

The background of the cover features a composite image. On the left, a hand in a blue nitrile glove is adjusting the focus of a white microscope. The microscope's lens is positioned over a petri dish containing green plant leaves. To the right, a small green plant is visible. Overlaid on the right side are several chemical structures, including a complex polycyclic molecule with an HO group and a CH2 group, and a simpler structure with a carbonyl group (C=O) and a methyl group (CH3).

**Conceitos e metodologias
de integração em**
ciências biológicas
e da saúde 2

Daniela Reis Joaquim de Freitas
(Organizadora)

 **Atena**
Editora
Ano 2022

A grayscale background image featuring a microscope on the left, a pair of scissors on the right, and several chemical structures overlaid. One structure is a complex polycyclic molecule with a hydroxyl group (HO-), another is a carboxylate group (O=C-CH3), and a third is a simple alkene (H-C=C-H).

**Conceitos e metodologias
de integração em**
ciências biológicas
e da saúde 2

Daniela Reis Joaquim de Freitas
(Organizadora)

Atena
Editora
Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



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

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

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

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

Conselho Editorial**Ciências Biológicas e da Saúde**

Profª Drª Aline Silva da Fonte Santa Rosa de Oliveira – Hospital Federal de Bonsucesso

Profª Drª Ana Beatriz Duarte Vieira – Universidade de Brasília

Profª Drª Ana Paula Peron – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás



Prof. Dr. Cirênio de Almeida Barbosa – Universidade Federal de Ouro Preto
Prof^o Dr^a Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Prof^o 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^o Dr^a Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Prof^o Dr^a Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^o Dr^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^o 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^o Dr^a Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Prof^o 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^o 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 Aderval Aragão – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^o Dr^a Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Prof^o Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Prof^o 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^o Dr^a Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Maurilio Antonio Varavallo – Universidade Federal do Tocantins
Prof^o Dr^a Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^o 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^o Dr^a Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^o Dr^a Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^o Dr^a Sheyla Mara Silva de Oliveira – Universidade do Estado do Pará
Prof^o Dr^a Suely Lopes de Azevedo – Universidade Federal Fluminense
Prof^o Dr^a Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Prof^o Dr^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^o Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^o Dr^a Welma Emídio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco



Conceitos e metodologias de integração em ciências biológicas e da saúde 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadora: Daniela Reis Joaquim de Freitas

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C744 Conceitos e metodologias de integração em ciências biológicas e da saúde 2 / Organizadora Daniela Reis Joaquim de Freitas. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0306-7

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.067220807>

1. Saúde - Pesquisa - Metodologia. 2. Biologia. I. Freitas, Daniela Reis Joaquim de (Organizadora). II. Título.

CDD 610.72

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



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

O conhecimento da área biológica é rico e vasto, permeando a área ambiental, industrial, médica, e de saúde. E é na área de saúde que este conhecimento adquire um olhar mais interessante: desde a triagem e descoberta de novos compostos biológicos para fabricação de medicamentos a métodos diagnóstico de doenças, bem como a importante contribuição a Educação em Saúde para prevenção e controle de doenças.

A obra “Conceitos e metodologias de integração em ciências biológicas e da saúde 2” está focada em discutir a formação do conhecimento que permeia as Ciências Biológicas e a área da Saúde, dando ao leitor uma visão plural e ampla sobre o que está se produzindo atualmente. Esta obra possui onze capítulos compostos por artigos científicos originais baseados em trabalhos de pesquisa e trabalhos de revisão bibliográfica.

Os trabalhos descritos neste livro abordam caracterização de moléculas presentes em veneno de serpentes, ou aspectos farmacológicos e etnobotânicos da flor de algodão do México, a trabalhos envolvendo alcoolismo durante a gestação e lactação a eficiência de biopolímeros na conservação de rizobactérias e aplicações de realidade virtual e realidade aumentada na saúde; etc.

Temos certeza de que esta obra enriquecerá seu conhecimento e será uma leitura muito prazerosa. A Atena Editora, prezando pela qualidade, possui diversos revisores de universidades renomadas do país para revisar suas obras. Por isto, tenha certeza de que você está com um trabalho de excelente qualidade em mãos. Esperamos que você faça bom proveito de sua leitura!

Daniela Reis Joaquim de Freitas

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

PRINCIPAIS FÁRMACOS DESENVOLVIDOS A PARTIR DA EXTRAÇÃO DO VENENO DE SERPENTES BRASILEIRAS E SUAS APLICABILIDADES EM MEDICINA HUMANA E VETERINÁRIA

Pablo Mota Borges
Sônia de Avila Botton
Tônia Magali Moraes Brum
Lucas Lignane Bini
Talita Helena Sibata
Érika Mendes Palmieri
Júlia de Carvalho Martins
Valessa Lunkes Ely
Lara Baccarin Ianiski
Daniela Isabel Brayer Pereira
Luís Antonio Sangioni

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0672208071>

CAPÍTULO 2..... 13

POTENCIAL TERAPÊUTICO DE FOSFOLIPASES A₂ ISOLADAS DE PEÇONHAS DE SERPENTES: EFEITO ANTITUMORAL E ANTIANGIOGÊNICO EM DIFERENTES LINHAGENS DE CÉLULAS TUMORAIS

Ketleen Lucas do Carmo
Vinícius Queiroz Oliveira
Leonardo Oliveira Silva Bastos Andrade
Luísa Carregosa Santos
Jéssica Santos de Oliveira
Samuel Cota Teixeira
Veridiana de Melo Rodrigues
Cristiani Baldo da Rocha
Daiana Silva Lopes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0672208072>

CAPÍTULO 3..... 25

COMPOSIÇÃO QUÍMICA, ASPECTOS ETNOBIOLÓGICOS E FARMACOLÓGICOS DE *Gossypium hirsutum* L.: UMA REVISÃO

Naiza Saraiva Farias
Andressa Brandão de Souza
Fernanda Santos Sousa Costa
Maria Elenilda Paulino da Silva
Mariana dos Santos Santana
Monisya Oliveira Ferreira Brandão
Luciene Ferreira de Lima
Maria Flaviana Bezerra Morais-Braga

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0672208073>

CAPÍTULO 4..... 46

MANUAL DE ABORDAGEM DA SOBRECARGA HEPÁTICA DISMETABÓLICA DE FERRO EM PACIENTES COM OBESIDADE

Rafael Nascimento de Jesus
Elinton Adami Chaim
Everton Cazzo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0672208074>

CAPÍTULO 5..... 52

CONSUMO CRÔNICO DE ÁLCOOL DURANTE A GESTAÇÃO E LACTAÇÃO E SEUS EFEITOS SOBRE O TIMO E BAÇO DA PROLE

Yasmim Barbosa dos Santos
Bruno José do Nascimento
Érique Ricardo Alves
Laís Caroline Silva dos Santos
Maria Vanessa da Silva
Anthony Marcos Gomes dos Santos
Ismaela Maria Ferreira de Melo
Álvaro Aguiar Coelho Teixeira
Valéria Wanderley Teixeira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0672208075>

CAPÍTULO 6..... 65

EFICIÊNCIA DE BIOPOLÍMEROS NA CONSERVAÇÃO DE CÉLULAS DE RIZOBACTÉRIAS

Manuella Costa Sousa
Lillian França Borges Chagas
Kellen Ângela Oliveira de Sousa
Celso Afonso Lima
Ana Licia Leão Ferreira
Milena Barreira Lopes
Dalilla Moreira de Oliveira Moura
Pablo Timoteo da Silva
Letícia Bezerra de Almeida
Aloísio Freitas Chagas Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0672208076>

CAPÍTULO 7..... 83

IMPACTO DOS METAIS PESADOS PARA AMBIENTES AQUÁTICOS E PARA SAÚDE HUMANA

Joaquim Alexandre Moreira Azevedo
Alexandre Bomfim Barros
Aline de Moraes Amaral Barros
Velber Xavier Nascimento
Paulo Rogério Barbosa de Miranda
Maria Cristina Simões Barbosa
Camila Calado de Vasconcelos

CAPÍTULO 8..... 90

AS APLICABILIDADES E INOVAÇÕES DA REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA COM ENFOQUE EM SAÚDE: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Caio Jorge Martins da Silva
Juliana Raissa Oliveira Ricarte
Xênia Maia Xenofonte Martins
Thaynan dos Santos Dias
Matheus Aragão Dias Firmino
Géssica de Souza Martins
Eumara Yana de Oliveira Ricarte

CAPÍTULO 9..... 103

CLIMA ORGANIZACIONAL: CONCEITO-FERRAMENTA PARA A GESTÃO DA QUALIDADE

Flávia Christiane de Azevedo Machado
Suelen Ferreira de Oliveira
Janete Lima de Castro

CAPÍTULO 10..... 128

EFEITOS DO *POWERBREATHE* NO TREINAMENTO DA MUSCULATURA RESPIRATÓRIA DE ATLETAS DE BASQUETEBOL EM CADEIRA DE RODAS

Nayane Magalhães de Andrade Oliveira
Juliana Ribeiro Gouveia Reis

CAPÍTULO 11..... 140

FEIRA DE ASTRONOMIA REALIZADA NO COLÉGIO ESTADUAL BERTHOLDO CIRILO DOS REIS

Irineu Santos
Antonio Delson Conceição de Jesus

SOBRE O ORGANIZADOR..... 157

ÍNDICE REMISSIVO..... 158

CAPÍTULO 6

EFICIÊNCIA DE BIOPOLÍMEROS NA CONSERVAÇÃO DE CÉLULAS DE RIZOBACTÉRIAS

Data de aceite: 04/07/2022

Data de submissão: 24/05/2022

Manuella Costa Sousa

Universidade Federal do Tocantins
Gurupi – TO
<http://lattes.cnpq.br/0256046793020150>

Lillian França Borges Chagas

Universidade Federal do Tocantins
Gurupi – TO
<http://lattes.cnpq.br/6412767227344500>

Kellen Ângela Oliveira de Sousa

Universidade Federal do Tocantins
Gurupi -TO
<http://lattes.cnpq.br/5604850625107241>

Celso Afonso Lima

Universidade Federal do Tocantins
Gurupi – TO
<http://lattes.cnpq.br/0782819751659217>

Ana Licia Leão Ferreira

Universidade Federal do Tocantins UFT
Gurupi – TO
<http://lattes.cnpq.br/8744647007023408>

Milena Barreira Lopes

Universidade Federal do Tocantins UFT
Gurupi – TO
<http://lattes.cnpq.br/7450218592360093>

Dalilla Moreira de Oliveira Moura

Universidade Federal do Tocantins UFT
Gurupi – TO
<http://lattes.cnpq.br/1195107964910353>

Pablo Timoteo da Silva

Universidade Federal do Tocantins UFT
Gurupi – TO
<http://lattes.cnpq.bb/2712490778390595>

Letícia Bezerra de Almeida

Universidade Federal do Tocantins UFT
Gurupi – TO
<http://lattes.cnpq.bb/5227908102713736>

Aloísio Freitas Chagas Junior

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

RESUMO: A soja (*Glycine max*) é uma das leguminosas mais importantes do mundo, desempenhando um papel significativo na fixação biológica de nitrogênio através das rizobactérias. Tais microrganismos que atuam no sistema radicular da planta são inoculados por produtos biológicos, os quais devem conter células viáveis. A viabilidade dos inoculantes é um desafio no mercado, e biopolímeros vem sendo estudados na conservação de microrganismos. Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência da adição dos biopolímeros goma xanata e carboximetilcelulose na preservação de células de *Bradyrhizobium elkanii*, *Bradyrhizobium diazoefficiens*, *Azospirillum* sp., e *Pseudomonas fluorescens*, na inoculação de sementes de soja. Os inoculantes foram produzidos e armazenados com a adição dos biopolímeros. A inoculação das sementes de soja foi realizada com 0, 90, e 210 dias de armazenamento do inoculante, e semeadas em

vasos de 1 L. Após 50 dias da emergência foram avaliados os parâmetros fisiológicos como condutância estomática ($gs - mol H_2O m^{-2} s^{-1}$), taxa de assimilação de CO_2 ($A - \mu mol CO_2 m^{-2} s^{-1}$), taxa de transpiração ($E - mmol H_2O m^{-2} s^{-1}$), e os parâmetros morfológicos como altura de planta (ALT), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), número de nódulos (NNo), massa fresca dos nódulos (MFNo), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), e massa seca dos nódulos (MSNo). Foi possível verificar a eficiência da utilização dos biopolímeros na preservação das células dos microrganismos testados em 210 dias de armazenamento através das respostas obtidas no incremento de biomassa vegetal aérea e radicular, resultante da nodulação mais eficiente no inoculante com biopolímero.

PALAVRAS-CHAVE: Inoculante, Conservante, *Glycine max*.

EFFICIENCY OF BIOPOLYMERS IN THE CONSERVATION OF RIZOBACTERIA CELLS

ABSTRACT: Soy (*Glycine max*) is one of the most important legumes in the world, playing a significant role in biological nitrogen correction through rhizobacteria. Such microorganisms that act on the plant's root system are inoculated by biological products, which must contain viable cells. The viability of inoculants is a challenge in the market, and biopolymers have been studied in the conservation of microorganisms. Thus, the present study aimed to evaluate the influence of the addition of the xanatan gum and carboxymethylcellulose biopolymers on the preservation of cells of *Bradyrhizobium elkanii*, *Bradyrhizobium diazoefficiens*, *Azospirillum* sp., and *Pseudomonas fluorescens*, in the inoculation of soybean seeds. The inoculants were produced and stored with the addition of biopolymers. The inoculation of the soybean seeds was carried out with 0, 90, and 210 days of storage of the inoculant, and sown in 1 L. pots. After 50 days of emergence, physiological parameters were evaluated, such as stomatal conductance ($gs - mol H_2O m^{-2} s^{-1}$), CO_2 assimilation rate ($A - \mu mol CO_2 m^{-2} s^{-1}$), sweating rate ($E - mmol H_2O m^{-2} s^{-1}$), and morphological parameters such as plant height (HGT), aerial part fresh weight (APFW), fresh root weight (FRW), number of nodules (NNo), fresh mass of nodules (FMNo), aerial part dry mass (APDM), root dry mass (MSR), and nodule dry mass (DMNo). It was possible to verify the efficiency of the use of biopolymers in the preservation of the cells of the microorganisms tested in 210 days of storage through the responses obtained in the increase of aerial and root plant biomass, in addition to the more efficient nodulation in the inoculant with biopolymer.

KEYWORDS: Inoculant. Preservative. *Glycine max*.

1 | INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) é uma das leguminosas mais importantes do mundo, sendo que o Brasil está entre os cinco principais produtores, dos quais juntos representam 90% da produtividade. Além disso ela desempenha um papel significativo na agricultura sustentável e na economia devido sua capacidade de fixação de nitrogênio aliada a rizobactérias, as quais promovem a simbiose entre a planta e diversos microrganismos como *Bradyrhizobium* sp., *Bacillus* sp., *Azospirillum* sp. e *Pseudomonas* sp. (ZHAO et al., 2018; PAWAR et al.,

2018).

A utilização de bactérias promotoras de crescimento em plantas (BPCP) é uma maneira de reduzir o uso de fertilizantes químicos, visto que esses microrganismos têm a capacidade de colonizar o sistema radicular das plantas e melhorar seu desempenho (BERENDSEN et al., 2012; NEHRA et al., 2016).

Inoculantes tem a necessidade de utilizar algum método que mantenha a viabilidade celular durante longos períodos, e segundo Berninger et al. (2018), vários métodos podem ser utilizados, como por exemplo a adição de substâncias protetoras como trealose, goma arábica, carboximetilcelulose, alginato, goma xantana, entre outros. A utilização de exopolissacarídeos na formulação de inoculantes vem sendo testada devido sua capacidade de proteger células rizobianas contra fatores de estresse como salinidade, dessecação e pH (QURASHI & SABRI, 2012; TEWARI & ARORA, 2014). Testes da combinação de BPCP com carboximetilcelulose em plântulas de sorgo já foram realizados e comprovados como promotores de crescimento de raízes e da parte aérea, além de melhorar o índice de germinação (WIDAWATI & SULIASIH, 2018).

Diversos protetores celulares vêm sendo testados, e Santhosh (2015) pode comprovar que inoculantes produzidos sem a adição de protetores não suportaram 150 dias armazenados, enquanto inoculantes produzidos com polivinilpirrolidona, polietilenoglicol e goma arábica conseguem manter suas células viáveis em até 180 dias.

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi verificar a eficiência da utilização dos biopolímeros carboximetilcelulose e goma xantana na manutenção e viabilidade das células de *Bradyrhizobium elkanii*, *Bradyrhizobium diazoefficiens*, *Azospirillum* sp. e *Pseudomonas fluorescens* durante 210 dias de prateleira utilizados na cultura da soja.

2 | METODOLOGIA

O estudo foi conduzido na Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi, no período de março a dezembro de 2020. A região está localizada a 11°48'29" S, 48°56'39" W, 280 m de altitude, caracterizada como B1A'wa', clima úmido, megatérmico, com moderada deficiência de água no inverno (SOUZA et al., 2019).

Foram utilizados vasos com capacidade de 1,0 L, preenchidos como solo coletado em área de cultivo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico de textura média (SANTOS et al., 2018), na profundidade de 0-20 cm, apresentando as seguintes características químicas: Ca 1,2 cmol dm⁻³; Mg 0,6 cmol dm⁻³; Al 0,0 cmol dm⁻³; H+Al 2,2 cmol dm⁻³; K 0,07 mg dm⁻³; M.O. 1,6 dag kg⁻¹; C.O. 0,9 dag kg⁻¹; CTC (T) 4,07 cmol dm⁻³, SB 1,87 cmol dm⁻³; pH 5,6. As características físicas encontradas foram: 60% de areia, 5% de silte, e 35% de argila. O solo não foi corrigido, e nem realizado adubação em nenhum momento durante o experimento a fim de avaliar o verdadeiro potencial dos inoculantes testados.

Foi utilizado no experimento o delineamento inteiramente casualizado, com três

tratamentos, e 5 repetições, sendo um tratamento o inoculante sem a adição de biopolímero, outro com adição de carboximetilcelulose e outro com adição de goma xantana. Os inoculantes foram produzidos no laboratório de Agromicrobiologia Aplicada e Biotecnologia, sendo que para os microrganismos *Bradyrhizobium elkanii*, *Bradyrhizobium diazoefficiens* e *Azospirillum* sp., foi utilizado o meio de cultura MS2 (16 mL L⁻¹ de melão de soja e 4,0 g L⁻¹ de extrato de levedura), e para *Pseudomonas fluorescens* foi utilizado o meio de cultura MS3 (5,0 g L⁻¹ de peptona, 5,0 g L⁻¹ de extrato de levedura, 3,0 g L⁻¹ de cloreto de sódio, 3,0 g L⁻¹ de sulfato de magnésio, 0,5 g L⁻¹ de sulfato de potássio, 16 mL L⁻¹ de melão de soja). Após a fermentação, foi realizado a adição dos conservantes, sendo 15 mL da solução conservante esterilizada (0,1 g do biopolímero em 100 mL de água destilada) em 150 mL de inóculo fermentado, e armazenado em tubos do tipo Falcon a 5 °C, durante 210 dias.

Os testes foram realizados a fim de avaliar a manutenção da viabilidade das células das rizobactérias com a utilização dos biopolímeros, e por isso foi realizado testes utilizando o inoculante produzido em três datas diferentes de armazenagem, sendo elas: 0, 90 e 210 dias.

A cultura utilizada foi soja, cultivar CZ 37D43 IPRO, e a inoculação das sementes ocorreu da seguinte forma: para o experimento com *Bradyrhizobium elkanii* e *Bradyrhizobium diazoefficiens*, foi utilizado 40 µL do inoculante produzido em 20 g de semente, diluindo em 1 mL de água destilada para realizar a inoculação de todas as sementes de maneira uniforme. Para o experimento com *Azospirillum* sp., primeiro foi realizada a inoculação das sementes da mesma forma, porém utilizando *Bradyrhizobium* comercial, e após a secagem fez-se a inoculação com o *Azospirillum* sp., utilizando 100 µL do inoculante. E para o experimento com *Pseudomonas fluorescens*, foi feito a inoculação com *Bradyrhizobium* comercial da mesma forma, e posterior inoculação com 100 µL *Pseudomonas fluorescens*.

Após inoculadas foram semeadas 5 sementes por vaso. A emergência ocorreu com 5 dias após a semeadura, e o desbaste com 12 dias após a emergência deixando apenas duas plantas por vaso para a avaliação.

As avaliações foram realizadas com 50 dias após a emergência (DAE), onde foram realizadas avaliações dos parâmetros fisiológicos e morfológicos das plantas de soja. As avaliações fisiológicas foram realizadas utilizando o sistema aberto de fotossíntese com analisador de CO₂ e vapor d'água por radiação infravermelha (*Infra Red Gas Analyzer* – IRGA, modelo LCiSD, ADC System®) nas folhas da planta que não apresentavam nenhuma injúria. A radiação fotossinteticamente ativa na superfície foliar (Qleaf) durante as análises foi em média de 1778,44 µmol fótons m⁻² s⁻¹, e a temperatura média foliar foi de 39 °C. Durante a avaliação foram realizadas 10 leituras em cada repetição para obtenção de dados mais precisos, e as variáveis fisiológicas analisadas foram condutância estomática (g_s - mol H₂O m⁻² s⁻¹), taxa de assimilação de CO₂ (A - µmol CO₂ m⁻² s⁻¹), taxa de transpiração (E - mmol H₂O m⁻² s⁻¹).

Já para as análises morfológicas da planta, foi realizada a avaliação da altura de

planta (ALT) com o auxílio de uma régua milimetrada, e em seguida as plantas foram lavadas em água corrente para separar o material desejado e posteriormente foi feita a quantificação da massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), número de nódulos (NNo) e massa fresca dos nódulos (MFNo), utilizando balança analítica (0,001 g). Em seguida colocou-se então as plantas em sacos de papel devidamente identificados e colocados em estufa de secagem a 65 °C por 72 horas, para então ser realizada a aferição da massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), e massa seca dos nódulos (MSNo).

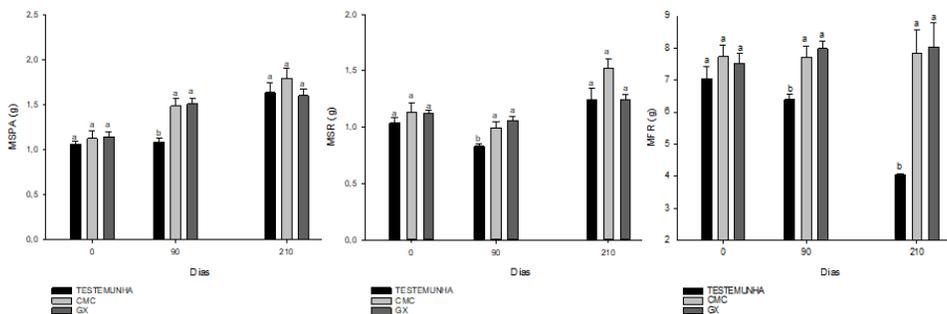
Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e teste de médias (Tukey a 5% de significância). Em seguida, todo o conjunto de dados foram submetidos a análise multivariada utilizando a técnica de componentes principais (PCA - *Principal Component Analysis*) (HAIR et al., 2009). Os autovetores foram utilizados para avaliar a importância de cada variável e tratamentos nos dois primeiros componentes, bem como a relação entre as variáveis, sendo que esses valores funcionaram como coeficientes de correlação (GOMES et al., 2004).

Todas as análises e gráficos foram realizados no software R versão 4.0 (TEAM, 2020), utilizando os pacotes MASS (RIPLEY et al., 2020), ExpDes.pt, FactoMineR (HUSSON et al., 2020), ggplot2 e no software SigmaPlot versão 14.0.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Bradyrhizobium elkanii

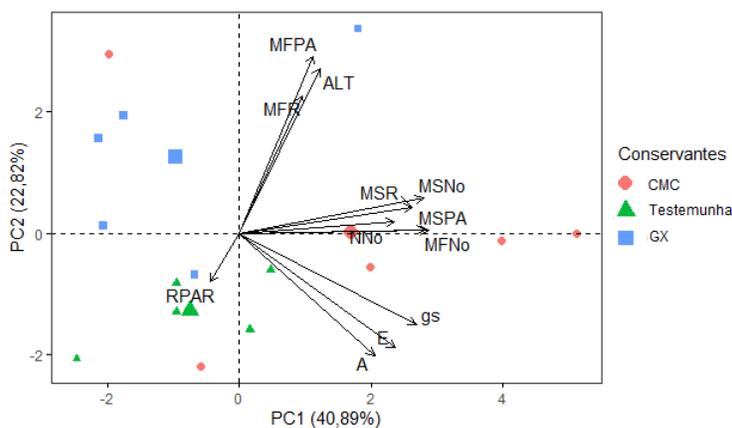
A inoculação das sementes de soja com *Bradyrhizobium elkanii* adicionado de polímeros se mostrou eficiente durante o período de armazenamento do inoculante (Figura 1) tanto para massa fresca como para massa seca. Nas figuras 1A e 1B, aos 90 dias, é possível observar como a utilização dos conservantes foram eficientes em manter a viabilidade das células de *Bradyrhizobium elkanii* que refletiu em uma melhor nodulação, devido a maior quantidade de células preservadas, conseqüentemente promovendo melhor desenvolvimento da planta, onde apresentou diferença tanto na massa seca da parte aérea (MSPA) quanto da raiz (MSR), e também apresentou diferença na massa fresca da raiz (MFR) (figura 1C) com 90 e 210 dias, indicando que a manutenção das células do microrganismo garantiu sua eficiência em formar maior biomassa de planta, principalmente no sistema radicular.



Médias seguidas de mesma letra minúscula, em cada tempo de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Figura 1. Massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), e massa fresca da raiz (MFR) de plantas de soja (*Glycine max*) inoculadas com *Bradyrhizobium elkanii*.

Na figura 2 está representado a análise de componentes principais, o qual realiza uma correlação entre todas as variáveis. Segundo Hair et al. (2009), o número adequado de componentes a ser utilizado deve ser representado pelo percentual mínimo de 80%, porém para obter este percentual seria necessário abordar mais de dois componentes principais, e isto dificultaria a interpretação dos resultados por utilizar mais de duas dimensões. Sendo assim, foi utilizado apenas o PC1 e PC2, com 63,71% da variação total, onde foi possível observar as inter-relações dos conservantes com o microrganismo através das respostas obtidas nas variáveis fisiológicas e morfológicas da planta.



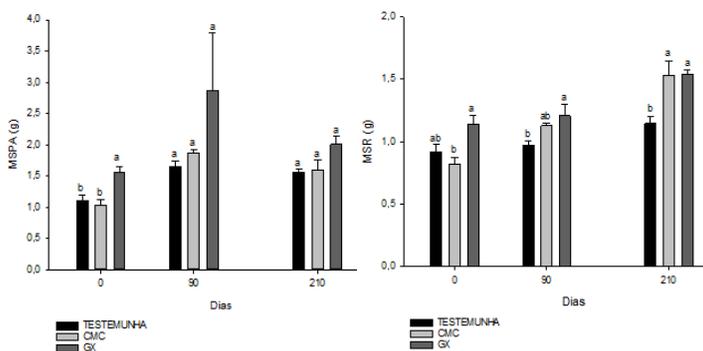
PC1: primeiro componente; PC2: segundo componente; ALT: altura de plantas; MFR: massa fresca da raiz; MSF: massa seca da raiz; MFPA: massa fresca da parte aérea; MSPA: massa seca da parte aérea; NNo; número de nódulos; MFNo: massa fresca dos nódulos; MSNo; massa seca dos nódulos; RPAR: relação da parte aérea com a raiz; E: taxa de transpiração; gs: condutância estomática; A: taxa de assimilação de CO_2 .

Figura 2. Biplot do primeiro e segundo componentes gerados a partir das variáveis resposta da soja (*Glycine max*) inoculada com *Bradyrhizobium elkanii* aos 210 dias de armazenamento com e sem a adição de biopolímero.

É visto que as variáveis mais sensíveis positivamente neste experimento foram: MSPA, MSR, NNo, MFNo, MSNo, as quais estão agrupadas mais próximas ao tratamento com carboximetilcelulose, afirmando a eficiência deste biopolímero na conservação das células após 210 dias. Ambos conservantes apresentaram distância euclidiana próximas sendo 2,76 para GX e 2,54 para CMC, estando opostos à testemunha, justificando seu desempenho na manutenção da qualidade do inoculante. Em relação às análises fisiológicas, todas as variáveis analisadas apresentaram-se próximas tanto da testemunha quanto do tratamento com carboximetilcelulose, sendo notável que a utilização de goma xantana pode ter afetado negativamente a manutenção do número células diminuindo a eficiência do microrganismo em promover a nodulação, explicando assim os resultados obtidos na morfologia, os quais estão diretamente relacionados com a menor eficiência fisiológica pela menor nodulação proporcionada a partir das células preservadas com goma xantana.

Bradyrhizobium diazoefficiens

Já para a inoculação da soja com *Bradyrhizobium diazoefficiens*, é possível observar que o tratamento com goma xantana foi superior aos demais apenas no tempo 0, e que para parte aérea a adição dos biopolímeros não apresentou diferença durante os 210 dias de armazenamento (Figura 3A). Em relação a raiz, é possível observar que em todos os períodos de avaliação, a utilização de biopolímero foi eficiente, sendo que no tempo 0 a utilização de goma xantana foi mais eficiente do que a carboximetilcelulose, porém com 90 dias esses biopolímeros obtiveram resultados semelhantes entre eles e superiores à testemunha, e com 210 dias do inoculante armazenado, a utilização do mesmo com o emprego dos biopolímeros se mostrou eficiente no desenvolvimento das raízes de soja devido a maior nodulação em relação à utilização do inoculante sem nenhum método de conservação das células bacterianas (figura 3B).

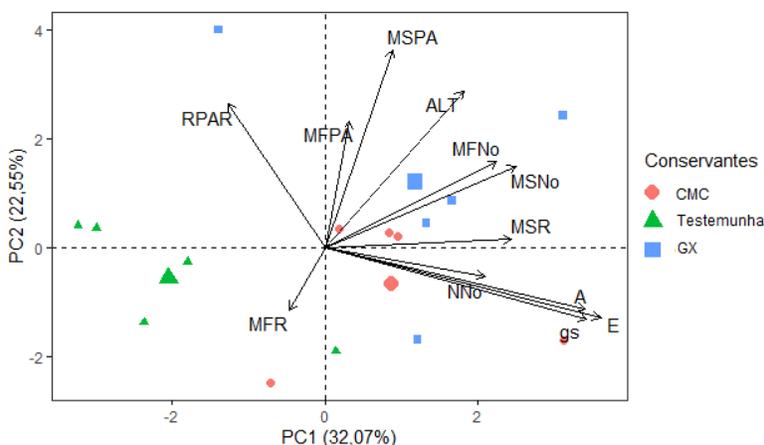


Médias seguidas de mesma letra minúscula, em cada tempo de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Figura 3. Massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) de plantas de soja (*Glycine Max*) inoculadas com *Bradyrhizobium diazoefficiens*.

Na análise de componentes principais para este experimento, também foi utilizado o PC1 e PC2, com 54,62% de variação total (Figura 4). Foi possível observar que os tratamentos com biopolímeros estão opostos à testemunha, justificando a influência da sua utilização com os bons resultados obtidos.

Nesta análise as plantas tiveram o metabolismo mais ativo quando inoculadas com o microrganismo preservado com carboximetilcelulose, devido atuar nas raízes produzindo os nódulos, o que gerou uma resposta fisiológica mais acentuada. Porém com relação à nodulação, apesar do tratamento com CMC ter produzido mais nódulos, o tratamento com goma xantana produziu nódulos maiores, visto que a massa fresca e seca foi maior, e isso promoveu melhores resultados no desenvolvimento da planta.



PC1: primeiro componente; PC2: segundo componente; ALT: altura de plantas; MFR: massa fresca da raiz; MSF: massa seca da raiz; MFPA: massa fresca da parte aérea; MSPA: massa seca da parte aérea; NNo; número de nódulos; MFNo: massa fresca dos nódulos; MSNo; massa seca dos nódulos; RPAR: relação da parte aérea com a raiz; E: taxa de transpiração; gs: condutância estomática; A: taxa de assimilação de CO₂.

Figura 4. Biplot do primeiro e segundo componentes gerados a partir das variáveis resposta da soja (*Glycine max*) inoculada com *Bradyrhizobium diazoefficiens* aos 210 dias de armazenamento com e sem a adição de biopolímero.

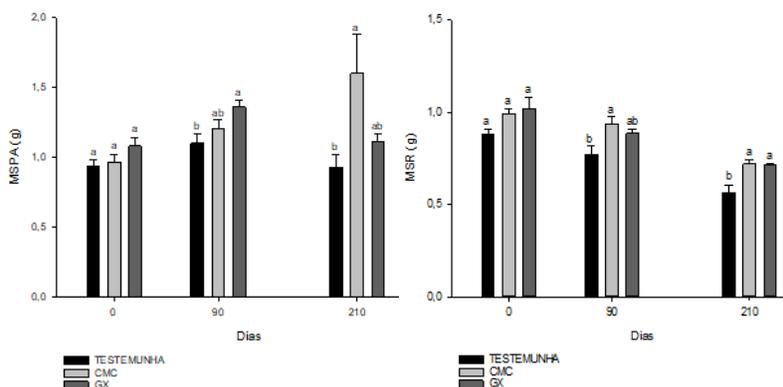
A distância euclidiana para CMC foi de 2,93, enquanto para GX foi de 3,68, sendo que as variáveis com maiores contribuições são as que estão representadas no primeiro quadrante, e as variáveis correlacionadas negativamente são as dispostas em sentidos opostos da origem da figura, mostrando que os dois tratamentos foram significativos em relação a testemunha, a qual está representada nos quadrantes opostos (negativo).

As espécies de *Bradyrhizobium* formam relações simbióticas com leguminosas, realizando a fixação de nitrogênio na parte radicular da planta pela formação de nódulos, e segundo Polenko et al. (1987) e Son et al. (2006) a co-inoculação pode aumentar em número e massa a nodulação, aumentando a disponibilidade de nutrientes para soja.

Com isso percebe-se como é relevante a utilização dos biopolímeros na conservação de inoculantes, uma vez que foram eficientes em aumentar número e massa de nódulos sem a necessidade de co-inoculação.

***Azospirillum* sp.**

Para a inoculação das sementes de soja com o *Azospirillum* sp., foi possível concluir que a utilização dos biopolímeros foi eficiente na manutenção e viabilidade das células, as quais conseguiram promover o desenvolvimento da planta devido aos efeitos benéficos da inoculação das sementes, que fez a planta desenvolver melhor sua parte aérea e radicular (Figura 5).



Médias seguidas de mesma letra minúscula, em cada tempo de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

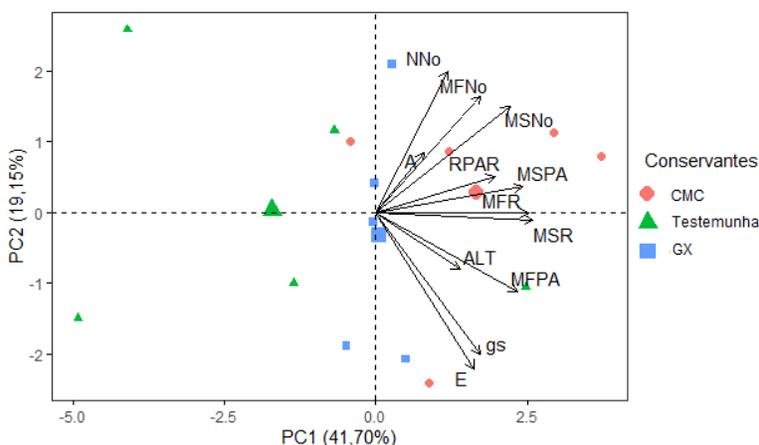
Figura 5. Massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) de plantas de soja (*Glycine max*) inoculadas com *Azospirillum* sp.

Em relação à massa seca da parte aérea (Figura 5A), houve diferença estatística com 90 dias, onde a utilização do inoculante com o biopolímero goma xantana promoveu a manutenção de maior número de células, as quais foram mais eficientes em formar nódulos e conseqüentemente desenvolver a parte aérea; porém com 210 a quantidade de células diminuiu bastante, visto que a utilização de carboximetilcelulose conseguiu manter as células viáveis para nodulação da planta, que apresentou melhores resultados de massa seca em relação a testemunha. Já em relação à raiz (Figura 5B), os resultados também foram melhores quando utilizado o inoculante conservado com biopolímero, que em 90 dias foi melhor com a presença da carboximetilcelulose, e com 210 dias os dois biopolímeros apresentaram melhores resultados na manutenção da viabilidade das células de *Azospirillum* sp., em relação à testemunha, já que as plantas responderam de maneira positiva.

Dentre as bactérias promotoras de crescimento em plantas, o *Azospirillum* brasiliense

está entre as mais estudadas e utilizadas na lavoura devido sua capacidade de aumentar a produtividade, especialmente por atuar no incremento radicular das plantas através da absorção de água e minerais (FIBACH-PALDI et al., 2012).

Na análise de componentes principais para a utilização do *Azospirillum* sp., também foi utilizado o PC1 e PC2, com 60,85% de variação total (Figura 6). Foi possível observar que os tratamentos com biopolímeros também foram significativamente positivos em relação a testemunha, o que afirma a necessidade da utilização de biopolímeros para garantir o potencial do microrganismo de atuar no desenvolvimento da planta pelo seu desempenho na rizosfera.



PC1: primeiro componente; PC2: segundo componente; ALT: altura de plantas; MFR: massa fresca da raiz; MSF: massa seca da raiz; MFPA: massa fresca da parte aérea; MSPA: massa seca da parte aérea; NNo: número de nódulos; MFNo: massa fresca dos nódulos; MSNo: massa seca dos nódulos; RPAR: relação da parte aérea com a raiz; E: taxa de transpiração; gs: condutância estomática; A: taxa de assimilação de CO₂.

Figura 6. Biplot do primeiro e segundo componentes gerados a partir das variáveis resposta da soja (*Glycine max*) inoculada com *Azospirillum* sp. aos 210 dias de armazenamento com e sem a adição de biopolímero.

Na análise dos componentes principais da atuação dos biopolímeros na garantia de viabilidade do *Azospirillum* sp. foi possível perceber que houve influência significativa quando utilizados como conservantes, uma vez que a testemunha ficou totalmente oposta a todas as variáveis analisadas. A utilização dos biopolímeros influenciou positivamente a manutenção do microrganismo durante 210 dias, garantindo que ele obtivesse maior quantidade de células e melhor eficiência em promover o desenvolvimento da planta a partir da relação do *Azospirillum* sp. em consórcio com o *Bradyrhizobium* utilizado, proporcionando assim melhor nodulação. O tratamento com CMC apresentou maior distância euclidiana do controle, sendo de 3,39, enquanto para GX foi de 1,8; e os vetores que foram agrupados com maior proximidade do CMC são MSPA, MSR, MFR RPAR, e

MSNo, que são as variáveis de maior representatividade para identificação de diferença entre as plantas, garantindo que esse conservante tenha sido mais eficiente.

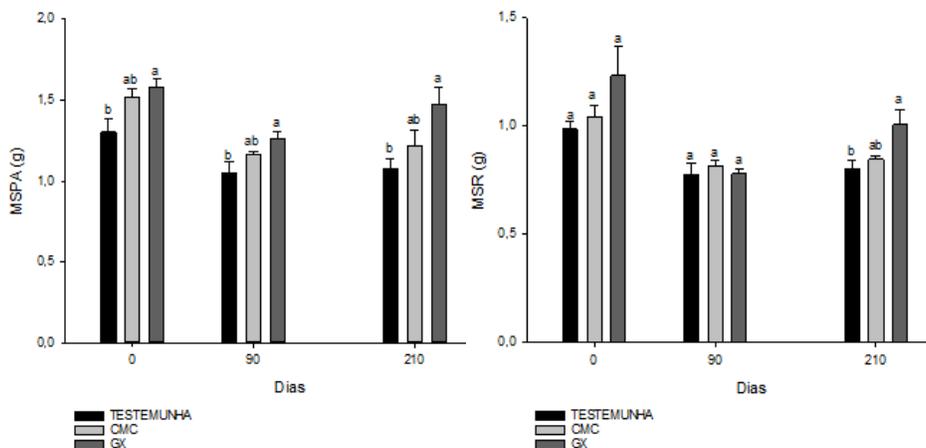
Foi avaliado por Bulegon et al. (2016), que a utilização de *Azospirillum brasiliense* estimula a nodulação da cultura da soja e aumenta a eficiência na utilização do carbono assimilado pela planta, e isto está de acordo com os resultados obtidos no presente estudo, onde os biopolímeros conseguiram manter maior número de células de *Azospirillum* sp. em 210 dias de armazenamento, conseqüentemente melhor nodulação, e maior eficiência em produzir biomassa seca na planta, a qual é feita de carbono que foi melhor assimilado pela planta onde tinha maior número de bactérias presentes em sua rizosfera.

Em testes realizados por Gopal & Baby (2016), sobre a adição de produtos químicos na formulação líquida de *Azospirillum*, garantiram longos períodos de prateleira, mas foi observado que houve queda no número de UFC mL⁻¹ em todos os tratamentos, sendo que para a utilização de trealose obteve-se 6x10⁸ UFC mL⁻¹ em 7 meses de armazenamento, provavelmente devido a capacidade de retenção de água deste composto garantindo a resistência contra dessecação.

Além da utilização de conservantes para garantir a viabilidade do microrganismo, a baixa taxa de oxigenação durante o armazenamento está associada com a vida útil do *Azospirillum* sp., que segundo Carrasco-Espinosa et al. (2015), fermentações aeróbias são menos eficientes para este microrganismo.

Pseudomonas fluorescens

A utilização de inoculante a base de *Pseudomonas fluorescens* em soja também apresentou bons resultados quando conservados com biopolímeros em 210 dias de prateleira (Figura 7). Na Figura 7A é possível perceber que em todos os períodos de avaliação, a utilização de goma xantana foi eficiente para preservar as células de *Pseudomonas fluorecens*, e isso fez com que a simbiose entre microrganismo e planta fosse mais eficiente, o que garantiu melhores resultados na parte aérea da planta.

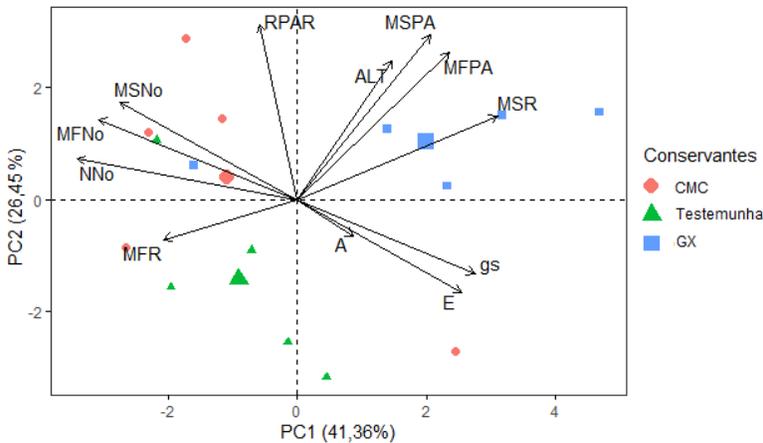


Médias seguidas de mesma letra minúscula, em cada tempo de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Figura 7. Massa seca da parte aérea (A) e massa seca da raiz (B) de plantas de soja (*Glycine max*) inoculadas com *Pseudomonas fluorescens*.

Já na Figura 7B, apenas com 210 dias foi possível perceber diferença na interação do microrganismo adicionado de goma xantana em relação à testemunha, e que a presença do biopolímero nas células de *Pseudomonas fluorescens* fez com que a planta respondesse melhor devido à maior quantidade de células viáveis do microrganismo presente no inoculante.

Na análise de componentes principais para a utilização de *Pseudomonas fluorescens*, também foi utilizado o PC1 e PC2, com 67,81% de variação total (Figura 8), observando maior influência do biopolímero GX em relação a produção de biomassa seca, pelo fato de ter ocorrido uma nodulação mais eficiente, visto que os vetores correspondentes a massa seca da parte aérea e massa seca de raiz apresentaram um ângulo menor em relação ao tratamento com GX, indicando maior afinidades das células com este biopolímero, que consequentemente proporcionou melhor atuação no sistema radicular.



PC1: primeiro componente; PC2: segundo componente; ALT: altura de plantas; MFR: massa fresca da raiz; MSF: massa seca da raiz; MFPA: massa fresca da parte aérea; MSPA: massa seca da parte aérea; NNo: número de nódulos; MFNo: massa fresca dos nódulos; MSNo: massa seca dos nódulos; RPAR: relação da parte aérea com a raiz; E: taxa de transpiração; gs: condutância estomática; A: taxa de assimilação de CO_2 .

Figura 8. Biplot do primeiro e segundo componentes gerados a partir das variáveis resposta da soja (*Glycine max*) inoculada com *Pseudomonas fluorescens* aos 210 dias de armazenamento com e sem a adição de biopolímero.

As variáveis analisadas responderam melhor à utilização das células bacterianas conservadas com biopolímero, visto que proporcionaram maior nodulação, porém é nítido a maior eficácia da goma xantana visto que obteve melhores dados de massa seca tanto para parte aérea como raiz.

As médias dos valores de número de nódulos para o tratamento com CMC foram as melhores, porém em relação razão da massa seca por número de nódulos de GX foi melhor, e isso implicou no posicionamento dos vetores das respostas fisiológicas, correspondendo melhor ao tratamento com GX, pelo fato do microrganismo conservado por este biopolímero ter sido eficaz em disponibilizar mais nutrientes para a planta, onde a mesma conseguiu realizar mais trocas gasosas e realizar absorção de carbono para o seu metabolismo, consequentemente acumulando mais biomassa.

Outro fator que pode ser observado é a distância euclidiana que foi maior para GX (3,82) do que para CMC (1,83), observando também que os vetores MSPA, MSR e ALT estão correspondendo à utilização de GX, confirmando a eficiência deste biopolímero em manter as células do microrganismo viáveis para realizar a promoção de crescimento da planta.

Em estudo feito por Praveen Biradar e Santhosh (2018), a utilização de goma xantana como adjuvante em inoculante a base de *Pseudomonas fluorescens* para avaliação da vida útil obteve melhores valores de UFC mL^{-1} quando comparado com a utilização de carboximetilcelulose, e esses dados se assemelham aos do presente estudo, onde

GX influenciou indiretamente mais na resposta morfológica das plantas, provavelmente devido a maior quantidade de células presentes no inoculante utilizado após 210 dias de armazenamento.

A rizocompetência é a capacidade de um microrganismo advindo de um inoculante resistir as adversidades encontradas no solo, como competição por nutrientes, espaço e metabólitos secretados por outros microrganismos; e por isso há a necessidade de se formular um produto com meio de cultura que ofereça todos os nutrientes necessários e que possa proteger o microrganismo de tais adversidades, garantindo assim maior período de prateleira com alto de UFC mL⁻¹ e viabilidade das células (SAHU & BRAHMAPRAKESH, 2016).

Segundo Bhattacharyya & Jha (2012), as rizobactérias estão sendo constantemente utilizadas na substituição de agroquímicos, e diversos estudos têm provado que as substâncias produzidas por microrganismos na parte radicular das plantas atuam direta e indiretamente no metabolismo da planta. Para Widawati¹ e Suliasih (2018), a utilização de carboximetilcelulose em inoculante a base de *Azospirillum*, pode potencializar o índice de germinação de sementes de sorgo, assim como aumentar o crescimento de raiz e brotos *in vitro*, o que pode ser observado neste estudo, onde a utilização de CMC garantiu maior eficiência para o microrganismo atuar na parte radicular da planta de soja (Figura 5B, Figura 6).

A utilização de CMC também foi testada por França et al. (2013), na preservação de células de *Rhizobium tropici* e *Bradyrhizobium japonicum*, que sobreviveram por 180 dias com a utilização do biopolímero indicando a viabilidade do uso de CMC. Já Mohamed et al. (2019), utilizaram alguns aditivos poliméricos na conservação de inoculante rizobial que garantiu elevado número de células por dois meses de armazenamento, porém afirmaram que a sobrevivência da célula depende tanto do tipo de aditivo quanto a cepa utilizada, relacionando os resultados do presente estudo onde CMC foi mais eficiente para *Bradyrhizobium elkanii* e GX para *Bradyrhizobium diazoefficiens*.

De acordo com Pioneer (2004), uma inoculação adequada deve apresentar entre 10 a 30 nódulos por planta, e os valores obtidos no presente estudo foram iguais ou superiores ao recomendado nos tratamentos com conservantes. Os resultados obtidos se assemelham também aos resultados da pesquisa de Braccini et al. (2016), onde obteve 18, 48 nódulos por planta utilizando *Bradyrhizobium japonicum* líquido inoculado em sementes, e 16,48 nódulos por planta utilizando *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasiliense* também inoculados em sementes.

A eficiência da fotossíntese é de extrema importância para as plantas, e segundo Silva et al. (2019), a taxa de fotossíntese é a relação do número de moléculas de CO₂ fixadas por unidade de área foliar por unidade de tempo, e isto está relacionado com a capacidade da planta realizar trocas gasosas, visto que nesse estudo foi determinante para a produção de biomassa da planta, onde melhores resultados em nodulação resultaram em

melhores resultados na morfologia da planta.

Uma forma de relacionar a influência dos microrganismos no metabolismo das plantas é através das respostas morfológicas, e estas podem ser relacionadas com os parâmetros fisiológicos como a taxa de transpiração (E), condutância estomática (g_s) e a taxa de assimilação de CO_2 (A) (TAIZ et al., 2017). Desta forma, foi possível perceber com as análises de componentes principais (Figuras 2, 4, 6 e 8), como a utilização dos biopolímeros responderam significativamente na viabilidade dos microrganismos, uma vez que o ângulo formado nas figuras representado pelos vetores referentes às características fisiológicas corresponderam significativamente aos tratamentos com goma xantana e carboximetilcelulose, podendo perceber também que essas mesmas variáveis apareceram na maioria das vezes angularmente opostas a testemunha.

A condutância estomática (g_s) e a assimilação de carbono (A) dependem das concentrações de carbono interna e externas nas folhas, e segundo Kaschuk et al. (2010), aproximadamente 14% do carbono assimilado pela planta é repassado para as rizobactérias diazotróficas a fim de realizar a troca de compostos nitrogenados. Isto pode ser observado nos tratamentos onde foi utilizado biopolímero, confirmando que tanto CMC quanto GX foram capazes de armazenar mais células dos microrganismos e mantê-las viáveis, visto que isso está relacionado com uma melhor eficiência da bactéria na parte radicular da planta, o que produziu melhor nodulação, influenciando no metabolismo e trocas gasosas.

Neste estudo, percebe-se diferença significativa na inoculação de sementes de soja com a utilização de inoculantes preservados com biopolímeros, influenciando nas características morfológicas e fisiológicas em plantas de soja, confirmando o potencial de preservação da quantidade de células e da viabilidade destas mesmo após 210 dias de armazenamento.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Utilizar carboximetilcelulose e goma xantana para preservar células de *Bradyrhizobium elkanii*, *Bradyrhizobium diazoefficiens*, *Azospirillum* sp., e *Pseudomonas fluorescens* foi eficiente para manter a viabilidade dos microrganismos, e consequentemente melhor nodulação, e consequente eficiência em promover o crescimento vegetal da parte aérea e radicular de plantas de soja mesmo após 210 dias de armazenamento.

REFERÊNCIAS

BERENDSEN, R. L.; PIETERSE, C. M. J, BAKKER, P. A. H. M. The rhizosphere microbiome and plant health. **Trends in Plant Science**, v. 17, n. 8, p. 478-486, 2012.

BERNINGER, T.; LÓPEZ, O. G.; BEJARANO, A.; PREININGER, C.; SESSITSCH, A. Maintenance and assessment of cell viability in formulation of non-sporulating bacterial inoculants. **Microbial Biotechnology**. v. 11, n. 2, p. 277-301, 2018.

BHATTACHARYYA, P. N.; JHA, D. K. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 28, n. 4, p. 1327-1350, 2012.

BRACCINI, A. L.; MARIUCCI, G. E. G.; SUZUKAWA, A. K.; LIMA, L. H. S.; PICCININ, G. G. Co-inoculação e modos de aplicação de *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada na nodulação das plantas e rendimento da cultura da soja. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 15, n. 1, p. 27-35, 2016.

BULEGON, L. G.; GUIMARÃES, V. F.; EGEWARTH, V. A.; SANTOS, M. G.; HELING, A. L.; FERREIRA, S. D.; WENGRAT, A. P. G. S.; BATTISTUS, A. G. Crescimento e trocas gasosas no período vegetativo da soja inoculada com bactérias diazotróficas. **Nativa**, v. 4, p. 277-286, 2016.

CARRASCO-ESPINOSA, K.; GARCÍA-CABRERA, R. I.; BEDOYA-LÓPEZ, A.; TRUJILLO-ROLDÁN, M. A.; VALDEZ-CRUZ, N. A. Positive effect of reduced aeration rate on growth and stereospecificity of DL-malic acid consumption by *Azospirillum brasilense*: improving the shelf life of a liquid inoculant formulation. **Journal of Biotechnology**, v. 195, p. 74-81, 2015.

FIBACH-PALDI, S.; BURDMAN, S.; OKON, Y. Key physiological properties contributing to rhizosphere adaptation and plant growth promotion abilities of *Azospirillum brasilense*. **FEMS Microbiology Letters**, v. 326, n. 2, p. 99-108, 2012.

FRANÇA, C. R. R. S.; JUNIOR, M. A. L.; FIGUEIREDO, M. V. B.; STAMFORD, N. P.; SILVA, G. A. Viabilidade da conservação de rizóbios por condicionadores líquidos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 4, p. 661-668, 2013.

GOMES, J. B. V. et al. Análise de componentes principais de atributos físicos, químicos e mineralógicos de solos do bioma cerrado. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 28, n. 1, p. 137-153, 2004.

GOPAL, S. K.; BABY, A. Enhanced shelf life of *Azospirillum* and PSB through addition of chemical additives in liquid formulations. **International Journal of Science, Environment and Technology**, v. 5, n. 4, p. 2023-2029, 2016.

HAIR, J. F. J.; CURI, N.; MOTTA, P. E. F.; KER, J. C.; MARQUES, J. J. G. S. M.; SCHULZE, D. G. Análise multivariada de dados. 6. ed. Porto Alegre: **Bookman**, 2009.

HUSSON, F.; JOSSE, J.; LÊ, S.; MAZET, J. Multivariate exploratory data analysis and data mining. Disponível em: <<http://factominer.free.fr>>. Acesso em: 4 setembro. 2020.

KASCHUK, G.; HUNGRIA, M.; LEFFELAAR, P. A.; GILLER, K. E.; KUYPER, T. W. Differences in photosynthetic behaviour and leaf senescence of soybean (*Glycine max* [L.] Merrill) dependent on N₂ fixation or nitrate supply. **Plant Biology**, v. 12, n. 1, p. 60-69, 2010.

MOHAMED, S. S., HASSAN, M. A., ABDELGANI, M.E. The shelf life of Rhizobial liquid inoculants amended with diferente polymeric additives. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**. P 28-36, 2019.

NEHRA, V.; SAHARAN, B. S.; CHOUDHARY, M. Evaluation of *Brevibacillus brevis* as a potential plant growth promoting rhizobacteria for cotton (*Gossypium hirsutum*) crop. **Springerplus**, v. 5, n. 1, p. 948, 2016.

PAWAR, P. U.; KUMBHAR, C. T.; PATIL, V. S.; KHOT, G. G. Effect of co-inoculation of *Bradyrhizobium japonicum* and *Pseudomonas fluorescens* on growth, yield, and nutrient uptake in soybean [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Crop Research**, v. 53, n. 1, p. 57-62, 2018.

PIONEER. **Cuidados com a soja nas fases iniciais de crescimento**. 2004. Disponível em: <<http://www.pioneersementes.com.br/media-center/artigos/43/cuidados-com-a-soja-nas-fases-iniciais-de-crescimento>>. Acesso em: 09. Janeiro 2021

PRAVEEN BIRADAR, B.J.; SANTHOSH, G.P., Cell Protectants, Adjuvants, Surfactant and Preservative and their Role in Increasing the Shelf Life of Liquid Inoculant Formulations of *Pseudomonas fluorescens*. **International Journal of Pure Applied Bioscience**. v. 6, n. 4, p. 116-122, 2018.

POLONENKO, D. R.; SCHER, F. M.; KLOEPPER, J. W.; SINGLETON, C. A.; LALIBERTE, M.; ZALESKA, I. Effects of root colonizing bacteria on nodulation of soybean roots by *Bradyrhizobium japonicum*. **Canadian journal of microbiology**, v. 33, n. 6, p. 498-503, 1987.

QURASHI, A. W.; SABRI, A. N. Bacterial exopolysaccharide and biofilm formation stimulate chickpea growth and soil aggregation under salt stress. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 43, n. 3, p. 1183-1191, 2012.

RIPLEY, B.; VENABLES, B.; BATES, D. M.; HORNIK, K.; GEBHARDT, A.; FIRTH, D. Support functions and datasets for venables and ripley's MASS. Disponível em: <<http://www.stats.ox.ac.uk/pub/MASS4/>>. Acesso em: 30 agosto. 2020.

SAHU, P. K.; BRAHMAPRAKASH, G. P. Formulations of biofertilizers—approaches and advances. In: **Microbial inoculants in sustainable agricultural productivity**. Springer, New Delhi, p. 179-198. 2016.

SANTHOSH, G. P. Formulation, and shelf life of liquid biofertilizer inoculants using cell protectants. **International Journal of Research in Biosciences, Agriculture and Technology**, v. 2, n. 7, p. 243-247, 2015.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa Solos, 5ª ed. 2018.

SILVA, J. B. L.; FLORES, M. E. P.; JUSTINO, F. B.; TOLEDO, A. S.; PIRES, L. C.; PEREIRA, E. G.; DIAS, B. S. Propriedades fotossintéticas e trocas gasosas de folhas de plantas soja (*Glycine max*) sob elevada [CO₂] num cenário de mudança climática. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 7, p. 9288-9302, 2019.

SON, T. T. N.; DIEP, C. N.; GIANG, T. T. M. Effect of Bradyrhizobia and phosphate solubilizing bacteria application on soybean in rotational system in the Mekong delta. **Omonrice**, v. 14, n. 2, p. 48-57, 2006.

SOUZA, F. H. M.; VIOLA, M. R., AVANZI, J. C., GIONGO, M.; VIEIRA FILHO, M. Thornthwaite's Climate Regionalization for the State of Tocantins, Brazil. **Floresta**, v. 49, n. 4, p. 783-792, 2019.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Artmed Editora, 6ª Ed. 2017.

TEAM, R. C. R: **A language and environment for statistical computing**. Disponível em: <<http://www.r-project.org>>. Acesso em: 10 julho. 2020.

TEWARI, S.; ARORA, N. K. Talc based exopolysaccharides formulation enhancing growth and production of *Helianthus annuus* under saline conditions. **Cellular e Molecular Biology**, v. 60, n. 5, p. 73-81, 2014.

WIDAWATI, S.; SULIASIH. The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on germination and seedling growth of *Sorghum bicolor* L. Moench. **IOP Conference Series: earth and environmental science**. 2018.

ZHAO, L.; XU, Y.; LAI, X. Antagonistic endophytic bacteria associated with nodules of soybean (*Glycine max* L.) and plant growth-promoting properties. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 49, n. 2, p. 269-278, 2018.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Administração dos serviços de saúde 103

Ambientes aquáticos 83, 85

Astronomia 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 151, 152, 153, 154, 155, 156

B

Basquetebol 128, 129, 130, 131, 136, 137, 138

Bioatividade medicinal 26

C

Câncer 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 35, 38, 39, 55, 56, 62, 87

Captopril 2, 3, 4, 6, 7

Cirurgia bariátrica 46, 47, 50

Cola-de-fibrina 2

Conservante 66, 68, 75

Cultura organizacional 103, 104, 112

D

Derivação gástrica 46

E

Ecossistemas 83, 84, 85, 87

Efeito antitumoral 13, 16, 18, 19, 21

Elementos traço 83, 84, 85, 89

Ensino 98, 122, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 147, 148, 149, 150, 155, 156

Etilismo 53

F

Feira de Ciência 140, 145, 146, 151, 152, 154

Fisioterapia 128, 138, 139

Fitoquímica 26

Fosfolípases A₂ 13, 14, 15, 16, 17

G

Gestação 52, 53, 55, 56, 57, 58, 62

Gestão do conhecimento 103, 106, 109, 110, 111, 112, 119, 125

Glycine max 65, 66, 70, 71, 72, 73, 74, 76, 77, 80, 81, 82

Gossypium hirsutum 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 80

H

Hiperferritinemia 46

I

Inoculante 65, 66, 68, 69, 71, 73, 75, 76, 77, 78

L

Lactação 52, 53, 54, 55, 56

M

Malvaceae 25, 26, 27

Maquete 140

Metais pesados 83, 85, 86, 87, 88, 89

Músculos respiratórios 128, 129, 130, 131, 136

O

Obesidade 46, 47, 48, 49, 50

P

Peçonhas de serpentes 3, 13, 14

Poluição 83, 84, 85, 86

R

Realidade aumentada 90, 91, 94, 96, 99, 101, 102

Realidade virtual 90, 91, 92, 93, 94, 96, 98, 99, 100, 101, 102

Rizobactérias 65, 66, 68, 78, 79

S

Sistema Linfoide 53

Sobrecarga de ferro 46, 49, 50

Soro-antiofidico 2

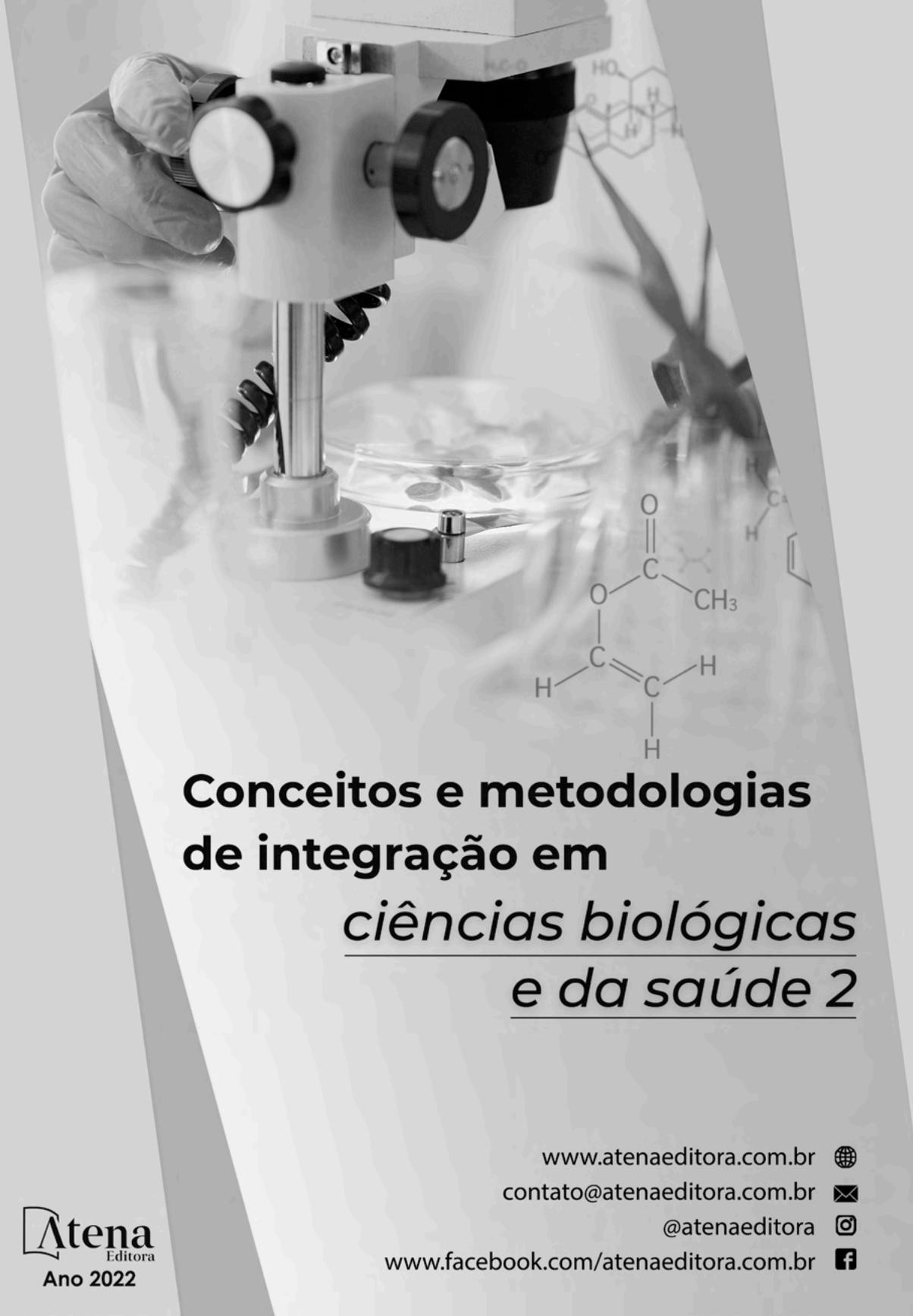
T

Toxinas-animais 2

Treinamento muscular 128, 129, 131, 135, 139

V

Venenos 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 14, 15, 16, 21, 24



**Conceitos e metodologias
de integração em**
ciências biológicas
e da saúde 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

@atenaeditora 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

A composite image featuring a microscope in the foreground, a petri dish with green plant material, and various chemical structures overlaid on a light blue background. The chemical structures include a complex ring system with an HO group, a carboxylate group (O=C-CH3), and an alkene (H-C=C-H).

**Conceitos e metodologias
de integração em**
ciências biológicas
e da saúde 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

@atenaeditora 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 