

Ciências Biológicas Realidades e Virtualidades

Clécio Danilo Dias da Silva
(Organizador)



Ciências Biológicas Realidades e Virtualidades

Clécio Danilo Dias da Silva
(Organizador)



Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

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

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

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

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dr^ª Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

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
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Alborno – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Ciências biológicas: realidades e virtualidades

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Clécio Danilo Dias da Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciências biológicas: realidades e virtualidades / Organizador Clécio Danilo Dias da Silva. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5706-551-8
DOI 10.22533/at.ed.518200511

1. Ciências Biológicas. I. Silva, Clécio Danilo Dias da (Organizador). 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

APRESENTAÇÃO

Sabe-se que as Ciências Biológicas envolvem múltiplas áreas do conhecimento que se dedicam ao estudo da vida e dos seus processos constituintes, sejam essas relacionadas à saúde, biotecnologia, meio ambiente e a biodiversidade. As Ciências biológicas apresentam singularidades como campo de conhecimento e características próprias em relação às demais Ciências, exibindo características específicas em termos de objetos que estudam, objetivos que almejam, métodos e técnicas de pesquisa, linguagens que empregam, entre outros. Dentro deste contexto, o E-book “Ciências Biológicas: realidades e virtualidades” está organizado com 22 capítulos escritos por diversos pesquisadores do Brasil, resultantes de pesquisas de natureza básicas e aplicadas, revisões de literatura, ensaios teóricos e vivências no contexto educacional.

No capítulo “BACTÉRIAS ENTOMOPATOGÊNICAS COM POTENCIAIS DE CONTROLE BIOLÓGICO” Alves e colaboradores efetivaram uma revisão de literatura explicitando as principais bactérias com potenciais de controle biológico, buscando caracterizar suas particularidades e aplicações na agricultura. Cordeiro e Paulo em “DETERMINAÇÃO DOS DADOS DE COEFICIENTE DE PARTIÇÃO DA LINHAGEM BACTERIANA LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS ATCC 4356 NOS SISTEMAS AQUOSOS BIFÁSICOS, FORMADOS PELA DEXTRANA NATIVA E PELO PVA” apresentam no capítulo o emprego dos sistemas aquosos bifásicos utilizando poliacetato de vinila (PVA) e um exopolissacarídeo, identificado como dextrana, produzido pelo *Leconostoc pseudomesenteroides* R2, e verificaram que esta consiste em uma alternativa excelente de imobilização de células bacterianas para promover a encapsulação, protegendo os microorganismos das intempéries do ambiente.

Vila e Saraiva no capítulo “CONDIÇÕES FÍSICOQUÍMICAS PARA A PRODUÇÃO DE CAROTENÓIDES POR FLAVOBACTERIUM SP.” estudaram os fatores físico-químicos como a temperatura, fontes de carbono e nitrogênio e composição mineral na produção de carotenóides de um isolado antártico identificado como *Flavobacterium* sp. No capítulo “IMOBILIZAÇÃO DE FRUTOSILTRANSFERASE EM SÍLICA GEL E BUCHA VEGETAL PARA A SÍNTESE DE FRUTOOLIGOSSACARÍDEOS” os autores apresentam a influência da temperatura de imobilização na velocidade e rendimento de imobilização de enzimas Frutosiltransferase extracelulares de *Aspergillus oryzae* IPT-301 imobilizadas em sílica gel, assim como a atividade recuperada e estabilidade destas enzimas imobilizadas em bucha vegetal.

Costa e colaboradores em “BIOPROSPECÇÃO DE FUNGOS AMAZÔNICOS PRODUTORES DE L-ASPARAGINASE EXTRACELULAR” realizaram uma bioprospecção através de fungos filamentosos produtores de Lasparaginase extracelular provenientes de solos Amazônicos da área territorial da cidade de Coari, Amazonas. No capítulo “TESTES DE SUBSTRATOS PARA PRODUÇÃO DE HIDROLASES DE INTERESSE BIOTECNOLÓGICO

DE FUNGOS FILAMENTOSOS DA AMAZÔNIA” Costa e colaboradores testaram diferentes resíduos agrícolas (cascas de castanha-do-pará, mandioca e banana) como substratos para produção de hidrolases por fungos filamentosos amazônicos no município de Coari, Amazonas.

De autoria de Fernandes e Colaboradores, o capítulo “DIVERSIDADE DE USO MEDICINAL DA FLORA EM UMA ÁREA DE CERRADO NA CHAPADA DO ARARIPE, NE, BR” realizaram um levantamento da diversidade de plantas medicinais em uma área de Cerrado na Chapada do Araripe, e investigaram a percepção da comunidade local sobre a aplicabilidade dessa flora em enfermidades e as epistemologias envolvidas nesses conhecimentos. Em “ETNOECOLOGIA: TRANSVERSALIDADE PARA A CONSERVAÇÃO DE ÁREAS NATURAIS PROTEGIDAS” Dutra e colaboradores desenvolveram um ensaio explorando a relevância da transversalidade entre a Etnoecologia e a Educação Ambiental para a conservação da biodiversidade de áreas naturais protegidas.

Albuquerque e colaboradores em “DESEQUILÍBRIOS AMBIENTAIS OCASIONADOS POR LIXEIRAS VICIADAS NA CIDADE DE MANAUS – AM” realizaram uma revisão da literatura com bases de dados especializadas sobre as problemáticas ambientais ocasionadas por lixeiras viciadas na cidade de Manaus – AM. De autoria de Almeida Júnior e colaboradores, o capítulo “RESISTÊNCIA AO TRIPES DO PRATEAMENTO ENNEOTHrips FLAVENS MOULTON (THYSANOPTERA: THripidae) NOS GENÓTIPOS DO AMENDOINZEIRO ARACHIS HYPOGAEAL. ERETO” avaliaram a resistência aos tripés, a interação de genótipos e inseticida e o potencial produtivo de genótipos de amendoim.

No capítulo “AÇÃO DE BIOESTIMULANTES VIA TRATAMENTO DE SEMENTES PARA GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE CUCURBITA MOSCHATA L.” Matsui e colaboradores avaliaram a emergência e desenvolvimento de plântulas de Cucurbita moschata provenientes de sementes tratadas com um bioestimulante e um extrato de algas. Veras e colaboradores em “LEVANTAMENTO DE FORMIGAS EM ÁREAS ANTROPOMORFIZADAS NA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ, TERESINA – PI”, realizaram um levantamento dos gêneros de formigas encontradas em áreas antropomorfizadas, especificamente locais de alimentação, na Universidade Estadual do Piauí (UESPI), no campus Poeta Torquato Neto, Piauí.

Silva, Teixeira e Sesterheim em “INFLUÊNCIA DO ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL SOBRE A PRODUÇÃO DE RATOS LEWIS EM UM CENTRO DE PESQUISA” avaliaram a influência do enriquecimento ambiental nos índices zootécnicos de unidades reprodutivas de ratos Lewis. Em “PROCEDIMENTOS DA BIOLOGIA MOLECULAR UTILIZADAS PARA DESVELAR CRIMES” Aguiar e colaboradores apresentam os principais métodos que a biologia molecular e a genética forense dispõem para desvendar e entender os diversos tipos de crimes por intermédio dos marcadores moleculares.

Aguiar e colaboradores em “MÉTODO SOROLÓGICO E MOLECULAR DA TOXOPLASMOSE” discutem aspectos do diagnóstico sorológico e molecular da

toxoplasmose. Os autores ainda identificaram a importância do conhecimento sobre a infecção pelos profissionais de saúde, visto que o diagnóstico correto resulta da correlação das variáveis clínicas com a resultados de análises laboratoriais. Em “PROFISSIONAIS DOS CUIDADOS DE SAÚDE, DIGNIDADE HUMANA E BIOÉTICA” Rocha, Chemin e Meirelles efetivaram uma revisão bibliográfica apresentando a Bioética como uma ferramenta norteadora para compatibilizar as necessidades de pacientes e o respeito a profissionais dos cuidados de Saúde, também detentores de dignidade.

No capítulo “O JOGO COMO UMA ESTRATÉGIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA EVOLUÇÃO VEGETAL” Fernandes e Souza Júnior analisaram a eficácia do jogo didático “Detetive – Evolução Vegetal” no processo de ensino-aprendizagem de estudantes do ensino fundamental de uma escola municipal de Ceará-Mirim, Rio Grande do Norte, observando a influência da estratégia didática utilizada para a compreensão da evolução das plantas através dos seus táxons: briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas. Santos, Conceição e Sales no capítulo “JOGO “BINGO DA REVISÃO”: APLICAÇÃO DE INSTRUMENTO PEDAGÓGICO NAS AULAS DE CIÊNCIAS NUMA ESCOLA PÚBLICA DO MUNICÍPIO DE ALAGOINHAS-BA” avaliaram a relevância do jogo “Bingo da Revisão” como uma atividade lúdica para melhoria da aprendizagem e instrumento de revisão para os discentes do ensino fundamental, na Escola Estadual Luiz Navarro de Brito, município de Alagoinhas, Bahia.

Maximo e Krzyzanowski Júnior no capítulo “AS REDES SOCIAIS NO PROCESSO DE BUSCA DE INFORMAÇÕES CIENTÍFICAS NO ENSINO MÉDIO: UM ESTUDO DE CASO NAS AULAS DE MICROBIOLOGIA” fizeram um levantamento e verificaram os tipos de fontes que estão sendo utilizadas pelos estudantes da educação básica nas pesquisas sobre assuntos científicos, com ênfase em temas da microbiologia. No capítulo “A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: EM BUSCA DE UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA” Souza e colaboradores apresentam um relato de experiência de ex-bolsistas do PIBID/UESC-Biologia sobre o desenvolvimento de uma aula prática utilizando a metodologia experimentação com turmas do ensino fundamental em uma instituição da rede pública de Ilhéus, Bahia.

Em “DEMOCRATIZAÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO: A EXPERIÊNCIA DO PROJETO “SABERES DA MATA ATLÂNTICA” Agrizzi, Teixeira e Leite apresentam e discutem as iniciativas e os impactos alcançados pela proposta de popularização da ciência do projeto “Saberes da Mata Atlântica”, desenvolvido pelo grupo de pesquisa BIOPROS, da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. Rodrigues e Sousa em “OBJETOS DE APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA E ENSINO DE BIOLOGIA: UMA ABORDAGEM SOBRE BIOMAS BRASILEIROS” investigaram alguns objetos de aprendizagem destinados ao ensino de Biologia, que realizam uma abordagem sobre os biomas brasileiros, analisando as abordagens dos conteúdos biológicos, com base em referenciais da área e em suas aproximações com documentos oficiais da educação brasileira, propondo sugestões sobre

suas possibilidades de utilização.

Em todos os capítulos, percebe-se uma linha condutora envolvendo diversas áreas das Ciências Biológicas, como a Microbiologia, Micologia, Biologia Celular e Molecular, Botânica, Zoologia, Ecologia, bem como, pesquisas envolvendo aspectos das Ciências da Saúde, Ciências Ambientais, Educação em Ciências e Biologia. Espero que os estudos compartilhados nesta obra contribuam para o enriquecimento de novas práticas acadêmicas e profissionais, bem como, possibilite uma visão holística e transdisciplinar para as Ciências Biológicas em sua total heterogeneidade e complexidade. Desejo a todos uma boa leitura.

Clécio Danilo Dias da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

BIOPROSPECÇÃO DE FUNGOS AMAZÔNICOS PRODUTORES DE L-ASPARAGINASE EXTRACELULAR

Ana Beatriz Pereira Lelis da Costa
Michel Nasser Corrêa Lima Chamy
Bianca Kynseng Barbosa da Silva Costa
Uatyla de Oliveira Lima
Amanda Farias de Vasconcelos
Ricardo Gomes de Brito
Alexandre Colli Dal Prá
Renato dos Santos Reis

DOI 10.22533/at.ed.5182005111

CAPÍTULO 2..... 15

TESTES DE SUBSTRATOS PARA PRODUÇÃO DE HIDROLASES DE INTERESSE BIOTECNOLÓGICO DE FUNGOS FILAMENTOSOS DA AMAZÔNIA

Bianca Kynseng Barbosa da Silva Costa
Michel Nasser Corrêa Lima Chamy
Ana Beatriz Pereira Lélis da Costa
Amanda Farias de Vasconcelos
Uatyla de Oliveira Lima
Alexandre Colli Dal Prá
Maria da Paz Félix de Souza
Ricardo Gomes de Brito
Renato dos Santos Reis

DOI 10.22533/at.ed.5182005112

CAPÍTULO 3..... 28

BACTÉRIAS ENTOMOPATOGÊNICAS COM POTENCIAIS DE CONTROLE BIOLÓGICO

Diego Lemos Alves
Lucas Faro Bastos
Mizael Cardoso da Silva
Gisele Barata da Silva
Alessandra Jackeline Guedes de Moraes
Ana Paula Magno do Amaral
Josiane Pacheco Alfaia
Alice de Paula de Sousa Cavalcante
Gledson Luiz Salgado de Castro
Gleiciane Rodrigues dos Santos
Fernanda Valente Penner
Telma Fátima Vieira Batista

DOI 10.22533/at.ed.5182005113

CAPÍTULO 4	42
DETERMINAÇÃO DOS DADOS DE COEFICIENTE DE PARTIÇÃO DA LINHAGEM BACTERIANA <i>LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS</i> ATCC 4356 NOS SISTEMAS AQUOSOS BIFÁSICOS, FORMADOS PELA DEXTRANA NATIVA E PELO PVA	
Vinícius Souza Cordeiro Elinalva Maciel Paulo	
DOI 10.22533/at.ed.5182005114	
CAPÍTULO 5	51
PHYSICOCHEMICAL CONDITIONS FOR CAROTENOIDS PRODUCTION BY <i>FLAVOBACTERIUM</i> SP	
Mara Eugenia Vila Veronica Saravia	
DOI 10.22533/at.ed.5182005115	
CAPÍTULO 6	56
IMOBILIZAÇÃO DE FRUTOSILTRANSFERASE EM SÍLICA GEL E BUCHA VEGETAL PARA A SÍNTESE DE FRUTOOLIGOSSACARÍDEOS	
Sergio Andres Villalba Morales Larissa Lemos Faria Michelle da Cunha Abreu Xavier José Pedro Zanetti Prado Leandro da Rin de Sandre Junior Giancarlo de Souza Dias Elda Sabino da Silva Alfredo Eduardo Maiorano Rafael Firmani Perna	
DOI 10.22533/at.ed.5182005116	
CAPÍTULO 7	68
DIVERSIDADE DE USO MEDICINAL DA FLORA EM UMA ÁREA DE CERRADO NA CHAPADA DO ARARIPE, NE, BR	
Priscilla Augusta de Sousa Fernandes Alice Fernandes Gusmão Rosiele Bezerra da Silva George Pimentel Fernandes Ana Cleide Alcantara Morais-Mendonça Maria Arlene Pessoa da Silva Maria Flaviana Bezerra Morais-Braga	
DOI 10.22533/at.ed.5182005117	
CAPÍTULO 8	97
ETNOECOLOGIA: TRANSVERSALIDADE PARA A CONSERVAÇÃO DE ÁREAS NATURAIS PROTEGIDAS	
Elaine Sílvia Dutra Naiane Arantes Silva Júlio Miguel Alvarenga Bruno Araújo de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.5182005118	

CAPÍTULO 9..... 102

DESEQUILÍBRIOS AMBIENTAIS OCACIONADOS POR LIXEIRAS VICIADAS NA CIDADE DE MANAUS - AM

Klinger Amazonas da Silva Albuquerque
Leandro da Silva Lima
Ronildo Oliveira Figueiredo
Bruno da Costa Silva

DOI 10.22533/at.ed.5182005119

CAPÍTULO 10..... 111

RESISTÊNCIA AO TRIPES DO PRATEAMENTO *ENNEOTHrips FLAVENS* MOULTON (THYSANOPTERA: THIRIPIDAE) NOS GENÓTIPOS DO AMENDOINZEIRO *ARACHIS HYPOGAEA* L. ERETO

Joaquim Júlio Almeida Júnior
Katya Bonfim Ataides Smiljanic
Alexandre Caetano Perozini
Armando Falcão Mendonça
Edson Lazarini
Gustavo André Simon
Suleiman Leiser Araújo
Winston Thierry Resende Silva
Ricardo Gomes Tomáz
Vilmar Neves de Rezende Júnior
Victor Júlio Almeida Silva
Beatriz Campos Miranda
Adriel Rodrigues da Silva

DOI 10.22533/at.ed.51820051110

CAPÍTULO 11 124

AÇÃO DE BIOESTIMULANTES VIA TRATAMENTO DE SEMENTES PARA GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE *CUCURBITA MOSCHATA* L

Victor Yoshiaki Matsui
Conceição Aparecida Cossa
Paulo Henrique Afonso do Vale Pinto
Maria Aparecida da Fonseca Sorace
Paulo Frezato Neto
Elizete Aparecida Fernandes Osipi
Ruan Carlos da Silveira Marchi
Leonardo Sgargeta Ustulin
Mauren Sorace

DOI 10.22533/at.ed.51820051111

CAPÍTULO 12..... 131

LEVANTAMENTO DE FORMIGAS EM ÁREAS ANTROPOMORFIZADAS NA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ, TERESINA – PI

Iron Jonhson de Araujo Veras
Ana Paula Alves da Mata
Bruno Oliveira Silva

Lays Sousa do Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.51820051112

CAPÍTULO 13..... 140

INFLUÊNCIA DO ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL SOBRE A PRODUÇÃO DE RATOS LEWIS EM UM CENTRO DE PESQUISA

Fernanda Marques da Silva

Luciele Varaschini Teixeira

Patrícia Sesterheim

DOI 10.22533/at.ed.51820051113

CAPÍTULO 14..... 147

PROCEDIMENTOS DA BIOLOGIA MOLECULAR UTILIZADAS PARA DESVELAR CRIMES

Lília Maria Nobre Mendonça de Aguiar

Maria das Dores Ferreira Nobre

Jocireudo de Jesus Carneiro de Aguiar

Lulucha de Fátima Lima da Silva

Bruna Jaqueline Sousa Nobre

Fernanda Karolina Sanches de Brito

Domingas Machado da Silva

Luana Almeida dos Santos

Edson Alves Menezes Júnior

Dinalia Carolina Lopes Pacheco

Antenor Matos de Carvalho Junior

Rodrigo Ruan Costa de Matos

DOI 10.22533/at.ed.51820051114

CAPÍTULO 15..... 149

MÉTODO SOROLÓGICO E MOLECULAR DA TOXOPLASMOSE

Lília Maria Nobre Mendonça de Aguiar

Maria das Dores Ferreira Nobre

Jocireudo de Jesus Carneiro de Aguiar

Lulucha de Fátima Lima da Silva

Bruna Jaqueline Sousa Nobre

Fernanda Karolina Sanches de Brito

Domingas Machado da Silva

DOI 10.22533/at.ed.51820051115

CAPÍTULO 16..... 151

PROFISSIONAIS DOS CUIDADOS DE SAÚDE, DIGNIDADE HUMANA E BIOÉTICA

Marcelo Haponiuk Rocha

Marcia Regina Chizini Chemin

Jussara Maria Leal de Meirelles

DOI 10.22533/at.ed.51820051116

CAPÍTULO 17	163
O JOGO COMO UMA ESTRATÉGIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA EVOLUÇÃO VEGETAL	
Carmem Maria da Rocha Fernandes Airton Araújo de Souza Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.51820051117	
CAPÍTULO 18	185
JOGO “BINGO DA REVISÃO”: APLICAÇÃO DE INSTRUMENTO PEDAGÓGICO NAS AULAS DE CIÊNCIAS NUMA ESCOLA PÚBLICA DO MUNICÍPIO DE ALAGOINHAS-BA	
Leiliane Silva dos Santos Eltamara Souza da Conceição Maria José Dias Sales	
DOI 10.22533/at.ed.51820051118	
CAPÍTULO 19	194
AS REDES SOCIAIS NO PROCESSO DE BUSCA DE INFORMAÇÕES CIENTÍFICAS NO ENSINO MÉDIO: UM ESTUDO DE CASO NAS AULAS DE MICROBIOLOGIA	
Shaila Regina Herculano Almeida Maximo Flávio Krzyzanowski Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.51820051119	
CAPÍTULO 20	206
A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: EM BUSCA DE UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	
Francisnaide dos Santos Souza Damião Wellington da Cruz Santos Célia Carvalho Almeida Aparecida Zerbo Tremacoldi	
DOI 10.22533/at.ed.51820051120	
CAPÍTULO 21	216
DEMOCRATIZAÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO: A EXPERIÊNCIA DO PROJETO “SABERES DA MATA ATLÂNTICA”	
Ana Paula Agrizzi Marcos da Cunha Teixeira João Paulo Viana Leite	
DOI 10.22533/at.ed.51820051121	
CAPÍTULO 22	230
OBJETOS DE APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA E ENSINO DE BIOLOGIA: UMA ABORDAGEM SOBRE BIOMAS BRASILEIROS	
Mirlana Emanuele Portilho Rodrigues Carlos Erick Brito de Sousa	
DOI 10.22533/at.ed.51820051122	

SOBRE O ORGANIZADOR	242
ÍNDICE REMISSIVO.....	243

CAPÍTULO 1

BIOPROSPECÇÃO DE FUNGOS AMAZÔNICOS PRODUTORES DE L-ASPARAGINASE EXTRACELULAR

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 05/08/2020

Renato dos Santos Reis

Instituto de Saúde e Biotecnologia ISB-UFAM

Coari – AM

<http://lattes.cnpq.br/2547554276214581>

Ana Beatriz Pereira Lelis da Costa

Instituto de Saúde e Biotecnologia ISB-UFAM

Coari – AM

<http://lattes.cnpq.br/7475489082085362>

Michel Nasser Corrêa Lima Chamy

Instituto de Saúde e Biotecnologia ISB-UFAM

Coari – AM

<http://lattes.cnpq.br/5334792132991651>

Bianca Kynseng Barbosa da Silva Costa

Instituto de Saúde e Biotecnologia ISB-UFAM

Coari – AM

<http://lattes.cnpq.br/6168405801088199>

Uatyla de Oliveira Lima

Instituto de Saúde e Biotecnologia ISB-UFAM

Coari – AM

<http://lattes.cnpq.br/2465800956530807>

Amanda Farias de Vasconcelos

Instituto de Saúde e Biotecnologia ISB-UFAM

Coari – AM

<http://lattes.cnpq.br/0565393443201519>

Ricardo Gomes de Brito

Instituto de Saúde e Biotecnologia ISB-UFAM

Coari – AM

<http://lattes.cnpq.br/3259435792447286>

Alexandre Colli Dal Prá

Instituto de Saúde e Biotecnologia ISB-UFAM

Coari – AM

<http://lattes.cnpq.br/4991052979468474>

RESUMO: A L-asparaginase é uma enzima que desempenha um papel fundamental na indústria farmacêutica e alimentícia. No entanto, sua maior aplicação tem sido na terapia da Leucemia Linfoblástica Aguda (LLA). A L-asparaginase atua hidrolisando asparagina livre, e pode ser encontrada em alguns organismos eucariontes e procariontes. As enzimas utilizadas mundialmente como antileucêmico são de origem procariótica, sendo a *E. coli* sua principal representante. Contudo, tais fármacos causam hipersensibilidade imunológica aos humanos, motivo pelo qual os fungos filamentosos possibilitam a substituição viável da L-asparaginase procariótica, pois são enzimas de origem eucarionte, de fácil cultivo, mais compactas e com alta afinidade. Além disso, esses organismos podem produzir enzimas extracelulares, facilitando os processos de purificação. Nesse contexto, o bioma Amazônico destaca-se por sua biodiversidade, por seu vasto campo inexplorado e seu grande potencial microbiológico. O objetivo do presente trabalho é prospectar fungos filamentosos provenientes de solos Amazônicos produtores de L-asparaginase extracelular. Durante o estudo foram isoladas 63 cepas de amostras do solo do Centro de Apoio à Pesquisa do Médio Solimões na cidade de Coari – Amazonas, através da técnica de diluição seriada. Após o isolamento, dezessete colônias foram selecionadas para o teste de produção por

fermentação em Meio Czapek Dox's modificado. Na 1ª Etapa, pré-fermentativa, foi obtido a massa micelial, a qual foi recuperada por filtração e submetida a 2ª Etapa, fermentativa (meio de cultivo suplementado com 0,07% de azul de bromotimol), para a indução de atividade asparaginolítica extracelular. Todos os fungos isolados foram conservadas por congelamento simples com solução de glicerol a 20%. A avaliação qualitativa da atividade enzimática de L-asparaginase foi observada a partir da mudança de coloração do meio de cultivo amarelo para azul em 8 dos 17 fungos testados, indicando que os fungos amazônicos podem ser uma nova fonte a ser explorada para a produção enzimática de L-asparaginase extracelular.

PALAVRAS-CHAVE: Leucemia Linfoblástica Aguda; Asparagina; Fungos Filamentosos; Bioma Amazônico.

BIOPROSPECTION OF AMAZON FUNGI EXTRACELLULAR L-ASPARAGINASE PRODUCERS

ABSTRACT: L-asparaginase is an enzyme that plays a fundamental role in pharmaceutical and food industry. However, its greatest application has been in acute lymphoblastic leukemia (ALL) therapy. L-asparaginase acts by hydrolyzing free asparagine, and can be found in some eukaryotic and prokaryotic organisms. Such enzymes, worldwide used as antileukemics, comes from prokaryotics, and *E. coli* are their main representatives. However, these drugs cause immunological hypersensitivity to humans. Thus, filamentous fungi enable the viable substitution of prokaryotic L-asparaginase, as they are enzymes from eukaryotics, easy to grow, more compact and with high affinity. In addition, they can use extracellular enzymes, facilitating purification processes. In this context, the amazonic biome stands out for its biodiversity, its vast unexplored field and its great microbiological potential. This work aims to prospect the filaments of fungi affiliated to amazonian producers of extracellular L-asparaginase. During the study, 63 pieces of soil were isolated from the Research Support Center of the Middle Solimões in the city of Coari - Amazonas, using the serial dilution technique. After isolation, seventeen colonies were selected for fermentation production test in the modified Czapek Dox's Medium. In the first one, pre-fermentative stage, was got the mycelial mass, which was recovery by filtration and then submitted to the second stage, the fermentative one (culture medium supplemented with 0.07% bromothymol blue), to induce extracellular asparaginolytic activity. All isolated fungies were preserved by simple freezing with 20% glycerol solution. A qualitative evaluation of the enzymatic activity of L-asparaginase was observed from the color change of the yellow to blue culture medium in 8 of the 17 fungi tested, that Amazonian fungi can be a new source or explored for the enzymatic production of L - extracellular asparaginase.

KEYWORDS: Acute Lymphoblastic Leukemia; Asparagine; Filamentous Fungi; Amazonic Biome.

1 | INTRODUÇÃO

A L-asparaginase ou L-asparagina amidohidrolase – E.C. 3.5.1.1. (IUBMB, 1961), é uma enzima que possui aplicações importantes na indústria farmacêutica e alimentícia. Ela pertence a classe das hidrolases e atua em ligações de carbono e amidas lineares, catalisando a reação de asparagina livre em ácido aspártico e amônio. As reações de

hidrólise acontecem a partir da quebra de uma única molécula com adição de elementos da água, resultando em uma despolimerização da enzima (VERMA et al., 2007; NELSON e COX, 2014; CÂNDIDO, 2015).

A ação da L-asparaginase foi perceptível a partir de estudos pioneiros iniciados por Clementi (1922), que estudava linfomas em mamíferos, onde foi observado que o soro de 18 porquinhos-da-Índia (*Cavia porcellus*) ocasionava a morte dos linfomas, porém, não se sabia ainda qual substância era responsável pela morte dos linfomas. Kidd (1953), também pôde observar que quando induzia em camundongos o crescimento de tumores, eles entravam em remissão ou eram inibidos pelo soro de porquinhos-da-Índia (*Cavia porcellus*) que era usado como tratamento. Ainda no mesmo estudo, o autor realizou testes com soro humano, no qual não obteve resultados positivos (SREENIVASULU et al., 2009).

Partindo desses estudos, Broome (1963), analisou os resultados de Clementi (1922) e Kidd (1953) e concluiu que a regressão dos linfomas transplantados em camundongos tinha haver com a dependência nutricional das células malignas, e realizou testes para descobrir qual substância tinha correlação com a doença, e partir disso descobriu-se que a L-asparagina estava diretamente envolvida com a dependência nutricional das células malignas, concluindo assim que a atividade antineoplásica do soro foi causada pela enzima L-asparaginase (SREENIVASULU et al., 2009).

Diante disto, Sanson e Jaskolski (2004), sugerem que o mecanismo de reação da L-asparaginase ocorre a partir de um ataque nucleofílico pela enzima, no carbono da amida da asparagina, gerando um intermediário, o beta-acil-enzima, que sofre um novo ataque nucleofílico por uma molécula de água (FIGURA 1). O resultado final da reação é a transformação do aminoácido asparagina em ácido aspártico e amônia.

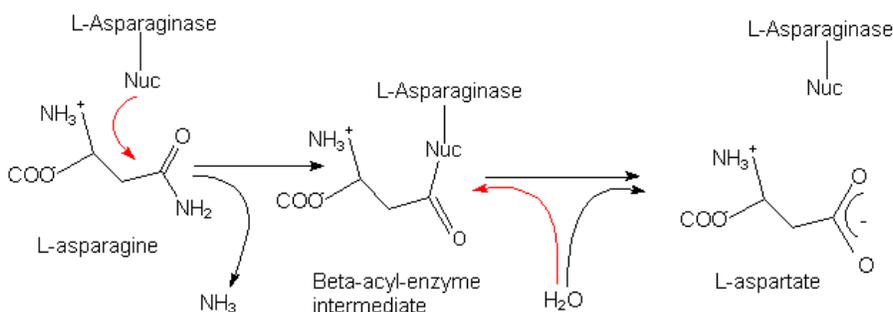


Figura 1 – Mecanismo de reação da L-asparaginase

Fonte: Sanson e Jaskolski (2004).

Devido ao seu mecanismo de ação, a L-asparaginase é bastante utilizada pela indústria alimentícia, atuando na redução dos níveis de acrilamida. Alguns alimentos,

quando expostos a altas temperaturas formam acrilamida, uma neurotoxina altamente cancerígena, da qual o aminoácido asparagina e açúcares redutores contribuem para sua formação. No entanto, faz-se uso da L-asparaginase durante os processos industriais alimentícios para evitar a formação da neurotoxina citada (CÂNDIDO, 2015).

Outra aplicação importante da enzima L-asparaginase tem sido realizada pela indústria farmacêutica. Estudos clínicos comprovam a eficácia desta enzima em tratamentos quimioterápicos de doenças como melanossarcoma, leucemia mielomonocítica, linfoma de Hodgkin e linfossarcoma, no entanto, dentre todas as indicações de tratamento com L-asparaginase, sua maior aplicação tem sido na terapia da Leucemia Linfoblástica Aguda ou Leucemia Linfóide Aguda (LLA) (THOMAS et al., 2010; ZUO et al., 2014).

A enzima L-asparaginase é o principal agente terapêutico utilizado no tratamento da LLA, com resultados promissores a cerca de 90% de cura entre crianças e 50% de remissão completa entre adultos (VERMA et al., 2007; ABRALÉ, 2016).

A eficácia do tratamento é justificada pelo não comprometimento das células saudáveis, pois as mesmas possuem a capacidade de sintetizar o aminoácido asparagina para suas necessidades metabólicas no citoplasma, utilizando a enzima asparagina sintetase, o que não ocorre entre células malignas. (NARTA et al., 2007; VAN DEN BERG, 2011).

A L-asparaginase pode ser encontrada em diversos seres vivos, tais como animais, vegetais, bactérias, fungos e algas. Porém, as enzimas utilizadas mundialmente no tratamento quimioterápico têm sido produzidas pela bactéria *Escherichia coli*, o que causam diferentes reações adversas por conta da hipersensibilidade imunológica (VAN DEN BERG, 2011; CACHUMBA et al., 2016).

O fungo, por sua vez, é de fácil cultivo e pode produzir enzimas de forma extracelular. Alguns autores acreditam que sua produção extracelular poderia facilitar em processos de *downstream*, tal condição causaria menos efeitos adversos. Devido às características encontradas nos fungos filamentosos, pode-se dizer que a L-asparaginase de origem fúngica é uma boa alternativa quanto a produção biotecnológica (VERMA et al., 2007; HOSAMANI E KALIWAL, 2011; VAN DEN BERG, 2011).

No Brasil, havia uma grande dependência do mercado internacional para a obtenção do medicamento utilizado no tratamento de pacientes com LLA, devido alguns problemas observados quanto ao abastecimento deste importante quimioterápico (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017a).

Em 2013, o Laboratório Bagó do Brasil Ltda., que importava este medicamento, informou que o fármaco deixaria de ser produzido mundialmente. Diante das circunstâncias, o Ministério da Saúde passou a comprar o medicamento devido à escassa disponibilidade no mercado farmacêutico e por não haver nenhum produto com registro no país. Passou então a adquiri-lo da empresa chinesa Xatley, porém mostrava-se duvidosa a eficácia e segurança deste fármaco segundo especialistas (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017b).

Em 2017 o Ministério da Saúde foi notificado oficialmente de uma ação judicial que restringia a compra e o repasse do medicamento Leuginase para os hospitais (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017c). E em janeiro de 2018, o Ministério da Saúde se reuniu com entidades de referência em oncologia no país para validar a nova aquisição do medicamento L-asparaginase (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017d), e um novo modelo foi proposto, dividido por fases (indução, consolidação, intensificação e manutenção). O Ministério da Saúde decidiu repassar o pagamento correspondente a cada etapa do tratamento para os hospitais, tornando-os autônomos para realizarem novas compras do fármaco. Vale ressaltar que os efeitos adversos são os mesmos citados em literaturas disponíveis (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018).

Devido às condições apresentadas, estimulou-se um interesse maior quanto à procura de novos produtores da enzima. Baseado nisso, os fungos filamentosos tem mostrado maior potencial para serem bons produtores da L-asparaginase. Por serem seres eucariontes, produzirem enzimas mais compactas e com alta afinidade, além de poder produzir enzimas extracelularmente, facilitando assim, os processos de purificação (VERMA et al., 2007; HOSAMANI E KALIWAL, 2011; VAN DEN BERG, 2011; CÂNDIDO, 2015). Diferentemente das bactérias, que produzem enzimas de forma intracelular e requerem técnicas de lise celular que são mais complexas e com custos mais elevados quando feitas em larga escala (GACESA E HOBBLE, 1990; WISEMAN, 1985).

Nesse cenário, o Brasil se destaca por sua biodiversidade, em especial o bioma Amazônico, que tem um vasto campo inexplorado e um grande potencial microbiológico devido suas características definidas através de fatores climáticos, temperatura, umidade do ar, tipo de solo, entre outros (NEVES et al., 2006).

A região Amazônica é vista com potencial para descobertas de fungos produtores de L-asparaginase, por esse motivo, torna-se viável selecionar fungos filamentosos do solo e investigar sua potencialidade quanto à produção da enzima L-asparaginase de forma extracelular, contribuindo assim, para o avanço biotecnológico brasileiro (SREENIVASULU et al., 2009; PIROTA et al., 2015). Portanto, o presente trabalho visa prospectar fungos filamentosos produtores de Lasparaginase extracelular provenientes de solos Amazônicos da área territorial da cidade de Coari – AM.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local da coleta

As amostras de solo foram coletadas na cidade de Coari que está localizada na região central do estado do Amazonas, ocupando uma área territorial de 57.970,768 km², com população estimada de 84.272 pessoas para 2018 e densidade demográfica de 1,31 hab/km², segundo o último censo em 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

– IBGE (2019). A região apresenta característica climática equatorial quente e úmido, sendo uma região tropical Af segundo à classificação de Köppen (PEEL et al., 2007). As coletas foram realizadas em cinco pontos aleatórios dentro das coordenadas 04°07'31.4" S e 063°04'23.9" W, no Centro de Apoio à Pesquisa do Médio Solimões – CAPMEDSOL na cidade de Coari – AM.

2.2 Coleta

Para a realização da coleta, foi utilizada uma espátula para que o solo fosse escavado a uma profundidade de aproximadamente 10 a 20 centímetros (SCHAEFER, 2002), onde foram retiradas amostras e acondicionadas em sacos de papel, devidamente identificadas com informações básicas e encaminhadas para o Laboratório de Microbiologia do Instituto de Saúde e Biotecnologia da Universidade Federal do Amazonas (ISB/UFAM), seguindo a metodologia adotada por Mello, Reis e Silva (2011), para manipulação posterior.

2.3 Isolamento dos fungos

Para o isolamento dos fungos filamentosos as amostras foram submetidas a técnica de diluição em série, onde foram transferidas 10 g de cada amostra para frascos de *Erlenmeyer* de 250 mL, contendo 225 mL de solução salina 0,85% estéril (CLARK, 1965; TORTORA et al., 2017), sendo vedados e homogeneizadas na incubadora *Shaker SL 222*, sob agitação constante de 120 rpm e temperatura de 28 °C, permanecendo em overnight.

Após o pré-cultivo foi realizada diluição seriada seguida de plaqueamento em meio de cultura *Sabouraud Dextrose Agar* com clorafenicol (50 mg/L) (COUTINHO et al., 2010). As placas de Petri foram devidamente identificadas e incubadas a 30°C, por um período de sete dias.

Para a obtenção de colônias puras foi realizado sucessivos repiques utilizando o método *Hyphae Tip* (MELLO et al., 2011), onde as pontas de hifas mais isoladas eram retiradas e reinoculadas em um novo meio de cultura. O método se repetiu até o completo isolamento de apenas uma espécie por placa.

2.4 Conservação dos isolados

Após o isolamento dos fungos, foram realizadas as conservações das colônias em duplicatas pelo método de congelamento simples, com adição de uma solução crioprotetora de glicerol a 20 %, que foi mantida a uma temperatura de - 10 °C em freezer (ROSA, 2014).

2.5 Produção de L-asparaginase em meio líquido

Para a produção de L-asparaginase foram selecionadas cepas com características morfológicas distintas (coloração e textura). As colônias foram reativadas em meio de cultivo *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA), onde, após sete dias de crescimento as mesmas foram submetidas ao um novo inóculo em meio líquido Czapek Dox's modificado (LOUREIRO et al., 2012).

2.5.1 Etapa pré-fermentativa

Cerca de 1×10^7 esporos/mL em meio do cultivo SDA foi inoculado em *Erlenmeyers* de 250 mL contendo 50 mL do meio Czapek Dox's modificado (Glicose ($C_6H_{12}O_6$) 12,00 g, L-asparagina ($C_4H_8N_2O_3$) 10,00 g, Fosfato de potássio monobásico (KH_2PO_4) 1,52 g, Cloreto de potássio (KCl) 0,52 g, Sulfato de magnésio hepta-hidratado ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) 0,52 g, Nitrato de cobre tri-hidratado ($Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$) 0,01 g, Sulfato de zinco hepta-hidratado ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) 0,01 g, Sulfato de ferro hepta-hidratado ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) 0,01 g, Nitrato de amônia ($(NH_4)(NO_3)$) 2,00 g, Água destilada (H_2O) q.s.p.), sendo realizadas em triplicatas. As culturas foram mantidas sob agitação constante (120 rpm) durante 96 horas a 30 °C para o crescimento da massa micelial.

2.5.2 Etapa fermentativa

Para a etapa fermentativa, foi necessário recuperar por filtração o micélio produzido na 1ª etapa. A filtração foi realizada por um sistema montado com *Erlenmeyer*, funil de vidro e papel filtro comum estéril. Com o micélio recuperado, o mesmo foi reinoculado em *Erlenmeyers* de 250 mL contendo 50 mL de um novo meio Czapek Dox's, obedecendo as seguintes modificações: adição de 0,07% de azul de bromotimol – BTB (indicador químico), concentração de glicose 2 g.L⁻¹ e ausência de nitrato de amônia. As culturas foram mantidas sob as mesmas condições da etapa anterior.

2.6 Análise Qualitativa

A análise qualitativa foi realizada após a etapa fermentativa, sendo observada a mudança ou não da coloração do meio de cultivo amarelo para azul, onde é possível indicar a presença ou ausência da atividade de L-asparaginase, visto que o indicador químico BTB é amarelo em pH ácido e azul em pH alcalino (MAHAJAN et al., 2013). Os critérios de avaliação qualitativa foram propostos de acordo com grau de intensidade da cor. Quanto mais intenso o azul no meio, maior é o pH, logo, maior a atividade da L-asparaginase.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo, Murray, Rosenthal e Pfaller (2014), os fungos são organismos eucarióticos, heterotróficos que se nutrem por absorção de matéria orgânica. Tortora, Funke e Case (2017), afirmam que os fungos são encontrados nos mais diversos ambientes, especialmente em lugares úmidos e ricos em matéria orgânica, entre eles, solo, água do mar, água doce, hospedeiro animal ou vegetal.

Para Sotão, Campos e Costa (2004), os fungos possuem um arsenal enzimático que está correlacionado com a absorção realizada pelos mesmos. Enzimas são produzidas intracelularmente e excretadas para o meio extracelular, contribuindo para quebra de

macromoléculas, formando moléculas mais simples de fácil absorção. Esse mecanismo contribui principalmente para a dinâmica do solo em termos de reciclagem de resíduos orgânicos, devido a rica disponibilidade de matéria orgânica e umidade encontradas no solo.

Por meio das amostras de solo foram isolados um total de sessenta e três colônias de fungos filamentosos da área do Centro de Apoio à Pesquisa do Médio Solimões – CAPMEDSOL na cidade de Coari – AM, evidenciando a diversidade fúngica na Amazônia. Segundo Sotão, Campos e Costa (2004), regiões tropicais, em especial a Amazônia, apresentam características que a tornam um potencial para novas descobertas de fungos, devido a composição química do solo, umidade e temperatura.

A metodologia adotada neste estudo para diluição seriada, foi baseada em Clark (1965), Tortora et al., (2017) modificados, os quais se mostram bastante eficazes para o objetivo proposto, onde pôde-se observar que o meio de cultura seletivo (SDA + Cloranfenicol 50,0 mg/L⁻¹) apresentou um resultado esperado, visto que o antibiótico utilizado possui amplo espectro de ação, suprimindo o crescimento bacteriano durante as fases de crescimento e manutenção das sessenta e três colônias fúngicas. Resultados semelhantes a este, foram descritos por Oliveira (2013), que utilizou o mesmo método descrito por Clark (1965), e obteve o isolamento de oitenta e cinco espécies de fungos do solo na área semiárida de Pernambuco, Brasil, confirmando que a metodologia utilizada neste estudo foi efetiva.

Os fatores fotoperíodo e temperatura foram determinantes para o crescimento fúngico, pois ao longo do estudo foi observado que durante o período de incubação em que os fungos eram mantidos em temperatura constante e ausência de luz, os mesmos mantinham crescimento lento, quando comparados aos fungos que foram mantidos posteriormente em temperatura ambiente e luz natural. As observações do presente trabalho podem ser justificadas pelos estudos realizados por Loureiro et al. (2002), que enquanto estudava os efeitos da temperatura e luminosidade no desenvolvimento do fungo *Sporothrix insectorum* pôde observar que a ausência de luz afetou a esporulação do fungo e constatou que houve um melhor desenvolvimento fúngico quando a utilização da luz era alternada para 12 horas de luz e 12 horas de escuro, além de identificar as temperaturas ideais para um bom desenvolvimento fúngico de *S. insectorum*, que estava em torno de 22, 25 e 28°C.

Bem como os resultados de Marcuzzo e Xavier (2017), que também destacaram o melhor desenvolvimento dos fungos *Sclerotium cepivorum* Berk., quando os mesmos eram mantidos em um fotoperíodo com 12 horas de luz. Uma vez isoladas as colônias, as mesmas foram conservadas a – 10°C em freezer.

A triagem de fungos filamentosos para a produção enzimática de L-asparaginase é um passo fundamental para a descoberta de novas fontes da enzima. Diante disto, dentre os isolados foram selecionadas dezessete cepas fúngicas para as etapas fermentativas,

a seleção ocorreu baseada em suas respectivas características morfológicas distintas observadas macroscopicamente como: coloração e textura. Vale ressaltar que não foram realizadas identificação morfológica e molecular das espécies.

Dados na literatura sugerem que a atividade asparaginolítica está diretamente associada a regulação de nitrogênio, Sarquis (2004), apresentou a melhor condição para produção de L-asparaginase por fungos filamentosos, quando utilizou prolina como fonte de nitrogênio (indutor). Enquanto Farag et al. (2015), observou que as melhores condições de cultivo para a atividade de L-asparaginase produzida por *Aspergillus terreus* estavam na utilização de L-asparagina como fonte de nitrogênio. No entanto, Cachumba (2017), apresentou como melhor fonte de nitrogênio L-glutamina seguida da L-asparagina para a produção de asparaginase extracelular de *A. terreus*.

No entanto, no presente trabalho optou-se pela utilização de L-asparagina, que é considerada pela literatura como uma das melhores fontes indutoras para a produção da enzima de interesse do estudo. Ainda assim, embora a atividade enzimática possa estar relacionada com a regulação de nitrogênio, foi observado por Cachumba et al. (2016), que as maiores atividades de L-asparaginase realizada por fungos, ocorreram pelo método de fermentação submersa e temperatura média de 30 °C, quando o mesmo correlacionou estudos recentes sobre a produção de L-asparaginase por bactérias e fungos. Em estudos realizados por Farag et al. (2015), demonstraram que a maior atividade asparaginolítica de *A. terreus*, ocorreu em pH 6,0 e temperatura de 35 °C, apesar disso, as atividades enzimáticas aconteceram entre a variação de temperaturas de 25 °C a 35 °C.

No presente estudo, as cepas selecionadas foram submetidas as etapas fermentativas a temperatura de 30 °C e pH 6,2, sendo posteriormente avaliadas por meio de análise colorimétrica, segundo a metodologia descrita por Mahajan et al. (2013), onde o BTB avalia de forma indireta a presença de L-asparaginase. A técnica descrita baseia-se na conversão do meio líquido amarelo para azul, uma vez havendo atividade enzimática da L-asparaginase, será liberado no meio moléculas de ácido aspártico e amônia, provocando o aumento do pH e conseqüentemente a mudança na coloração de amarelo para a azul.

Através da análise colorimétrica (FIGURA 2), foi possível observar que dentre as dezessete colônias testadas ao longo do estudo, oito foram capazes de produzir a enzima L-asparaginase extracelularmente, sendo indicadas pela mudança de coloração do meio de cultivo.

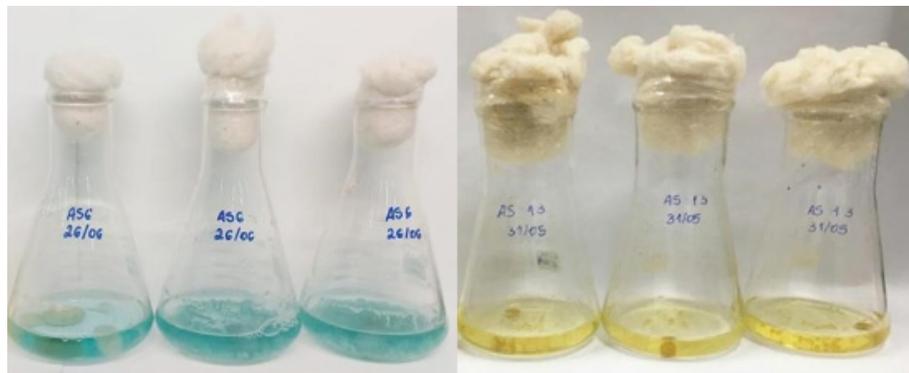


Figura: a) Atividade asparaginolítica

b) Sem atividade asparaginolítica.

Figura 2 – Análise colorimétrica

Fonte: A autora (2019).

Os resultados obtidos através da mudança de coloração do meio de cultivo das oito cepas apresentaram intensidades de cor diferentes, tendo seus resultados expressos na Tabela 1, de acordo com o grau de intensidade da coloração, conforme citado na metodologia.

Amostra	Resultado
AS 2	(+++)
AS 6	(+++)
AS 8	(+++)
AS 13	(-)
AS 16	(-)
AS 23	(-)
AS 32	(-)
AS 34	(-)
AS 36	(-)
AS 38	(+)
AS 39	(-)
AS 42	(++)
AS 47	(-)
AS 48	(+)
AS 59	(+++)
AS 60	(+)
AS 61	(-)

Tabela 1 – Resultado da avaliação qualitativa de L-asparaginase

Fonte: A autora (2019).

Com os resultados obtidos no presente estudo é possível observar que há bons candidatos para produção enzimática de L-asparaginase a partir de fontes naturais, o que torna o trabalho mais suscetível a um melhoramento genético, aumentando ainda mais a produtividade e reduzindo os custos da produção enzimática de forma significativa. Segundo, Cachumba et al. (2016), a maioria dos micro-organismos produz L-asparaginase intracelularmente, o que dificulta os processos de extração e purificação, nesse sentido, as enzimas produzidas extracelularmente podem adiantar, pular e/ou facilitar etapas nos processos de *Downstream*, e conseqüentemente diminuindo os efeitos adversos.

Nossos resultados sugerem que experimentos futuros sejam realizados para quantificar a produção enzimática das oito cepas que apresentaram atividade asparaginolítica e identificar os melhores produtores de L-asparaginase extracelular. Visto que há uma escassa demanda de trabalhos realizados sobre a produção enzimática de L-asparaginase por fungos filamentosos de solo amazônico.

4 | CONCLUSÃO

Os resultados apresentados evidenciaram que os métodos e procedimentos adotados para o isolamento de fungos filamentosos e a indução dos mesmos para a atividade enzimática de L-asparaginase extracelular, apresentaram eficácia para o objetivo proposto. E que a Amazônia, em especial o município de Coari, apresentou um potencial microbiológico evidenciado pelas sessenta e três colônias de fungos filamentosos isolados do solo do CAPMEDSOL. Além do que, dentre os dezessete fungos selecionados para as etapas fermentativas, oito apresentaram resultados positivos para a produção enzimática de L-asparaginase extracelular, os quais demonstraram ser fortes candidatos a novos produtores enzimáticos da supracitada enzima.

REFERÊNCIAS

ABRALE. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE LINFOMA E LEUCEMIA. **O que é leucemia**, 2016. Disponível em: <https://www.abrale.org.br/lla/o-que-e>. Acesso em 02/11/2018.

BROOME, J. D. Evidence that the L-asparaginase of guinea pig serum is responsible for its antilymphoma effects. I. Properties of the L-asparaginase of guinea pig serum in relation to those of the antilymphoma substance. **The Journal of experimental medicine**, v. 118 n. 1 p. 99-120, 1963.

CACHUMBA, J. J. M.; ANTUNES, F. A. F.; PERES, G. F. D.; BRUMANO, L. P.; SANTOS, J. C.; SILVA, S. S. Current applications and different approaches for microbial l-asparaginase production. **Brazilian Journal of Microbiology**, 47: 77-85, 2016.

CACHUMBA, J. J. M. **Produção de L-asparaginase extracelular por fermentação em estado sólido**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências - Programa de Pós Graduação em Biotecnologia Industrial na Área de Microbiologia Aplicada) - Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo, Lorena, São Paulo.

CÂNDIDO, M. A. **Formação de acrilamida em alimentos processados e sua possível ação carcinogênica**. 2015. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia Química) – Universidade de São Paulo Escola de Engenharia de Lorena. Lorena.

CIDADES, I. B. G. E.; DO BRASIL, Estados. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2018. Coari. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/coari/panorama>. Acesso em: 04/07/2019.

CLARK, F. E. Agar-plate method for total microbial count. *Methods of Soil Analysis: Part 2 Chemical and Microbiological Properties*, **Agricultural Research Service**. v. 9, p. 1460-1466, 1965.

CLEMENTI, A. La désamidation enzymatique de l'asparagine chez les différentes espèces animales et la signification physiologique de sa présence dans l'organisme. **Archives Internationales de Physiologie**, v. 19, n. 4, p. 369-398, 1922.

COUTINHO, F. P.; CAVALCANTI, M. A. Q.; YANO-MELO, A. M. Filamentous fungi isolated from the rhizosphere of melon plants (*Cucumis melo* L. cv. Gold Mine) cultivated in soil with organic amendments. **Acta Botânica Brasileira**, v. 24: 292-298, 2010.

FARAG, A. M.; HASSAN, S. W.; BELTAGY, E. A.; EL-SHENAWY, M. A. Optimization of production of anti-tumor L-asparaginase by free and immobilized marine *Aspergillus terreus*. **Egyptian Journal of Aquatic Research**, v. 41, n. 4, p. 295-302, 2015.

GACESA, P.; HUBBLE, J. **Tecnologia de las enzimas**. Zagora: Acriba, 1990. P. 206.

HOSAMANI, R.; KALIWAL, B. B. L-asparaginase-an anti-tumor agent production by *Furasium equiseti* using solid-state fermentation. **International Journal of Drug Discovery**, v. 3, n. 2, p. 88-99, 2011.

KIDD, J. G. Regression of transplanted lymphomas induced in vivo by means of normal guinea pig serum. **Journal of Experimental Medicine** v. 98, n. 6, p. 565-582, 1953.

LOUREIRO, E. S.; FILHO, A. B.; ALMEIDA, J. E. M.; LEITE, L. G.; LAMAS, C. Efeito da temperatura e da luminosidade no desenvolvimento do Fungo *Sporothrix insectorum* (hoog & evans). **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v. 69, n. 2, p. 79-83, 2002.

LOUREIRO, C. B.; BORGES, K. S.; ANDRADE, A. F.; TONE, L. G.; SURAIÁ, S. Purification and biochemical characterization of native and pegylated form of L-asparaginase from *Aspergillus terreus* and evaluation of its antiproliferative activity. **Advances in Microbiology**, v. 2, n. 2, p. 138-145, 2012.

MAHAJAN, R. V. et al. A rapid, efficient and sensitive plate assay for detection and screening of L-asparaginase-producing microorganisms. **FEMS Microbiology Letters**, v. 341, n. 2, p. 122-126, 2013.

MARCUZZO, L. L.; XAVIER, A. Efeito da temperatura e do fotoperíodo no desenvolvimento micelial de *Sclerotium cepivorum*, agente causal da podridão branca do alho e da cebola. **Summa Phytopathol.**, v. 43, n. 1, p. 68-69, 2017.

MELLO, S. C. M.; REIS, A.; SILVA, J. B. T. Manual de curadores de germoplasma-microorganismos: fungos filamentosos. **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia-Documents (INFOTECA-E)**. 2011.

MINISTERIO DE SAÚDE. **Ministério da Saúde enviou medicamento para teste de qualidade**, 2017a. Disponível em: <http://portalms.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/28021-ministerio-da-saude-envioumedicamento-para-teste-de-qualidade>. Acesso em: 05/04/2018.

MINISTERIO DE SAÚDE. **Ministério fez consulta mundial para compra de asparaginase**, 2017b. Disponível em: <http://portalms.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/27975-ministerio-fez-consulta-mundial-paracompra-de-asparaginase>. Acesso em: 05/04/2018.

MINISTERIO DE SAÚDE. **Seis laboratórios atestam L-Asparaginase adquirida pelo Ministério da Saúde**, 2017c. Disponível em: <http://portalms.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/29718-seis-laboratoriosatestam-l-asparaginase-adquirida-pelo-ministerio-da-saude>. Acesso em: 05/04/2018.

MINISTERIO DE SAÚDE. **Ministério da Saúde reúne entidades de referência em oncologia para validar a nova compra do medicamento**, 2017d. Disponível em: <http://portalms.saude.gov.br/noticias/agenciasaude/42283-ministerio-da-saude-reune-entidades-de-referencia-em-oncologia-para-validar-anova-compra-do-medicamento>. Acesso em: 05/04/2018.

MINISTERIO DE SAÚDE. **Ministério passará a pagar hospitais por fases da quimioterapia de leucemia (LLA)**, 2018. Disponível em: <http://portalms.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/42285-ministerio-passara-a-pagar-hospitais-por-fases-da-quimioterapia-de-leucemia-lla>. Acesso em: 05/04/2018.

MURRAY, P. R.; ROSENTHAL, K. S.; PFALLER, M. A. **Microbiologia médica**. 7. ed. Elsevier, Rio de Janeiro, 2014, 1808 p.

NARTA, U. K.; KANWAR, S. S.; AZMI, W. Pharmacological and clinical evaluation of Lasparaginase in the treatmentof leukemia. **Critical Reviews in Oncology Hematology**, v. 61, n. 3, p. 208-221, 2007.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2014, 1250 p.

NEVES, K. C. S.; PORTO, A. L. F.; TEIXEIRA, M. F. S. Seleção de leveduras da Região Amazônica para produção de protease extracelular. **Acta Amazônica**, v. 36, n. 3, p. 299-306, 2006.

NOMENCLATURE COMMITTEE OF THE INTERNATIONAL UNION OF BIOCHEMISTRY AND MOLECULAR BIOLOGY (NCIUBMB). **IUBMB Enzyme Nomenclature EC 3.5.1.1**. 1961. Disponível em: <https://www.qmul.ac.uk/sbcs/iubmb/enzyme/EC3/5/1/1.html>. Acesso em: 02/11/2018.

OLIVEIRA, L. G.; CAVALCANTI, M. A. Q.; FERNANDES, M. J. S.; LIMA, D. M. M. Diversity of filamentous fungi isolated from the soil in the semiarid area, Pernambuco, Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 95, p. 49-54, 2013.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and earth system sciences discussions**, 4: 439-473, 2007.

PIROTA, R. D. P. B.; TONELOTTO, M.; DELABONA, P. S.; TREMACOLDI, C. R.; FARINAS, C. S. Characterization of fungi isolated from the Amazon region for the potential of biomass-degrading enzymes production. **Cienc. Rural**, v. 45, n. 9, p. 1606-1612, 2015.

ROSA, I. Z. **Isolamento e seleção de fungos filamentosos termofílicos produtores de celulases, xilanases e celobiose desidrogenase com potencial para sacarificação do bagaço de cana-de-açúcar**. 2014. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Microbiologia. IBILCE-UNESP. São José do Rio Preto.

SANSON, E.; JASKOLSKI, M. Structure, dynamics and electrostatics of the L-asparaginase catalytic centre: Implications for reaction mechanism. **London: Department of Crystallography, Birkbeck College, London and Venus Internet Ltd.**, 2004.

SARQUIS, M. I. M.; OLIVEIRA, E. M. M.; SANTOS, A. S.; COSTA, G. L. Production of L-asparaginase by Filamentous Fungi. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, v. 99, n. 5, p. 489-492, 2004.

SCHAEFER, C. E. R. et al. Perdas de solo, nutrientes, matéria orgânica e efeitos microestruturais em Argissolo Vermelho-Amarelo sob chuva simulada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 5, p. 669-678, 2002.

SREENIVASULU, V.; JAYAVEERA, K. N.; MALLIKARJUNA R. P. Solid-State fermentation for the production of L-asparaginase by *Aspergillus* sp. **Research J. Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 1, n. 1, p. 21-25, 2009.

SOTÃO, H. M. P.; CAMPOS, E. L.; COSTA, S. P. S. E. Micologia Diversidade dos fungos na Amazônia. **Série Cadernos de Alfabetização Científica**, v. 1, p. 1-27, 2004.

THOMAS, X.; CANNAS, G.; CHELGHOU, Y.; GOUGOUNON, A. Therapeutic alternatives to native L-asparaginase in the treatment of adult acute lymphoblastic leukemia. **Bulletin du Cancer**, v. 97, n. 9, p. 1105-1117, 2010.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 12. ed. Artmed, Porto Alegre, 2017, 962 p.

VAN DEN BERG, H. Asparaginase revisited. **Leukemia & lymphoma**, v. 52, n. 2, p. 168-178, 2011.

VERAS, B. O. **Produção de L-asparaginase por bactérias cultiváveis do coral *Siderastrea stellata* dos recifes costeiros do cabo branco – Paraíba**. 2017. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba.

VERMA, N. K.; KUMAR, G.; KAUR, A. S. L-asparaginase: A promising chemotherapeutic agent. **Critical Reviews in Biotechnology**, v. 27, n. 1, p. 45-62, 2007.

WISEMAN, A. **Manual de biotecnologia de los enzimas**. Zaragoza: Acriba, 1985, 445 p.

ZUO, S. H.; ZHANG, T.; JIANG, B.; WANMENG, M. Recent research progress on microbial lasparaginases. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 99, n. 3, p. 1069-1079, 2014.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aboboreira 124, 125

Áreas Naturais Protegidas 97, 98, 99, 100

Asparagina 1, 2, 3, 4, 7, 9

Aula Prática 173, 206, 209, 214

B

Bactérias 4, 5, 9, 14, 22, 25, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 40, 42, 43, 44, 45, 48, 49, 50, 51, 200

Bactérias Lácticas 42, 43, 45, 49

Bioestimulante 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130

Bioética 151, 152, 153, 157, 158, 159, 160, 161, 162

Bioma Amazônico 2

Biomass Brasileiros 230, 232, 233, 240

Botânica 12, 25, 127, 129, 163, 164, 167, 168, 181, 183, 223, 224, 232

Bucha Vegetal 56, 58, 59, 63, 64, 65

C

Carotenoides 52

Celulase 16, 19, 20, 21, 22

Controle Biológico 28, 29, 30, 32, 37, 39

D

Desequilíbrio Ambiental 102, 103

Dignidade humana 151, 153, 155, 156, 157, 158, 160, 162

Divulgação Científica 199, 200, 202, 203, 204, 216, 217, 223, 224, 225, 227, 228

E

Educação Ambiental 97, 98, 99, 100, 102, 107, 108, 110, 183, 216, 218, 219, 221, 226, 227, 230, 232, 236, 240, 242

Enriquecimento Ambiental 140, 141, 142, 143, 144, 145

Ensino de biologia 227, 230

Ensino de ciências 164, 167, 182, 183, 184, 190, 191, 192, 204, 206, 208, 215, 223, 228, 229

Ensino Médio 148, 194, 199, 200, 203, 205, 215, 221, 227, 230, 233, 234, 238, 241

Estratégia Didática 163, 167, 170, 179

Etnoecologia 90, 97, 98, 99, 100, 101
Exopolissacarídeos 42, 43, 49
Experimentação 206, 209, 214, 215, 225, 229
Extrato de algas 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130

F

Fermentação Líquida 16
Fontes de informação 194, 195, 197, 201, 204
Formicoidea 131, 132, 134
Frutossiltransferase 56, 57, 58, 62, 65, 66
Fungos Filamentosos 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 26, 44

G

Genética Forense 147, 148
Giberelina 125

I

Índices Zootécnicos 140, 142, 143, 144
Inseticidas 29, 30, 31, 33, 36, 112, 113, 116, 119, 121, 122, 123
Investigação criminal 147, 148

J

Jogo 163, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 174, 175, 176, 177, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 187, 188, 189, 190, 191, 192

L

Lewis 140, 141, 142, 143, 144
Lixeira Viciadas 102
Ludicidade 163, 166, 170, 175, 176, 185, 186, 191

M

Mata Atlântica 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 224, 226, 227, 233, 237, 240, 241
Meio Ambiente 32, 40, 98, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 113, 226, 234, 236, 238, 240, 241
Microencapsulação 42, 43, 45, 49

P

PCR 40, 147, 148, 149, 150
PIBID 185, 186, 187, 191, 206, 207, 208, 209, 213, 215

Plantas Medicinais 68, 89, 90, 91, 92, 94, 96, 229, 234, 241

Polimorfismo 147, 148

Pragas 28, 29, 30, 31, 33, 34, 37, 39, 123, 126, 135, 137, 138, 139

R

Rede Social 194, 200, 201, 202

Resíduos Sólidos 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110

Resistência de plantas 123

S

Solo 1, 5, 6, 7, 8, 11, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 31, 35, 49, 108, 113, 114, 124, 125, 127, 130, 131, 132, 133, 136, 239

Substratos Agrícolas 16, 21, 24

T

Toxinas 29, 31, 32, 34, 35, 36

Ciências Biológicas *Realidades e Virtualidades*

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

@atenaeditora 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Ciências Biológicas *Realidades e Virtualidades*

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 