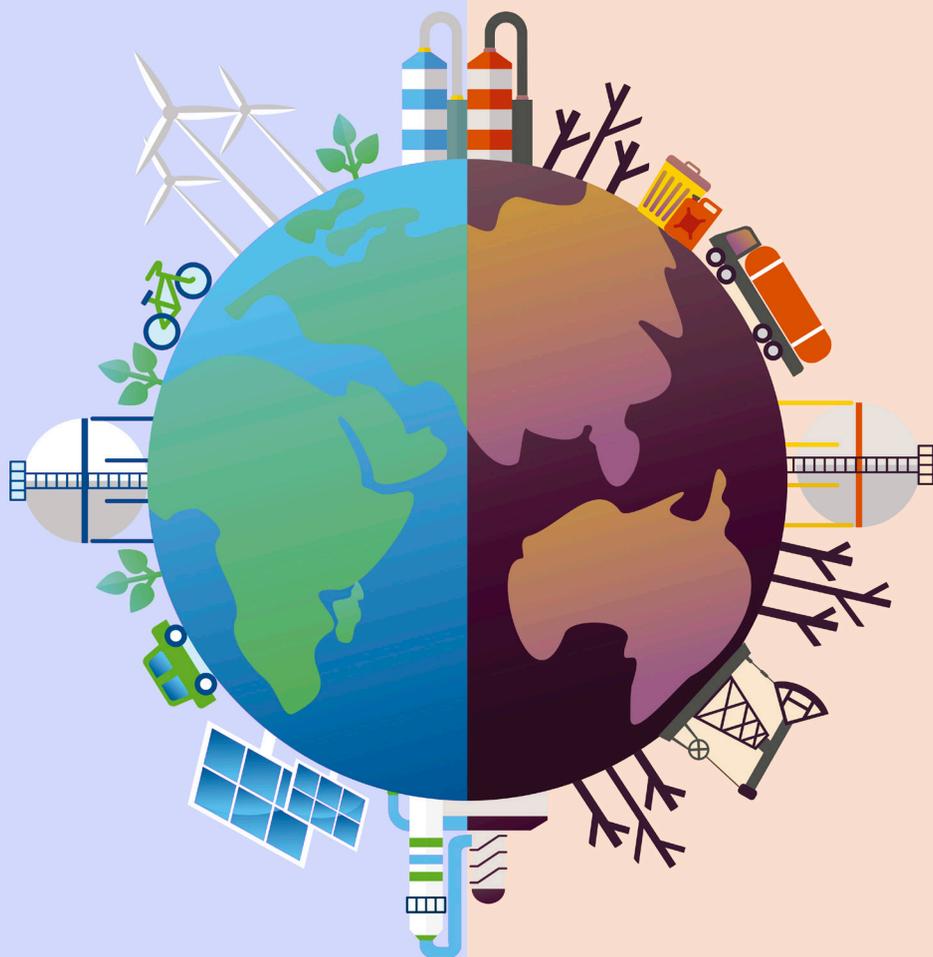


CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO:

A Nova Produção do Conhecimento 2



Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2021

CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO:

A Nova Produção do Conhecimento 2



Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

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

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

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

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

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

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Elói 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
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
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. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
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. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
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 Federacl 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 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

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí
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
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
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 Miraniide Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. 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
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andrezza 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. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª 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. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFGA
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 Fenomenología & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lúvia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Luiza Alves Batista
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciência, tecnologia e inovação: a nova produção do conhecimento 2 / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5983-108-1
DOI 10.22533/at.ed.081213105

1. Ciência. 2. Tecnologia. 3. Inovação. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.
CDD 601

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

Este e-book intitulado: “Ciência, Tecnologia e Inovação: A Nova Produção do Conhecimento 2” é composto por vinte e nove capítulos de livros que foram organizados e divididos em três grandes áreas temáticas: (i) ferramentas tecnológicas aplicadas na educação e outros seguimentos; (ii) agronegócio, meio ambiente e extração de produtos naturais para diferentes aplicações e (iii) economia solidária e saúde.

A primeira temática é constituída por onze trabalhos na qual se avaliou a importância das ferramentas tecnológicas voltadas para o processo de ensino-aprendizagem na educação básica e superior durante o período de pandemia do COVID-19, no qual se destaca as vantagens que o ensino remoto pode proporcionar, bem como demonstrou um problema grave: a falta de pré-requisitos em relação para potencializar o uso de tais ferramentas. Além disso, apresenta trabalhos que propõe o uso da tecnologia por intermédio da inovação tecnológica no setor público; o uso de novas ferramentas no seguimento automotivo e outros setores e os efeitos da computação no âmbito profissional e no atual cenário pandêmico pela qual assola o mundo.

O segundo tema é formado por doze trabalhos que se inicia com um trabalho que relata o pioneirismo do estado da Bahia na criação da fundação de amparo à pesquisa neste estado e a importância do ilustre Anísio Teixeira para o desenvolvimento científico e tecnológico do estado e de todo o Brasil. Posteriormente, são apresentados dois trabalhos que tratam da importância da cultura organizacional e uma análise crítica das *Startups* no setor de agronegócio. Em seguida são apresentados trabalhos experimentais que abordam: i) a utilização de produtos naturais como fonte de obtenção de corantes naturais, bebidas (chás), princípios ativos para ação fúngica e obtenção de óleo essencial para a produção de hidrogéis; ii) influência do campo magnético na germinação de sementes de café e determinação do teor de ferro em feijão e iii) estudos voltados para reciclagem de materiais eletrônicos, remoção do fármaco paracetamol utilizando membranas e relação do uso de pesticidas com a diminuição e extinção de espécies de abelhas.

Na terceira e última temática são apresentados seis trabalhos que fazem referência a: i) importância do conjunto da Pampulha como patrimônio cultural do Brasil e do mundo; ii) contexto e importância do desenvolvimento da economia solidária para as diferentes classes sociais que não possuem atenção e interesse por parte do poder público e iii) a importância de uma maior humanização nos cuidados paliativos a pacientes e a revisão de estudo em relação a sensação da presença de membros do corpo que foram amputados (membros fantasmas).

Neste sentido, a Atena Editora vem trabalhando e buscando cada vez mais a excelência em publicação de livros e capítulos de livros de acordo com os critérios estabelecidos e exigidos pela CAPES para obtenção do *Qualis* L1. Com o compromisso de

colaborar e auxiliar na divulgação e disseminação de trabalhos acadêmicos provenientes das inúmeras instituições de ensino públicas e privadas de todo o Brasil, a Atena Editora possibilita a publicação e posteriormente a disseminação de trabalhos em diferentes plataformas digitais acessíveis de forma gratuita a todos os interessados.

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

EFEITOS DA COMPUTAÇÃO NO AMBIENTE PROFISSIONAL E NO ATUAL PARADIGMA DE EMPREGOS

João Socorro Pinheiro Ferreira

Charlison Miranda Macêdo

DOI 10.22533/at.ed.0812131051

CAPÍTULO 2..... 18

A EAD E USO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS EM TEMPOS DE PANDEMIA DA COVID-19 COMO ACESSO AO PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM

Geanice Raimunda Baia Cruz

Maria Sueli Corrêa dos Prazeres

DOI 10.22533/at.ed.0812131052

CAPÍTULO 3..... 33

AS MÍDIAS COMO INSTRUMENTO EDUCATIVO: AVANÇOS OU RETROCESSOS?

Sunamita de Souza Belido

DOI 10.22533/at.ed.0812131053

CAPÍTULO 4..... 35

O USO DA TECNOLOGIA NO PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM EM UMA ESCOLA PÚBLICA DE PERIFERIA DO MUNICÍPIO DE IJUÍ/RS

Cibele Mai

Andrea de Lucas Abreu

Catiane Meline Hoffmann Oster

DOI 10.22533/at.ed.0812131054

CAPÍTULO 5..... 42

TEORIAS DA ANDRAGOGIA E HEUTOAGOGIA EM ERUBRICAS

Raimunda Hermelinda Maia Macena

Maria do Carmo Duarte Freitas

DOI 10.22533/at.ed.0812131055

CAPÍTULO 6..... 59

LABORATÓRIOS DE INOVAÇÃO NO SETOR PÚBLICO: EXPERIÊNCIAS E OPORTUNIDADES DE INOVAÇÃO ABERTA

Elaine Cristina Ferreira Dias

Marcio Amorim Feitoza

Marcos do Couto Bezerra Cavalcanti

DOI 10.22533/at.ed.0812131056

CAPÍTULO 7..... 71

INTEGRAÇÃO DE CONHECIMENTOS NAS ENGENHARIAS COM O “CHALLENGE LAB”, UM LABORATÓRIO TRANSDISCIPLINAR PARA DESAFIOS

Arnaldo Ortiz Clemente

João Mauricio Rosário

DOI 10.22533/at.ed.0812131057

CAPÍTULO 8..... 87

COLABORAÇÃO COLETIVA [CROWDSOURCING] NA CRIAÇÃO DO GUIA DE IMPLEMENTAÇÃO DO MGPDI NO FORMATO WIKI

Kival Chaves Weber

Ana Liddy Cenni de Castro Magalhães

Ana Marcia Debiasi Duarte

Cristina Filipak Machado

José Antonio Antonioni

DOI 10.22533/at.ed.0812131058

CAPÍTULO 9..... 100

LTSAT – ATIVIDADES 2019-2020

Rodrigo Augusto Borges Bustos

Arthur Hiroyuki Cavequia Takahashi

Bruno Tanaka Adriano

Kayque Saviti da Silva

Lucas Andrade Sanchez

Luís Fernando Caparroz Duarte

DOI 10.22533/at.ed.0812131059

CAPÍTULO 10..... 108

UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA MTM PARA O BALANCEAMENTO DE LINHAS DE FARÓIS AUTOMOTIVOS

Hellen Cristina Gonçalves Sousa

DOI 10.22533/at.ed.08121310510

CAPÍTULO 11..... 116

CASADOR DE IMPEDÂNCIA DE DUAS BANDAS UTILIZANDO STUBS COMPOSTOS POR ESTRUTURAS PERIÓDICAS

Anna Gabrielle Sahú

Marcos Sérgio Gonçalves

DOI 10.22533/at.ed.08121310511

CAPÍTULO 12..... 128

O PIONEIRISMO BAHIANO NA CRIAÇÃO DE FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA

Amilcar Baiardi

Alex Vieira dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.08121310512

CAPÍTULO 13..... 136

A ESTRATÉGIA DE DIFERENCIAÇÃO COMO FONTE DE VANTAGEM COMPETITIVA NO AGRONEGÓCIO: UM ESTUDO DE CASO

Bianca Teciano Zocca

Lesley Carina do Lago Attadia Galli

Gláucia Aparecida Prates

Gustavo Barbieri Lima
Sheila Farias Alves Garcia

DOI 10.22533/at.ed.08121310513

CAPÍTULO 14..... 147

ANÁLISE CRÍTICA DA CULTURA ORGANIZACIONAL DE UMA STARTUP DO AGRONEGÓCIO: FATORES FACILITADORES E RESTRITIVOS

Bianca Veneziano Demarqui
Lesley Carina do Lago Attadia Galli
Rosemary Rocha Calogioni
Sheila Farias Alves Garcia
Glaucia Aparecida Prates
Marcia Mitie Durante Maemura

DOI 10.22533/at.ed.08121310514

CAPÍTULO 15..... 155

MAGNETIC FIELD IN COFFEE SEED GERMINATION

Roberto Alves Braga Júnior
Roberto Luiz de Azevedo
Renato Mendes Guimarães
Leandro Vilela Reis

DOI 10.22533/at.ed.08121310515

CAPÍTULO 16..... 172

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE FERRO EM FEIJÃO DE CAIXINHA INDUSTRIAL DO TIPO *PHASEOLUS VULGARIS L*, VARIEDADE PRETO, COMERCIALIZADOS NA CIDADE DE SÃO LUIS - MA

Lorena Carvalho Martiniano de Azevedo
Alanna Karynne Barros Silva
Hilka Santos Batista
Janyeid Karla Castro Sousa

DOI 10.22533/at.ed.08121310516

CAPÍTULO 17..... 185

PRODUÇÃO DE PIGMENTOS PROVENIENTES DE RIZOBACTÉRIAS AMAZÔNICAS

Luiz Antonio de Oliveira
Janaina Maria Rodrigues
Ana Carolina Monroy Humprey
José Carlos Ipuchima da Silva
Larissa de Souza Kirsch

DOI 10.22533/at.ed.08121310517

CAPÍTULO 18..... 202

CHÁS DE PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS COM PROPRIEDADES ANTIOXIDANTES

Josiana Moreira Mar
Jaqueline de Araújo Bezerra
Edgar Aparecido Sanches

Pedro Henrique Campelo
Laiane Souza da Silva
Valdely Fereira Kinupp

DOI 10.22533/at.ed.08121310518

CAPÍTULO 19.....214

EFEITOS MORFOLÓGICOS E METABÓLICOS DA *curcuma longa* L. EM *candida parapsilosis*

Jéssica Cristina da Silva Nascimento
Lívia do Carmo Silva
Carlos de Melo e Silva Neto
Renata Silva do Prado
Gilmar Aires da Silva
Amanda Gregorim Fernandes

DOI 10.22533/at.ed.08121310519

CAPÍTULO 20.....222

CARACTERIZAÇÃO DE HIDROGÉIS PARA LIBERAÇÃO DE ATIVOS COSMÉTICOS CONTENDO NANOEMULSÕES DE ÁCIDO HIALURÔNICO EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE PSEUDOBOEMITA

Isabella Tereza Ferro Barbosa
Emília Satoshi Miyamaru Seo
Sílvia Cristina Fernandes Olegário
Verena Honegger
Leila Figueiredo de Miranda

DOI 10.22533/at.ed.08121310520

CAPÍTULO 21.....238

RECICLAR É TRANSFORMAR: ELETRÔNICA E ROBÓTICA COM RESÍDUOS ELETRÔNICOS

Fernando Yoiti Obana
Max Robert Marinho
Lucas Kriesel Sperotto
Thalita Oliveira Rocha
Felipe Seiiti Saruwatari

DOI 10.22533/at.ed.08121310521

CAPÍTULO 22.....248

DIFUSÃO DO PARACETAMOL UTILIZANDO CÉLULA DE FRANZ

Josiane Biasibetti
Danrley Dutra
Douglas Gross
Claudete Schneider

DOI 10.22533/at.ed.08121310522

CAPÍTULO 23.....256

DETECÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE PESTICIDAS EM ESPÉCIES DE ABELHAS E MEL: A IMINÊNCIA REDUÇÃO NA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS *IN NATURA VERSUS* O

AUMENTO DO USO DE AGROTÓXICOS

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Valdinei de Oliveira Santos

DOI 10.22533/at.ed.08121310523

CAPÍTULO 24.....267

PERÍMETRO DE ENTORNO E PAISAGEM CULTURAL: ESTUDO DE CASO CONJUNTO MODERNO DA PAMPULHA

Kelly Dutra

Renata Baracho

DOI 10.22533/at.ed.08121310524

CAPÍTULO 25.....277

QUEM SÃO OS(AS) AGENTES QUE CONSTROEM O ARCABOUÇO TEÓRICO DO CAMPO ECONOMIA SOLIDÁRIA? O QUE A ANÁLISE DE TAL CATEGORIA REVELA SOBRE A PRODUÇÃO DE CONHECIMENTO NO ÂMBITO DAS ITCP'S?

Lourença Santiago Ribeiro

Marilene Zazula Beatriz

DOI 10.22533/at.ed.08121310525

CAPÍTULO 26.....291

ECOMOMIA SOLIDÁRIA: TRAJETÓRIA HISTÓRICA E QUESTÕES CONCEITUAIS

Lourença Santiago Ribeiro

Marilene Zazula Beatriz

DOI 10.22533/at.ed.08121310526

CAPÍTULO 27.....305

REDES DE MANIPULAÇÃO: A INVISIBILIDADE DE ALGORITMOS E INTANGIBILIDADE DA FÉ NOS DOCUMENTÁRIOS *THE FAMILY* E PRIVACIDADE HACKEADA

Roberta Scórcio Maia Tafner

DOI 10.22533/at.ed.08121310527

CAPÍTULO 28.....317

CUIDADOS PALIATIVOS NO BRASIL: UM OLHAR SOBRE AS PRÁTICAS E NECESSIDADES ATUAIS

Eriberto Cassiano Silva dos Santos

Ana Raquel Teixeira Silva

Jéssica Emanuelle Teixeira Silva

DOI 10.22533/at.ed.08121310528

CAPÍTULO 29.....327

EFICÁCIA DA TERAPIA ESPELHO NA DOR EM INDIVÍDUOS COM MEMBRO FANTASMA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Meyrian Luana Teles de Sousa Luz Soares

Ana Caroline Rodrigues Chaves

Gabriel Felipe Rolim Santos

Guilherme Tiago da Silva Souza

Jéssica Maria Nogueira de Souza

Vinícius Oliveira Santos

DOI 10.22533/at.ed.08121310529

SOBRE O ORGANIZADOR.....	338
ÍNDICE REMISSIVO.....	339

PRODUÇÃO DE PIGMENTOS PROVENIENTES DE RIZOBACTÉRIAS AMAZÔNICAS

Data de aceite: 24/05/2021

Luiz Antonio de Oliveira

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia,
Coordenação de Tecnologia e Inovação
Manaus, AM, Brasil

Janaina Maria Rodrigues

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia,
Coordenação de Tecnologia e Inovação
Manaus, AM, Brasil

Ana Carolina Monroy Humprey

Colgate-Palmolive
San Juan del Obispo, Sacatepequez,
Guatemala

José Carlos Ipuchima da Silva

Universidade do Estado do Amazonas
Manaus, AM, Brasil

Larissa de Souza Kirsch

Universidade do Estado do Amazonas
Manaus, AM, Brasil

RESUMO: O uso de pigmentos disponíveis na natureza transcende centenas de anos pelo homem. Estão presentes nas frutas, nas árvores, nas flores, minerais entre outros. Com o grande avanço da ciência nos últimos anos, cada vez são descobertos mais microrganismos capazes de sintetizar pigmentos que podem ser utilizados pelo homem, associado à uma tendência mundial de substituir os chamados pigmentos artificiais pelos pigmentos naturais. Sendo isso um fator

relevante para que as indústrias alimentícias, têxteis, farmacêuticas e cosméticas busquem investir cada dia mais em pesquisa e produtos naturais que não ocasionem danos à saúde e que sejam biodegradáveis. Uma alternativa que vem sendo bastante estudada nos últimos anos é a obtenção de pigmentos naturais através do uso de microrganismos. Eles apresentam uma grande vantagem por possuírem uma alta taxa de crescimento, independência geográfica, condições controláveis, manipulação genética, além da redução dos custos através do uso de meios de cultivo mais econômicos. Sendo assim, a Amazônia é uma promissora fonte dessa matéria prima, devido sua grande diversidade biológica e o seu grande potencial econômico pouco explorado.

PALAVRAS-CHAVE: Bactérias; pigmentos naturais; biotecnologia; Amazônia

PRODUCTION OF PIGMENTS FROM AMAZONIAN RHIZOBACTERIA

ABSTRACT: The use of pigments available in nature transcends hundreds of years by man. They are present in fruits, trees, flowers, minerals, among others. With the great advance of science in the last years, more and more microorganisms capable of synthesizing pigments that can be used by man are discovered, associated with a worldwide tendency to replace the so-called artificial pigments with natural pigments. This being a relevant factor for the food, textile, pharmaceutical and cosmetic industries to seek to invest more and more in research and natural products that do not cause damage to health and

that are biodegradable. An alternative that has been extensively studied in recent years is obtaining natural pigments using microorganisms. They have a great advantage because they have a high growth rate, geographic independence, controllable conditions, genetic manipulation, in addition to reducing costs using more economical means of cultivation. Therefore, the Amazon is a promising source of this raw material, due to its great biological diversity and its great economic potential, which is little explored.

KEYWORDS: Bacteria; natural pigments; biotechnology; Amazon

INTRODUÇÃO

A Amazônia possui uma das maiores diversidades biológicas do planeta, havendo um interesse mundial em conhecer e identificar seu potencial econômico. Dentre essa biodiversidade, a microbiota regional apresenta um dos maiores potenciais, tanto pela sua alta versatilidade como também, pelo seu manuseio fácil e independente das condições climáticas, uma vez que os microrganismos podem ser cultivados em ambientes controlados o ano todo (OLIVEIRA et al., 2006 a, b; 2007)

A maioria dos estudos com a microbiota amazônica visa avaliar seus genes funcionais de interesse econômico e ecológico. A presença de enzimas como a celulase, hemicelulase, ligninase, fosfatase, nitrogenase, lipase, quitinase, são exemplos de enzimas encontradas em microrganismos da região (HARA; OLIVEIRA, 2005; OLIVEIRA et al., 2006 a, b; 2007; KIM et al., 2007; PEREIRA et al., 2014). Um campo de atividade econômica ainda pouco explorado é a utilização da microbiota para a produção de pigmentos.

Os corantes estão presentes em diferentes segmentos, como, por exemplo, na tintura de roupas, na coloração de alimentos, na promoção de cor em substâncias farmacêuticas, entre outros (ANASTÁCIO et al., 2016).

Com o passar do tempo, a procura por novas cores intensificou a busca por novos corantes que suprissem as necessidades da fabricação em massa, surgindo assim, os corantes sintéticos. William Henry Perkin (1838-1907) é conhecido por ser o primeiro a sintetizar um corante, a mauveína (1856), também conhecida como anilina púrpura e malva (COVA et al., 2017). O corante mais utilizado hoje em dia é o índigo, corante que dá cor ao jeans, sintetizado pela primeira vez em 1880 (HABASHI, 2018).

Os corantes são divididos em naturais e artificiais e, cada tipo de corante possui sua especificidade, podendo ocasionar problemas de cunho social e ambiental. Desta forma, torna-se necessário o entendimento dos tipos de corantes e sua relação com o meio em que vivemos (AZEREDO et al., 2016).

Corantes Naturais e Artificiais

A grande maioria dos corantes é dotada de diversos anéis aromáticos. Essas estruturas circulares se juntam através de ligações que favorecem a circulação de elétrons por tais anéis, facilitando a absorção da radiação na faixa da luz visível, o que lhes dá a capacidade de emitir cores distintas. Cada cor está relacionada com um comprimento de

onda específico e os olhos humanos conseguem detectar uma faixa de radiação que vai de 400 a 700 nanômetros (KIRTI et al., 2014).

Segundo Azeredo et al. (2016) os corantes naturais são aqueles obtidos a partir de vegetais ou, eventualmente de animais; os corantes artificiais são obtidos por meio de síntese, com composição química definida. Dentre estes corantes, destacam-se os sintéticos idênticos aos naturais, cujas estruturas químicas são homologas às dos corantes naturais; porém, sintetizados em laboratório.

No ramo alimentício, revistas como *Food Ingredients Brazil* (2016, p. 27) e *Aditivos & Ingredientes* (2009, p. 34) descrevem os corantes artificiais como uma classe de aditivos com a única finalidade de conferir cor, não possuindo valor nutritivo. Em suas propriedades, destaca-se a capacidade em fornecer quase todas as cores do espectro visível, apresentam alta estabilidade frente às condições do meio (luz, pH, oxigênio, etc.), baixo custo, isenção de contaminação por microrganismos e estabilidade da cor.

Dentre os corantes artificiais, os mais utilizados para coloração de alimentos são os da classe dos Azocorantes, maior grupo de aditivos dessa categoria, representando 70% dos pigmentos produzidos no mundo. São caracterizados pela presença de um ou mais grupamentos azo (-N=N-), ligados a sistemas aromáticos (GARCIA-SEGURA et al., 2013). Chung (2016) descreve alguns corantes sintéticos pertencentes à classe azo e a respectiva coloração que produzem: tartrazina - E102 (tons de amarelo); amarelo crepúsculo - E110 (tons de amarelo e laranja); azorrubina - E122 (tons de vermelho); amarato - E123 (tons de vermelho); Ponceau 4R - E124 (tons de vermelho); Vermelho 40 - E129 (tons de vermelho).

Na perspectiva ambiental, os resíduos de corantes sintéticos desprezados pelas indústrias têxteis, por exemplo, são responsáveis pela poluição de ambientes aquáticos. Isso ocorre, pois estes compostos podem ser tóxicos e/ou ter baixa degradabilidade devido à sua alta estabilidade, levando a modificações nas propriedades do ambiente (SOARES et al., 2015; TROVÓ et al., 2013).

Muitos corantes artificiais já foram banidos em diversos países devido a comprovações científicas de que são capazes de liberar nitrosaminas no intestino, substâncias reconhecidamente cancerígenas, o que levou à criação de regulamentações específicas pelas agências de vigilância sanitária e a procura pela troca destes por corantes naturais. A solução viável neste contexto seria a substituição dos corantes artificiais pelos de origem natural, pois estes são compostos derivados de plantas, animais e microrganismos e geralmente são seguros por não oferecerem toxicidade, não apresentarem riscos carcinogênicos e muitas vezes são caracterizados como moléculas biodegradáveis (VENIL et al., 2014).

Na natureza existem diversas plantas, animais (Tabela 1) e microrganismos, capazes de produzir pigmentos de diversas cores (MARTINS et al., 2016). Apesar das estruturas diversificadas e variedade de fontes, os corantes naturais podem ser agrupados em algumas classes: tetrapirróis, tetraterpenoides e flavonoides. Nas plantas, por

exemplo, pode-se encontrar quatro grupos de corantes: clorofilas (verdes), carotenoides (amarelo, laranja e vermelho), antocianinas (vermelho, roxo e azul) e betaninas (vermelho) (RODRIGUEZ-AMAYA, 2016).

Classe	Corante	Cor	Fontes de obtenção
Tetrapirrol	Clorofila	Verde	Folhas verdes
Tetraterpeno	β -caroteno	Amarelo	Cenoura
	Astaxantina	Vermelho	Microalgas, Salmão, Camarão.
	Bixina	Vermelho	Sementes de urucum
Flavonoíde	Luteolina	Amarelo	Frutas, flores e vegetais.
	Cianidina	Vermelho	Frutas: cereja, morango, açai.
Antraquinona	Ácido	Vermelho	Inseto: Cochonilha
	carminico		
Betalaina	Betanina	Vermelho	Beterraba

Tabela 1: Principais corantes naturais encontrados na natureza, extraídos de plantas e animais.

Fonte: Dufossé (2006).

Os carotenoides são o grupo dos corantes naturais mais usados, pois além de colorir, podem apresentar atividade biológica, de forma a promover benefícios à saúde humana (MARTINS et al., 2016). A brasilina é um corante vermelho natural, obtido principalmente a partir da madeira de Pau-brasil (*Paubrasilia echinata*), muito utilizada desde a idade média para tingir tecidos além da fabricação de tintas (ALMEIDA et al., 2017).

Apesar dos corantes oriundos das plantas serem bem representativos, os pigmentos destas fontes possuem algumas desvantagens, como instabilidade à luz, temperatura e pH extremo, baixa solubilidade em água, o que afeta negativamente a qualidade e aparência dos produtos, além de não apresentarem disponibilidade em todas as épocas do ano (BHAT et al., 2013; KUMAR et al., 2015). Os carotenoides, por exemplo, são descoloridos por oxidação, aquecimento e exposição à luz, pois contém hidrogênio lábil em sua estrutura (MESQUITA et al., 2017).

No reino animal, alguns insetos, como as cochonilhas (*Dactylopius coccus*), produzem corante de interesse mundial. Ele é extraído das fêmeas desta espécie, que ao serem ressecadas dão origem à coloração vermelha (ácido carminico) que, complexado ao alumínio, forma o corante carmin de cochonilha. Contudo, são necessários 70.000 insetos para produzir 500g de ácido carminico, sendo este amplamente utilizado pelas indústrias alimentícia e farmacêutica, pois, ao contrário dos de origem vegetal, apresentam alta estabilidade (RODRIGUEZ-AMAYA, 2016).

Embora os corantes naturais tenham desvantagens, como por exemplo, a baixa estabilidade e o alto custo frente aos corantes artificiais, ainda assim estão sendo utilizados há décadas, sem apresentarem evidências de danos à saúde. Esta característica faz com que haja a substituição gradativa dos corantes artificiais por naturais na indústria alimentícia, pois conferem ao produto final, um aspecto natural, levando ao aumento da aceitação pelo consumidor (GOMES et al., 2014).

Porém, a quantidade disponível desses corantes na natureza é insuficiente para suprir as necessidades industriais atuais. Sendo assim, uma alternativa viável para a produção de corantes naturais é o uso de microrganismos, considerados excelentes produtores das mais variadas moléculas orgânicas através de seu metabolismo primário ou secundário. A aplicação de ferramentas biotecnológicas para manipular microrganismos passa a ser uma estratégia importante, pois eles são excelentes produtores das mais variadas moléculas orgânicas através de seu metabolismo primário ou secundário, sendo estas muitas vezes difíceis de serem produzidas sinteticamente, a qual possibilita a obtenção destes compostos em grande escala (FERREIRA et al., 2016).

Uso de microrganismos na produção de pigmentos

O uso de microrganismos apresenta duas vantagens frente a outras formas de vida: a primeira é o mecanismo de fermentação, considerado um processo eficiente e rápido com maior produtividade em relação a qualquer processo químico. A segunda vantagem é que os micro-organismos podem ser geneticamente manipulados, permitindo obter o produto de interesse com rendimentos altos (VELMURUGAN et al. 2010).

Muitas espécies de bactérias produzem variedade de pigmentos importantes para a sua fisiologia celular e sobrevivência. Estudos têm mostrado que alguns destes metabólitos possuem atividade antibiótica, anticarcinogênica, imunossupressora, antifúngica, bactericida, antitumoral, antimalárico, inseticida e antioxidante (KURBANOGU et al. 2015; ZANG et al. 2014; LAPENDA, 2010). Estas e outras características, fazem destes compostos, produtos de importância econômica devido à sua ampla utilização em diversos setores industriais, sendo de fato os pigmentos naturais uma demanda crescente do mercado, com um aumento de 10-15% anual (PEREIRA et al., 2014).

Considerando as abundantes atividades biológicas apresentadas pelos diversos pigmentos, é necessária a pesquisa de novos organismos produtores destes e outros compostos promissores, junto com a busca de processos de crescimento adequados para a sua obtenção.

O acesso aos pigmentos de plantas possui desvantagens tais como instabilidade à luz, calor e pH extremo, baixa solubilidade em água e não têm disponibilidade durante todo o ano (VIKAS et al., 2013). Em geral, pigmentos, que são produzidos pelos organismos maiores, como animais, plantas e fungos podem ser menos acessíveis dada a complexidade do tecido produtor do pigmento, ou pelo fato do pigmento ser produzido somente em

determinadas fases do desenvolvimento do organismo dentro do ciclo de vida (VIKAS et al., 2013).

Um método promissor é a produção de biopigmentos por microrganismos que apresentam uma alta taxa de crescimento e viabilidade no desenvolvimento de bioprocessos (YUAN et al., 2009). A utilização de microrganismos na produção de pigmentos traz muitas vantagens, não só pela característica natural deles senão também pelo fato de não dependerem das condições climáticas nem geográficas para seu crescimento, sendo completamente controláveis e de rendimentos previsíveis (BABITHA, 2009). Os pigmentos microbianos são de interesse industrial, porque eles são mais estáveis e solúveis do que aqueles que são obtidos a partir de plantas e animais (VIKAS et al., 2013), e o mais importante é que podem ser produzidos utilizando como matéria prima, resíduos industriais e, assim, reduzir a poluição da água e do meio ambiente (BABITHA, 2009). Outras das vantagens de utilizar micro-organismos, é que podem ser modificados geneticamente, e como resultado a produção de pigmentos pelo microrganismo pode ser aumentada em grandes proporções (KUMAR et al. 2015).

Existem numerosas espécies de bactérias, fungos, leveduras e algas que podem produzir pigmentos, mas apenas alguns são considerados adequados para esta finalidade. Eles devem satisfazer critérios, tais como a capacidade de utilizar uma ampla variedade de fontes de carbono e nitrogênio, devem ter tolerância às condições de crescimento desejadas de pH, temperatura e concentração de minerais, rendimento razoável do produto, não devem ser tóxicos e patogênicos, e devem ser facilmente separados da sua massa celular (BABITHA, 2009).

Fermentações para a obtenção de pigmentos têm sido realizadas em sua maioria em culturas sólidas, mas devido aos rendimentos muito baixos, ainda não foi possível a obtenção de uma produção em escala industrial que seja econômica. Para aumentar o rendimento do pigmento, grandes partes das pesquisas centraram-se em culturas submersas ou líquidas. Estudos devem ser realizados de acordo com a cepa do micro-organismo de interesse devido a possível influência no rendimento pelos parâmetros de crescimento, mesmo antes de extrair o pigmento de interesse (MUKHERJEE; SINGH, 2011). A tabela 2 mostra alguns micro-organismos mais comuns produtores de pigmentos.

	Microrganismo	Cor
Bactérias	<i>Janthinobacterium lividum</i>	Roxo azulado
	<i>Achromobacter</i>	Creme
	<i>Bacillus sp</i>	Café
	<i>Brevibacterium sp</i>	Laranja-amarelo
	<i>Corynebacterium michiganense</i>	Cinza-creme
	<i>Pseudomonas sp</i>	Amarelo
	<i>Rhodococcus maris</i>	Vermelho-azulado
	<i>Streptomyces sp</i>	Amarelo, vermelho, azul
Fungos	<i>Serratia sp</i>	Vermelho
	<i>Aspergillus sp</i>	Vermelho-laranja
	<i>Blakeslea trispora</i>	Creme
	<i>Monascus purpureus</i>	Amarelo, laranja, vermelho
	<i>Helminthosporium catenarium</i>	Vermelho
	<i>H. gramineum</i>	Vermelho
	<i>H. cynodontis</i>	Bronze
	<i>H. avenae</i>	Bronze
Leveduras	<i>Penicillium cyclopium</i>	Laranja
	<i>P. nalgovensis</i>	Amarelo
	<i>Rodotorula sp</i>	Vermelho
	<i>Yarrowialipolytica</i>	Café
Alga	<i>Cryptococcus sp</i>	Vermelho
	<i>Phaffi rhodozyma</i>	Vermelho
	<i>Dunaliella salina</i>	Vermelho

Tabela 2. Microrganismos produtores de alguns pigmentos específicos.

Fonte: BABITHA (2009) modificada.

Os microrganismos podem produzir grandes variedades de pigmentos estáveis, tais como carotenóides, flavonóides, quinonas e rubraminas (ALIHOSSEINI et al. 2008). Apesar dos microrganismos produtores de pigmentos serem comuns, há um longo caminho a partir da placa de Petri para o mercado. Antes de serem utilizados para fins comerciais, deve ser feito muito trabalho experimental, otimização de processos, estudos toxicológicos e as questões regulatórias. Apenas alguns pigmentos são produzidos em escala industrial, devido aos regulamentos existentes, e nem todos podem entrar no mercado internacional (DUFOSSÉ et al. 2005).

Mercado dos corantes naturais

Mesmo sendo em certos casos mais caros do que seus análogos sintéticos, os pigmentos naturais têm segmentos de mercado que procuram por pigmentos naturais.

Os produtos são de grande valor comercial se são corados com compostos naturais (ABEROUMAND, 2011).

Embora o mercado de pigmentos bacterianos seja difícil de estimar, a demanda global por pigmentos orgânicos e corantes é esperado atingir quase 10 milhões de toneladas no ano de 2017, de acordo com a “Global Industry Analysts” (VENIL et al. 2013). A tabela 3 mostra alguns dos pigmentos naturais produzidos por bactérias e as aplicações de cada um.

Bactéria	Pigmento/ molécula	Cor	Aplicações
<i>Agrobacterium aurantiacum</i> , <i>Paracoccus carotinifaciens</i> , <i>Xanthophyllomyces dendrorhous</i>	Astaxantina	Rosa- vermelho	Suplemento alimentício
<i>Rhodococcus maris</i>	β -caroteno	Vermelho- azulado	Utilizado para tratar desordens como protoporfiria eritropoiética, reduz o risco de câncer de seio.
<i>Bradyrhizobium</i> sp., <i>Haloferax alexandrinus</i>	Cantaxantina	Vermelho escuro	Corante utilizado em alimentos, bebidas e preparações farmacêuticas.
<i>Corynebacterium insidiosum</i>	Indigotina	Azul	Proteção de estresse oxidativo
<i>Rugamonas rubra</i> , <i>Streptoverticillium rubrreticuli</i> , <i>Vibrio gaogenes</i> , <i>Alteromonas rubra</i> , <i>Serratia marcescens</i> , <i>Serratia rubidaea</i>	Prodigiosina	Vermelho	Anticarcinogênico, imunossupressor, antifúngico, algicida, e para tingimento (têxteis, velas, papel, tinta).
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Piocianina	Azul-verde	No metabolismo oxidativo, redução de inflamação local.
<i>Chromobacterium violaceum</i> , <i>Janthinobacterium lividum</i>	Violaceina	Roxo	Farmacêuticas (antioxidante, imunomodulador, antitumoral, atividade antiparasitária), tingimento (têxteis) e cosméticos
<i>Flavobacterium</i> sp., <i>Paracoccus zeaxanthinifaciens</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>	Zeaxantina	Amarelo	Utilizado para tratar distintas desordens, em sua maioria os que afetam os olhos.
<i>Xanthomonas oryzae</i>	Xantomonadina	Amarelo	Marcadores quimiotaxonômicos e de diagnóstico.

Tabela 3. Pigmentos naturais produzidos por bactérias.

Fonte: VENIL et al. (2013).

O desenvolvimento de alimentos com aparência atrativa é uma meta importante na indústria de alimentos. Produtores de alimentos, cada vez mais, estão se virando para as cores naturais devido a que o consumo de certos aditivos coloridos tem mostrado efeitos negativos na saúde. Os corantes microbianos já estão sendo utilizados na indústria da pesca para melhorar a cor de rosa do salmão de criadouro, assim como também alguns tem potencial antioxidante que pode ser acrescentado nos alimentos ou bebidas (VENIL et

al. 2013). Cor é agregada à comida pelas razões seguintes: para substituir a cor perdida ao longo do processo, para acrescentar a cor já presente, para minimizar as variações entre os lotes ou para corar os alimentos descoloridos (ABEROUMAND, 2011).

Alguns exemplos destes pigmentos utilizados na indústria alimentícia incluem o pigmento vermelho produzido pelo fungo *Monascus*, que é utilizado para melhorar as características organolépticas dos produtos alimentícios. Os β -carotenos, pigmentos com tonalidades amarelas, são utilizados pelas propriedades antioxidantes, sendo pro-vitamina A (KUMAR et al., 2015; LATHA et al., 2005). A riboflavina ou vitamina B2 é um corante utilizado em alimentos, de uso permitido em vários países. É utilizado principalmente em produtos à base de cereais (KUMAR et al., 2015).

Utilizados na indústria farmacêutica, encontramos compostos como antocianinas, pigmentos flavonoides solúveis em água com atividades biológicas como antioxidantes, redução de risco de câncer, e efeito inibitório no crescimento de tumores. A prodigiosina, produzida por *Vibrio psychroerythrus*, *Serratia marcescens*, *Pseudomonas magnesorubra* e outras eubactérias, é um pigmento vermelho tripirrol que tem mostrado atividade imunossupressora, antibiótica, antimalárica e com efeitos citotóxicos em linhas de células tumorais (KUMAR et al. 2015, VENIL et al. 2013). A violaceína, um pigmento violeta isolado principalmente da bactéria *Chromobacterium violaceum*, tem mostrado atividade antitumoral, antiparasitária, antiprotozoária, anticarcinogênica, antiviral, antibacteriana e antioxidante (KUMAR et al., 2015). Distintas espécies de *Monascus* são produtoras de pigmentos amarelos, laranjas e vermelhos, e a *Monascus purpureus* é a espécie utilizada para a produção de um produto usado na cozinha chinesa que resulta da fermentação do arroz junto com a levedura (“Red yeast rice”). É um microrganismo utilizado também como agente medicinal devido ao composto produzido, monacolina K uma lovastantina, utilizada para tratar a hipercolesterolemia (KUMAR et al., 2015; LIU et al., 2006).

Alguns corantes naturais como os compostos do tipo antraquinona têm mostrado notável atividade antibacteriana além de apresentar cores brilhantes, as quais podem ser utilizadas na produção de têxteis coloridos com características antimicrobianas (ALIHOSSEINI et al., 2008).

Propriedades dos pigmentos

Uma das características importantes dos pigmentos é a sua baixa solubilidade em água, sensibilidade ao calor e à luz, e instabilidade em certos pHs. As condições adequadas devem ser encontradas para manter um pigmento estável e que influa na produção de forma significativa: fonte de carbono e concentrações de nitrogênio ótimas, pH ótimo, temperatura ótima e níveis de oxigênio ou dióxido de carbono ótimos. As mudanças nas condições de crescimento podem aumentar a produção de pigmentos e até mesmo reduzir ou eliminar algum composto com efeitos colaterais indesejados como toxinas (DUFOSSÉ et al., 2005).

A presença de certos grupos atômicos favorece a absorção de luz em determinados comprimentos de onda, e produzem assim determinada cor. Estes grupos atômicos são

chamados de cromóforos, e podem ser responsáveis pela cor por si só. Alguns cromóforos incluem os grupos azo (-N = N-), o grupo nitro (-NO₂), sistemas aromáticos, grupos carbonila e duplas e triplas ligações carbono- carbono (OTTERSTÄTTER, 1999). Segundo é a natureza química da molécula e seus grupos cromóforos, assim será a coloração desta (RODRIGUEZ-AMAYA, 2016).

A presença de auxocromos, grupos com pares de elétrons não compartilhados podem acrescentar o efeito da cor, modificando a habilidade do cromóforo para absorver a luz. Se a inserção de um grupo atômico provoca uma modificação da cor na direção de amarelo-vermelho-violeta-azul, o efeito é chamado de efeito batocromo, e, se a direção é inversa, é chamado efeito hipsocromo. Alguns grupos funcionais na molécula promovem a solubilização dos corantes em água, tal como o grupo -SO₃ (OTTERSTÄTTER, 1999).

Os corantes naturais podem ser divididos em três grupos principais: os compostos heterocíclicos com estrutura tetra-pirrólica (clorofilas), os compostos de estrutura isoprenóide (carotenoides animais ou vegetais) e os compostos heterocíclicos que contêm oxigênio (flavonóides) (*Aditivos & Ingredientes*, 2009). Dos grupos mais encontrados na natureza estão os carotenoides, os quais desempenham um papel fundamental na dieta humana com seus atos como provitamina e antioxidante (LATHA et al., 2005). São sintetizados por muitos organismos incluindo animais, plantas e microrganismos e absorvem a luz na faixa de 400-550 nm, o que lhes confere a cor desde tons amarelos até tons de vermelhos (MOHAMMADI et al., 2012; NUGRAHENI et al., 2010).

Pigmentos nos microrganismos

A pigmentação é uma característica em comum de bactérias de diferentes origens filogenéticas e ambientais. Há vários grupos de pigmentos bacterianos que estão geralmente ligados de forma não covalente a proteínas. Os complexos pigmento-proteína estão organizados em forma de unidades fotossintéticas e consistem em centros de reações fotossintéticas ou como complexos de captura de luz (GROSSART et al., 2009).

Os pigmentos são sintetizados por alguns microrganismos a fim de proteger as células contra danos pelo impacto dos raios de luz visível e ultravioleta. Tais pigmentos são sintetizados por vários tipos de microrganismos como metabólitos secundários, e alguns são constituintes do citoplasma bacteriano. Alguns pigmentos são subprodutos metabólicos sintetizados pelos microrganismos em circunstâncias especiais (RASHID et al., 2014).

Pigmentos comumente produzidos, como os carotenoides, são antioxidantes que podem proteger contra várias espécies reativas de oxigênio, tais como peróxido de hidrogênio, radicais hidroxila e ânions superóxido. Algumas bactérias associadas a plantas sintetizam carotenoides que ajudam a defender contra os efeitos nocivos de espécies reativas de oxigênio geradas pela clorofila durante a fotossíntese. Os carotenoides podem fornecer proteção contra o dano causado pela radiação UV, especificamente proveem proteção no comprimento de onda de 320-400nm. (MOHAMMADI et al., 2012).

Estudos realizados demonstraram que os metabólitos bacterianos com propriedades antibióticas se encontravam sempre pigmentados enquanto os não pigmentados eram inativos (SOLIEV et al., 2011). Estudos também reportaram que espécies fitopatógenas deficientes em pigmentação apresentam uma redução na virulência nos cultivos, sugerindo que a pigmentação age de forma positiva aumentando a tolerância ao estresse ambiental do microrganismo. Em estudos com bactérias marinhas, mostrou-se que os pigmentos possuem dois papéis importantes: a adaptação às condições ambientais e de defesa contra predadores. Vários pigmentos bacterianos atuam como antagonistas, exibindo atividades antibióticas e antimicrobianas considerados uma arma poderosa para a sobrevivência e defesa contra outros organismos ou predadores eucariotos (SOLIEV et al., 2011).

A demanda de antibióticos novos é muito grande e está aumentando pela resistência dos patógenos aos antibióticos, causando ameaças de infecções. A mudança no padrão de doenças e o aparecimento de cepas bacterianas resistentes faz com que o uso de antibióticos seja contínuo e, portanto, aumenta a demanda por encontrar novos antibióticos como poderia ser o caso dos pigmentos bacterianos (RASHID et al., 2014).

Mesmo conhecendo as fontes promissoras de compostos biologicamente ativos, tais como os pigmentos, os rendimentos para proporcionar material suficiente para desenvolver drogas permanecem sendo variáveis e, às vezes, muito baixos. A principal razão para o baixo rendimento é que estes compostos são metabólitos secundários e a sua produção, às vezes, depende de mecanismos de “*quorumsensing*” (SOLIEV et al., 2011).

O “*quorumsensing*” pode ser definido como a capacidade das bactérias para se comunicar umas com as outras por meio de sinalização química. Em bactérias, a comunicação química envolve a produção, liberação, detecção e resposta a pequenas moléculas de tipo hormônios chamadas auto-indutores. Esta sinalização permite às bactérias monitorar o ambiente de outras bactérias e alterar o comportamento em grande escala populacional em resposta a alterações no número e/ou espécies presentes numa comunidade (WATERS; BASSLER, 2005).

Na natureza podemos observar uma diversidade de animais que apresentam várias cores para distintas finalidades, como por exemplo, as aves que exibem suas coloridas plumagens para atrair o sexo oposto, o camaleão que adapta sua coloração para a cor do ambiente em torno de si, fazendo da cor um importante meio de camuflagem, e como a coloração brilhante de alguns sapos serve para advertir potenciais predadores, mantendo-os longe. Essas explicações não podem ser utilizadas para explicar por que certos microrganismos são pigmentados. Devido a não apresentar percepção da cor, podem assumir pressões seletivas evolutivas por trás da aquisição desses pigmentos que, promovem a sua sobrevivência (LIU; NIZET, 2009).

Com os avanços na biotecnologia, os pesquisadores contemporâneos estão dedicados a estudar as bases moleculares e genéticas da coloração microbiana. Pesquisas utilizando pigmentos purificados ou mutantes isogênicos com pigmentação alterada

começaram a revelar o papel destas moléculas no patógeno dentro do ambiente hospedeiro e quais são as alterações nas células hospedeiras e a resposta imunológica (LIU; NIZET, 2009).

Na Amazônia brasileira, avanços do conhecimento de rizobactérias produtoras de colorantes são necessários, tendo em vista o potencial que podem apresentar (MONROY, 2016) e a diversidade de cores encontradas nos poucos estudos realizados até o momento (Figuras 1, 2).

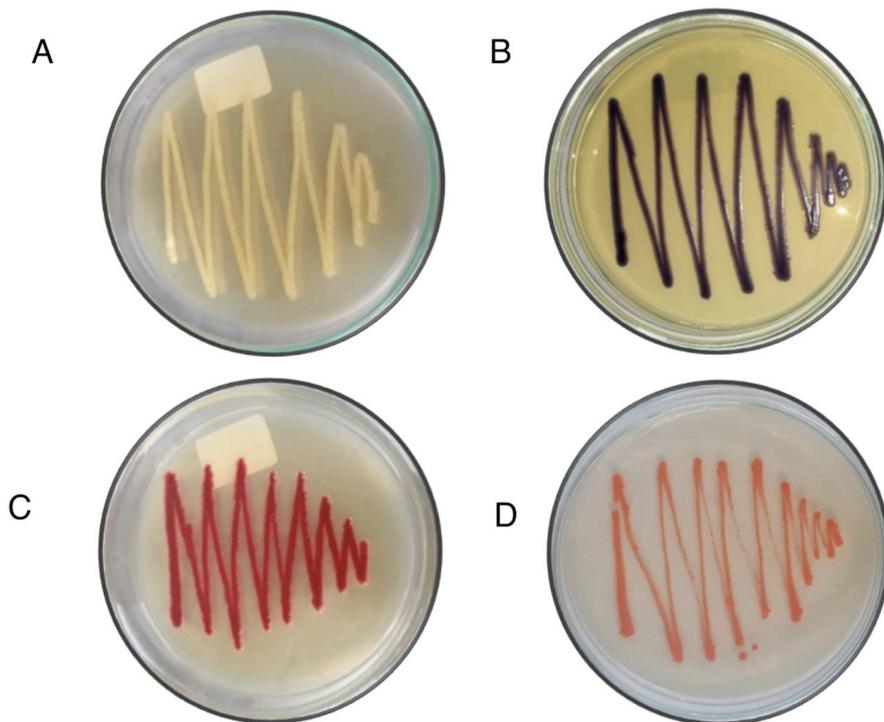


Figura 1 – Colônias bacterianas purificadas dos isolados de solo: (A) pigmento amarelo isolado do solo do INPA; (B) pigmento violeta isolado de solo do município do Careiro; (C) pigmento vermelho isolado do solo do INPA; (D) pigmento laranja isolado do solo da UFAM.



Figura 2. Detalhes das cores de três rizobactérias amazônicas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um grupo de bactérias comumente encontrado no sistema radicular de plantas amazônicas, denominadas genericamente de rizobactérias, vêm sendo pesquisadas nas últimas décadas visando obter bioprodutos de interesse biotecnológico.

No entanto, poucos estudos foram realizados até o momento com essa microbiota amazônica no que concerne à produção de corantes e pigmentos naturais, um bioproduto de grande interesse no mercado mundial de alimentos, cosméticos, produtos farmacêuticos e de tintas de um modo geral. Esses poucos estudos estão mostrando que investir no conhecimento dessas bactérias abre novas perspectivas para o seu uso biotecnológico, tendo em vista um mercado mundial avidamente interessado em colorantes naturais.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, CAPES e FAPEAM pelos recursos financeiros e bolsas para a realização dessa pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABEROUMAND, A. A review article on edible pigments properties and sources as natural biocolorants in foodstuff and food industry. **World journal of dairy & food sciences**. Egito, v. 6, n. 1, p. 71-78, jun. 2011.

ADITIVOS & INGREDIENTES. Os Corantes Alimentícios. **Editora Insumos**, São Paulo, v. 62, p. 28–39, mai./jun. 2009.

ALIHOSSEINI, F.; JU, K. S.; LANGO, J.; HAMMOCK, B. D.; SUN, G. Antibacterial colorants: Characterization of prodiginines and their applications on textile materials. **Biotechnology Progress**, v. 24, n. 3, p. 742–747, mai./jun. 2008.

ALMEIDA, M. R.; MARTINEZ, S. T.; PINTO, A. C. Chemistry of Natural Products: Plants that Witness Histories. **Revevista Virtual de Química**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, p. 1117–1153, mai./jun.2017.

ANASTÁCIO, L. B.; OLIVEIRA, D. A.; DELMASCHIO, C. R.; ANTUNES, L. M. G.; CHEQUER, F. M. D. Corantes Alimentícios Amarantho, Eritrosina B e Tartrazina, e seus possíveis Efeitos Maléficos à Saúde Humana. **Journal of Applied Pharmaceutical Sciences**, v. 2, n. 3, p. 16–30. set./dez. 2016.

AZEREDO, L. S.; MARCELINO, L. B.; PORRECA, P. P. *et al.* Corantes: naturais e artificiais. **Revista de Trabalhos Acadêmicos**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 6, p. 1–17, 2016.

BABITHA, S. Microbial Pigments. *In*: NIGAM, P. S. N.; PANDEY, A. (org.). *Biotechnology for Agro-industrial residues utilization*. **Springer**, 2009, p. 147-160.

BHAT, S. V.; KHAN, S. S.; AMIN, T. Isolation and characterization of pigment producing bacteria from various foods for their possible use as biocolours. **International Journal of Recent Scientific Research**, v. 4, n. 10, p. 1605–1609, 2013.

COVA, T. F. G. G.; PAIS, A. A. C. C.; MELO, J. S. S. Reconstructing the historical synthesis of mauveine from Perkin and Caro: procedure and details. **Nature Reviews Scientific Reports**, v. 7, n. 6806, p. 1–9, 2017.

CHUNG, K. Azo dyes and human health: A review. **Journal of Environmental Science and Health**, v. 34, n. 4, p. 233–261, 2016.

DUFOSSÉ, L. Microbial Production of Food Grade Pigments Microbial Production of Food Grade Pigments. **Food Technol. Biotechnol**, v. 44, n. 3, p. 313–321, 2006.

DUFOSSÉ, L.; GALAUPA, P.; YARONB, A.; et al. Microorganisms and microalgae as sources of pigments for food use: a scientific oddity or an industrial reality? **Trends in food science & technology**, v. 16, n. 9, p. 389-406, 2005.

FERREIRA, H. K. L.; MACHADO, S. E. F.; SANTANA, R. C. F.; ALBUQUERQUE, L. E. F. Avaliação in vitro do potencial antimicrobiano de *Streptomyces* sp. G- 27 contra micro-organismos de interesse clínico. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 6, n. 6, p. 316–322, 2016.

FIB. Dossiê Corantes. **Food Ingredients Brasil**, São Paulo, v. 39, p. 24–46, 2016.

GARCIA-SEGURA, S.; DOSTA, S.; GUILMANY, J. M.; BRILLAS, E. Solar photoelectrocatalytic degradation of Acid Orange 7 azo dye using a highly stable TiO₂ photoanode synthesized by atmospheric plasma spray. **Applied Catalysis B, Environmental**, v. 132, n. 133, p. 142–150, mar. 2013.

GOMES, L. M. M. BONACCORSI, I. L.; CACCIOLA, F.; UTCZÁS, M.; INFERRERA, V. Inclusion complexes of red bell pepper pigments with b-cyclodextrin: Preparation, characterisation and application as natural colorant in yogurt. **Food Chemistry**, v. 148, p. 428–436, abr. 2014.

GROSSART H. P.; THORWEST, M.; PLITZKO, I.; BRINKHOFF, T.; SIMON, M.; ZEECK, A. Production of a blue pigment (Glaukothalin) by marine *Rheinheimera* spp. **International Journal of Microbiology**, v. 2009, p. 1-7, jun. 2009.

HABASHI, F. Indigo and Bromo Indigo. The Plant and Animal Kingdoms. **Trends in Textile & Fashion Design**, v. 1, n. 4, p. 1–3, 2018.

HARA F. A. S.; OLIVEIRA L. A. Características fisiológicas e ecológicas de rizóbios oriundos de solos ácidos de Iranduba, Amazonas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 7 667-672, 2005.

KIM, H. J.; JI, G. E.; LEE, I. H. Natural occurring levels of citrinin and monacolin K in Korean *Monascus* fermentation products. **Food Sci. Biotechnol**, v. 16, n. 1, p. 142–145, jan. 2007.

KIRTI, K.; AMITA, S.; PRITI, S.; KUMAR, A. M.; JYOTI, S. Colorful World of Microbes: Carotenoids and Their Applications. **Advances in Biology**, v. 2014, p. 1-13, abr. 2014.

KUMAR, A.; VISHWAKARMA, H. S.; SINGH, J.; DWIVEDI, S.; KUMAR, M. Microbial pigments: production and their applications in various industries. **International Journal of Pharmaceutical, Chemical and Biological Sciences**, v. 5, n. 1, p. 203–212, 2015.

KURBANOGLU, E. B.; OZDAL, M.; OZDAL, O. G.; ALGUR, O. F. Enhanced production of prodigiosin by *Serratia marcescens* MO-1 using ram horn peptone. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 46. n. 2, p. 631-637, abr./jun. 2015.

LAPENDA, J. C. **Produção e caracterização de prodigiosina isolada de *Serratia marcescens* UCP 1549**. 2010. 64 p. Dissertação (Mestrado em ciências biológicas) – Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

LATHA B. V.; JEEAVARATNAM, K.; MURALI, H. S.; MANJA, K. S. Influence of growth factor on carotenoid pigmentation of *Rhodotorula glutinis* DFR-PDY from natural source. **Indian journal of biotechnology**, v. 4, p. 353-357, jul. 2005.

LIU G. & NIZET V. Color me bad: microbial pigments as virulence factors. **Trends in microbiology**, v. 19, n. 9, p. 406-413, ago/set. 2009.

LIU J.; ZHAN, J.; SHI, Y.; GRIMSGAARD, S.; ALRAEK, T.; FØNNEBØ, V. Chinese red yeast rice (*Monascus purpureus*) for primary hyperlipidemia: a meta-analysis of randomized controlled trials. **Chinese medicine**. v. 1. n. 4, p. 1-13, nov. 2006.

MARTINS, N.; RORIZ, C. L.; MORALES, P.; BARROS, L.; FERREIRAA, I. C. F. R. Food colorants: Challenges, opportunities and current desires of agro-industries to ensure consumer expectations and regulatory practices. **Trends in Food Science and Technology**, v. 52, p. 1–15, jun. 2016.

MESQUITA, S. D. S.; TEIXEIRA, C. M. L. L.; SERVULO, E. F. C. Carotenoids: Properties, applications and market. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 2, p. 672–688, abr. 2017.

MOHAMMADI, M.; BURBANK, L.; ROPER M. C. Biological role of pigment production for the bacterial phytopathogen *Pantoeastewartii* subsp. *Stewartii*. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 78, n. 19, p. 6859-6865, out. 2012.

MONROY, A.C. **Efeitos de parâmetros físicos e químicos na produção de pigmentos e biomassa de três bactérias isoladas de solos amazônicos.** Dissertação (Biotecnologia e Recursos Naturais da Amazônia) - Universidade do Estado do Amazonas, 2016.

MUKHERJEE, G.; SINGH, S. K. Purification and characterization of a new red pigment from **Monascus purpureus** in submerged fermentation. **Process Biochemistry**, v. 46, n. 1, p. 188-192, jan. 2011.

NUGRAHENI, S. A.; KHOERI, M. M.; KUSMITA, L.; WIDYASTUTI, Y.; RADJASA, O. K. Characterization of carotenoid pigments from bacterial symbionts of seagrass **Thalassia hemprichii**. **Journal of coastal development**, v. 14, n. 1, p. 51-60, out. 2010.

OLIVEIRA, A. N.; OLIVEIRA, L. A.; ANDRADE, J. S.; CHAGAS JÚNIOR, A. F. Atividade enzimática de isolados de rizóbia nativos da Amazônia Central crescendo em diferentes níveis de acidez. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 204-210, 2006a.

OLIVEIRA, A. N.; OLIVEIRA, L. A.; ANDRADE, J. S.; CHAGAS JÚNIOR, A. F. Enzimas hidrolíticas extracelulares de isolados de rizóbia nativos da Amazônia Central, Amazonas, Brasil. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 853-860, 2006b.

OLIVEIRA, A. N.; OLIVEIRA, L. A.; ANDRADE, J. S.; CHAGAS JÚNIOR, A. F. Produção de amilase por rizóbios, usando farinha de pupunha como substrato. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 61-66, jan./mar. 2007.

OTTERSTÄTTER, G. Coloring of food, drugs, and cosmetics. 1. ed. Estados Unidos: **Marcel Dekker**, 1999.

PEREIRA, D. M.; VALENTÃO, P.; ANDRADE, P. B. Dyes and Pigments Marine natural pigments: Chemistry, distribution and analysis. **Dyes and Pigments**, v. 111, p. 124–134, dez. 2014.

RASHID, M.; FAKRUDDIN.; MAZUMDAR, R. M.; KANIZ, F.; CHOWDHURY, A. Anti-bacterial activity of pigments isolated from pigment-forming soil bacteria. **British Journal of pharmaceutical research**, v. 4, n. 8, p.880-894, fev. 2014.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Natural food pigments and colorants. **Current Opinion in Food Science**, v. 7, p. 20–26, fev. 2016.

SOARES, P. A.; BATALHA, M.; SOUZA, S. M. A. G. U.; BOAVENTURA, R. A. R.; VILAR, V. J. P. Enhancement of a solar photo-Fenton reaction with ferric-organic ligands for the treatment of acrylic-textile dyeing wastewater. **Journal of Environmental Management**, v. 152, p. 120–131, abr. 2015.

SOLIEV, A.B.; HOSOKAWA, K; ENOMOTO, K. Bioactive pigments from marine bacteria: applications and physiological roles. **Marine Biotechnology**, v. 2011, p. 1-17, set. 2011.

TROVÓ, A. G.; GOMES, O.; MACHADO, A. E. H. Treatment of Effluent from a Factory of Paints Using Solar Photo-Fenton Process. **International Journal of Photoenergy**, v. 2013, p. 1–9, out. 2013.

VELMURUGAN, P.; LEE, Y. H.; VENIL, C. K.; LAKSHMANAPERUMALSAMY, P.; CHAE, J. C.; OH, B. T. Effect of light on growth, intracellular and extracellular pigment production by five pigment-producing filamentous fungi in synthetic medium. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, v. 109, n.4, p. 346-350, abr. 2010.

VENIL, C. K.; ZAKARIA, Z. A.; USHA, R.; AHMAD, W. Z. Isolation and characterization of flexirubin type pigment from *Chryseobacterium* sp. UTM-3T. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 3, n. 4, p. 103–107, out. 2014.

VIKAS, S.; KHAN, S. S.; AMIN, T. Isolation and characterization of pigment producing bacteria from various foods for their possible use as biocolours. **International Journal of Recent Scientific Research**, v. 4, n. 10, p. 1605-1609, 2013.

WATERS, C.; BASSLER, B. Quorum sensing: Cell-to-cell communication in bacteria. **Cell and Developmental Biology**, v. 21, p. 319-346, 2005.

YUAN, L.; WANG, L.; XUE, Y.; *et al.* Production of violet pigment by a new isolated psycrotrophic bacterium from a glacier in Xinjiang, China. **Biochemical Engineering Journal**, v. 43, n. 2, p. 135-141, fev. 2009.

ZANG, C.; YE, H.; CHANG, C.; *et al.* Identification and enhanced production of prodigiosin isoform pigment from *Serratia marcescens* N10612. **Journal of the Taiwan Institute of Chemical engineers**, v. 45, n. 4, p. 1133-1139, jun. 2014.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abelhas 256, 258, 259, 261, 262, 263, 264, 265
Agronegócio 136, 137, 141, 144, 145, 146, 147, 149
Alimentos 173, 183, 184, 186, 187, 192, 193, 197, 202, 212, 256, 257, 258, 260, 263
Ambientes Virtuais de Aprendizagem 19, 29
Andragogia 42, 44, 47, 48, 52, 53, 54, 56
Antidepressivos 329
Antifúngicos 214, 215, 220
Anti-Inflamatórios 215

B

Base Nacional Comum Curricular 37, 41
Biodiversidade 186, 217, 256

C

Cenário Educacional 21, 42
Ciências da Computação 1, 2, 16, 302
Competência Profissional 42
Conhecimento 2, 4, 5, 21, 24, 26, 27, 29, 30, 33, 36, 37, 39, 40, 41, 44, 45, 47, 52, 57, 58, 62, 63, 67, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 81, 82, 84, 88, 89, 97, 100, 104, 106, 130, 131, 139, 144, 146, 149, 150, 196, 197, 263, 277, 289, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 306, 307, 308, 311, 313, 315, 325, 326
Contexto Escolar 19, 35, 36
Corantes 186, 187, 188, 189, 191, 192, 193, 194, 197, 198
Covid-19 4, 16, 17, 21, 22, 28, 29, 88, 105
Cuidados Paliativos 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326
Cultura Organizacional 62, 147, 149, 150, 151, 152, 153, 154

D

Discente 30, 45, 72, 78, 79, 82, 83, 84

E

Economia Solidária 277, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 294, 295, 296, 297, 299, 300, 301, 302, 303, 304
Educação a Distância 1, 19, 31, 32, 44, 54
Educador 37, 83, 84, 130

Ensino Aprendizagem 18, 19, 26, 31, 35, 36, 41
Ensino Superior 21, 31, 42, 43, 47, 55, 73, 85, 133, 298, 301, 338
Enzimas 173, 186, 200, 219, 248, 261
Erubricas 42, 47, 48, 50, 52, 53

F

Fármacos 224, 237, 248, 249, 327, 329
Ferramentas Tecnológicas 41, 81, 84

H

Heutoagogia 42, 47
Hidrogéis 222, 224, 225, 226, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237
Holística 307, 317, 318

I

Inclusão Digital 36, 38
Inovação 24, 33, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 78, 81, 84, 87, 88, 89, 96, 98, 99, 128, 134, 136, 137, 138, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 150, 153, 154, 185, 243, 244, 315
Interdisciplinaridade 75, 76, 85, 300
Internet 1, 3, 4, 23, 26, 28, 29, 30, 31, 33, 35, 36, 39, 40, 41, 74, 102, 103, 152, 326

L

Laboratórios de Inovação 59, 60, 61, 63, 66, 68

M

Meio Ambiente 190, 247, 256, 257, 263, 282
Mercado de Trabalho 37, 84, 320
Metodologias Ativas 1, 2, 4, 45, 46
Micro-Organismos 189, 190, 198
Modelo Econômico 279, 293, 294
Multidisciplinaridade 72, 75, 85

N

Nanotecnologia 223, 236
Neuroplasticidade 328, 329

O

Óleo Essencial 222, 224, 225, 226, 236

Organização Pedagógica 19

Organizações não Governamentais (ONGs) 279, 285, 300

P

Pacientes 215, 317, 318, 320, 323, 325, 327, 328, 329, 332, 333, 334, 335, 336

Pandemia 1, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 29, 30, 35, 36, 39, 40, 41, 88, 105, 244, 245

Perímetro de Entorno 267, 268, 269, 274, 275

Pesquisa e Desenvolvimento 62, 89, 237

Pesticidas 256, 258, 259, 261, 262, 263, 265

Plantas Medicinais 214, 217

Plataformas Digitais 20, 25, 28, 35, 36

Política Pública 267, 268, 269, 288

Práticas Pedagógicas 18, 35, 36, 37, 39, 40

Produtos Cosméticos 222

Projeto Político Pedagógico 37

Propriedades Antioxidantes 193, 202

R

Reciclagem 238, 239, 240, 242, 243, 246, 247

Redução de Custos 108

Resíduos Sólidos 238, 240, 241

Reuso 239

Reutilização 238, 239, 242, 247, 338

Revolução Industrial 36, 307, 317

S

Sala Virtual 2

Sementes de Café 155, 156, 170

Setor Público 59, 60, 61, 62, 63, 65, 67, 68, 69, 70

Síndrome do Membro Fantasma 327, 328, 329

Socioculturais 29, 41, 305

Startups 147, 148, 149, 150, 153, 154

Sustentabilidade 63, 68, 136, 198, 222, 278, 279, 281, 282, 287, 294, 295

T

Tecnologias Aeroespaciais 100, 105, 106

Tecnologias da Informação e Comunicação 33, 56

Tecnologias Digitais 18, 19, 20, 22, 23, 26, 29, 30, 31, 37, 54, 57, 58

Terapia Espelho (TE) 327, 328, 329, 330, 333, 334, 336

Toxicidade 187, 214, 215, 237, 248, 259, 262

Transdisciplinaridade 71, 75, 76, 77, 85

U

Universidades 48, 59, 60, 73, 101, 102, 277, 286, 292, 293, 297, 302, 320

CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO:

A Nova Produção do Conhecimento 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO:

A Nova Produção do Conhecimento 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 