



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 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
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

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 Eches 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 PATOGÊNICO E TIPAGEM MOLECULAR DE *Klebsiella pneumoniae* PRODUTORAS DE β -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>

SOBRE A ORGANIZADORA.....	258
ÍNDICE REMISSIVO.....	259

CAPÍTULO 14

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

Data de aceite: 01/11/2021

Data de submissão: 29/10/2021

Eduardo Henrique Santos Guedes

Universidade Federal do Tocantins
Gurupi - TO
<http://lattes.cnpq.br/7033782840996923>

André Leonardo dos Santos

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica - RJ
<http://lattes.cnpq.br/2466938040003278>

Andréia Ibiapina

Universidade Federal do Tocantins
Palmas - TO
<http://lattes.cnpq.br/3809206567442725>

Camila Mariane da Silva Soares

Universidade Federal de Lavras
Lavras - MG
<http://lattes.cnpq.br/5493759969452726>

Aynaran Oliveira de Aguiar

Universidade Federal do Tocantins
Palmas - TO
<http://lattes.cnpq.br/2183503410111466>

Patrícia Oliveira Vellano

Universidade do Norte do Paraná
Centro Universitário Tocantinense- Presidente
Antônio Carlos
Araguaína - TO
<http://lattes.cnpq.br/9931168383019751>

Lucas Samuel Soares dos Santos

Universidade Federal do Tocantins
Gurupi - TO

<http://lattes.cnpq.br/7420913912477527>

Gessiel Newton Scheidt

Universidade Federal do Tocantins
Gurupi - TO
<http://lattes.cnpq.br/6662648331555347>

Marcos Giongo

Universidade Federal do Tocantins
Gurupi - TO
<http://lattes.cnpq.br/5712134838373036>

Aloísio Freitas Chagas Junior

Universidade Federal do Tocantins
Gurupi - TO
<http://lattes.cnpq.br/9286795171322846>

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi realizar uma pesquisa bibliográfica sobre a utilização de resíduos agroindústrias como substrato para produção de lipase microbiana, identificando os principais microrganismos, tempo de fermentação e a inclusão de indutores ao meio. Trinta trabalhos foram selecionados e formaram um banco de dados. Pesquisas no Brasil representaram 60% das publicações utilizadas, o resíduo (torta e borra) de dendê e soja foram os mais relatados representando 13,3%, os fungos filamentosos foram os mais estudados, o gênero *Aspergillus* foi o mais encontrado totalizando 36,6% e em especial a espécie *A. niger*, que foi estudada por oito pesquisadores. Em relação ao tempo, as fermentações variaram de 20 a 336 h, sendo que o tempo de 48 h foi utilizado por sete pesquisadores. Dentre as 30 publicações foi possível verificar que em 13 (43%) delas os autores não utilizaram nenhum tipo de

indutor para suplementar o resíduo agroindustrial, porém a utilização de fontes lipídicas e principalmente de nitrogênio aumentaram significativamente a produção de lipase. A maioria das pesquisas foram conduzidas em FES (73,3%). Utilizar resíduos agroindustriais e suplementar o meio com indutores com preços mais baixos, além de potencializar a produção pode tornar o produto final mais barato.

PALAVRAS-CHAVE: Lipase, Microrganismos, Fermentação, Resíduo agroindustrial.

REPORTS ON THE USE OF AGRO-INDUSTRIAL RESIDUES AS A SUBSTRATE TO PRODUCE MICROBIAL LIPASES

ABSTRACT: The objective of this work was to carry out bibliographic research on the use of agro-industrial waste as a substrate to produce microbial lipase, identifying the main microorganisms, fermentation time and the inclusion of inducers in the medium. Thirty papers were selected and formed a database. Research in Brazil accounted for 60% of the publications used, the palm oil and soy residue (cake and sludge) were the most reported representing 13.3%, the filamentous fungi were the most studied, the *Aspergillus* genus was the most found totaling 36.6 % and the species *A. niger*, which was studied by eight researchers. Regarding the time, fermentations ranged from 20 to 336h, and the time of 48 h was used by seven researchers. Among the 30 publications it was possible to verify that in 13 (43%) of them the authors did not use any type of inducer to supplement the agro-industrial residue, however the use of lipid sources and mainly of nitrogen significantly increased the production of lipase. Most surveys were conducted in solid state fermentation (FES) (73.3%). Using agro-industrial waste and supplementing the environment with lower priced inducers, in addition to boosting production can make the final product cheaper.

KEYWORDS: Lipase, Microorganisms, Fermentation, Agro-industrial waste.

1 | INTRODUÇÃO

A agroindústria e a indústria de alimentos são as maiores produtoras de resíduos líquidos e sólidos, com isso esses dejetos representam um grande problema quanto ao tratamento final e potencial poluente. Porém a conscientização ecológica vem mudando ao longo dos tempos e, ao contrário do que acontecia no passado, os resíduos agroindustriais passaram a ser considerados subprodutos de alto valor agregado, não sendo mais destinado aos aterros sanitários, ração animal ou adubo, pois passaram a ser vistos como subprodutos ricos em biomassa com nutrientes de alto valor (PINTO et al., 2005).

Utilizando técnicas biotecnológicas, os resíduos agroindustriais podem se converter, através de microrganismos, em bioprodutos de grande interesse industrial, como as enzimas através das fermentações em estado sólido ou fermentações submersas (FARIAS et al., 2014).

Atualmente a fermentação em estado sólido (FES) vem sendo a mais utilizada, pois muitos subprodutos agroindustriais podem ser aproveitados como substratos para a produção de enzimas, tal fato está relacionado principalmente por colaborar para a redução do custo operacional da produção enzimática e dispor de atributos físicos e químicos que

beneficiam o crescimento microbiano (FERREIRA et al., 2011). A figura 1 exemplifica a fermentação em estado sólido do bagaço do cajá como substrato pelo *Bacillus* sp. para produção de enzimas pectinolíticas e celulolíticas .



Figura 1 - Fermentação em estado sólido do bagaço do cajá como substrato pelo *Bacillus* sp.

Fonte: ANDRADE et al. (2018)

Segundo Treichel et al. (2010), utilizar resíduos agroindustriais fornece opções em substratos e podem auxiliar a resolver problemas de poluição, que caso contrário, pode ser causado pela sua eliminação, dessa forma é essencial a escolha de um bom resíduo pois seu potencial é um dos fatores mais importantes no processo fermentativo, além do mais a escolha está relacionada ao custo e a sua disponibilidade e ainda à natureza do composto para produzir a enzima de interesse.

Por possuírem açúcares, fibras, materiais hidrolisáveis e fermentáveis, houve um interesse em valorizar os resíduos e assim novos olhares foram conferidos a folhas, caules, sementes, palhas, bagaços, cascas, farelos, polpas, águas residuais e outros, tornando-se subprodutos com valor agregado e em substituição de substratos comumente utilizados (TAKEYAMA et al., 2020).

Os microrganismos, como bactérias, leveduras e bolores, são reconhecidos como potenciais em produção de lipases extracelulares (TREICHEL et al., 2010). Os principais gêneros produtores de lipases são fungos filamentosos, especialmente do gênero *Aspergillus* (PENHA et al., 2016), as bactérias dos gêneros *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Burkholderia* e *Staphylococcus* e leveduras como a *Candida*, *Yarrowia*, *Pichia*, *Rhodotorula* e *Saccharomycopsis* (LIU & KOKARE, 2017).

As lipases são enzimas hidrolíticas que catalisam a hidrólise de triacilglicerol em glicerol e ácidos graxos livres (GUPTA et al., 2004). Por isso são empregadas em setores industriais distintos, como na produção de surfactantes, detergentes e tratamento de

resíduos ricos em óleos e gorduras na indústria química, nas ciências da saúde compõe medicamentos, em diagnósticos, cosméticos ou antibióticos e bastante utilizada no setor alimentício na formulação de emulsificantes, conversão de lipídios, elaboração de margarinas e na produção de aromas e maturação de queijos e embutidos cárneos, no setor ambiental para a produção de biodiesel (COLLA et al., 2012). A figura 2 apresenta a hidrólise de um triglicerídeo por uma lipase.

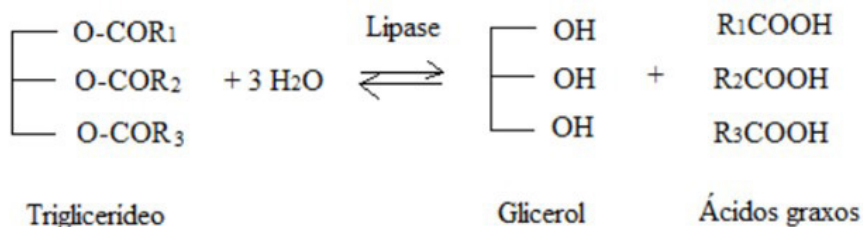


Figura 2 - Hidrólise de um triglicerídeo por lipase convertidos em glicerol e ácidos graxos.

Fonte: GOPINATH et al., 2013.

Vários autores vêm propondo a utilização de resíduos agroindustriais como resíduos popularmente chamado de torta de dendê (SILVEIRA et al., 2015), farelo de arroz (PUTRI et al., 2020), farelo de trigo (DOBREV et al., 2018) torta do óleo de canola (REHMAN et al., 2019) dentre outros resíduos como indutores para a produção de enzimas. Alguns desses resíduos estão representados na figura 3 abaixo.



Figura 3 - Resíduos agroindustriais utilizados como substrato para a produção de celulases, 1- farelo de soja, 2- bagaço de cana, 3- bagaço de laranja e 4- casca de arroz.

Fonte: FARINAS et al. 2008.

Deste modo o objetivo desse estudo é reunir e fornecer informações acerca de publicações sobre a utilização de resíduos agroindústrias que foram utilizados como substrato para produção de lipase, identificando os principais resíduos, microrganismos, tempo de fermentação e a utilização de indutores suplementares por meio de uma revisão crítica da literatura, como também identificar aspectos pouco explorados cientificamente.

2 | METODOLOGIA

2.1 Seleções dos trabalhos

Este estudo trata-se um uma pesquisa quantitativa exploratória de revisão da literatura utilizando a técnica de mineração de dados como procedimento metodológico objetivando um conhecimento de produções científicas (PEREIRA et al., 2018).

Os bancos de dados são um conjunto digital que contém artigos em periódico, livros, notas técnicas, publicados com resultados das pesquisas de autores. Segundo Ruas (2014) o processo de Extração de Conhecimento em base de dados é conhecido como KDD (*Knowledge Discovery in Databases*) que visa coletar dados que tenham afinidade de interesse por assunto como também ser valido para cada dado encontrado.

Para a coleta de trabalhos publicados na literatura foram utilizados os principais bancos de dados: Web of Science, Google Acadêmico, Scopus, Scienc Direct, Periódico CAPES, e PubMed. O levantamento foi realizado no período de agosto a setembro de 2020, no qual foram utilizadas palavras-chaves em inglês e português, como “Lipase”, “Produção” e “Resíduo Agroindustrial”.

2.2 Refinamento dos dados

Como critério de seleção foi empregado: I- Data de publicação (2010 a 2020), apenas artigos originais e em idioma inglês; II-Trabalhos que informassem sobre a produção lipolítica sobre fermentação em estado sólido ou submerso em resíduos agroindustriais; e III- Informou-se também o tempo de fermentação e a utilização ou não de substâncias indutoras ou para suplementação do meio. O critério de exclusão aplicou-se aos trabalhos que não abordassem as exigências dos critérios de inclusão.

2.3 Organização dos dados e realização das análises

Após a reunião dos artigos foi realizada uma leitura do resumo para selecionar aquele que dispuserem de informações correntes com o intuito do trabalho e posteriormente foram codificados e filtrados.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa bibliográfica utilizada neste estudo foi baseada na consulta de trabalhos publicados nos últimos 10 anos de acordo com as palavras-chaves e base de dados.

Mediante a análise dos trabalhos, foram selecionadas obras que apresentaram resultados expressivos, utilizando metodologias de otimização ou não, de valores máximos de atividade lipolítica. Foram selecionadas 30 publicações sobre a utilização de resíduos agroindústrias para a produção de lipase microbiana. A figura 4 apresenta a porcentagem e origem das publicações selecionadas.

Dentre as 30 publicações selecionadas, 60% foram pesquisas realizadas no Brasil, 20% na Índia, 6,6% Paquistão e Indonésia, outros 3,3% na Bulgária e Sérvia. O Brasil se destaca como o maior gerador dentre as publicações selecionadas, pois o crescimento do agronegócio, além de incentivar o desenvolvimento o torna um grande produtor de resíduos agropecuárias e agroindústrias, seja pela perda na produção e também dos materiais gerados na cadeia produtiva, tornaram-se uma fonte importante para a produção de novos materiais (ROSA et al. 2011).

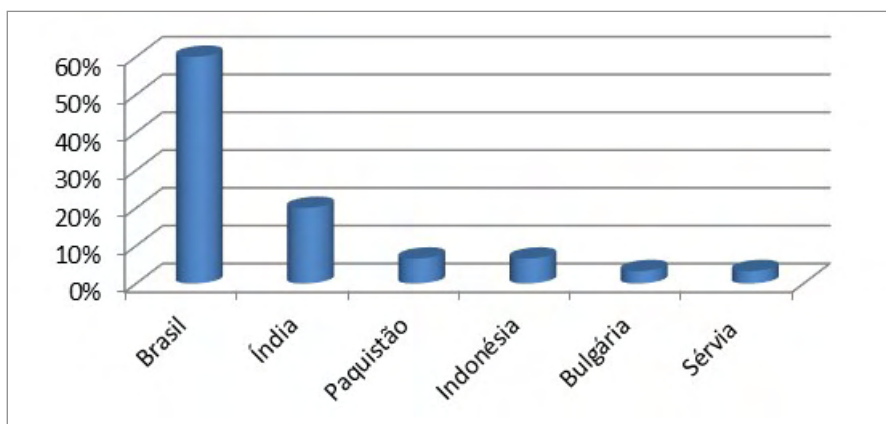


Figura 4 - Origem das publicações científicas selecionadas de acordo com critérios estabelecidos.

Fonte: AUTORES, (2020).

Pelo cenário próspero vários setores indústrias estão pesquisando novas técnicas para aproveitar e valorizar os resíduos e subprodutos da agroindústria, a tecnologia enzimática vem utilizando esses resíduos para a produção de enzimas de interesse industrial e biotecnológico (SANTOS et al., 2018). No período pesquisado entre 2010 e 2020, os anos de 2016 e 2018 foram aqueles que apresentaram um maior número de publicações sobre o assunto, seis e oito publicações respectivamente. Rosa et al. (2011), destacam o interesse por fontes renováveis para desenvolver e implementar processos mais sustentáveis e apropriados para transformar biomassa em produtos valiosos, pois é uma necessidade

na tentativa de reduzir impactos ambientais, justifica-se assim o aumento nos últimos 10 anos em relação à pesquisa sobre o aproveitamento desses resíduos.

3.1 Resíduos agroindustriais utilizados como substratos para produção de lipase

Uma variedade de resíduos foi encontrada nas publicações, sendo o resíduo oriundo da obtenção do azeite de dendê (torta) e farelo de soja os mais relatados dentre as pesquisas ambos representando 13,3%, entretanto outros resíduos merecem destaques pela sua boa aplicabilidade como substrato como farelo de arroz que representou 10% na pesquisa. A figura 5 ilustra a diversidade dos resíduos mais utilizados pelos pesquisadores.

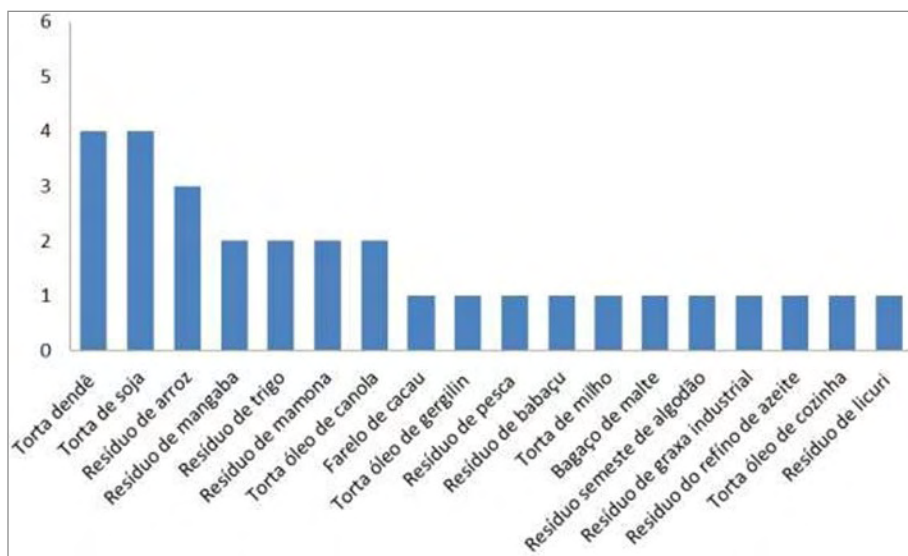


Figura 5 - Dimensão dos resíduos agroindustriais mais utilizados como substrato para produção de lipase microbiana.

Fonte: AUTORES (2021).

Os resíduos do dendê são utilizados em sua grande maioria para a alimentação animal principalmente para dietas de peixes em países como a Índia, por apresentarem altos valores de fibra, proteína, óleo residual, carboidratos, cinzas e água, ademais representam um grande problema ambiental (PENHA et al., 2016; SARAT et. al., 2010). A figura 6 representa a fibra do mesocarpo de dendê utilizada nos estudos de Leitão et al. (2012), fornecida pela Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA.

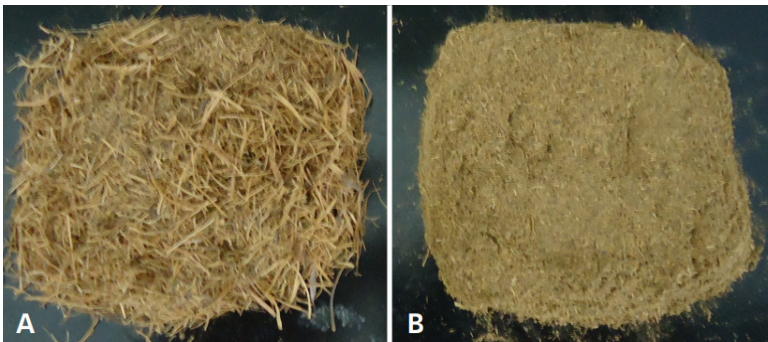


Figura 6 - Fibra do mesocarpo de dendê in natura (A) e moída e peneirada (B).

Fonte: LEITÃO et al. (2012)

Dessa maneira autores como Oliveira et al. (2018), Penha et al. (2016), Silveira et al., (2015) e Sarat et al. (2010), utilizaram os resíduos provenientes da produção do azeite de dendê como substrato principal para a produção de lipases e obtiveram resultados equivalentes a 20,7, 72,5, 15,4 e 6,4 U g⁻¹ de atividade máxima lipolítica respectivamente.

Em seguida, os farelos de soja (4 publicações) e arroz (3 publicações) foram explorados por outros autores, demonstrando assim, que possuem grande potencial na produção de lipase por apresentar altos valores de proteína bruta, lipídeos e carboidratos. Autores como Oliveira (2014), Farias et al. (2015), Tombini et al. (2015), Júnior et al. (2016), Costa et al. (2017) e Putri et al. (2020), encontraram bons resultados em relação a atividade máxima lipolítica destes resíduos, que chegaram à 176 U g⁻¹.

Por outro lado além do farelo de soja e arroz, Sarat et. al (2010) elucidam que várias pesquisas nos últimos anos vem utilizando diversos resíduos agrícolas, que são renováveis e abundantemente disponíveis e podem contribuir com agregação de valor, como exemplo a torta do óleo de babaçu e gergelim que têm sido usados como substratos para a produção de lipase, comisso fica evidente a aplicabilidade de diversos tipos de resíduos que podem ser utilizados para produção de lipase corroborando com os resultados do estudo que selecionou 18 tipos diferentes de resíduos.

Salihi et al. (2012) alertam que para a produção de lipase usando resíduos fibrosos requer suplementação de nutrientes ou uma mistura de mais de um substrato ou indutores.

3.2 Microrganismos produtores de lipase

Para a produção de lipase a utilização de diversos gêneros microbianos vem aumentando nas últimas décadas devido à grande eficiência que esses organismos possuem em produzir essas moléculas (MARTINS et al., 2015). As bactérias, fungos filamentosos e leveduras são capazes de produzir lipases extracelular, de modo que os dados mostram que os fungos filamentosos representaram 70% dos estudos, seguido pelas leveduras 23,3% e bactérias 6,6%. A Tabela 1 apresenta a proporção das espécies microbianas com

resultados de atividade máxima e o resíduo utilizado com o substrato.

Espécie	Atividade máxima de lipase	Resíduo	Referência
<i>A. brasiliensis</i> ^{FES}	8,1 U g ⁻¹	Bagaço de malte	Eichler (2018)
<i>A. candidus</i> ^{FES}	395,1 U g ⁻¹	Farelo de licuri	Farias et al. (2015)
<i>A. niger</i> ^{FES}	20,7 U g ⁻¹	Dendê*	Oliveira et al. (2018)
<i>A. niger</i> ^{FES}	72,5 U g ⁻¹	Torta de dendê	Penha et. al. (2016)
<i>A. niger</i> ^{FES}	244,9 U g ⁻¹	Semente de mangaba*	Souza et al. (2013)
<i>A. niger</i> ^{FES}	163,3 U g ⁻¹	Farelo de soja*	Prabaningtyas et al. (2018)
<i>A. niger</i> ^{FES}	176 U mL ⁻¹	Farelo de arroz	Putri et al. (2020)
<i>A. niger</i> ^{FES}	77 U g ⁻¹	Dendê	Silveira et al. (2016)
<i>A. niger</i> ^{FES}	11,6 U g ⁻¹	Farelo de cacau*	Amorim et al. (2012)
<i>A. niger</i> ^{FES}	19,8 U g ⁻¹	Farelo de arroz	Costa et al. (2017)
<i>A. oryzae e japonica</i> ^{FES}	25 U g ⁻¹	Mamona*	Jain e Naik (2018).
<i>Bacillus subtilis</i> ^{FS}	15,9 U mL ⁻¹	Pesca*	Aguiar et al. (2018)
<i>Bacillus subtilis</i> ^{FS}	4,9 U mL ⁻¹	Óleo de cozinha	Suci et al. (2016)
<i>Candida Rugosa</i> ^{FES}	22,4 U g ⁻¹	Torta de gergelim	Rajendran e Thangavelu (2013).
<i>Candida rugosa</i> ^{FS}	12,3 U mL ⁻¹	Melaço de soja*	Júnior et al. (2016)
<i>Candida utilisna</i> ^{FES}	25 U g ⁻¹	Torta de azeite	Moftah et al. (2012)
<i>Cryptococcus</i> sp. ^{FES}	753 U g ⁻¹	Semente de algodão*	Thirunavukarasu et al. (2016)
<i>G. candidum</i> ^{FES}	29,4 U g ⁻¹	Torta de milho	Ferreira et al. (2020)
<i>Metarhizium anisopliae</i> ^{FES}	4,4 U mL ⁻¹	Bagaço de babaçu*	Ferraz et al. (2020)
<i>P. chrysogenum</i> ^{FES}	38 U mL ⁻¹	Resíduos de graxa	Kumar et al. (2011)
<i>P. crustosum</i> ^{FES}	136,1 U g ⁻¹	Farelo de arroz	Oliveira et al. (2014)
<i>P. notatum</i> ^{FES}	5335 U g ⁻¹	Torta de canola	Rehman et al. (2011)
<i>P. simplicissimum</i> ^{FES}	155,0 U g ⁻¹	Mamona*	Godoy et al. (2011)
<i>Penicillium</i> sp ^{FES}	73,8 U L ⁻¹	Farelo de soja*	Tombini et al. (2015)
<i>Pleurotus ostreatus</i> ^{FES}	3256 U g ⁻¹	Torta de canola	Rehman et al. (2019)
<i>Rhizopus arrhizus</i> ^{FES}	1021,8 U g ⁻¹	Farelo de trigo	Dobrev et al. (2018)
<i>Rhizopus oryzae</i> ^{FES}	96.5 U g ⁻¹	Farelo de trigo*	Garlapati & Banerjee (2010)

<i>Yarrowia lipolytica</i> ^{FES}	139 U g ⁻¹	Torta de soja [*]	Farias et al. (2014)
<i>Yarrowia lipolytica</i> ^{FS}	3,5 U mL ⁻¹	Sementes e cascas de manga [*]	Pereira et al. (2019)
<i>Yarrowia lipolytica</i> ^{FES}	18,5 U g ⁻¹	Torta de dendê	Sarat et al. (2010)

Tabela 1 - Espécies microbianas produtoras de lipase em diferentes resíduos agroindustriais e seus valores de atividade máximalipolítica.

FS: Fermentação submersa; FES: Fermentação no estado sólido; * Resíduos suplementados com indutores no meio. Fonte: Autores (2021).

Dentre os fungos filamentosos, o *Aspergillus* foi o gênero mais encontrado nas publicações totalizando 36,6% seguido pelo gênero *Penicillium* (20%) e em especial a espécie *A. niger* que foi estudada por 8 pesquisadores. Essa espécie é bastante conhecida e utilizada para a produção de lipase e outros tipos de enzimas extracelulares, comparada às bactérias, por exemplo, possuem propriedades fisiológicas, bioquímicas e enzimáticas que proporcionam suportar e se adaptar em resíduos com baixa umidade crescendo facilmente (SANTOS et al., 2018), tal motivo pode explicar a afinidade dos pesquisadores na escolha de gêneros de fungos filamentosos.

Mesmo sendo o mais estudado dentre os microrganismos o *Aspergillus* não foi o microrganismos mais eficaz na produção de lipases. Utilizando a torta do óleo de canola Rehman et al. (2011) relatam a produção de 5335 U g⁻¹ por *Penicillium notatum*. Vale ressaltar que os mesmos autores, em outra publicação no ano de 2019 utilizando o mesmo substrato, porém a espécie *Pleurotus ostreatus*, encontraram valores expressivos de 3256 U.g¹, tornando-se assim os maiores valores de produção de lipase encontrada dentro das publicações selecionadas.

Entre as leveduras destacam-se os gêneros *Candida* e *Yarrowia* que usualmente são empregadas para produção de lipase, utilizando resíduo da torta de óleo de gergelim Rajendran e Thangavelu (2013) encontraram 22,4 U g⁻¹ utilizando *Candida rugosa*. Já Farias et al. (2015) encontraram 139 U g⁻¹ por *Yarrowia lipolytica* em torta de soja como substrato sendo assim o maior valor para as leveduras estudadas nas publicações.

A espécie *Bacillus subtilis* foi a única espécie de bactéria relatada em 2 publicações produzindo valores de 4,9 U mL⁻¹ por Suci et al. (2016), em resíduo de óleo de cozinha e 15,9 U mL⁻¹ por Aguiar et al. (2018), em resíduos de pesca.

Na literatura, os fungos filamentosos *Rhizomucor meihei*, *Rhizopus oryzae*, *Pencillium camberti*, *Aspergillus niger*, *Penicillium simplicissimum*, *Trichoderma viride*, *Colletotrichum gloeosporioides*, as leveduras *Candida rugosa*, *Yarrowia lipolytica*, *Candida antarctica* *Geotrichium candidum* e as bactérias *Pseudomonas cepacia* *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas fragi*, *Bacillus thermocatenulatus*, *Staphylococcus hyicus*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus*

strains e *Bacillus subtilis* são os mais reportados como bons produtores de lipase (RAMOS-SÁNCHEZ et al., 2015; MESSIAS et al., 2011; KUMAR et al., 2011; VAKHLU, 2006). De modo geral fungos filamentosos e levedura são mais promissores para produção de lipase, entretanto como pode ser visto a exploração de espécie conhecidas se tornou corriqueira e repetitiva, faz-se assim a necessidade de busca e exploração de novos microrganismos selvagens que possam ser investigados quanto à produção de lipase utilizando os substratos mais promissores como resíduos de dendê, farelo de soja e arroz.

3.3 Tempo de fermentação e indutores

Um dos critérios para seleção dos trabalhos foi verificar o tempo de fermentação e a utilização ou não de substâncias indutoras ou para suplementação do meio.

Em relação ao tempo, as fermentações variaram em um período de 20 a 336 h, e o tempo de 48 h foi utilizado por 7 pesquisadores. O tempo de incubação é um fator importante para a produção de lipase extracelular, pois em períodos de incubação longos, a atividade da lipase diminuiu, o que pode ser devido ao esgotamento de nutrientes, acúmulo de produtos finais tóxicos e à mudança no pH do meio, ou perda de umidade (SARAT et al., 2010).

Vários pesquisadores relataram diferentes períodos de incubação para a produção ideal de lipase. A atividade máxima da lipase foi alcançada após 48 h de incubação por Penha et al. (2016), com *A. niger*. Rehman et al. (2019) relataram a atividade máxima da lipase por *Pleurotus ostreatus* IBL-02 após 72 h de incubação usando torta de óleo de canola como substrato e suplementando com glicose e ureia. Em outro estudo, a atividade máxima da lipase por *Aspergillus niger* ocorreu após 120 h de incubação (PUTRI et al., 2020). Moftah et al. (2012), obtiveram produção máxima de lipase por *Candida utilis* após 120 h de incubação.

A obtenção das enzimas pode ocorrer principalmente via fermentação em estado sólido (FES) ou em fermentação submersa (FS). A maioria das pesquisas foram conduzidas em FES 73,3% e 26,7% foram experimentos realizados em fermentação submersa. A FS caracteriza-se pela ausência de água livre, porém, o substrato deve possuir umidade suficiente para suportar o crescimento e o metabolismo dos microrganismos, esse tipo de fermentação apresenta algumas vantagens como ambientes mais próximos do habitat natural, serve como suporte para crescimento das células microbianas disponibilidade, fonte alternativa com baixo valor comercial, características físicas e químicas que favorecem o crescimento de vários microrganismos, maior distribuição de oxigênio, menos problemas operacionais, equipamento e sistema de controle mais simples (RAMOS-SÁNCHEZ et al., 2015; FERREIRA et al., 2011; PINTO et al., 2005), o que afirma a escolha dos autores selecionados por esse tipo de fermentação nos seus experimentos. Oliveira et al. (2013), reportam que os fungos têm maior aptidão em FES pela similaridade de seu ambiente natural, enquanto bactérias e leveduras, devido ao seu caráter unicelular ter maior

habilidade em absorver nutrientes do meio.

Assim, observou-se que o processo de FES utilizando resíduos agroindustriais pode se tornar uma tecnologia vantajosa, pela conversão destes resíduos em produtos de alto valor agregado, como as enzimas (FERREIRA et al., 2011).

Durante a fermentação alguns parâmetros ambientais são utilizados por diversos autores para otimização do processo como umidade, pH, temperatura e atividade de água. Indutores do meio de cultivo é outro parâmetro bastante empregado para testar o aumento da eficiência dos microrganismos em produzir enzimas de interesse.

O azeite de oliva vem sendo a principal matéria-prima utilizada como indutora na produção de lipase, entretanto produzir lipases em escala industrial utilizando azeite de oliva como indutor sendo ele um produto de alto valor, pode ocasionar um aumento do valor do produto final, assim diversas pesquisas buscam suplementar os meios de cultivo com indutores mais baratos (OLIVEIRA et al., 2013). A figura 7 apresenta as publicações na qual se utilizou ou não indutores no meio de cultivo para potencializar a produção de lipase.

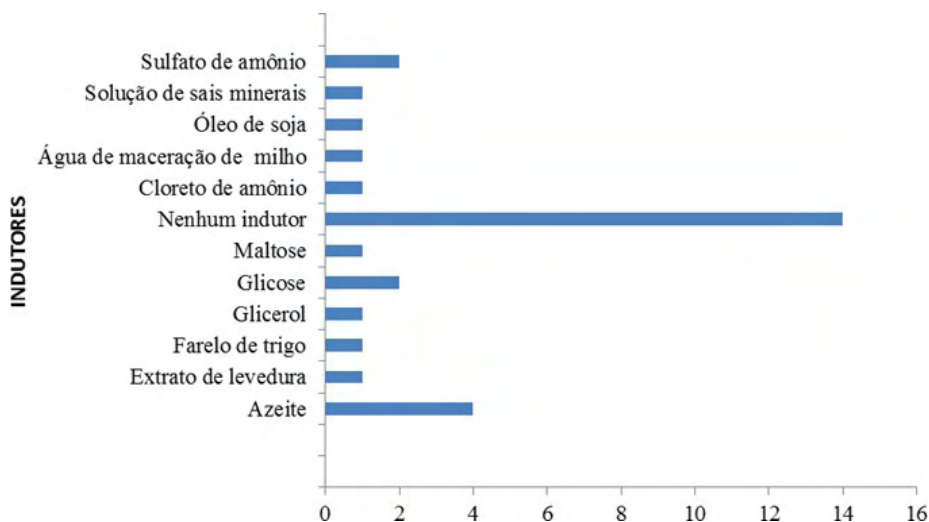


Figura 7 - Proporção das publicações em relação à utilização de indutores.

Fonte: AUTORES (2021).

Dentre as 30 publicações foi possível verificar que 14 (46,3%) delas os autores não utilizaram nenhum tipo de indutor para suplementação do meio, ou seja, os resíduos agroindustriais por si só foram substratos eficientes nutricionalmente para os microrganismos, entretanto é possível verificar a utilização de azeite de oliva em quatro publicações para induzir a produção enzimática como também a utilização de fontes de nitrogênio como sulfato de amônio, extrato de levedura e cloreto de amônio, solução de sais.

Na maioria dos experimentos conduzidos pelos autores selecionados as máximas

atividades lipolíticas foram encontradas quando se utilizou os indutores supracitados. Excluindo-se o azeite de oliva pelo seu auto valor, fontes de nitrogênio como uréia e sulfato de amônio torna-se um promissor indutor, diversos autores como Guedes et al. (2020), Penha et al. (2016) e Sarat et al. (2010) verificaram que tal composto contribui significadamente para produção de lipases por microrganismos, mostrando a importância da suplementação de uma fonte de nitrogênio ao meio. Penha et al. (2016), relata que após a adição do sulfato de amônio teve um aumento de 47,5% a atividade lipolítica e Sarat et al. (2010), verificou os efeitos de diversas fontes de nitrogênio como ureia, peptona, extrato de malte, extrato de levedura, sulfato de amônio e $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ indicando que eles são significativos mas que, utilizando um planejamento experimental de Plackett-Burman, a ureia foi considerada altamente significativa para a produção de lipase. Pereira et al. (2019), teve seu melhor resultado na produção enzimática suplementando o meio com o extrato de levedura uma vez que é uma fonte de nitrogênio, bem como uma fonte de vitamina. Ramos-Sánchez et al. (2015), sugerem que a adição de fontes de nitrogênio orgânicos como ureia e hidrolisado de caseína tenha um aumento significativo na produção de lipase.

Em alguns casos, a adição de várias fontes de nitrogênio, carboidratos e indutores ao substrato não resultou em nenhum aumento significativo na síntese de lipase, evidenciando que, determinados substratos agroindustriais são suficientes para apoiar o crescimento celular e a produção de lipase em alto rendimento como pode ser observado nos trabalhos de Rehman et al., (2019) em torta de óleo de canola, Putri et al. (2020) com farelo de arroz.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil detém uma forte economia voltada ao agronegócio, gerando inúmeros tipos de resíduos agroindustriais se destacando como principal gerador de publicações para a produção de lipase utilizando resíduos agroindustriais. Os resíduos oriundos da obtenção do azeite de dendê, farelo de arroz e soja foram os mais estudados como substrato.

O microrganismo mais utilizado para a produção de lipase foi o *A. niger*. Os trabalhos selecionados utilizaram em maior proporção a fermentação no estado sólido e a maioria das fermentações foram conduzidas no tempo de 48 h. Diversos resíduos por si só foram promissores para a produção de lipase entretanto a suplementação do meio com fontes lipídicas e principalmente de nitrogênio orgânico aumentaram significadamente a produção de lipase, utilizar resíduos agroindústrias e suplementar o meio com indutores com preços mais baixos, além de potencializar a produção pode tornar assim o produto final mais barato.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, G. P. S.; MARTINS, V. G.; MARTINS, P. C. C.; BOSCHERO, R. A.; PRENTICEHERNÁNDEZ, C. Produção de lipase microbiana a partir de resíduos de corvina. *Revista de Engenharia e Tecnologia*, v. 10, n. 1, p. 118-129, 2018.
- AMORIM, G. M.; DOS SANTOS, T. C.; PACHECO, C. S. V.; BARRETO, I. M. A.; FREIRE, D. M. G.; FRANCO, M. Fermentação de farelo de cacau por *Aspergillus niger* para obtenção de lipase. *Estudos Tecnológicos em Engenharia*, v. 8, p. 24–27, 2012.
- ANDRADE, A. S. A.; NETO, N. J. O.; DIAS, E. C.; GERVÁSIO, D. K. L.; LIMA, M. K. L.; DE MELO SANTOS, S. F.; ALMEIDA, A. F. Estudo da produção de enzimas pectinolíticas e celulolíticas por fermentação em estado sólido a partir do bagaço de cajá. *Revista Saúde & Ciência Online*, v. 7, n. 2, p. 457-472, 2018.
- COLLA, L. M.; REINEHR, C. O.; COSTA, J. A. V. Aplicações e produção de lipases microbianas. *Revista CIATEC-UPF*, v. 4, n. 2, p. 1-14, 2012.
- COSTA, T. M.; HERMANN, K. L.; GARCIA-ROMAN, M.; DE VALLE, R. C. S. C.; TAVARES, L. B. B. Lipase production by *aspergillus Niger* grown in different agro-industrial wastes by solid-state fermentation. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, v. 34, n. 2, p. 419–427, 2017.
- DOBREV, G.; STRINSKA, H.; HAMBARLIISKA, A.; ZHEKOVA, B.; DOBREVA, V. Optimization of lipase production in solid-state fermentation by *Rhizopus arrhizus* in nutrient medium containing agroindustrial wastes. *The Open Biotechnology Journal*, v. 12, n. 1, p. 189–203, 2018.
- EICHLER, P. Cultivo em estado sólido de *Aspergillus brasiliensis* em bagaço de malte para a produção de lipases. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul, Escola de Engenharia Departamento de Engenharia Química. 2018.
- FARIAS, C. M.; DE SOUZA, O. C.; SOUSA, M. A.; CRUZ, R.; MAGALHÃES, O. M. C.; DE MEDEIROS; DE SOUZA-MOTTA, C. M. High-level lipase production by *Aspergillus candidus* URM 5611 under solid state fermentation (SSF) using waste from *Siagrus coronata* (Martius) Becari. *African Journal of Biotechnology*, v. 14, n. 9, p. 820-828, 2015.
- FARIAS, M. A.; VALONI, E. A.; CASTRO, A. M.; COELHO, M. A. Z. Lipase production by *Yarrowia lipolytica* in solid state fermentation using different agro industrial residues. *Chemical Engineering Transactions*, v. 38, p. 301–306, 2014.
- FARINAS, C. S.; LEMO, V.; RODRÍGUEZ-ZÚÑIGA, U. F.; BERTUCCI NETO, V.; COURI, S. Avaliação de diferentes resíduos agroindustriais como substratos para a produção de celulasas por fermentação semi-sólida. *Embrapa Instrumentação-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)*, 2008.
- FERRAZ, F.; DUARTE, L. M.; Dias, I.; GRAJALES, L. M. Lipase extracelular do fungo *Metarhizium anisopliae* produzida a partir de resíduos agroindustriais. In: *Avanços das Pesquisas e Inovações na Engenharia Química*, p. 99-106, 2020.
- FERREIRA, O. E. Aproveitamento de subprodutos agroindustriais para a produção de amilases fúngicas: estudo de parâmetros fermentativos e caracterização das enzimas. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 56 p. 2011.

FERREIRA J. S.; OLIVEIRA E. A.; MELQUIDES S. A.; CAROSIA M. F.; KAMIMURA E. S.; MALDONADO R. R. Fermentação semi-sólida para produção de lipase por *Geotrichum Candidum* utilizando torta de milho. Ciências tecnológicas, exatas e da terra e seu alto grau de aplicabilidade, Ponta Grossa, PR, Ed. Atena, v1, p.299-307, 2020.

GARLAPATI, V. K.; BANERJEE, R. Optimization of lipase production using differential evolution. Biotechnology and Bioprocess Engineering, v. 15, n. 2, p. 254–260, 2010.

GODOY, M. G.; GUTARRA, M. L. E.; CASTRO, A. M.; MACHADO, O. L. T.; FREIRE, D. M. G. Adding value to a toxic residue from the biodiesel industry: Production of two distinct pool of lipases from *Penicillium simplicissimum* in castor bean waste. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology, v. 38, n. 8, p.945–953, 2011.

GOPINATH, S. C.; ANBU, P.; LAKSHMIPRIYA, T.; HILDA, A. Strategies to characterize fungal lipases for applications in medicine and dairy industry. BioMed Research International, v. 2013, 154549, 2013.

GUEDES, E. H. S.; CONTE, C. G.; DE ABREU-LIMA, T. L.; CARREIRO, S. C. Produção de lipase por leveduras isoladas de frutos de palmeiras. Research, Society and Development, v. 9, n. 8, e394985487, 2020.

GUPTA, R.; GUPTA, N.; RATHI, P. Bacterial lipases: An overview of production, purification and biochemical properties. Applied Microbiology and Biotechnology, v. 64, n. 6, p. 763–781, 2004.

JAIN, R.; NAIK, S. N. Adding value to the oil cake as a waste from oil processing industry: Production of lipase in solid state fermentation Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, v. 15, p. 181-184, 2018.

JÚNIOR M., W. G.; KAMIMURA, E. S.; RIBEIRO, E. J.; PESSELA, B. C.; CARDOSO, V. L.; DE RESENDE, M. M. Optimization of the production and characterization of lipase from *Candida rugosa* and *Geotrichum candidum* in soybean molasses by submerged fermentation. Protein Expression and Purification, v. 123, p. 26-34, 2016.

KUMAR, S.; KATIYAR, N.; INGLE, P.; NEGI, S. Use of evolutionary operation (EVOP) factorial design technique to develop a bioprocess using grease waste as a substrate for lipase production. Bioresource Technology, v. 102, n. 7, p. 4909-4912, 2011.

LEITÃO, R. C.; ALEXANDRE, L.; COSTA, A.; CASSALES, A.; PINHEIRO, F. C.; PINHEIRO, G. C.; ROSA, M. D. F. Biodegradabilidade anaeróbia dos resíduos provenientes das cadeias produtivas dos biocombustíveis: bagaço do dendê. Embrapa Agroindústria Tropical-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), 2012.

LIU, X.; KOKARE, C. Microbial enzymes of use in industry. Biotechnology of Microbial Enzymes, p. 267-298, 2017.

MARTINS, A. G. R.; NASCIMENTO, M. B. K.; TAKARI, C M G.; DA SILVA, C. A. A.; OKADA, K. Utilização de resíduos agroindustriais para produção de tanase por *Aspergillus* sp isolado do solo da caatinga de Pernambuco, Brasil. e-xacta, v. 7, n. 1, p. 95-103, 2014.

MESSIAS, J. M.; COSTA, B. Z.; LIMA, V. M. G.; GIESE, C.; DEKKER, R. F. H.; BARBOSA, A. M. Lipases microbianas: Produção, propriedades e aplicações biotecnológicas. Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, v. 32, n. 2, p. 213-234, 2011.

MOFTAH, O. A. S.; GRBAVČIĆ, S.; ŽUŽA, M.; LUKOVIĆ, N.; BEZBRADICA, D.; KNEŽEVIĆ-JUGOVIĆ, Z. Adding value to the oil cake as a waste from oil processing industry: Production of lipase and protease by *Candida utilis* in solid state fermentation. Applied Biochemistry and Biotechnology, v. 166, n. 2, p. 348-364, 2012.

OLIVEIRA, A. C. D.; VARGAS, J. V. C.; RODRIGUES, M. L. F.; MARIANO, A. B. Utilização de resíduos da agroindústria para a produção de enzimas lipolíticas por fermentação submersa. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, v. 1, p. 19-26, 2013.

OLIVEIRA, A. C.; AMORIM, G. M.; AZEVÉDO, J. A. G.; GODOY, M. G.; FREIRE, D. M. Solid-state fermentation of co-products from palm oil processing: Production of lipase and xylanase and effects on chemical composition. Biocatalysis and Biotransformation, v. 36, v. 5, p. 381-388, 2018.

OLIVEIRA, D. S.; FERRAZ, L. R.; TREICHEL, H.; OLIVEIRA, D. Farelo de arroz como substrato para a produção de lipases microbianas. RAMVI, v. 1, 2014.

PRABANINGTYAS, R. K.; PUTRI, D. N.; UTAMI, T. S.; HERMANSYAH, H. Production of immobilized extracellular lipase from *Aspergillus niger* by solid state fermentation method using palm kernel cake, soybean meal, and coir pith as the substrate. Energy Procedia, v. 153, p. 242-247, 2018.

PENHA, E. M.; VIANA, L. A. N.; GOTTSCHALK, L. M. F.; TERZI, S. C.; SOUZA, E. F.; FREITAS, S. C.; SANTOS, J. O.; SALUM, T. F. C. Aproveitamento de resíduos da agroindústria do óleo de dendê para a produção de lipase por *Aspergillus niger*. Ciencia Rural, v. 46, n. 4, p. 755-761, 2016.

PEREIRA, A. S.; SHITSUKA, D. M.; PARREIRA, F. J.; SHITSUKA, R. Metodologia da Pesquisa Científica. UFSM. 2018.

PEREIRA, A.; FONTES-SANT'ANA, G. C.; AMARAL, P. F. F. Mango agro-industrial wastes for lipase production from *Yarrowia lipolytica* and the potential of the fermented solid as a biocatalyst. Food and Bioproducts Processing, v. 115, p. 68-77, 2019.

PINTO, G. A. S.; DE BRITO, E. S.; ANDRADE, A. M. R.; FRAGA, S. L. P.; TEIXEIRA, R. B. Fermentação em estado sólido: uma alternativa para o aproveitamento e valorização de resíduos agroindustriais tropicais. Embrapa Agroindústria Tropical-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2005.

PUTRI, D. N.; KHOOTAMA, A.; PERDANI, M. S.; UTAMI, T. S.; HERMANSYAH, H. Optimization of *Aspergillus niger* lipase production by solid state fermentation of agro-industrial waste. Energy Reports, v. 6, p. 331-335, 2020.

RAJENDRAN, A.; THANGAVELU, V. Utilizing agricultural wastes as substrates for lipase production by *Candida rugosa* NCIM 3462 in solid-state fermentation: Response surface optimization of fermentation parameters. Waste and Biomass Valorization, v. 4, n. 2, p. 347-357, 2013.

RAMOS-SÁNCHEZ, L. B.; CUJILEMA, M.; RICARDO, M. C. J.; CORDOVA, J. Fungal Lipase Production by Solid-State Fermentation. Journal of Bioprocessing & Biotechniques, v. 5, n. 2, p. 1-9, 2015.

REHMAN, S.; BHATTI, H. N.; BHATTI, A.; ASGHER, M. Optimization of process parameters for enhanced production of lipase by *Penicillium notatum* using agricultural wastes. African Journal of Biotechnology, v. 10, n. 84, p. 19580-19589, 2011.

REHMAN, S.; BHATTI, H. N.; BILAL, M.; ASGHER, M. Optimization of process variables for enhanced production of extracellular lipase by *Pleurotus ostreatus* IBL-02 in solid-state fermentation. Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences, v. 32, n. 2, p. 617-624, 2019.

ROSA, M. F.; SOUZA FILHO, M. S. M.; FIGUEIREDO, M. C. B.; MORAIS, J. P. S.; SANTAELLA, S. T.; LEITÃO, R. C. Valorização de resíduos da agroindústria. 2011.

RUAS, T. L.; PEREIRA, L. Como construir indicadores de ciência, tecnologia e inovação usando Web of

Science, Derwent World Patent Index, Bibexcel e Pajek. *Perspectivas em Ciência da Informação*, v. 19, n. 3, p. 52-81, 2014.

SANTOS, P. S.; SOLIDADE, L. S.; SOUZA, J. G. B.; SAMPAIO, G.; BRAGA JR, A. C. R.; DE ASSIS, F. G. D. V.; LEAL, P. L. Fermentação em estado sólido em resíduos agroindustriais para a produção de enzimas: uma revisão sistemática. *The Journal of Engineering and Exact Sciences*, v. 4, n. 2, p. 0181-0188, 2018.

SALIHU, A.; ALAM, M. Z.; ABDULKARIM, M. I.; SALLEH, H. M. Lipase production: An insight in the utilization of renewable agricultural residues. *Resources, Conservations and Recycling*, v. 58, p. 36-44, 2012.

SARAT B. I.; SITA KUMARI, K.; HANUMANTHA RAO, G. Optimization of media constituents for the production of lipase in solid state fermentation by *Yarrowia lipolytica* from palm Kernal cake (*Elaeis guineensis*). *Advances in Bioscience and Biotechnology*, v.1, n. 2. P. 115-121, 2010.

SILVEIRA, E. A.; TARDIOLI, P. W.; FARINAS, C. S. Valorization of palm oil industrial waste as feedstock for lipase production. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, v. 179, p. 558-571, 2016.

SILVEIRA, E.; TARDIOLI, P. W.; FARINAS, C. S. Produção de lipase em cultivos sólidos e submersos utilizando resíduos do processamento do dendê e sua caracterização bioquímica. XX Simpósio Nacional De Bioprocessos XI Simpósio De Hidrólise Enzimática De Biomassa. 2015.

SOUZA, F. M.; AQUINO, L. C. L. Potencial da farinha de sementes de mangaba para a produção de lipase de *Aspergillus niger*: Influência da temperatura e umidade no processo. *Scientia Plena*, v. 8, n. 12, p. 1-4, 2013.

SUCI, M.; ARBIANTI, R.; HERMANSYAH, H. Lipase production from *Bacillus subtilis* with submerged fermentation using waste cooking oil. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, v. 105, n. 1, 12126, 2018.

TAKEYAMA, M.; KAWAGUTI, H. Y.; KOBLITZ, M. G. B.; FAI, A. E. C. Resíduos agroindustriais como insumos promissores para obtenção de bioprodutos por leveduras-uma breve revisão. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 7, 588974448, 2020.

THIRUNAVUKARASU, K.; PURUSHOTHAMAN, S.; SRIDEVI, J.; AARTHY, M.; GOWTHAMAN, M. K.; NAKAJIMA-KAMBE, T.; KAMINI, N. R. Degradation of poly (butylene succinate) and poly (butylene succinate-co-butylene adipate) by a lipase from yeast *Cryptococcus* sp. grown on agro-industrial residues. *International Biodeterioration and Biodegradation*, v. 110, p. 99-107, 2016.

TOMBINI, J.; CUNHA, M. A. A.; LIMA, V. A. Fermentação sólida de farelo de soja para produção de lipase: avaliação dos parâmetros concentração de inóculo, umidade e tempo de cultivo. *Anais Do V Simpósio de Bioquímica e Biotecnologia*, p. 368-368, 2015.

TREICHEL, H.; DE OLIVEIRA, D.; MAZUTTI, M. A.; DI LUCCIO, M.; OLIVEIRA, J. V. A review on microbial lipases production. *Food and Bioprocess Technology*, v. 3, n. 2, p. 182-196, 2010.

VAKHLU, J.; KOUR, A. Yeast lipases: Enzyme purification, biochemical properties and gene cloning. *Electronic Journal of Biotechnology*, v. 9, n. 1, p. 69-85, 2006.

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

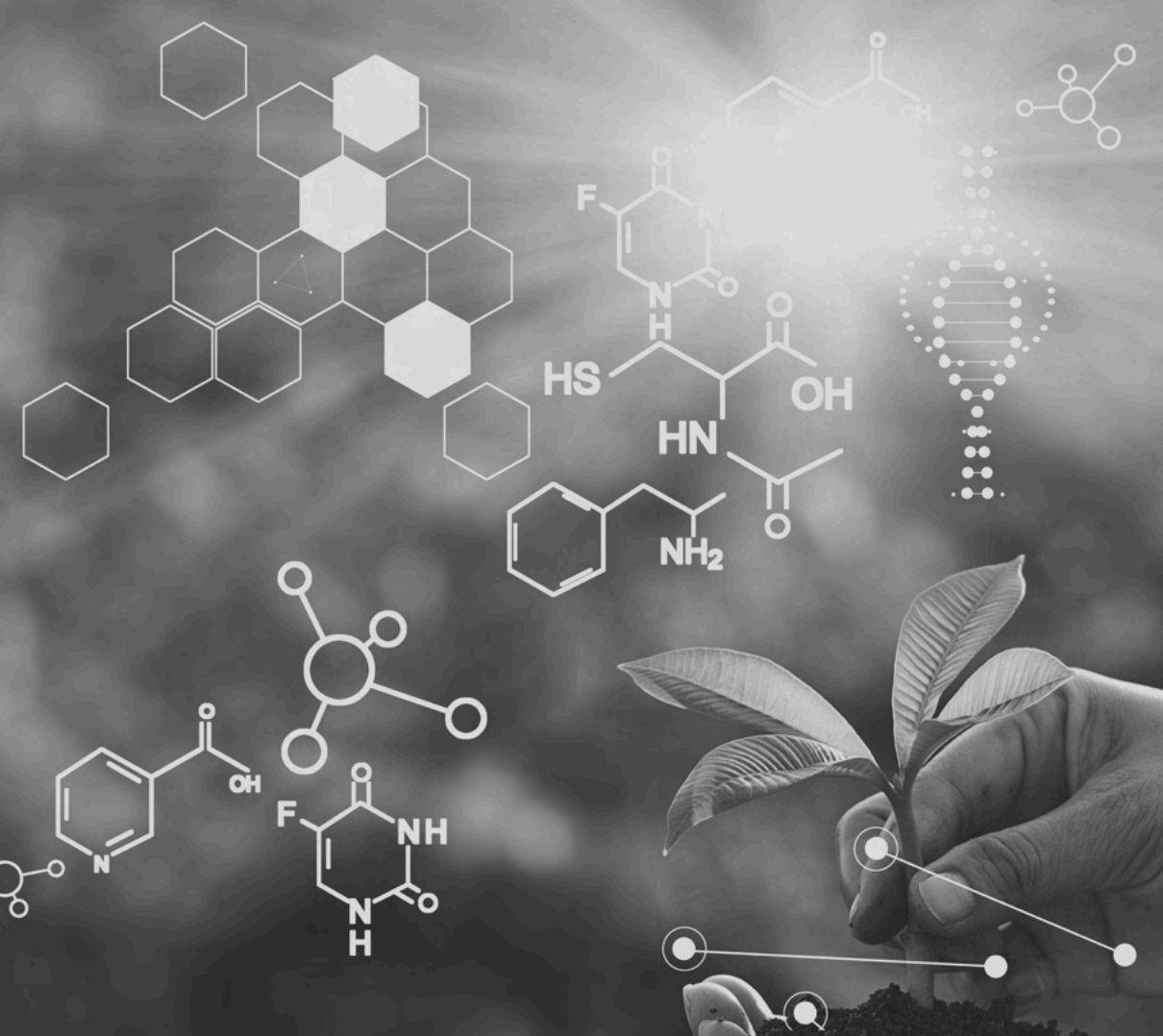
Serratia marcescens 102, 103, 105

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



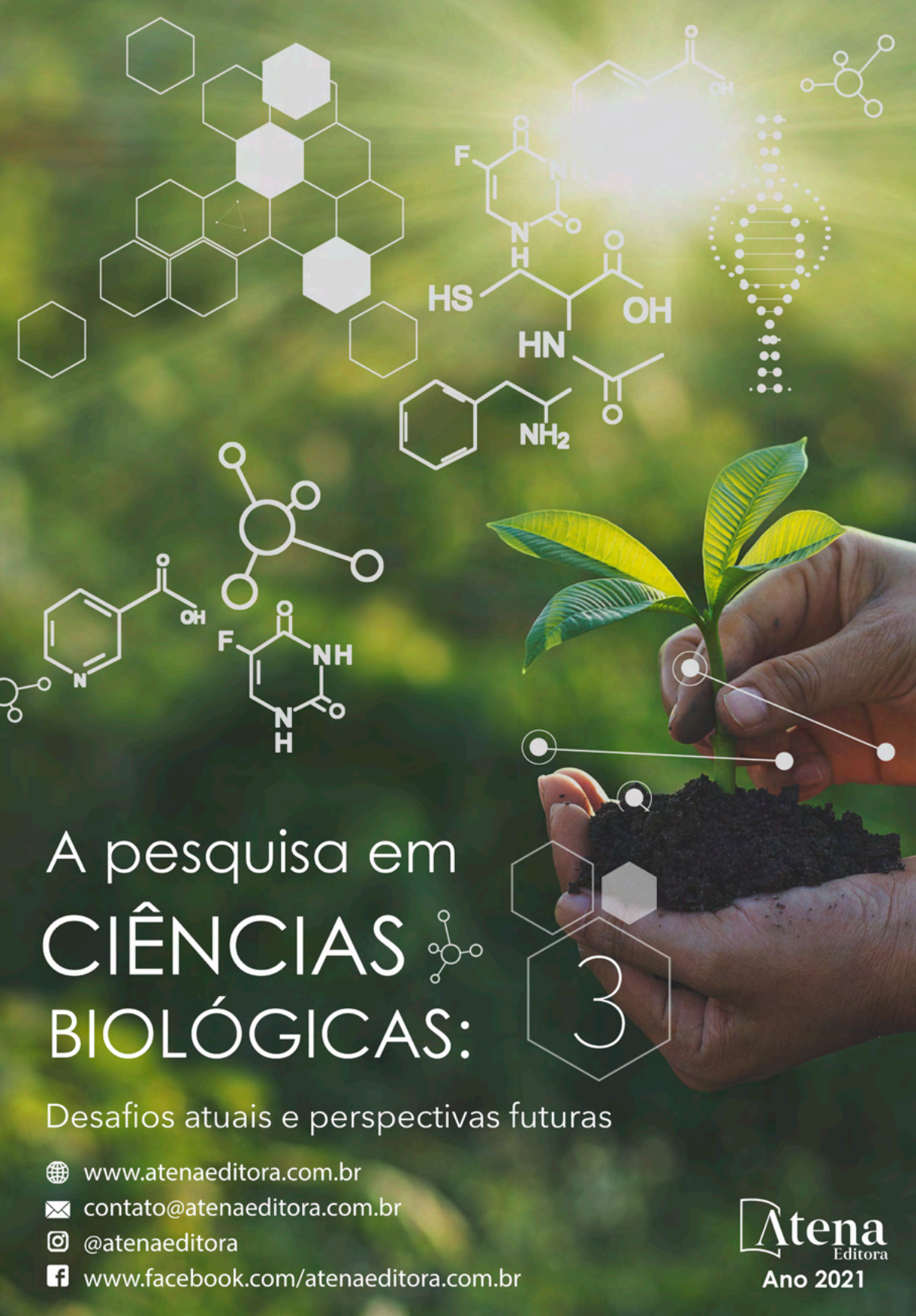
A pesquisa em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS:

3

Desafios atuais e perspectivas futuras




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

Atena
Editora
Ano 2021



A pesquisa em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS:

Desafios atuais e perspectivas futuras

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

Atena
Editora
Ano 2021