, 157  
Biofilme 74, 75, 76, 78, 82, 83, 84, 85  
Biossensores 135, 136, 140, 141

### C

*Caffeine* 117, 118, 119, 120, 121, 122  
*Candida* 8, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86  
*Carapa guianensis* 9, 11, 14  
Células de Hofbauer 16, 17, 19  
Cevada 123, 125, 126, 127, 128, 129, 131, 132  
Ciências Naturais 9, 90, 91, 99, 101, 102, 104  
*Coffee husk* 117, 118, 119, 120, 121  
Coinfecção 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45  
Composição físico-química 9, 10, 12  
*Crystallization* 117, 118, 119, 120, 121  
Cuidador 87, 88

### D

Doenças Cardiovasculares 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 70, 71, 72, 148

### E

Educação 32, 35, 52, 56, 90, 91, 92, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 115, 159  
Eletropolimerização 135, 136, 138, 139, 143, 144, 145  
Ensino de biologia 90  
Estágio 19, 50, 53, 90, 91, 93, 94, 95, 96, 97, 139  
Estresse Oxidativo 59, 60, 61, 62, 63, 65, 66, 67, 69, 70, 71, 73  
Etanol 4, 78, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133  
*Euterpe oleracea* 9, 11, 14

## F

Fermentação alcoólica 123, 124, 125, 126, 131, 132, 133

## G

Gestação 16, 17, 18, 19, 22, 24

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

## H

Helmintose Emergente 46, 47, 48, 49

Hidrólise 1, 2, 4, 5, 7, 8, 15, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133

Hidrólise enzimática 8, 123, 124, 125, 126, 127

Histologia 16, 17, 19

HIV 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45

## J

Jardim zoológico 150, 153, 155, 156

Jogos educacionais 107, 109, 114

## L

Lagochilascaríase 46, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 56, 57, 58

*Lagochilascaris minor* 46, 47, 49, 50, 57, 58

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

## M

Malte 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 131, 132

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

## P

Placenta 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25

Polianilina 135, 136, 137, 140, 141, 143, 147, 148

Polímeros condutores 135, 136, 137, 139, 147, 148

Psicossocial 87, 88

## R

Recursos didáticos 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105

Resíduos orgânicos 9, 10

Ruído 150, 152, 154, 155, 156, 157, 158

## S

Saúde pública 28, 39, 40, 44, 48, 58, 62, 88, 158

## T

Tecnologias de informação e comunicação 99, 100, 105

Testosterona 59, 60, 61, 64, 65, 66, 67, 69, 70, 71, 73

TICs 99, 100, 101, 103, 104, 105

Tuberculose 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45

## Z

Zoonose 46, 48, 52

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**