

# ANAIIS DO EVENTO

ISSN: 22675-813X | VOL. 4 Nº 2



III CONGRESSO BRASILEIRO DE  
**BIOTECNOLOGIA**  
ON-LINE ————— 2023

## **ORGANIZAÇÃO**

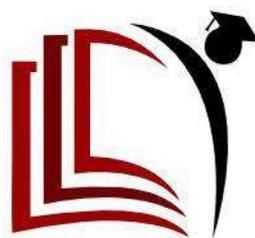
Instituto Multiprofissional de Ensino - IME  
CNPJ 36.773.074/0001-08

## **PARCEIROS**

Editora Integrar  
Associação Brasileira de Educação a Distância - ABED

## **COMISSÃO CIENTÍFICA**

Carlos Emanuel Vieira Flores Soares  
Dayana Montero Rodríguez  
Denise dos Santos Vila Verde  
Diego Rodney Rodrigues de Assis  
Flávia Benini da Rocha Silva  
Francisco Lúcio Barbosa Quaresma  
Isac Sales Pinheiro Filho  
Igor Yannick das Neves Vasconcellos Brandão  
Isabela Brandão de Sousa Machado  
Luzia Almeida Couto  
Ludmila Maria Gonçalves Godoi de Camargos  
Marcos William de Lima Gualque  
Maria Aurea Soares de Oliveira  
Maria Luiza Cavalcanti Lucena  
Rafaela Duarte de Liz  
Raphaella Reis dos Santos Tierno  
Renally Barbosa da Silva  
Thiago Alves Xavier dos Santos  
Thiago Martins Pais  
Uiara Maria de Barros Lira Lins  
Vitor Alfredo de Santana Silva  
Sâmmea Martins Vieira



# EDITORA INTEGRAR

A Editora Integrar é a editora vinculada ao **III Congresso Brasileiro de Biotecnologia On-line (III CONBIOTEC)** atuando na publicação dos anais do respectivo evento.

A Editora Integrar tem como objetivo difundir de forma democrática o conhecimento científico, portanto, promovemos a publicação de artigos científicos, anais de congressos, simpósios e encontros de pesquisa, livros e capítulos de livros, em diversas áreas do conhecimento.

Os anais do **III CONBIOTEC** estão publicados na **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente** (ISSN: 2675-813x), correspondente ao volume 4, número 2, do ano de 2023.

## APRESENTAÇÃO

O **III Congresso Brasileiro de Biotecnologia On-line** ocorreu entre os dias **13 a 16 de março de 2023**, considerado como um evento de caráter técnico-científico destinado a acadêmicos, profissionais e curiosos na área da biotecnologia!

Com objetivo central de difundir o conhecimento e estimular o pensamento científico, discutiu-se temas de grandes relevâncias na área da biotecnologia, com o intuito de atingir o maior número de pessoas possíveis. O III CONBIOTEC também contou com um espaço para apresentação de trabalhos científicos e publicações de resumos nos anais do evento.

## PROGRAMAÇÃO

### Dia 13 de março de 2023

#### Palestras

- 08:00 - Abertura do Evento - Comissão Organizadora
- 09:00 - Bioherbicidas microbianos: produção e aplicação biotecnológica - Aline Frumi Camargo
- 10:00 - A biotecnologia em novas perspectivas da geração de energia renovável - Thayná Rhomana da Silva Cândido
- 13:00 - Biotecnologia: O presente e o futuro da indústria farmacêutica - Uiara Maria de Barros Lira Lins
- 14:00 - Cultivo in vitro de raízes para produção de metabólitos de interesse - Isabela Brandão de Sousa Machado
- 15:00 - Uso da Biotecnologia no Controle da Mastite - Micheline Thais dos Santos
- 

### Dia 14 de março de 2023

#### Palestras:

- 08:00 - Bioconversão microbiana de resíduos agroindustriais: da obtenção de enzimas à aplicação - Andréia Monique Lermen
- 09:00 - Obtenção de Celulose por métodos eco amigáveis - Beatriz Marjorie Marim
- 10:00 - Biossurfactantes de origem bacteriana: Propriedades e aplicações gerais - Marcos André Moura Dias
- 13:00 - Transformação genética: métodos e aplicações para o melhoramento genético vegetal - Jordana Caroline Nagel
- 14:00 - Biofármacos e biotecnologia vegetal: qual a relação? - Mairon César Coimbra
- 15:00 - Cultura de tecidos e óleos essenciais: como relacionar estes termos? - Felipe Górski

### Dia 15 de março de 2023

- 08:00 - Biologia molecular na identificação de metabólitos secundários de fungos filamentosos para uso biotecnológico - Dayanna Milca Santos de Souza

- 09:00 - A Bioinformática na Busca por Novos Medicamentos - Rodrigo Ribeiro Alves Caiana
- 10:00 - Células-tronco: da obtenção à aplicação - Marizia Trevizani
- 13:00 - RNAi como estratégia para controle de pragas e doenças na agricultura - Matheus Mertz Ribeiro
- 14:00 - Cultivo in vitro de inhame (*Dioscorea* spp.) - Denise dos Santos Vila Verde
- 15:00 - Potencial Gênico de Fungos e Leveduras do Semiárido - Alison Borges Vitor

### **Dia 16 de março de 2023**

#### **Palestras:**

- 08:00 - Estudos computacionais aplicados a biodegradação de plásticos - Pedro Henrique de Aviz Silva
- 09:00 - A biotecnologia aliada a valorização de subprodutos de pescado - Jaqueline Alves de Matos
- 10:00 - Confecção de biomodelos de anatomia patológica a partir de exames de imagem - Ronaldo Correia da Silva
- 13:00 - Celulases fúngicas: prospecção e aplicações biotecnológicas - Taidés Tavares dos Santos
- 14:00- encerramento do evento - AO VIVO



## DESAFIOS IMUNOLÓGICOS DA BIOTECNOLOGIA NO XENOTRANSPLANTE

GUILHERME FERNANDES LEAL ÁVALOS

### RESUMO

Dentro do xenotransplante existem algumas vertentes estudadas que traz diversas formas de ver esse trabalho, sendo constituído no transplante de tecidos e órgãos em indivíduos de espécies diferentes, decorrendo várias pesquisas nesta área, podendo ser de grande avanço na saúde onde esses xenoenxertos podem vir a ser utilizados em humanos na necessidade tecidual ou sistêmica. Tendo como um dos principais fatores problemáticos relacionados as questões imunológicas desses procedimentos como a rejeição do órgão ao corpo receptor onde a morte do tecido sendo principalmente por necrose levando a perda total desse órgão transplantado, ou também a questões virais e patogênicas que traz diversos prejuízos e vários riscos de novas infecções do órgãos animal passando para o humano paciente levando até a morte, por esse motivo a utilização de material mutado e outros estudos dentro da biotecnologia, com novas perspectivas na pesquisa faz com que os impactos do órgão novo no humano receptor seja reduzido e cause menos dano possível sendo compatível com a vida, dentro dessas práticas temos o suíno com grandes possibilidades de utilização futura. Entendendo o que é o xenotransplante e como ele pode ser aplicado na biotecnologia e na saúde, focamos em sua exímia utilização em humanos onde existem diversas filas enormes de espera com pessoas em condições precárias de qualidade de vida no aguardo de uma transplantação, sendo utilizado o xenoenxerto com segurança e estudos completos futuros diminuiria drasticamente essas filas, por isto testes e pesquisas continuam a percorrer com a esperança de se conseguir resultados precisos e seguros nas xenotransplantações.

**Palavras-chave:** Transplante; xenoenxerto; modificados; órgãos.

### 1 INTRODUÇÃO

O xenotransplante se trata de transplante de tecidos e órgãos entre espécies diferentes, pensando em minimizar as grandes filas de espera para receber um órgão esse método seria de fato uma saída para tantas pessoas, tendo muitos obstáculos sendo o suíno o animal com mais probabilidades de estudo na biotecnologia, com algumas barreiras principais para o desenvolver do estudo como discussão ética sobre o uso de animais para transplantes, mas o principal dos obstáculos são os problemas imunológicos encontrados como a rejeição aguda do órgão ou tecido, várias técnicas são administradas para tentar minimizar essa etapa imunológica, e também com a probabilidade da disseminação dos retrovírus aos humanos (CRISTINA; DE CASTRO; GLOTZ, 2002).

Definido como o transplante de tecidos ou órgãos entre diferentes espécies. Podendo ser trabalhado em várias vertentes de pesquisa na biotecnologia uma delas traz a utilização da mutação ou transgenicidade animal em suínos, contendo partes diferentes em seu DNA fazendo com que proteínas específicas sejam expressas, após alguns processos esse fragmento de DNA será colocado dentro de um ovulo já fecundado denominado zigoto, maturando-se in vitro até que seja um embrião formado, somente em seguida sendo

colocado em uma fêmea seguindo seu desenvolvimento, os fetos nascendo seu material será analisado em PCR verificando se algum dos filhotes contém o gene alterado em seu genoma. Todo esse trabalho com proteínas expressas através da mutação se dá com uma tentativa de fazer que o órgão seja melhor aceito pelo organismo humano imunologicamente e com funcionamento fisiológico completo (YÉLAMOS; RAMÍREZ; PARRILLA, 2000).

Um estudo brasileiro na Universidade de São Paulo (USP) no Centro de Estudos do Genoma Humano e Células Tronco (CEGH-CEL), são introduzidos no núcleo dos embriões quando ainda são zigotos adições genéticas, com 3 genes específicos produtores de imunogênicos (CMAH, GGTA1 e  $\beta$ 4GalNT2) e outros genes como CD55 E CD47 também. Através de laparoscopia o embrião modificado é colocado na tuba uterina das matrizes, que após o restante da gestação irão gerar leitões modificados geneticamente onde os seus órgãos serão prováveis transplantes para humanos. Os suínos modificados criados até 40kg, seus rins e fígados vão ser submetidos a estudos e testes por 18 horas em perfusão com sangue suíno e humano, sendo realizado testes bioquímicos, anatomopatologias e biopsias dos órgãos, a pele ficara em soro fisiológico a 25°C usada em queimaduras graves de outras espécies silvestres e em modificados, a córnea será preservada em até 14 dias e implantada também em silvestres e outros animais modificados (RAIA, 2022).

Os primeiros estudos foram realizados em meados dos anos 60/70 muitos deles com primatas, foram realizados nas mais diversas espécies e com tempo de vida menor que 1 ano, complicações de rejeição hiperaguda, finalizando em morte, levando infecções e vários outros prejuízos ao receptor. Dois tipos de estudos no xenotransplante são realizados o concordante e o discordante, no discordante e feito entre espécies muito diferentes, já o concordante entre espécies muito semelhantes, o meio pelo qual o transplante é realizado define como vai ser a resposta do sistema imunológico envolvendo reações do antígeno e anticorpo interespecie assim causando a morte tecidual em pouco tempo, já no concordante as reações são menos bruscas podendo causar a destruição em 1 a 3 dias, então a maior dificuldade do xenotransplante é de fato o sistema imunológico causando a morte rápida do enxerto. A reação do sistema imune está ligada pela ativação principal de IgM e anticorpos formados da classe IgG conhecidos por anticorpos xenorreativos, tendo a morte tecidual, há uma rápida colocação de anticorpos no endotélio vascular do tecido aumentando a ativação dos leucócitos e receptores das células da membrana, com essa ativação inicialmente e liberado anafilatoxinas, histamina e serotonina ativando outros mediadores e citocinas inflamatórias, tendo alterações na vascularização endotelial promove a ativação de plaquetas e complementos C2a e C5a, inibindo anticoagulantes como sulfato de heparina e eoadenosina disfosfato depositando microtrombos e fibrinas tendo consecutivamente trombose microvascular e hemorragia destruindo rapidamente o tecido e perda de todo o procedimento (GALVÃO; CARNEIRO D'ALBUQUERQUE, 2020).

A falta de órgão é uma realidade vivida por pessoas do mundo todo onde não há órgãos disponíveis para todos os necessitados de um transplante, gerando esperas mutuas tendo como maior consequência a morte de muitas pessoas. Outro problema gerado pela falta de órgãos se dá o crime do mercado sendo o tráfico de órgãos tendo números altíssimos de vendas ilegais no mercado negro. Existem diversas formas de trabalho para tentar diminuir essa falta, como mercado regulado de órgãos, fortalecimento nas doações de órgãos e o xenotransplante (FREIRE DE SÁ; COSTA DE OLIVEIRA, 2017).

O xenotransplante pode servir de diversas formas, como suplementação de órgãos, ponte para alotransplantes aumentando as chances de sobrevivência, tendo um elevado número de órgãos disponíveis e a redução do tempo de espera nas filas. Várias questões são levantadas como por exemplo a utilização dos animais para a promoção e avanço da saúde humana, como criação, bem star animal e outros processos envolvendo animais dentro da ética, muitos estudos ainda devem surgir para se tornar questões de saúde pública sendo uma

solução clínica pois a possibilidade de uma coinfeção causada por algum vírus dos suínos por exemplo contaminando o receptor, então questões imunológicas de fato preocupa a pesquisa mas também as doenças envolvidas nos possíveis órgão são de grande importância nesses estudos, muitas questões ainda são envolvidas durante todo o procedimento de estudo como éticas, sociais, culturais, médicas, científicas e legais, o xenotransplante precisa sempre ser estudado de forma adaptável aos novos conhecimentos e avanços da biotecnologia e medicina.(RAMOS, 2007).

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

Tipo de pesquisa utilizado foi uma revisão bibliográfica, sendo pesquisados livros, dissertações e artigos científicos selecionados por busca nas seguintes fontes como PUBMED, google acadêmico e bancos de dados, no período de 2000 há 2022.

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A biotecnologia trabalha em varias vertentes dentro da ciência um ótimo exemplo seria a utilização de tecnologia no trabalho de tecidos e órgão humanos, como citado neste trabalho o xenotransplante entre suínos e humanos, com a utilização de material genético modificado e alterado buscando resultados onde novas transplantações possam ocorrer com uma diminuição realmente significativa nos riscos ao receptor, e para isso a biotecnologia tem vários desafios a serem enfrentados para procedimentos futuros com sucesso.

O xenotransplante é um tema novo sendo estudado, tem se tornada cada vez mais possível para que em um futuro a burocracia para receber um órgão ou tecido seja de certa forma menor, os aspectos imunológicos sendo o principal fator de riscos onde a rejeição do órgão e possíveis patologias decorrente do suíno são preocupantes e necessitam de trabalhos resolutivos para o sucesso, outro fator seria o funcional que também necessita de atenção e trabalhos na biotecnologia.

A cada dia a ciência vem desfrutando de novos conhecimentos e avanços na saúde humana e estudos biotecnológicos, entender como seria possível o transplante entre espécies diferentes e principalmente como o corpo reage a essa mudança seria de fato um grande avanço, o xenotransplante possui muitas vertentes para ser funcional e um dos mais importantes na pesquisa seria como o sistema imunológico humano reage a uma cirurgia ou recolocação visceral ou tecidual.

O conhecimento de que existem possibilidades de avanços na biotecnologia e saúde onde mais pessoas se beneficiariam, por conter muitas pessoas que necessitam de órgãos e tecidos em grandes filas de espera, conhecendo os riscos biológicos e administrando de forma segura o xenoenxerto seria de fato uma nova forma de salvar mais pessoas, por isso a importância de cada vez mais estudos correlacionados ao xenotransplante serem efetuados, mais próximo de uma transplantação segura, rápida e eficaz.

## **4 CONCLUSÃO**

Demonstrar o conceito desse tema e trazer conhecimento e a importância do xenotransplante, que com sucesso acabaria com muitas filas de espera e escassez de órgãos e tecidos humanos. Compreender o que realmente é o xenotransplante e seus métodos aplicados dentro da biotecnologia. Apresentar o conhecimento sobre a possibilidade desse transplante e seus fatores de riscos imunológicos. Descrever o quanto esses órgãos ou tecidos vão servir como avanço na saúde e diminuição de uma futura espera por um

transplante de sucesso.

## REFERÊNCIAS

CRISTINA, M.; DE CASTRO, R.; GLOTZ, D. **Atualização em xenotransplante An update on xenotransplantation**J Bras Nefrol. [s.l: s.n.].

FREIRE DE SÁ, M. DE F.; COSTA DE OLIVEIRA, L. Escassez de órgãos e clonagem terapêutica: uma conexão possível? **Revista Iberoamericana de Bioética**, v. 0, n. 3, p. 1, 31 jan. 2017.

GALVÃO, F. H. F.; CARNEIRO D'ALBUQUERQUE, L. A. Xenotransplante. **Revista de Medicina**, v. 99, n. 1, p. v–ix, 27 fev. 2020.

RAIA, S. M. A. **Xenotransplantation: a consistent perspective**. **Revista do Colegio Brasileiro de Cirurgioes**Colegio Brasileiro de Cirurgioes, , 2022.

RAMOS, A. **XENOTRANSPLANTAÇÃO-CONSIDERAÇÕES ÉTICAS**  
**XENOTRANSPLANTATION-ETHICAL CONSIDERATIONS**Revista Lusófona  
de Ciência e Medicina Veterinária. [s.l: s.n.].

YÉLAMOS, J.; RAMÍREZ, P.; PARRILLA, P. **Animales modificados genéticamente como donantes de órganos en xenotrasplante**. **Medicina Clinica**Ediciones Doyma, S.L., , 11 mar. 2000.



## ESTUDO E APLICAÇÃO DE RESÍDUOS DO FRUTO DA CASTANHA-DO-PARÁ COMO BIORSORVENTES

LORENA DA SILVA NASCIMENTO; ROBERTA ÉVILA CRUZ FERREIRA; AMANDA SANTOS FURTADO MIRANDA; LAIS SARDINHA COSTA; WALDOMIRO PASCHOAL JR

**INTRODUÇÃO:** Atualmente, um dos maiores impactos ambientais é a poluição das águas que se dá, em sua maioria, pelo despejo de efluentes. Com base neste contexto, para amenizar esse tipo de poluição, escolheu-se neste trabalho o método de biossorção. O biossorvente escolhido foi a casca da Castanha-do-Pará (CP) (*Bertholletia Excelsa*), um fruto muito comercializado e característico da região amazônica, pois há uma grande produção de resíduos no processo de beneficiamento. **OBJETIVOS:** 1) Encontrar a granulometria com melhor potencial de remoção para o trabalho; 2) Encontrar o tempo de equilíbrio correspondente a granulometria; 3) Caracterizar via Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). **METODOLOGIA:** Os resíduos de cascas da CP foram lavados, secos a 100 °C por 24h, moídos e separados em 3 tipos de granulometria (1,40mm; 0,710 mm; 0,355 mm) para serem avaliadas. Preparou-se uma solução mãe de 100 ppm de Azul de Metileno (AM), diluiu-se em 7 concentrações menores para obtermos a curva de calibração (CC) no qual o equipamento utilizado foi o espectrofotômetro (Jasco) no comprimento de onda 663 nm. Para obter o potencial de remoção utilizou-se 50 mL com concentração 100 ppm de AM em um Erlenmeyer, massa de 100 mg de CP de cada granulometria, sobre um agitador (QUIMIS) a 120 rpm em temperatura ambiente. Para encontrar o tempo de equilíbrio, utilizou-se o mesmo procedimento anterior com concentração de 100 ppm e intervalo de tempo variando a cada 10 min. Ao final de cada etapa, foram retiradas as alíquotas e levadas ao espectrofotômetro. Para a caracterização morfológica, o material analisado foi metalizado com Au/Pd e caracterizado no equipamento Vega3-Tescan. **RESULTADOS:** A amostra com 0,355 mm de granulometria foi a que apresentou maior potencial de remoção, isto pode ser visto primeiramente pela tonalidade das soluções após a adsorção e posteriormente, através de análise de espectrofotometria. A partir de 50 minutos percebe-se que o potencial de remoção atinge o estado de equilíbrio. As micrografias mostraram que a superfície da CP contém porosidade irregular. **CONCLUSÃO:** Quanto menor a granulometria maior o potencial de remoção, resultante da alta área superficial em comparação a outras granulometrias do estudo.

**Palavras-chave:** Castanha-do-pará, Adsorção, Mev, Azul de metileno, Resíduos.



## CONSTRUÇÃO DE INTERRUPTORES GENÉTICOS BASEADOS EM SERINAS INTEGRASES PARA CONTROLE DA EXPRESSÃO GÊNICA EM CÉLULAS DE MAMÍFEROS

THAIS TORQUATO SALES; MAYNA DA SILVEIRA GOMIDE; CINTIA MARQUES COELHO; MARTIN HERNAN BONAMINO; ELIBIO LEOPOLDO RECH FILHO

**INTRODUÇÃO:** As serinas integrases são proteínas de bacteriófagos responsáveis pela integração do DNA viral no genoma bacteriano. Essa inserção ocorre por interações com o DNA viral, em uma sequência denominada attP (phago attachment site), e com o DNA bacteriano, em um sítio denominado attB (bacterial attachment site). Após a recombinação mediada pela integrase, o DNA viral é incorporado ao genoma da bactéria, formando os novos sítios mesclados attL (left attachment site) e attR (right attachment site). Baseado nessas características, as serinas integrases podem ser utilizadas como ferramenta biotecnológica para construção de interruptores genéticos. **OBJETIVO:** avaliara funcionalidade de duas serinas integrases para inversão de sequência genética flanqueada pelos sítios de reconhecimento attP/attB integrados no genoma de células humanas (HEK293T). **METODOLOGIA:** Os experimentos foram realizados para avaliar a ação das integrases Int9 e Int13 em gene integrado ao genoma de células humanas. O gene codificador da proteína repórter GFP, em sentido reverso complementar e flanqueado pelos sítios de uma das integrases, foi introduzido no genoma da célula no safe harbor AAVS1. A integração foi mediada por clivagem com sistema CRISPR-Cas9 e por braços de homologia para recombinação homóloga. Após confirmação da integração da sequência, foi realizada a transfecção nas células com o vetor para expressão das integrase Int9 ou Int13 em cada linhagem celular já contendo seus respectivos sítios flanqueadores para promoverem a inversão da sequência codificadora de GFP. A funcionalidade do sistema foi verificada pela emissão de fluorescência, analisada em microscópio de fluorescência. **RESULTADOS:** As células cotransfectadas com o gene repórter gfp, que foi integrado ao genoma de HEK293T por meio de recombinação homóloga e, posteriormente, cotransfectadas com a integrase Int13, apresentaram fluorescência quando observadas ao microscópio. **CONCLUSÃO:** Os resultados observados têm potencial para a modulação da expressão gênica e para ampliar as possibilidades de design e aplicação de circuitos genéticos sintéticos em células de mamíferos.

**Palavras-chave:** Bacteriófago, Integrase, Circuito genético, Interruptores genéticos, Recombinação sítio-específica.



## PERSPECTIVA DA BIOÉTICA FRENTE À TERAPIA GÊNICA E AO DOPING GENÉTICO

GUSTAVO HENRIQUE DA SILVA; ALEXANDRE MULLER ZIGYMUNTH DA SILVA LEITE

**INTRODUÇÃO:** Com o advento da manipulação genética, a partir da década de 70, várias novas aplicações têm surgido em diversas áreas, seja da Medicina, a agricultura ou ao esporte. Junto a esse crescimento, desenvolveram-se novas formas de terapias, as chamadas Terapias Gênicas, às quais conseguem tratar erros no material genético, como também tratar tecidos com baixa capacidade regenerativa, como tendões, cartilagens, músculos, dentre outros. Sendo esse último aplicado, em especial, no campo esportivo. Entretanto, a mesma tecnologia que permite o tratamento terapêutico para os atletas, permite o melhoramento genético, o qual disponibiliza um aumento nas capacidades físicas dos esportistas, o chamado Doping Genético. Desse modo, gera-se um dilema sobre até qual ponto à Terapia Gênica poderia ser usada sem ser doping ou estar infringindo os princípios da Bioética. **OBJETIVO:** Apresentar a visão da Bioética sobre a Terapia Gênica no âmbito esportivo e o Doping Genético. **METODOLOGIA:** Foi realizada uma revisão bibliográfica por meio da plataforma BVS – Biblioteca Virtual em Saúde, utilizando os descritores: “Bioética”, “Genética” e “Doping nos Esportes”. Os filtros empregados como critério de seleção foram: (I) base de dados: LILACS e MEDLINE; (II) assuntos principais: ética e bioética; (III) idioma: português. **RESULTADOS:** De acordo com os artigos, Terapia Gênica e Melhoramento Genético seriam “as duas faces de uma moeda”. Logo, se um atleta de golfe, por exemplo, faz uma cirurgia para corrigir um problema de visão, estaria ele só tratando um problema ou trapaceando no esporte devido à melhoria na visão. Por isso, a Bioética é um campo de estudo que estará avaliando as questões morais e éticas dos eventos, seguindo quatro princípios, que são: autonomia, beneficência, não maleficência e justiça. Dessa forma, a ação da Bioética será analisar o uso da terapia gênica ou melhoria, para que ela respeite a autonomia do indivíduo, não traga danos para o mesmo, como também seja justa entre eles, sendo no âmbito esportivo ou não, entre outros. **CONCLUSÃO:** Diante do exposto, é evidente a importância da inserção da Bioética neste tema, logo a Terapia Gênica e o Doping Genético necessitam dessa multidisciplinaridade para se desenvolverem sem trazer danos à sociedade.

**Palavras-chave:** Bioética, Genética, Doping nos esportes, Terapia gênica, Biotecnologia.



## CONCENTRAÇÃO DE CLOROFILA A, B E TOTAL NO CULTIVO DE TILÁPIA DO NILO (OREOCHROMIS NILOTICUS) EM TECNOLOGIA DE BIOFLOCOS

RENATO FILHO DA SILVA JUVENAL; CLAIRE JULIANA FRANCISCO

**INTRODUÇÃO:** o crescente setor da aquicultura tem desafiado o desenvolvimento de estratégias sustentáveis para melhorar a utilização de alimentos, controlar doenças e reduzir o uso de antibióticos na produção animal. Isso pode ser minimizado com a tecnologia de bioflocos, que pode melhorar a produtividade líquida de algumas espécies de aquicultura (8-43 %) em comparação com sistemas sem bioflocos. A tecnologia bioflocos é sistema alternativo de piscicultura onde é empregada a reciclagem e a reutilização de nutrientes residuais durante a produção de animais aquáticos. **OBJETIVO:** caracterizar a presença de clorofila a, b e total ao longo do crescimento da tilápia *Oreochromis niloticus* em sistemas de bioflocos. **METODOLOGIA:** As amostras foram coletadas em triplicata do tanque (1 m<sup>3</sup>) instalado em área fechada, com controle da exposição a luz solar, restrito a nove horas diárias. O tanque recebeu aeração contínua, circulação constante da água e controle de temperatura em mínimo de 28 °C e máximo de 32°C, dentro da faixa de conforto para produção de Tilápia. O conteúdo de clorofila a, b e total foi avaliado no início do desenvolvimento do bioflocos (dia 01) e nos períodos de 30 e 45 dias após o estabelecimento do bioflocos com espectrofotômetro (660 –680 nm). **RESULTADOS:** As concentrações de clorofila a, medidas nos tanques ao longo dos dias 01, 30 e 45 corresponderam à 0,01±0,00, 0,024±0,07 e 0,82±0,06 respectivamente. As concentrações de clorofila b, medidas nos dias 01, 30 e 45 corresponderam à 0,01±0,00, 0,33±0,04 e 0,51±0,07 respectivamente, e as concentrações de clorofila total nos dias 01, 30 e 45 corresponderam à 0,02±0,009, 0,56±0,09 e 1,33±0,02 respectivamente. A clorofila total demonstrou aumento acentuado ao longo do período de avaliação atingindo a maior concentração de clorofila total observada (1,33 mg/L) no dia 45 da avaliação. **CONCLUSÃO:** A concentração de clorofila total indicou o crescimento de algas fotoautotróficas na composição do bioflocos. As algas podem liberar carbono orgânico, que são utilizados por bactérias heterotróficas, que então produzem nutrientes, vitaminas e alguns compostos bioativos obtidos para processos biotecnológicos. Os quais podem estimular o crescimento do bioflocos e melhorar o desempenho zootécnico dos animais.

**Palavras-chave:** Fitoplâncton, Microalga, Compostos bioativos, Fotossíntese, Biotecnologia.



## BIODEGRADAÇÃO DO CORANTE AZO VERMELHO REATIVO 239 POR *BACILLUS THURINGIENSIS*

CAROLINA ANDRELLA GOMES; JULIANA FEIJÓ DE SOUZA DANIEL

### RESUMO

Os corantes azoicos representam cerca de 70% dos corantes sintéticos utilizados na indústria, principalmente na têxtil, em diversos tipos de fibras. Entretanto, o descarte incorreto desses compostos e o desconhecimento do seu potencial carcinogênico causam problemas à fotossíntese, além da bioacumulação na fauna local. Apesar de apresentarem alto custo, existem diversos tipos de tratamentos para recuperação de ambientes contaminados. Uma das alternativas é a biorremediação utilizando fungos e outros microrganismos. Desse modo, o estudo analisou a resistência do microrganismo *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) na presença do corante Vermelho Reativo 239 em meio sólido e a descoloração e produção de enzima lacase em meio líquido. O microrganismo apresentou crescimento em meio sólido e resistência na presença do azo corante com concentração de 400 mg/L. O resultado obtido em meio líquido foi de 33,84% de descoloração e 83,333 U/L de atividade enzimática de lacase em 50 mg/L de corante, pH 6 e 12 horas, caracterizando um composto de difícil degradação, ou seja, recalcitrante. A literatura cita o *B. thuringiensis* como um potencial na biorremediação de corantes têxteis, havendo ainda outras metodologias que podem e serão aplicadas, em busca da obtenção de resultados de mais de 90% de descoloração, como mostram a maioria das pesquisas atuais. Em relação à produção de enzimas, o *Bt* é bastante associado à lacase e os estudos mostram que essas enzimas estão diretamente ligadas à descoloração. Dessa forma, o próximo passo da pesquisa é a otimização do experimento, assim como a análise enzimática de lacase e lignina peroxidase.

**Palavras-chave:** Azoico; biorremediação; carcinogênico; descoloração; recalcitrante.

### 1 INTRODUÇÃO

Os corantes são substâncias amplamente aplicadas na indústria, principalmente como forma de agregar valor aos produtos finais de diversas indústrias, assim como padronização da apresentação final da linha de produção. Devido a presença de grupos cromóforos, os corantes são capazes de colorir diversos tipos de fibras, a partir da sua capacidade de absorver luz no espectro visível, além de apresentar grupos auxiliares, como ácido carboxílico, ácido sulfônico, amino etc. Dentre os principais tipos de corantes utilizados no mercado atual, encontram-se os corantes ácidos, azoicos e dispersos (GUARATINI; ZANONI; 2000).

Os azo corantes, ou azoicos, são substâncias que possuem em sua composição ao menos uma dupla ligação entre nitrogênios (-N=N-), o que confere maior resistência à degradação, assim como proporciona a formação de metabólitos tóxicos quando há quebra dessas moléculas, sendo considerados recalcitrantes. Além disso, esses compostos apresentam grande potencial carcinogênico, visto que, quando entram em contato com o metabolismo humano, após ser metabolizado por enzimas, geram subprodutos tóxicos

potencialmente cancerígenos (KING- THOM, 2016).

Além dos perigos oferecidos à saúde humana, é importante ressaltar os problemas ambientais desencadeados pelo descarte incorreto de efluentes contaminados, como efluentes de indústrias têxteis, que possuem alta concentração de azo corantes. A presença de substâncias indesejadas nas águas fluviais traz prejuízos à fauna e flora locais, como nas atividades de fotossíntese, devido à dificuldade da passagem de luz e as trocas gasosas na interface da água e ar. Desse modo, é preciso encontrar formas de tratamento para essas águas contaminadas, de forma a remediar o ambiente e devolver a saúde aos animais e plantas locais, além de evitar a contaminação posterior dos seres humanos, caso ocorra o consumo dessa água contaminada (KING-THOM, 2016; ALMEIDA, 2016).

Como formas de remediação, é possível citar procedimentos como a precipitação química, adsorção, troca iônica, processo eletroquímico e a biodegradação. A biodegradação consiste na degradação da molécula de corante em subprodutos menos tóxicos que podem ser tratados de maneira mais eficaz, realizado por microrganismos, como fungos e bactérias, sendo uma opção viável em comparação com os atuais mecanismos utilizados. Há diversas literaturas que citam a utilização de microrganismos na biorremediação de ambientes contaminados, chegando em 95% de descoloração, além do bônus que está acarretado à produção de enzimas, que possuem grande valor à indústria (ORLANDELLI et al., 2012).

Como exemplo, o *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) apresenta ótimo desempenho tanto na descoloração dos efluentes, quanto na produção de enzimas lacases e ligninas peroxidases, que são induzidas pela presença de compostos como corantes azoicos. Os corantes Azul de Metileno e Vermelho Congo são exemplos de corantes azo degradados por *B. thuringiensis*, apresentando mais de 90% de descoloração em ambos, além da produção de enzimas lacases (WU et al, 2022; OLUKANNI, 2013). Dessa forma, o objetivo dessa pesquisa foi analisar o crescimento do *B. thuringiensis* em meio sólido na presença do corante Vermelho Reativo 239, além de sua capacidade de descoloração e produção de enzima lacase em meio líquido.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 MATERIAIS

O corante Vermelho Reativo BG-3B (Red 239) foi fornecido pela empresa Golden Technology (2021); o ágar bacteriológico e o extrato de levedura foram adquiridos na NEOGEN®, a peptona bacteriológica foi obtida na Himedia®; o NaCl foi adquirido na Fmaia e o extrato de carne foi obtido no INLAB. O microrganismo *B. thuringiensis* (*Bt*) liofilizado foi fornecido em parceria com a UFSCar (2021).

### 2.2 REATIVAÇÃO EM MEIO SÓLIDO

O meio de cultivo foi preparado com 0,1% de extrato de carne, 0,2% de extrato de levedura, 0,5% de peptona, 2% de ágar, 20 ml de água destilada e 400 mg/L de corante Vermelho Reativo 239. O meio foi disposto em erlenmeyers de 125 ml, que foram levados à autoclave por 20 minutos a 121°C e 2 atm. Foi preparado 2 ml de solução salina (0,89% NaCl) para a suspensão bacteriana do *Bt* em forma de esporos liofilizados, apresentando leitura de densidade óptica de 0,1 a 620 nm. A suspensão bacteriana foi estriada pelas placas com o auxílio de uma alça de níquel-cromo, sendo vedadas e levadas à estufa a 37°C por 24 horas, visualizando o crescimento das colônias puras de *B. thuringiensis*. O ensaio foi realizado em triplicata (BIROLLI adaptado, 2021).

### 2.3 ENSAIO EM MEIO LÍQUIDO

A preparação do inóculo para o meio líquido consistiu no *Bt* reativado com a presença do corante sendo adicionado a 100 ml do meio LB e deixado sob agitação de 140 rpm a 30 °C por 14 horas. O meio líquido foi preparado com 1 g/L de extrato de levedura, 0,5 g/L de NaCl, 1 g/L de glucose, 1 g/L de Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, 1 g/L de KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 0,5 g/L de MgSO<sub>4</sub>.7 H<sub>2</sub>O e 0,1 g/L de CaCl<sub>2</sub>.2 H<sub>2</sub>O, formando 50 ml de meio nutriente para cada frasco erlenmeyer de 125 ml, que foram autoclavados por 20 minutos, a 121°C e 2 atm. O pH do meio foi ajustado com solução aquosa de HCl 0,5 M e NaOH 0,5 M (WU et al, 2022).

Adicionou-se 4% (v/v) de inóculo e 1 ml de corante Vermelho Reativo 239, com concentração de 50 mg/L. O experimento foi acompanhado por 12 horas, e alíquotas foram tiradas a cada 3 horas. As amostras foram centrifugadas por 20 minutos a 6000 rpm para separação do meio líquido e da biomassa bacteriana. Alíquotas de 2 ml foram retiradas de cada tratamento e mantidas em *ependorfs*, para posterior análise de atividade enzimática e descoloração.

## 2.4 ANÁLISE DE DESCOLORAÇÃO

Para o ensaio, foi realizado uma diluição 1:3 da amostra em água destilada, com o ensaio sendo realizado em um espectrofotômetro de luz UV-visível. O comprimento de onda para leitura do corante Vermelho Reativo 239 corresponde ao de 545 nm. A porcentagem de descoloração foi calculada a partir da Equação 1.

$$\%descoloração = \frac{A_{inicial}-A_{final}}{A_{inicial}} * 100 \quad (1)$$

Onde *A*<sub>inicial</sub> corresponde à leitura da absorbância do controle abiótico e *A*<sub>final</sub> à leitura da absorbância da amostra do tratamento (WU et al, 2022).

## 2.5 ANÁLISE DE ATIVIDADE ENZIMÁTICA

A atividade enzimática foi determinada pela Equação 2 e utilizou valores como o fator de diluição (Fd), volume de amostra empregado (V) e coeficiente de extinção molar do substrato (ε), além do tempo e absorbâncias das reações, sendo R a reação principal, C1 o controle da reação sem substrato e C2 o controle sem enzimas.

$$U/ml = \frac{R-(C1+C2)}{\epsilon * V} * FD * 1000 \quad (2)$$

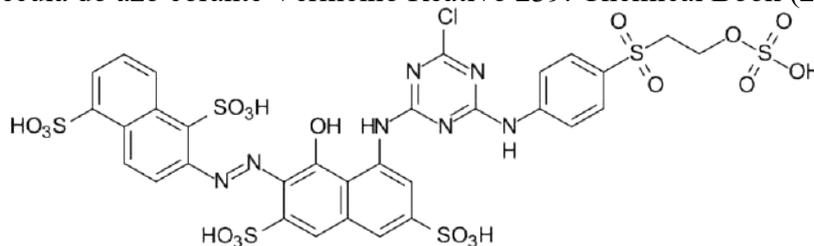
Para a atividade de lacase, o sistema de incubação foi montado com 0,2 ml de ABTS (2,2'-Azino-bis(3-Ethylbenzthiazoline-6-Sulfonic Acid) (0,001 M), 0,6 ml de solução de tampão citrato-fosfato (0,1 M; pH 5,0), 0,2 ml de água destilada, 1,0 ml de enzima, com leitura realizada em 420 nm. As reações ocorreram durante 5 minutos em temperatura de 50 °C (WU et al., 2022).

# 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 3.1 REATIVAÇÃO EM MEIO SÓLIDO

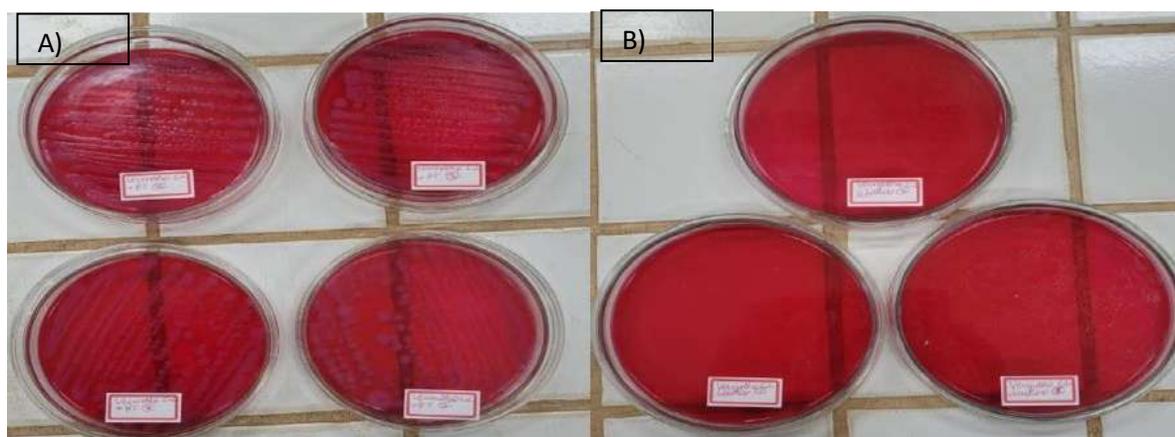
O azo corante utilizado nos ensaios foi o Vermelho Reativo 239, representado na Figura 1, na qual é possível observar a presença de uma ligação azo (-N=N-) em sua molécula, assim como grupos auxiliares e cromóforos que absorvem no máximo de 545 nm.

Figura 1 – Molécula do azo corante Vermelho Reativo 239. Chemical Book (2022).



A reativação em meio sólido foi realizada com 400 mg/L de corante Vermelho Reativo 239, a fim de avaliar a resistência do *Bt* ao composto tóxico. A Figura 2 mostra o crescimento normal e formação de colônias, o que representa boa resistência do *Bt* ao ambiente contaminado com corante. Entretanto, não houve descoloração visual do meio sólido, o que já seria um bom indicativo do microrganismo conseguir degradar a molécula recalcitrante. Por fim, esse primeiro contato do *Bt* com o corante promoveu uma adaptação ao composto tóxico, o que pode melhorar seu desempenho em meio líquido.

Figura 2 - *Bacillus thuringiensis* cultivado em meio sólido na presença do corante Vermelho Reativo 239. A) *Bt* + Vermelho Reativo 239; B) Controle abiótico do corante Vermelho Reativo 239.



É válido ressaltar que as colônias de *Bt* apresentaram coloração rosada quando em contato com o corante, podendo indicar adsorção do corante na bactéria. São necessárias outras análises microscópicas para analisar a capacidade de adsorção do microrganismo, porém visualmente é perceptível que a bactéria apresentou afinidade com o composto colorido.

### 3.2 ENSAIO EM MEIO LÍQUIDO

A metodologia utilizada para o ensaio em meio líquido foi realizada por Wu et al. (2022), que mostrou um meio líquido suplementado com micronutrientes, como a presença de sulfato de magnésio e cloreto de cálcio, que auxiliam e incentivam o crescimento de microrganismos. O experimento foi realizado em 12 horas, com pH 6, rotação de 140 rpm, 50 mg/L de corante e 30 °C, que foi mostrada como temperatura ótima de ação do *Bt* na pesquisa citada.

### 3.3 ANÁLISE DE DESCOLORAÇÃO

A análise de descoloração foi realizada em alíquotas retiradas a cada 3 horas, totalizando 12 horas de experimento. Os principais resultados obtidos foram apresentados na Tabela 1. O ensaio CA1 corresponde ao controle abiótico do corante Vermelho Reativo 239, o qual foi utilizado como absorbância inicial, visto que representa o meio sem tratamento de descoloração por Bt. Os demais ensaios correspondem as alíquotas retiradas no tempo estipulado previamente. As absorbâncias foram medidas três vezes, sendo utilizada nos cálculos apenas a média entre elas. A porcentagem máxima de descoloração obtida foi de 33,84%.

Tabela 1 – Resultados da análise de descoloração de 50 mg/L do corante Vermelho Reativo 239 por *Bacillus thuringiensis*.

Tempo (h)	Ensaio	A1	A2	A3	AMédi a	Descoloração (%)
0	CA1	0,96	1,094	0,963	1,006	-
3	E1	0,791	0,804	0,803	0,799	20,52
5	E2	0,77	0,76	0,759	0,763	24,13
8	E3	0,691	0,7	0,691	0,694	30,99
10	E4	0,669	0,683	0,683	0,678	32,55
12	E5	0,66	0,669	0,667	0,665	33,84

O comportamento da curva de descoloração foi mostrado na Figura 2, sendo possível observar um crescimento exponencial nas primeiras 3 horas, seguindo para um crescimento linear mais brando nas outras 9 horas de ensaio. Comparado com a literatura, pode-se dizer que o gráfico apresentou características esperadas, apesar do resultado da descoloração não ter sido maior.

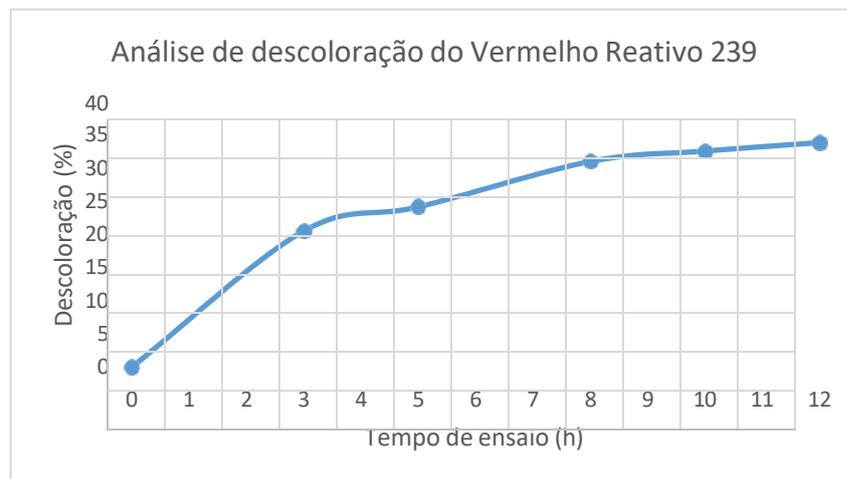


Figura 3 – Gráfico da análise de descoloração do corante Vermelho Reativo 239 por *Bacillus thuringiensis*.

Quanto à porcentagem de descoloração, os resultados dessa pesquisa inicial estão abaixo da maioria dos trabalhos que descoloriram diferentes classes de corantes em 70-95%, como citado na Tabela 2. Entretanto, o melhor resultado foi obtido após 12 horas, correspondendo a 33,84%, o que pode significar que o Vermelho Reativo 239 corresponde a um composto recalcitrante, assim como citado por Olukanni *et al.* (2013) em relação ao

Violeta Cristal, cuja descoloração chegou a 22,62%. Essa dificuldade de degradação pode estar relacionada à produção de subprodutos tóxicos que inibem a ação das bactérias, prejudicando o processo de descoloração.

Tabela 2 – Alguns trabalhos com corantes biodegradados por *Bacillus thuringiensis*.

Corante	Classificação do corante	Tempo (h)	%descoloração	Metodologia
Azul de metileno	Azo	12	95	WU <i>et al.</i> 2022
Vermelho de metila	Azo	6	91,15	Olukanni <i>et al.</i> 2013
Azul reativo 13	Azo	6	97,3	Olukanni <i>et al.</i> 2013
Vermelho Congo	Azo	12	72,84	Olukanni <i>et al.</i> 2013
Verde malaquita	Trifenilmetano	24	82,02	Olukanni <i>et al.</i> 2013
Violeta cristal	Trifenilmetano	24	22,62	Olukanni <i>et al.</i> 2013

### 3.4 ANÁLISE DE ATIVIDADE ENZIMÁTICA

A atividade enzimática foi analisada em relação a metodologia da lacase e buscou observar a produção de enzima vinculada com a descoloração do corante azoico. Na Tabela 3 estão os resultados obtidos pela metodologia de Wu *et al.* (2022), com o melhor resultado sendo obtido após 12 horas, mostrando que a produção de enzima pode estar vinculada à descoloração do meio líquido. Pela metodologia seguida, a produção de lacase chegou a cerca de 17 U/ml, enquanto que essa pesquisa chegou a 83,333 U/L.

Tabela 3 – Resultados obtidos a partir da análise da atividade enzimática de lacase no meio líquido.

Horas	Ensaio (mg/L)	Lacase U/L
0	50	7,333
3	50	8,333
6	50	12,500
9	50	2,778
12	50	83,333

É importante ressaltar que há diversos parâmetros a serem avaliados e variados no novo experimento, como a porcentagem (v/v) de inóculo presente no meio, já que influenciam diretamente na produção de esporos, enzimas e nos resultados de descoloração. Além disso, parâmetros físicos como temperatura e rotação do *shaker* também podem ser variados, a fim de esgotar todas as possibilidades que podem auxiliar ou prejudicar no tratamento de biorremediação.

A pesquisa está em andamento, na tentativa de aumentar a porcentagem de descoloração a partir do *Bt*, além de analisar também a influência do corante na produção de enzimas lacases e ligninas peroxidases. A literatura aponta o *Bt* como potencial na biorremediação de corantes têxteis (90% de descoloração), havendo ainda outras metodologias a serem exploradas, em busca da obtenção de resultados excelentes. Em relação a produção de enzimas, o *Bt* produz lacase, de acordo com estudos recentes. Dessa forma, o próximo passo da pesquisa é a otimização do experimento, visando melhores resultados de descoloração e atividade enzimática.

## 4 CONCLUSÃO

O microrganismo *B. thuringiensis* apresentou crescimento em meio sólido na presença do corante azoico Vermelho Reativo 239 na concentração de 400 mg/L. Além disso, em meio líquido, seguindo a metodologia do Wu *et al.* (2022), a descoloração do meio teve como melhor resultado 33,84% e a atividade enzimática chegou a 83,333 U/L, podendo ser comparada à descoloração apresentada por Olukanni *et al.* (2013) em relação ao corante Violeta Cristal, que apresentou 22,62%, caracterizando um composto recalcitrante. É válido ressaltar que esse ensaio não foi otimizado estatisticamente, ou seja, a metodologia pode trazer resultados ainda melhores para a biodegradação de corantes azoicos.

A literatura aponta o *B. thuringiensis* como um potencial na biorremediação de corantes têxteis, havendo ainda outras metodologias que podem e serão aplicadas, em busca da obtenção de resultados de mais de 90% de descoloração, como mostra a maioria das pesquisas atuais. Em relação à produção de enzimas, o Bt é bastante associado à lacase e os estudos mostram que essas enzimas estão diretamente ligadas à descoloração, ao passo que quanto maior a produção de lacase, maior será a descoloração. Dessa forma, o próximo passo da pesquisa é a otimização do experimento, assim como a análise enzimática de lacase e lignina peroxidase relacionadas à descoloração.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. *et al.* **A indústria têxtil no Brasil**: Uma revisão dos seus impactos ambientais e possíveis tratamentos para os seus efluentes. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro - SP, 2016.
- BIROLI, W. G.; DOS SANTOS, A.; PILAU, E.; RODRIGUES-FILHO, E. New Role for a Commercially Available Bioinsecticide: *Bacillus thuringiensis* Berliner Biodegrades the Pyrethroid Cypermethrin. **Environmental Science and Technology**, v. 55, n. 8, p. 4792–4803, 2021.
- GUARATINI, C. C. I.; ZANONI, M. V. B. Corantes têxteis. **Química Nova** [online]. 2000, v. 23, n. 1, pp. 71-78. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-40422000000100013>>. Epub 14 Out 2000. ISSN 1678-7064. Acesso em: 4 set. 2022.
- FIOROTTO, Nilton. **Química dos corantes**. In: PORTAL SENAI - SP. São Paulo - Brás, 2022. Disponível em: <https://textil.sp.senai.br/5725/quimica-dos-corantes>. Acesso em: 4 out. 2022.
- KING-THOM, Chung. Azo dyes and human health: A review, **Journal of Environmental Science and Health**, 2016, Part C, 34:4, 233-261, DOI: 10.1080/10590501.2016.1236602. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10590501.2016.1236602>>. Acesso em: 7 out. 2022.
- OLUKANNI, O. D.; OSUNTOKI, A. A.; KALYANI, D. C.; GBENLE, G. O.; GOVINDWAR, S. P. Decolorization and biodegradation of Reactive Blue 13 by *Proteus mirabilis* LAG. **Journal of Hazardous Materials**, v. 184, n. 1–3, p. 290–298, 2010. Elsevier B.V.
- OLUKANNI, O.D. Decolorization of Dyehouse Effluent and Biodegradation of Congo Red by *Bacillus thuringiensis* RUN1. **Journal of Microbiology and Biotechnology**, [s. l.], v. 23, 2013. Disponível em: <https://koreascience.kr/article/JAKO201331056191838.page>. Acesso

em: 6 jul. 2022.

WU, Kangli et al. Decolourization and biodegradation of methylene blue dye by a ligninolytic enzyme-producing *Bacillus thuringiensis*: Degradation products and pathway. **Enzyme and Microbial Technology**, [s. l.], v. 156, 2022.



## SISTEMA SIMBIÓTICO FORMIGA-PLANTA APRESENTA BACTÉRIAS COM ALTOS ÍNDICES DE SOLUBILIZAÇÃO DE FOSFATO

RAONI GWINNER; KLEBERSON DE OLIVEIRA; ROGERIO DE OLIVEIRA NEVES; LEONARDO SILVA BARBEDO; GILVAN FERREIRA DA SILVA

### RESUMO

Solos ácidos com altos teores de óxidos de Fe e Al, apresentam grande capacidade de retenção de fosfato e constituem um forte dreno deste nutriente quando aplicado em sistemas agrícolas como fertilizante. O fósforo (P) é essencial ao desenvolvimento vegetal, contudo apenas uma pequena fração encontra-se em solução, estima-se menos de 0.1% do P total esteja na solução do solo, ou seja, mais de 95% do fósforo do solo encontra-se não disponível. Eventos como absorção, adsorção, fixação, lixiviação e retrogradação afetam diretamente a disponibilidade de fósforo na solução do solo. Algumas espécies de bactérias possuem mecanismos como produção de ácidos e fosfatases que permitem a solubilização de fosfato adsorvido no solo, tornando o P disponível na solução do solo, tais bactérias podem ter aplicação na agricultura como biofertilizantes auxiliando no incremento de P em sistemas agrícolas, e constituir uma importante ferramenta para agricultura sustentável. Portanto, buscamos a prospecção de ativos biológicos para a solubilização de fosfato com base em bactérias isoladas da interação Formiga-Planta. Plantas de embaúba foram identificadas em simbiose com formigas e abertas longitudinalmente, e do interior das domácias foi realizado o isolamento direto de microrganismos utilizando alça estéril descartável. As colônias que apresentaram halos em meio PVK foram isoladas e passaram por screening e identificação molecular do gênero via 16S. Foram selecionadas 5 bactérias com altos índices de solubilização *in vitro*, e posteriormente identificadas como do gênero *Pantoea* e *Serratia*. A identificação molecular das formigas de embaubeira foi realizada pela análise da região COI. Concluímos que o sistema simbiótico *Azteca-Cecropia* apresentou bactérias com níveis alto e médio de solubilização de fosfato constituindo em potencial, ativos biológicos para elaboração de biofertilizantes.

**Palavras-chave:** Amazônia; ativo biológico; biofertilizante; bioeconomia, sustentabilidade

### 1 INTRODUÇÃO

Associações simbióticas decorrem da interação contínua entre espécies ao longo de seu processo evolutivo, tal relação pode atingir elevado nível de especialização devido a co-evolução. O sistema biológico Formiga-Planta constitui uma fonte para exploração de novos compostos antimicrobianos, visto que a microbiota nestes sistemas está sob constante pressão de seleção de patógenos, herbívoros e parasitas. Associações que co-evoluíram apresentam benefícios para ambas espécies, conferindo vantagem adaptativa frente a adversidades bióticas e abióticas, e como consequência enorme potencial biotecnológico pode ser explorado de relações ecológicas que levaram milhões de anos para se estabelecerem. Na relação mutualística entre plantas e formigas, a espécie vegetal confere abrigo e alimento para a colônia enquanto os insetos são beneficiados pela proteção contra herbívoros, patógenos e parasitas. Além disso, formigas podem carregar microrganismos simbiotes com atividade biológica crucial para estabilidade da colônia e da planta, atuando

como mecanismo de defesa e manutenção da sanidade da colônia. Dessa forma, a prospecção de microrganismos associados a sistemas Formiga-Planta é fundamentada no fato de que simbioses se estabeleceram ao longo da evolução, por conferir às espécies envolvidas vantagem adaptativa, e portanto identificar ativos biológicos ainda não descritos pode abrir caminho para desenvolvimento de bioinsumos inovadores. Existe uma demanda mundial por produtos agrícolas mais sustentáveis, que substituam defensivos de maior impacto ambiental, portanto a prospecção de ativos biológicos que contribuam para o desenvolvimento de bioinsumos contribui diretamente com a bioeconomia no estado do Amazonas. O gênero *Cecropia* é composto por cerca de 60 espécies, sendo 46 mirmecófitas, ou seja, apresentam interação simbiótica com formigas (BERG et al., 2005; MAYER et al., 2018). As espécies de *Cecropia* estão amplamente distribuídas pela região amazônica, onde é possível encontrar cerca de 24 espécies, algumas são utilizadas para alimentação e como fitoterápico. Conhecida por inúmeros nomes: embaúba, imbaúba, umbaúba e embaúva, seu nome popular tem origem na palavra “ambaíba” do Tupi que significa “tronco oco” (COSTA; SCHENKEL; REGINATTO, 2011). Também são utilizadas para reflorestamento, devido ao seu rápido crescimento e baixa exigência nutricional. São árvores pioneiras atingindo de 5 a 25 m. A maioria das espécies apresentam caule central ereto e vascularizado. Em plantas adultas (3-5 anos) é comum o desenvolvimento de novos ramos a partir do caule, resultando numa arquitetura de candelabro. Plantas de *Cecropia* comumente apresentam associação com formigas e outros insetos, o gênero de formigas *Azteca* é o mais frequente em interações simbióticas envolvendo espécies de *Cecropia* e formigas (BERG et al., 2005). O gênero *Azteca* é constituído por cerca de 150 espécies de formigas, das quais 13 espécies obrigatoriamente fazem associação com espécies de *Cecropia* (AYALA et al., 1996; FUKUDA et al., 2021). É um gênero de formigas neotropicais arbóreas, que podem se abrigar em plantas vivas ou caules em decomposição, e estabelecem associação com plantas mirmecófitas de 16 gêneros distintos (OLIVEIRA; CORREA; DELABIE, 2015). Formigas do gênero *Azteca* possuem o hábito de cultivar fungos com objetivo alimentar, tornando o sistema simbiótico ainda mais geneticamente complexo. A biodiversidade presente nestes sistemas difere daquelas no ambiente ao redor, além disso, mesmo no interior de uma mesma planta de *Cecropia*, câmaras adjacentes podem apresentar diversidade microbiológica (LUCAS et al., 2019). O sistema simbiótico *Azteca-Cecropia* confere ganhos de produção significativos para a planta hospedeira, conforme descrito por OLIVEIRA et al. (2015), utilizando 25 simbiontes de *Cecropia glaziovii* em associação com *Azteca muelleri* e 23 sem associação verificou que plantas colonizadas cresceram 3,7 vezes mais que as não colonizadas. Além disso, plantas de *Cecropia glaziovii* não colonizadas sofreram maior taxa de herbivorismo. A colonização de uma *Cecropia* ocorre do ápice para a base, o orifício de entrada é construído utilizando o prostoma (estrutura vegetal especializada) para acessar as domácias que são câmaras no interior do caule utilizadas como abrigo. Após entrada, operárias mastigam entradas individuais no caule, e nos espaços intermodais, favorecendo a livre passagem pelo interior da planta (MARTING et al., 2018). As domácias podem ser subdivididas, compartimentalizando componentes em seu interior como larvas e alimento, promovendo um melhor aproveitamento do espaço. Além das domácias e prostoma, outra estrutura vegetal especializada desse sistema é a triquilha, estrutura constituída por tricomas, localizada na junção do pecíolo foliar com o caule. A triquilha é um indumento onde ocorre a produção de corpos müllerianos, compostos ricos em glicogênio utilizados como fonte de alimento por insetos. Dessa forma, formigas em associação, obtém abrigo e comida, enquanto a planta se beneficia da proteção contra herbívoros e de efeitos benéficos ao seu crescimento (GIBERT et al., 2019). Esse mecanismo de defesa é resultado da ação conjunta de insetos e microrganismos que compõem a associação. Microbiomas associados à plantas mirmecófitas e insetos, constituem uma valiosa fonte de recursos genéticos microbianos, sua análise e

prospecção pode revelar aplicação agrícola, farmacológica e industrial. Em trabalho realizado no Panamá, a análise metagenômica de diferentes amostras da associação entre *Azteca alfari* e *Cecropia peltata*, utilizando as regiões 16S e ITS, foram identificados como filos mais frequentes *Proteobacteria*, *Actinobacteria*, *Ascomycota* e *Basidiomycota* (LUCAS et al., 2019). Em trabalho realizado no Rio de Janeiro, Fukuda et al., (2021) descreveram o rico potencial microbiológico de sistemas *Cecropia-Azteca*. Foi relatado que os gêneros de maior ocorrência nessa associação foram: *Pseudomonas*, *Pantoea*, *Rhizobium*, *Methylobacterium* e *Streptomyces*, gêneros os quais foram extensivamente descritos quanto ao seu efeito benéfico a plantas e potencial biotecnológico (WALTERSON; STAVRINIDES, 2015; NASCIMENTO et al., 2020; DÍEZ-MÉNDEZ; MENÉNDEZ, 2021; CHEVRETTE et al., 2019; QUINN et al., 2020; KUMAR et al., 2021; HAMDAN; ABD-EL-MAGEED; GHANEM, 2021; ERDEMCI, 2020). De forma geral, na associação simbiótica a promoção de crescimento vegetal pode ser resultante de diferentes mecanismos, como: fixação de N atmosférico, supressão de pragas e doenças, indução de resistência em plantas, modulação dos níveis de hormônios vegetais, redução dos níveis de etileno e produção de sideróforos. A diversidade de organismos que possuem efeito benéfico para produção vegetal é notável, há um vasto potencial desconhecido e inexplorado sobre a aplicabilidade de produtos naturais desses organismos no setor agrícola, industrial, farmacêutico ou cosmético.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Plantas de Embaúba foram identificadas com base em características morfológicas como presença de triquilhas, prostomas, corpos müllerianos e pelas características peculiares das folhas, descritas em profundidade por Berg (2005). Posteriormente a presença de formigas foi confirmada com uma batida suave no tronco da árvore que normalmente leva ao aparecimento de atividade de formigas na superfície da planta. Após a identificação da planta e confirmação da atividade de formigas, o ápice da planta foi cortado e aberto em corte transversal com facção esterilizado. Com auxílio de uma alça inoculadora estéril foi realizado o isolamento direto de microrganismos do interior da superfície das domácias em placas de ágar PVK (Pikovskaya agar). As placas foram incubadas a 28 °C por 48 h e observadas quanto à solubilização de halos; placas apresentando halos foram utilizadas para subcultura e isolamentos bacterianos. Após o primeiro subcultivo, os materiais biológicos que mantinham halos de solubilização em meio PVK foram isolados pelo método de esgotamento por estrias. Foi coletado material de 3 plantas (simbiontes), denominadas A, B e C das quais foram isolados microrganismos e coletadas formigas de cada simbiote (FA, FB e FC). Isolados bacterianos foram inoculados no centro de placas PVK e incubados a 30 °C e fotografados no quinto dia, o diâmetro transversal e longitudinal da colônia e o halo foram medidos usando o software ImageJ. O índice de solubilização de fosfato (PSI) foi calculado para cada isolado utilizando a seguinte fórmula:  $PSI = H + C / C$ ; foram H: diâmetro médio dos halos transversal e longitudinal; e C: diâmetro médio transversal e longitudinal da colônia. De acordo com os valores do índice de solubilização (IS) obtidos, as bactérias foram classificadas como de baixo valores menores que 2; médio de 2 a 3; e alto IS maior que 3. Para identificação molecular das bactérias e formigas a nível de gênero, foram amplificadas as regiões 16S (JAMES, 2010) e CO1, respectivamente (FOLMER et al. 1994), e os produtos de PCR foram purificados por precipitação com PEG. As reações de sequenciamento foram realizadas utilizando volume de 10 µL sendo 5 µL de produtos de PCR purificados, 2 µL de Big Dye v3.1 (Thermo Fisher), 2 µL de tampão 5X (Applied Biosystems) e 3,2 pmol de cada primer. As reações de sequenciamento foram posteriormente analisadas em um sequenciador 3500 Genetic Analyze

(Thermo Fisher). A identificação a nível de gênero foi realizada por meio de BLAST (www.ncbi.nlm.nih.gov) da sequência consenso gerada.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cinco isolados apresentaram potencial de solubilização de fosfato inorgânico. De acordo com a tabela de classificação baseada nos índices de solubilização de fosfato em meio Pikovskaya agar *in vitro*, 4 isolados apresentaram alto índice de solubilização, e um isolado apresentou IS médio, os isolados com baixos índices de solubilização foram descartados. Os isolados A2, A3, B1 e C1 apresentaram alto índice de solubilização de fosfato, enquanto o isolado C3 apresentou IS médio (Tabela 1). Os dados indicam que as bactérias isoladas do sistema *Azteca-Cecropia* apresentam valores expressivos de IS. Chakdar et al. (2018) isolou bactérias com alta eficiência em solubilização de fosfato, dentre elas duas pertencentes ao gênero *Pantoea* apresentaram valores de IS de 1.8 (*Pantoea* sp. A34) e 2.0 (*Pantoea* sp. A3). Kirui, Njeru e Runo (2022) avaliaram 71 bacterias solubilizadoras de fosfato e obtiveram valores de IS que variaram de 1.14 (isolado 7) até 5.8 (isolado 22) e verificaram que apenas 20% dos isolados analisados apresentaram IS maior que 4. Prasad et al. (2022) também relataram bactérias do gênero *Pantoea* com altos índices de solubilização de fosfato, apresentando valores de 4.7 (HCF6) e 5.4 (HCF9) em meio NBRIP (National Botanical Research Institute's phosphate growth medium). Os dados obtidos corroboram com os resultados relatados, como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 – Diâmetro médio das colônias, diâmetro médio dos halos de solubilização em meio PVK e os índices de solubilização de fosfato aos 5 dias de incubação dos isolados analisados.

o	Isolad (cm)	Colônia (cm)	Halo	IS	Classifica ção
a2		0.78±0.10	2.68±0.0	4.43	alto
		4			
a3		0.99±0.17	3.08±0.0	4.11	alto
		4			
b1		0.96±0.13	2.18±0.0	3.27	alto
		4			
c1		0.86±0.11	2.75±0.0	4.19	alto
		3			
c3		1.74±0.22	3.28±0.1	2.88	médio
		2			

Os halos de solubilização de fosfato *in vitro* podem ser observados na figura 1, assim como a folha e a estípula do respectivo simbiote. Foram observadas diferenças morfológicas na folha e estípula dos diferentes simbiotes (A, B e C).

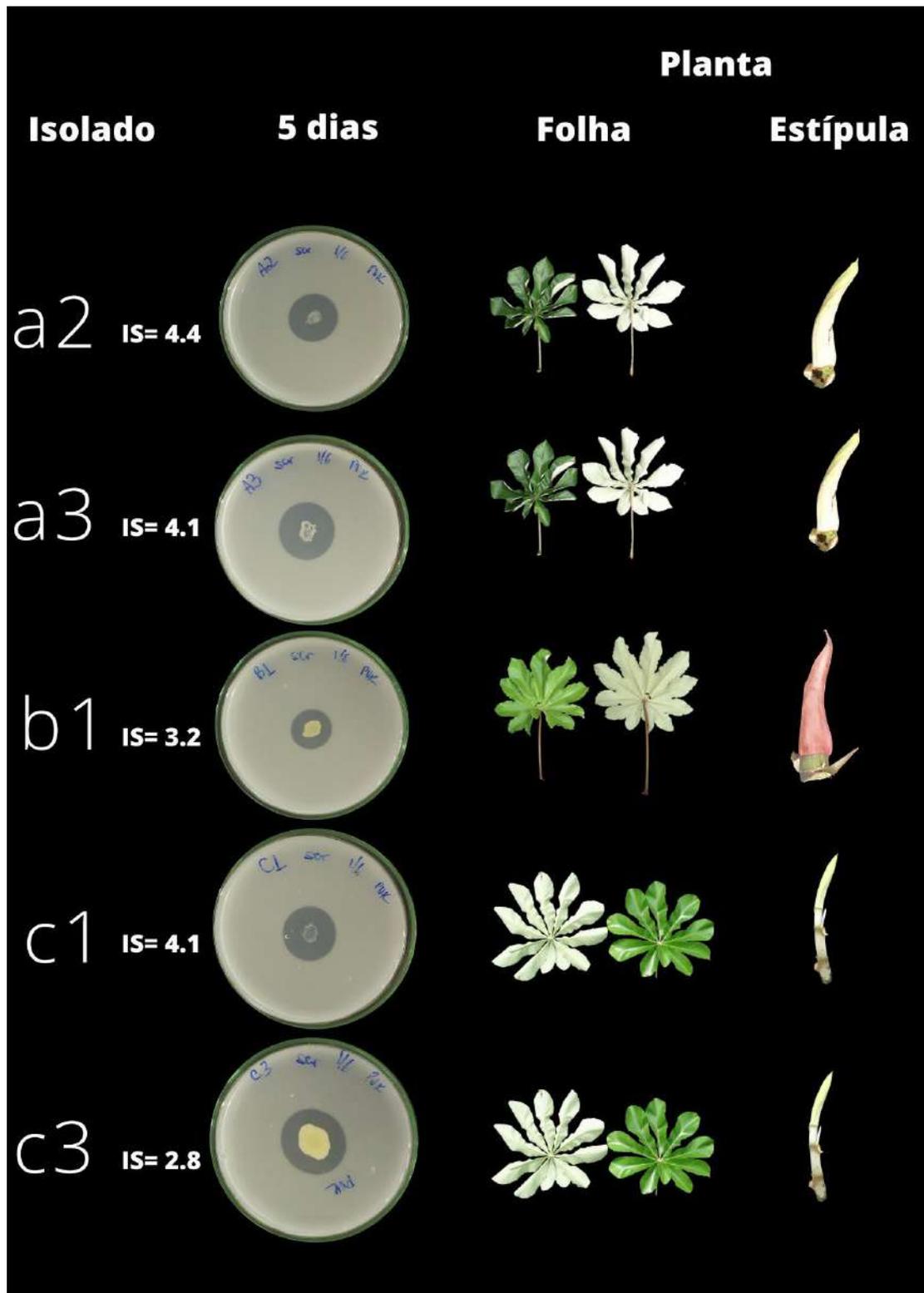


Figura 1- Isolados a2, a3, b1, c1 e c3 em placas de petri de 90 mm contendo meio PVK aos 5 dias de cultivo a 30 °C, IS= Índice de solubilização de fosfato; e folha e estípula do simbionte.

Os resultados de BLAST indicam que as bactérias podem pertencer ao gênero *Pantoea*, com exceção da C3 cujo gênero de maior similaridade foi *Serratia* (Tabela 2).

Tabela 2 - Identificação molecular baseada nas sequências do gene 16S rRNA e CO1.

<b>Isolado</b>	<b>Identificação baseada no 16S</b>	<b>N acesso no GenBank</b>	<b>Cobertura (%)</b>	<b>Identidade (%)</b>
a2	<i>Pantoea cypripedii</i>	KX507160.1	100	98
a3	<i>Pantoea cypripedii</i>	KX507160.1	99	98
b1	<i>Pantoea dispersa</i>	MT386231.1	99	99
c1	<i>Pantoea cypripedii</i>	MN428177.1	100	97
c3	<i>Serratia rubidaea</i>	MN793318.1	90	98

<b>Formiga</b>	<b>Identificação baseada no mtDNA CO1</b>	<b>N acesso no GenBank</b>	<b>Cobertura (%)</b>	<b>Identidade (%)</b>
FA	<i>Azteca ovaticeps</i>	JQ867544.1	95	92
FB	<i>Azteca ovaticeps</i>	JQ867544.1	93	95
FC	<i>Azteca ovaticeps</i>	JQ867544.1	94	95

#### 4 CONCLUSÃO

Em muitas regiões do Brasil a embaúba é uma planta encontrada com frequência, contudo o enorme potencial biotecnológico que ali reside ainda é pouco conhecido. Muitas das espécies de *Cecropia* possuem adaptações morfológicas que favorecem a simbiose com formigas, o que torna cada indivíduo parte de um sistema simbiótico composto por Formiga-Planta e microrganismos. Espécies mirmecófitas de *Cecropia* podem fornecer ativos biológicos com capacidade de solubilização de fosfato inorgânico, e fundamentar a elaboração de biofertilizantes de menor impacto ambiental para produção agrícola sustentável.

#### REFERÊNCIAS

- AYALA, F. J. et al. Molecular Phylogeny of Azteca Ants (Hymenoptera: Formicidae) and the Colonization of Cecropia Trees. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, v. 5, n. 2, p. 423–428, abr. 1996.
- BERG, C. et al. *Cecropia*. *Flora Neotropica*, v. 94, p. 1–230, 2005.
- CHAKDAR, Hillol et al. Characterization of mineral phosphate solubilizing and plant growth promoting bacteria from termite soil of arid region. *3 Biotech*, v. 8, n. 11, p. 1-11, 2018.
- CHEVRETTE, M. G. et al. The antimicrobial potential of *Streptomyces* from insect microbiomes. *Nature Communications*, v. 10, n. 1, p. 516, 31 dez. 2019.
- COSTA, G. M.; SCHENKEL, E. P.; REGINATTO, F. H. Chemical and pharmacological aspects of the genus *Cecropia*. *Natural Product Communications*, v. 6, n. 6, p. 913–920, 1 jun. 2011.

DÍEZ-MÉNDEZ, Alexandra; MENÉNDEZ, Esther. *Rhizobium* presence and functions in microbiomes of non-leguminous plants. In: Symbiotic Soil Microorganisms. Springer, Cham, 2021. p. 241-266.

ERDEMCI, İ. Effect of Pseudomonas Fluorescent Rhizobacteria on Growth and Seed Quality in Lentil ( *Lens Culinaris* Medik.). Communications in Soil Science and Plant Analysis, v. 51, n. 14, p. 1852–1858, 5 ago. 2020.

FUKUDA, T. T. H. et al. Insights Into the Ecological Role of *Pseudomonas* spp. in an Ant-plant Symbiosis. Frontiers in Microbiology, v. 12, 1 fev. 2021.

GIBERT, A. et al. Plant performance response to eight different types of symbiosis. Wiley Online Library, v. 222, n. 1, p. 526–542, 1 abr. 2019.

HAMDAN, A. M.; ABD-EL-MAGEED, H.; GHANEM, N. Biological treatment of hazardous heavy metals by *Streptomyces rochei* ANH for sustainable water management in agriculture. Scientific Reports, v. 11, n. 1, p. 9314, 29 dez. 2021.

JAMES, G. Universal Bacterial Identification by PCR and DNA Sequencing of 16S rRNA Gene. In: PCR for Clinical Microbiology. Dordrecht: Springer Netherlands, 2010. p. 209–214.  
KUMAR, M. et al. Proactive role of *Streptomyces* spp. in plant growth stimulation and management of chemical pesticides and fertilizers. International Journal of Environmental Science and Technology, 21 jun. 2021.

KIRUI, Charles Kibet; NJERU, Ezekiel Mugendi; RUNO, Steven. Diversity and Phosphate Solubilization Efficiency of Phosphate Solubilizing Bacteria Isolated from Semi-Arid Agroecosystems of Eastern Kenya. Microbiology Insights, v. 15, p. 11786361221088991, 2022.

LUCAS, J. et al. *Azteca* ants maintain unique microbiomes across functionally distinct nest chambers. royalsocietypublishing.org, v. 286, n. 1908, 14 ago. 2019.

MARTING, P. R. et al. Ant-plant sociometry in the *Azteca-Cecropia* mutualism. Scientific Reports, v. 8, n. 1, p. 17968, 19 dez. 2018.

MAYER, V. E. et al. Transmission of fungal partners to incipient *Cecropia*-tree ant colonies. PLoS ONE, v. 13, n. 2, 1 fev. 2018.

NASCIMENTO, F. X. et al. The extreme plant-growth-promoting properties of *Pantoea phytobeneficialis* MSR2 revealed by functional and genomic analysis. Environmental Microbiology, v. 22, n. 4, p. 1341–1355, 1 abr. 2020.

FOLMER, O. et al. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. Molecular Marine Biology and Biotechnology, v. 3, n. 5, p. 294-299, 1994.

OLIVEIRA, G. V. DE; CORREA, M. M.; DELABIE, J. H. Interação planta-inseto: Aspectos biológicos e ecológicos do mutualismo *Cecropia-Azteca*. EntomoBrasilis, v. 8, n. 2, p. 85–90, 23 ago. 2015.

OLIVEIRA, K. N. et al. The Effect of Symbiotic Ant Colonies on Plant Growth: A Test Using an *Azteca-Cecropia* System. PLOS ONE, v. 10, n. 3, p. e0120351, 26 mar. 2015. PRASAD, Priyanka et al. Phosphate Solubilization and Plant Growth Promotion by Two *Pantoea* Strains Isolated from the Flower of *Hedychium coronarium* L. Frontiers in Agronomy, p. 86, 2022.

QUINN, G. A. et al. *Streptomyces* from traditional medicine: sources of new innovations in antibiotic discovery. Journal of Medical Microbiology, v. 69, n. 8, p. 1040–1048, 1 ago. 2020. WALTERSON, A. M.; STAVRINIDES, J. *Pantoea*: insights into a highly versatile and diverse genus within the Enterobacteriaceae. FEMS Microbiology Reviews, v. 39, n. 6, p. 968–984, nov. 2015.



## ANÁLISE COMPUTACIONAL DA INTERAÇÃO ENTRE FRAGMENTOS VARIÁVEIS DE CADEIA ÚNICA DE ANTICORPOS MODIFICADOS COM A PROTEÍNA DO ENVELOPE DO ZIKA VÍRUS

ALICE PEREIRA BARROS; HERNAN HERMES MONTEIRO DA COSTA; VICTOR HUGO OLIVEIRA DE ANDRADE; CARLOS ROBERTO PRUDÊNCIO; JAIR PEREIRA DA CUNHA JÚNIOR

**INTRODUÇÃO:** O Zika vírus (ZIKV) é do gênero flavivírus e possui três tipos de proteínas estruturais: capsídeo (C), membrana (M) e envelope (E). A proteína E é responsável pela entrada do vírus no hospedeiro, sendo assim o principal alvo de anticorpos. Dessa maneira, a partir da bioinformática, é possível obter informações sobre as interações dos complexos ligante-alvo, a fim de descobrir novos inibidores contra o ZIKV. **OBJETIVOS:** Analisar computacionalmente a interação entre a proteína E do ZIKV e fragmentos variáveis de cadeia única (scFv) de anticorpos modificados. **METODOLOGIA:** Analisou as regiões determinantes da complementariedade (CDRs) dos scFv 2 e 4 nos servidores IMGT, Paratome, Parapred e BLAST. As modificações realizadas foram alteração de duas glicinas por duas prolínas no *linker* do scFv 2 IAL e a substituição das CDRs 3 do scFv 2 IAL pelas CDRs 3 do scFv 4 IAL, gerando um scFv quimérico. As modelagens foram realizadas no software Robetta e a validação no Verify 3D e Procheck. O *docking* foi realizado no ClusPro e as interações moleculares entre a proteína E e os scFv modelados pelo LigPlot. **RESULTADOS:** Selecionou os resíduos mais conservados nas sequências homologas definidas no BLAST e a maior sequência disponibilizada para determinar as CDRs do scFv 2 e 4. Todas as modelagens foram aprovadas no Verify 3D e no gráfico de Ramachandran obtiveram acima de 86% dos resíduos nas regiões favoráveis. Com o alinhamento estrutural dos modelos atômicos, as modificações realizadas no *linker* não foram suficientes para modificarem a estrutura tridimensional dos fragmentos. Enquanto ao *docking*, os modelos não obtiveram uma diferença significativa em relação a energia central, variando entre -485,8 a -515,2 Kcal/mol. Porém, no LigPlot foi possível perceber um acréscimo de ligações de hidrogênio no scFv 2 modificado em relação ao scFv 2 original. Enquanto, no scFv quimérico modificado não houve esse aumento. **CONCLUSÃO:** Verificou que as modificações no *linker* dos scFv não foram suficientes para alterar sua estrutura tridimensional. Além disso, houve um aumento nas interações entre o scFv 2 modificado e a proteína E, sendo este um ponto de partida para verificar se houve relação com as modificações realizadas.

**Palavras-chave:** Zika vírus, Fragmentos variáveis de cadeia única (scfv), Modelagem molecular, Docking molecular, Interação molecular.



## **AuNPs REDUZIDAS E ESTABILIZADAS COM POLISSACARÍDEO DA *Amburana cearensis*, COM POTENCIAL APLICAÇÃO EM NANOBIOTECNOLOGIA**

EZIEL CARDOSO DA SILVA; IRANILDO COSTA ARAÚJO; GEANDERSON EMÍLIO DE ALMEIDA; CARLA EIRAS; LÍVIO CÉSAR CUNHA NUNES

### **RESUMO**

A síntese de nanopartículas metálicas (NPs) têm atraído atenção por suas propriedades únicas, a exemplo de suas propriedades óticas e catalíticas, quais estão diretamente relacionadas a forma e tamanho dessas nanoestruturas. Dentre as nanopartículas metálicas as nanopartículas de ouro (AuNPs) destacam-se uma vez que o ouro trata-se de um material inerte e biocompatível. Vários estudos têm mostrado que as AuNPs possuem potencial para uma variedade de aplicações como: conjugação de anticorpos, entrega de drogas, como agente antimicrobiano, desenvolvimento de sensores e biossensores eletroquímicos dentre outras. Diante disso, o presente estudo teve como objetivo propor uma rota simples e eficiente para a síntese de AuNPs as quais serão reduzidas e estabilizadas com o polissacarídeo, também chamado goma, extraído da espécie *Amburana cearensis* (Gamb), uma árvore típica do nordeste brasileiro. A goma foi isolada e purificada pelo método da extração alcalina com precipitação em Etanol. As sínteses das AuNPs foram realizadas seguindo o método de Turkevich utilizando a Gamb como agente redutor e estabilizante. A goma da *Amburana*, nas formas isolada e purificada foram caracterizadas pelo FTIR apresentando picos de absorção característico de polissacarídeos como  $3400\text{ cm}^{-1}$  para O-H,  $1620\text{ cm}^{-1}$ , referente aos íons amida do tipo 3,  $1050\text{ cm}^{-1}$  atribuído à ligação glicosídica C–O–C. Já os espectros de UV-Vis, para ambas as formas da Gamb, apresentaram absorção máxima em 280 nm correspondente a presença de proteínas associadas aos ácidos nucleicos que constituem o polissacarídeo. As AuNPs formadas a partir da Gamb também foram caracterizadas por espectroscopia na região do UV-vis mostrando máximos de absorção em 529 nm para as AuNPs/Gamb<sub>ISO</sub> e de 524 nm AuNPs/Gamb<sub>PUR</sub>, enquanto o tamanho médio de partícula foi de 31 nm e 27 nm, respectivamente. Os resultados obtidos até o momento mostraram que a Gamb tem potencial para reduzir e estabilizar as AuNPs formadas. No entanto, outras análises, como por exemplo (*Dynamic Light Scattering*, DLS) precisam ser realizadas para avaliar, o tamanho médio das nanoestruturas bem como sua estabilidade.

**Palavras-chave:** Goma de exsudato; agente redutor; nanopartículas metálicas

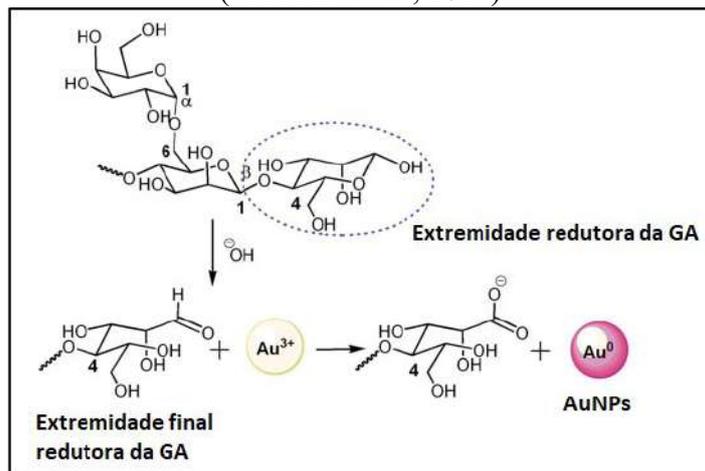
### **1. INTRODUÇÃO**

Uma das áreas da ciência que ganhou destaque e desenvolvimento nas últimas décadas foi a Nanotecnologia, que consiste na produção e manipulação de materiais em escala nanométrica ( $10^{-9}\text{ m}$ ). Dentro dessa área, as nanopartículas de ouro (AuNPs) logram de grande destaque devido suas características peculiares, como baixa toxicidade, biocompatibilidade, elevada resistência à oxidação, elevada condução térmica, elétrica e a estrita dependência do seu tamanho com suas propriedades eletrônicas, magnéticas e ópticas permitindo a aplicação em diferentes campos (SILVA, 2016).

Os polissacarídeos, como os extraídos do exsudato de plantas gomíferas, são exemplos

de agentes que podem atuar na estabilização de nanopartículas de ouro ou até mesmo na redução dos íons  $\text{Au}^{3+}$  para gerar as nanoestruturas, uma vez que os açúcares presentes na composição desses biopolímeros possuem grupos funcionais específicos em suas cadeias macromoleculares, tais como,  $-\text{OH}$ ,  $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{CHO}$ ,  $-\text{CONH}_2$ ,  $-\text{COOH}$ , que podem conferir a estes o papel de agente redutor dos íons ouro. A Figura 01 mostra um exemplo para a redução de nanopartículas de ouro a partir da goma da algaroba (GA)(TAGAD et al., 2014). Assim, rotas sustentáveis e de baixo custo podem ser propostas, pois estes polissacarídeos são produzidos a partir de fontes renováveis e de simples obtenção (MZWD et al., 2022).

**Figura 01.** AuNPs utilizando a extremidade redutora da Goma da Alfarroba (GA) (TAGAD et al., 2014).



Diante do que foi abordado, o presente estudo teve como objetivo inicial a síntese e a caracterização de nanopartículas de ouro reduzidas e estabilizadas com o polissacarídeo extraído do exsudato da *Amburana cearensis* (Gamb) em suas formas, isolada e purificada com potencial aplicação em nanobiotecnologia.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O polissacarídeo foi isolado utilizando a metodologia proposta por COSTA; RODRIGUES; PAULA, (1996), com adaptação para o meio alcalino (pH 10). Foram realizadas caracterizações espectroscópicas na região do Infravermelho (FTIR) e na região do Ultravioleta visível (UV-Vis). As sínteses das nanopartículas de ouro foram preparadas a partir do método de Turkevich descrito por JUNIOR et al., 2012, utilizando soluções de ácido tetracloroáurico a  $2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$ , NaOH a  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$  e Gamb a 0,2% (m/v). As suspensões coloidais obtidas foram nomeadas de nanopartículas reduzidas com a Goma da *Amburana* Isolada (AuNPs/GambIso) e purificada (AuNPs/GambPur). A caracterização das nanopartículas foi realizada pela técnica de espectroscopia no UV-Vis.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

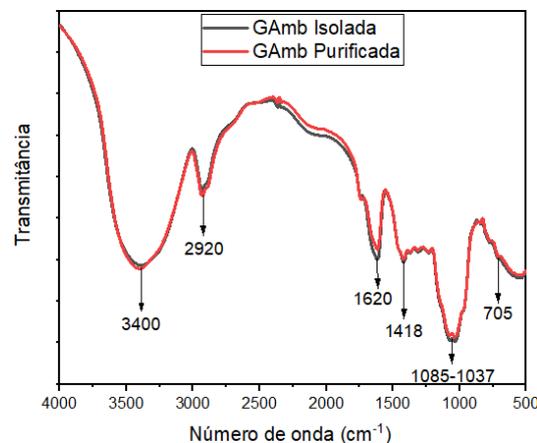
A técnica de FTIR foi empregada para avaliar possíveis diferenças entre as formas GambIso e GambPur. Entretanto, não foram observadas diferenças significativas entre elas, Figura 02, sugerindo, assim que o processo purificação, realizado após o isolamento da Gamb, não promove alterações químicas em sua estrutura.

As bandas largas observadas na região de absorção de  $3400 \text{ cm}^{-1}$ , Figura 02, são características da presença de grupos O-H de carboidratos (BOULET; WILLIAMS; DOCO,

2007). Bandas de absorção de média intensidade são observadas em  $2920\text{ cm}^{-1}$ , e podem ser atribuídas às vibrações simétricas e assimétricas de C-H dos grupos metil e metileno provenientes das unidades monossacarídicas da GAMB (WIERCIGROCH et al., 2017). Sinais característicos que confirmam a presença e caracterização de carboidratos foram observados em  $1037\text{ cm}^{-1}$  atribuído ao grupo C-O,  $1050\text{ cm}^{-1}$  atribuído à ligação glicosídica C-O-C e em  $1085\text{ cm}^{-1}$  atribuído ao grupo C1-H carbono anomérico (SYNYTSYA et al., 2003). A presença da ligação C-H foi confirmada pela presença da frequência de deformação em torno de  $705\text{ cm}^{-1}$  (BRAMBILLA et al., 2011).

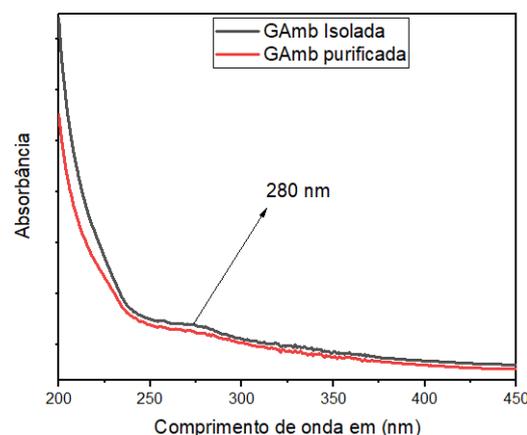
A presença de proteína pode ser identificada através das frequências de absorção em  $1620\text{ cm}^{-1}$ , referente aos íons amida carboxilato tipo I, em  $1418\text{ cm}^{-1}$  (íons carboxilato), caracterizada pela presença de proteína não ordenada e tipo III grupo amida (NEP; CONWAY, 2011). O trecho N-H, que muitas vezes absorve em  $3400\text{ cm}^{-1}$ , sobrepõe a banda O-H larga (GAŁAT, 1980; WIERCIGROCH et al., 2017).

**Figura 02.** FTIR das GAMB isolada e purificada. (Autor 2022)



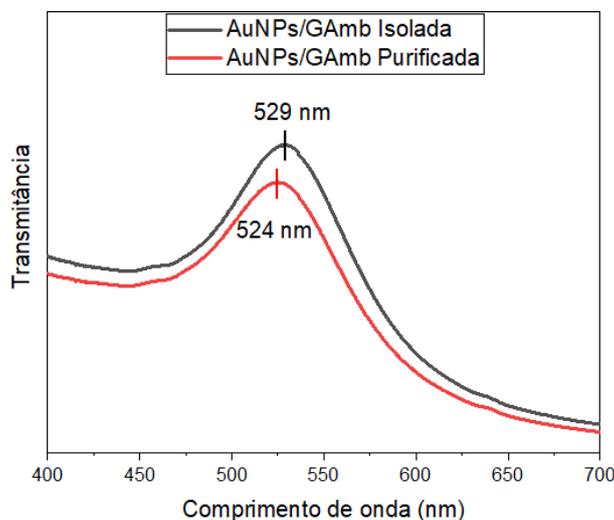
Os espectros de absorção na região do UV-Vis estão ilustrados na Figura 14. Pode se observar uma banda de absorção em  $280\text{ nm}$  que pode ser atribuída à presença de proteínas associadas a ácidos nucleicos presentes na GAMB<sub>ISO</sub> e GAMB<sub>PUR</sub>, uma vez que bandas de absorção localizadas nessa região de  $280\text{ nm}$  é atribuída a essas espécies químicas (SIMAS-TOSIN et al., 2010). Transições eletrônicas associadas a proteínas das mais diversas composições de aminoácidos (fenilalanina, cisteína, cistina, metionina, triptofano, histidina e tirosina) também tendem a se mostrar espectroscopicamente ativas na região de  $280\text{ nm}$  (LIANG et al., 2014).

**Figura 03.** Espectros de UV-vis da GAMB isolada e purificada. (Autor 2022)



Após a síntese das AuNPs, as nanoestruturas também foram caracterizadas a partir da técnica de espectroscopia na região do UV-Vis, Figura 04 com máximo de absorção em 529 nm para as AuNPs/GAmb<sub>ISO</sub> e em 524 nm para a AuNPs/GAmb<sub>PUR</sub>. Essa absorbância está relacionada com a ressonância plasmônica de superfície em nanopartículas de ouro, à qual é esperada em comprimentos próximos de 520 nm (LIU; KOUSHKI; TAYEBEE, 2021). Vale ressaltar que as dispersões coloidais das nanopartículas de ouro sintetizadas apresentaram coloração vermelho rubi características dessa faixa de absorção (COURA et al., 2018). O tamanho médio das partículas foi estimado pela largura da meia altura do pico de absorbância no UV-Vis (SOLOMON et al., 2007) onde as AuNPs/GAmb<sub>ISO</sub> apresentaram tamanhos médios de 31 nm e a AuNPs/GAmb<sub>PUR</sub> 27 nm.

**Figura 04:** Espectros de UV-Visível das AuNPs (Autor 2022)



#### 4 CONCLUSÃO

Assim, conclui-se que tanto a GAm<sub>ISO</sub> como a GAm<sub>PUR</sub> mostraram-se capazes de atuar como agente redutor e estabilizante das AuNPs, provavelmente devido à presença de grupos funcionais, como: hidroxila (-OH) e carboxila (-COOH) comprovados pelo FTIR e UV-Vis do polissacarídeo. Os espectros do UV-Vis mostraram absorção na região de 524 e 529 nm e tamanho médio de partícula de 31 nm e 27 nm para AuNPs/GAm<sub>ISO</sub> e AuNPs/GAm<sub>PUR</sub> respectivamente. Ainda será necessário fazer um estudo de estabilidade do material utilizando a técnica do DLS para saber o potencial zeta (PZ), índice de polidispersividade (PDI) e comparar o tamanho médio de partícula, com aqueles obtidos nesse estudo. Devido às propriedades em nanoescala, esse nanomaterial sintetizado, tem potencial aplicação na nanobiotecnologia como: entrega controlada de fármacos, obtenção de imagens e sensores eletroquímicos.

#### REFERÊNCIAS

- BOULET, J. C.; WILLIAMS, P.; DOCO, T. A Fourier transform infrared spectroscopy study of wine polysaccharides. **Carbohydrate Polymers**, v. 69, n. 1, p. 79–85, 2007.
- BRAMBILLA, L. et al. Characterization of fresh and aged natural ingredients used in historical ointments by molecular spectroscopic techniques: IR, Raman and fluorescence. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, v. 401, n. 6, p. 1827–1837, 2011.

COSTA, S. M. O.; RODRIGUES, J. F.; PAULA, R. C. M. DE. Gomas Naturais : Goma do Cajueiro. **Polímeros Ciência e Tecnologia**, v. 6, p. 4, 1996.

COURA, M. et al. Como Obter Nanopartículas De Ouro Usando Suco De Limão? **Química Nova**, v. 41, n. 5, p. 533–539, 2018.

GAŁAT, A. **Study of the Raman scattering and infrared absorption spectra of branched polysaccharides**. *Acta Biochimica Polonica*, 1980.

JUNIOR, M. A. M. et al. Preparation of silver and gold nanoparticles: a simple method to introduce nanotechnology into teaching laboratories. **Química Nova**, v. 35, n. 9, p. 1872–1878, 2012.

LIANG, F. et al. An arabinogalactan from flowers of *Chrysanthemum morifolium*: Structural and bioactivity studies. **Carbohydrate Research**, v. 387, n. 1, p. 37–41, 2014.

LIU, L.; KOUSHKI, E.; TAYEBEE, R. Surface modification of gold nanoparticles by cetirizine through surface plasmon resonance and preliminary study of the in vitro cellular cytotoxicity. **Journal of Molecular Liquids**, v. 330, p. 115542, 2021.

MZWD, E. et al. Green synthesis of gold nanoparticles in Gum Arabic using pulsed laser ablation for CT imaging. **Scientific Reports**, v. 12, n. 1, p. 1–11, 2022.

NEP, E. I.; CONWAY, B. R. Physicochemical characterization of grewia polysaccharide gum: Effect of drying method. **Carbohydrate Polymers**, v. 84, n. 1, p. 446–453, 2011.

SILVA, A. A. Síntese e Estabilização de nano partículas de Ouro para fins biotecnológicos e cosméticos. p. 80, 2016.

SIMAS-TOSIN, F. F. et al. Rheological and structural characteristics of peach tree gum exudate. **Food Hydrocolloids**, v. 24, n. 5, p. 486–493, 2010.

SOLOMON, S. D. et al. Encyclopedia\_of\_International\_Political\_Economy (BookFi.org).pdf. **Journal of Chemical Education**, v. 84, n. 2, p. 322–325, 2007.

SYNYTSYA, A. et al. Fourier transform Raman and infrared spectroscopy of pectins. **Carbohydrate Polymers**, v. 54, n. 1, p. 97–106, 2003.

TAGAD, C. K. et al. Green synthesis of polysaccharide stabilized gold nanoparticles: Chemo catalytic and room temperature operable vapor sensing application. **RSC Advances**, v. 4, n. 46, p. 24014–24019, 2014.

WIERCIGROCH, E. et al. Spectrochimica Acta Part A : Molecular and Biomolecular Spectroscopy Raman and infrared spectroscopy of carbohydrates : A review. **Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy**, v. 185, p. 317–335, 2017.



## METODOLOGIAS DA ENGENHARIA GENÉTICA EMPREGADAS NA PRODUÇÃO DE BIOFÁRMACOS

LUCAS DOS SANTOS SA

### RESUMO

**Introdução:** Biofármacos são medicamentos fabricados a partir de células geneticamente modificadas por meio das técnicas da engenharia genética como a tecnologia de DNA recombinante, essa metodologia resulta em uma molécula de DNA formada pelo material genético proveniente de seres distintos, para isso é necessário a obtenção de um gene de interesse que será inserido em um vetor bacteriano(plasmídeo) para então ocorrer a transfecção para uma célula competente para que tenha início a replicação e expressão gênica com a finalidade de conferir aquele ser híbrido a capacidade de sintetizar moléculas terapêuticas, o advento dessa tecnologia permitiu que pacientes portadores de doenças crônicas ocasionadas pela deficiência na produção de certas substâncias essenciais ao funcionamento do organismo recebessem o tratamento adequado. **Objetivos:** Identificar os principais Biofármacos presentes no mercado e suas aplicações terapêuticas. **Metodologia:** este trabalho foi realizado por meio de uma revisão de literatura do tipo exploratória com abordagem qualitativa onde foram analisados 6 artigos pelas bases de dados Google acadêmico, Scielo, Pubmed. **Resultados:** Por meio da tecnologia de DNA recombinante se tornou possível a produção em massa de uma ampla diversidade de moléculas proteicas que passaram a ser a fonte de tratamento ideal para certas patologias genéticas, como a insulina aplicada em pacientes com diabetes e homônimo do crescimento para pacientes com deficiência de crescimento, o hormônio folículo estimulante(FSH) direcionado para mulheres com infertilidade ou interferon-beta para casos de esclerose múltipla, e o fator de coagulação VIII no tratamento de hemofilia A e fator de coagulação IX para hemofilia B no combate a hemorragias, diante desse métodos pacientes oncológicos também são beneficiados devido a fabricação de anticorpos monoclonais empregados em quadros de cancro, nos dias de hoje o aprimoramento desses Biofármacos são responsáveis pelo tratamento de uma vasta quantidade de tumores hematológicos e sólidos. **Conclusão:** Com base nos dados expostos, chega se a conclusão que a tecnologia de DNA recombinante teve papel fundamental no tratamento de diversas doenças crônicas com causas genéticas ou autoimune propiciando assim uma melhor qualidade de vida aos pacientes.

**Palavras-chave:** Ácidos Nucleicos; DNA recombinante; Gene; Plasmídeo; Proteínas

### 1 INTRODUÇÃO

A Biotecnologia consiste em um conjunto de ferramentas aplicadas na manipulação do material genético de diferentes indivíduos com a finalidade de se adquirir produtos comercialmente lucrativos que beneficiem o setor industrial, farmacêutico, agrícola, com isso as contribuições dos conhecimentos científicos e de agentes biológicos que visa minimizar os riscos ocasionados por doenças crônicas, autoimunes, genéticas ou que afeta grandemente a saúde do paciente, denomina-se Biotecnologia (PORTO, 2021).

Com base em diversas técnicas biotecnológicas é possível realizar alterações genéticas em micro-organismos, células animais, e do tecido vegetal, desde que sejam capazes de produzir moléculas *In vivo*, a partir disso esses agentes biológicos serão capazes sintetizar o princípio ativo dos medicamentos produzidos com base nesses métodos, permitindo assim que os Biofármacos sejam sintetizados ou extraídos de seres vivos (BRANDÃO; SOUZA, 2016). Um dos principais papéis da Biotecnologia está no advento das proteínas recombinantes empregadas como Biofármacos com a finalidade de tratar doenças (OLIVEIRA; SILVA, 2019). Biofármacos são medicamentos fabricados a partir de células geneticamente modificadas por meio das técnicas da engenharia genética como a tecnologia de DNA recombinante, essa metodologia resulta em uma molécula de DNA formada pelo material genético proveniente de seres distintos, para isso é necessário a obtenção de um gene de interesse que será inserido em um vetor bacteriano(plasmídeo) para então ocorre a transfecção para uma célula competente para que tenha início a replicação e expressão gênica com a finalidade de conferir aquele ser híbrido a capacidade de sintetizar moléculas terapêuticas, o advento dessa tecnologia permitiu que pacientes portadores de doenças crônicas ocasionadas pela deficiência na produção de certas substâncias essenciais ao funcionamento do organismo recebessem o tratamento adequado (BRANDÃO; SOUZA, 2016).

Um dos principais pontos fortes dos Biofármacos está no fato deles serem homogêneos e seguros em comparação a proteínas que são adquiridas a partir de amostras biológicas obtidas de humanos, já que ao ser extrair essas substâncias de uma fonte humana é levantada a possibilidade dessa proteína está sendo veículo para algum vírus, como no caso dos fatores de coagulação sanguínea aplicados em hemofílicos, isso se deve aos Biofármacos serem fabricados por meio de um procedimento extremamente supervisionado que aumenta a similaridade entre os lotes fabricados, isso reduz a ocorrência de eventos imunológicos devido a composição complexa e homogênea desse medicamento (CARREIRA, 2013).

O único método conhecido de produção de proteínas era o isolamento a partir de fontes naturais. Produziam-se insulina do pâncreas triturado de porcos, fator VIII a partir de sangue humano e hormônio de crescimento proveniente da glândula pituitária de cadáveres (REIS, 2009). Os Biofármacos são organizados em 2 categorias, que são os de 1º geração , que possuem uma cadeia polipeptídica exatamente igual as proteínas presentes nos seres vivos que são aplicadas na reposição de pacientes que apresentam deficiência da mesma, e em casos em que é necessário aumentar os níveis séricos das proteínas, e os de 2º geração que possuem modificações químicas em suas estruturas que os diferenciam das proteínas originais, para que assim desempenhem seu papel terapêutico da melhor forma possível (CASTILHO, 2010).

Dentre os Biofármacos existentes, a maior parte deles possuem alterações na sua sequência de aminoácidos devido a uma reação denominada glicosilação responsável por inserir uma cadeia de açúcar a estrutura da proteína. O uso desses processos é essencial para que o mecanismo de ação dos Biofármacos seja efetiva, conferindo ao medicamento facilidade em reconhecer seu receptor e em realizar alterações químicas para se ligar a proteína presente na membrana celular e assim metabolizado mais rapidamente (CARREIRA, 2013).

Para se realizar a fabricação dos Biofármacos é necessário seguir um procedimento complexo, devido a dificuldade encontrada para réplica a molécula alvo, com isso a produção dos Biofármacos consiste em quatro etapas, sendo a 1º a montagem da linhagem célula ou de micro- organismo portadores do DNA recombinante, na 2º etapa as células cultivadas vão produzir os Biofármacos, na 3º ocorrerá o isolamento da molécula de interesse e purificação da amostra para evitar a contaminação, e na 4º os medicamentos serão preparados para serem comercializados (CARREIRA, 2013).

Diante dos dados abordados, torna se evidente a importância do desenvolvimento da Biotecnologia, é dos produtos derivados dela, como é o caso dos Biofármacos, devido isso torna se necessário um levantamento sobre as principais aplicações dos medicamentos

biológicos e suas propriedades terapêuticas para assim contribuir na disseminação científica sobre o tema. O presente trabalho busca identificar os principais Biofármacos presentes no mercado e suas aplicações terapêuticas.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho consiste em uma revisão Bibliográfica do tipo exploratória com abordagem qualitativa que tem como alvo produções científicas que relatem a produção, mecanismo de ação, e quais são os tipos de patologias tratadas com o uso de Biofármacos. Para isso foram estabelecidos os seguintes critérios de inclusão, os trabalhos analisados deveriam ser publicados entre os anos de 2008 e 2022, serem encontrados nas bases de dados Google acadêmico, Scielo, Pubmed, e estarem em inglês e português. Trabalhos que não se enquadravam nos critérios de inclusão estabelecidos foram excluídos, após a aplicação dos critérios de inclusão foram selecionados 6 trabalhos para a análise, a produção do trabalho seguiu o seguinte roteiro, primeiro foi feito o levantamento Bibliográfico, em seguida ocorreu a análise e interpretação dos trabalhos selecionados e por último houve a síntese das informações mais relevantes.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As aplicações da Biotecnologia são fundamentais para que os fármacos sejam efetivos em conferir benefícios na vida do portador da doença, com isso a criação das proteínas recombinantes proporcionou alterações nas estratégias terapêuticas usadas no tratamento dos pacientes (MALAJOVICH, 2016). Uma das principais propriedades dos medicamentos obtidos a partir da Biotecnologia é ter um mecanismo de ação mais rápido em relação a medicamentos sintéticos, já que levam 30 minutos ou menos para se obter o efeito esperado, enquanto que os medicamentos convencionais duram até 2 horas para gerar o mesmo efeito no organismo (COELHO, 2017).

Por meio da tecnologia de DNA recombinante se tornou possível a produção em massa de uma ampla diversidade de moléculas proteicas que passaram a ser a fonte de tratamento ideal para certas patologias genéticas, como a insulina aplicada em pacientes com diabetes e homônimo do crescimento para pacientes com deficiência de crescimento, o hormônio folículo estimulante(FSH) direcionado para mulheres com infertilidade ou interferon-beta para casos de esclerose múltipla, e o fator de coagulação VIII no tratamento de hemofilia A e fator de coagulação IX para hemofilia B no combate a hemorragias, diante desse métodos pacientes oncológicos também são beneficiados devido a fabricação de anticorpos monoclonais empregados em quadros de cancro, nos dias de hoje o aprimoramento desses Biofármacos são responsáveis pelo tratamento de uma vasta quantidade de tumores hematológicos e sólidos (CARREIRA, 2013).

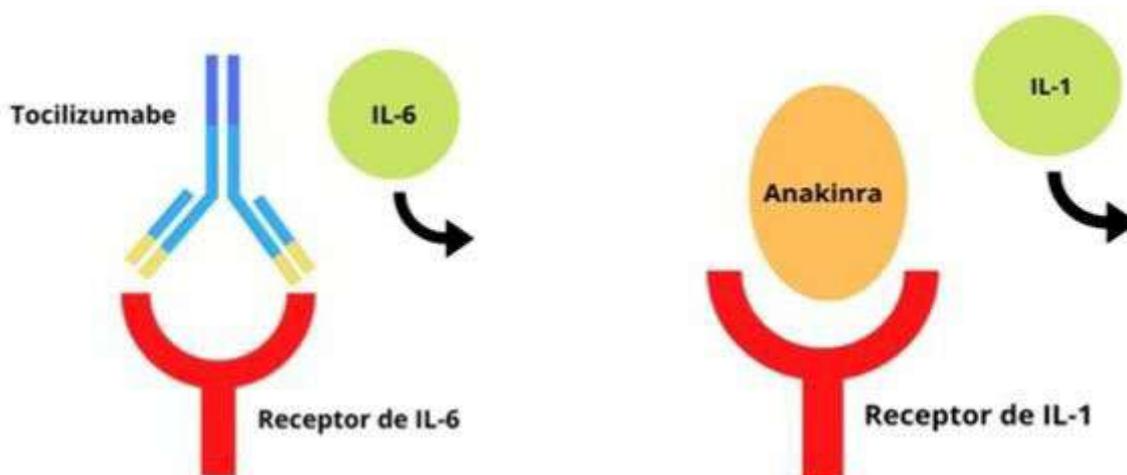
A propriedade extremamente seletiva dos anticorpos os torna excelentes recursos no diagnóstico de patologias. Isso se deve a afinidade que eles apresentam com seus respectivos alvos celulares e sua capacidade de reconhecer e mensurar a quantidade de determinada substância no corpo humano. Isso permite a redução da ocorrência de efeitos indesejados relacionados a outros tecidos, já que por meio da sua seletividade os anticorpos monoclonais tem propriedades terapêuticas, pois atuam como um guia que auxilia os medicamentos a interagir com a célula ou tecido alvo (REIS, 2009).

Atualmente, dentre tantas utilidades, o principal uso dos anticorpos monoclonais está em detectar células cancerígenas e constatar a ocorrência de doença infecciosas, sendo que esse tipo de ferramenta é promissora quando designada para o tratamento de doenças autoimunes e para evitar a rejeição de órgãos transplantados (REIS, 2009). Os principais

produtos obtidos por meio da Biotecnologia tem a finalidade de minimizar a ocorrência de efeitos adversos e proporcionar efeitos paliativos para assim prolongar o tempo de vida, conferindo uma grande propriedade terapêutica devido o remédio agir diretamente na região de interesse (PORTO, 2021).

O financiamento desse tipo de área possibilita a ascensão da Biotecnologia, que será o centro de interesse dos demais setores científicos que terão papel fundamental em aumentar o arsenal de medicamentos a serem usados, o que aumenta os lucros e auxilia a disseminar o conhecimento científico (PORTO, 2021). Segundo Neto (2022) anticorpos monoclonais tem boa aplicação no tratamento de doenças crônicas inflamatórias, como é o caso da Artrite Reumatoide, isso se deve por apresentarem um mecanismo de ação imunossupressor, devido esses compostos terem a capacidade de se ligarem aos respectivos receptores das interleucina e citocinas que tem papel crucial na cascata inflamatória, na figura 1 e 2 pode ser observada a ação das interleucinas IL-6 e IL-1, que tem sua ação neutralizadas pelos anticorpos tocilizumabe e anakinra, também envolvida nesse processo está a citocina conhecida como fator de necrose tumoral TNF- $\alpha$ , esses anticorpos monoclonais atuam como inibidores, evitando a ocorrência de resposta infamatória.

**Figura 1:** mecanismo de ação de tocilizumabe **Figura 2:** mecanismo de ação anakinra



Fonte: Neto (2021)

#### 4 CONCLUSÃO

As ferramentas da engenharia genética têm papel fundamental nas atividades da Biotecnologia, e seu aprimoramento tem destaque na área da saúde por possibilita o desenvolvimento de medicamentos que se diferem dos convencionais por terem um mecanismo de ação efetivo e mais rápido, além de facilitarem o acesso à uma vasta quantidade de moléculas terapêuticas que no passado só eram obtidas de fontes diretamente humana e com baixa qualidade, sendo assim o advento do DNA recombinante foi essencial para o surgimento dos Biofármacos.

#### REFERÊNCIAS

BRANDÃO, C. Z. G. D. S.; SOUZA, J. Biofármacos: da pesquisa ao mercado: uma revisão da literatura: subtítulo do artigo. SAÚDE & CIÊNCIA EM AÇÃO: **Revista Acadêmica do Instituto de Ciências da Saúde**, Local, v. 1, n. 1, p. 105-118, jul-dez./2015.

CARREIRA, Ana Claudia Oliveira et al. Biofármacos: sua importância e as técnicas utilizadas em sua produção. **Genética na Escola**, v. 8, n. 2, p. 168-177, 2013.

CASTILHO, L. Processos biotecnológicos aplicados à área da saúde humana. In: SEMINARIO EM FARMANGUINHOS, Manguinhos- Rio de Janeiro, maio 2010, p. 172.

COELHO, D. J.C. Nanotecnologia & Vacinologia: vias de internalização das nanopartículas e apresentação cruzada: subtítulo do artigo. Nanotecnologia & vacinologia: vias de internalização das nanopartículas e apresentação cruzada, UC, Volume, fev./2017.

DE SOUZA NETO, Alicio Vitorino; DE OLIVEIRA SOUZA, Maurília; ANDRADE, Gracielle Ferreira. Biofármacos usados para o tratamento de artrite reumatoide: uma revisão de literatura: Biopharmaceuticals used in the treatment of rheumatoid arthritis: a literature review. **Health and Biosciences**, v. 3, n. 1, p. 5-29, 2022.

MALAJOVICH, M. A; **Biotechnologia**: subtítulo do livro. 2. ed. RJ: BTeduc, 2016. p. 1-312.

OLIVEIRA, V.O; SILVA, O.V. Biotecnologia para a produção de biofármacos: farmacovigilância, regulamentação e mercado no brasil: subtítulo do artigo. **Revista Acadêmica Oswaldo Cruz**: subtítulo da revista, Local, v. 5, n. 19, p. XX-YY, set./2018

PORTO, Jéssica Souza. **A NANOTECNOLOGIA DOS BIOFÁRMACOS NO TRATAMENTO DE PACIENTES COM DIABETES TIPO I E TIPO II**. 2021. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Ouro Preto.

REIS, Carla et al. Biotecnologia para saúde humana: tecnologias, aplicações e inserção na indústria farmacêutica. **BNDES Setorial**, n. 29, mar. 2009, p. 359-392, mar. 2009, 2009.



## PRODUÇÃO DE ENZIMAS CELULOLÍTICAS DE *BACILLUS SUBTILIS* A PARTIR DA HIDRÓLISE ÁCIDA DA BIOMASSA DA MACROALGA VERMELHA *SOLIERIA* *FILIFORMIS*

LAÍS OLIVEIRA LEITE; BRUNO PEREIRA BARBOSA; LORENA SILVA DE OLIVEIRA;  
RUDÁ SIMÕES XIMENES; MARIANA DE FREITAS ALMEIDA

**INTRODUÇÃO:** O aumento populacional nas últimas décadas e a necessidade de preservação ambiental têm incentivado o desenvolvimento de novas tecnologias sustentáveis e econômicas. As algas marinhas são um recurso renovável que apresentam potencial para a solução de problemas associados às tecnologias que necessitam de combustíveis fósseis e biomassa lignocelulósica, além de apresentarem na sua composição química compostos orgânicos e nutrientes que apresentam um grande valor comercial. Seu alto teor de carboidratos, principalmente nas algas vermelhas, as tornam promissoras substratos para a realização processos fermentativos para a obtenção de produtos de valor industrial. **OBJETIVO:** O presente trabalho objetiva utilizar o hidrolisado ácido da biomassa da macroalga vermelha *Solieria filiformis* como fonte de carboidratos para a produção de enzimas celulolíticas de *Bacillus subtilis* ATCC 6633. **METODOLOGIA:** A hidrólise ácida da biomassa algácea úmida e triturada foi realizada a 121 °C, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,5 M por 20 min. Após filtração e ajuste de pH do filtrado, o hidrolisado (HID) na concentração de 8 g/L foi utilizado para compor meio de cultivo de *B. subtilis*. Meio padrão contendo D-glucose 8 g/L foi utilizado como controle. O cultivo dos meios foi realizado em duplicata a 37 °C sob agitação de 150 rpm por 72 h. O extrato enzimático foi obtido ao fim da fermentação a partir de centrifugação a 9.900 xg por 10 min. A atividade celulolítica foi determinada pela concentração de grupos redutores em uma solução de carboximetilcelulose 1,0 % (p/v). **RESULTADOS:** O meio contendo HID apresentou atividade enzimática maior que a observada em meio controle ao fim do cultivo. O meio contendo HID apresentou atividade enzimática de 0,050 U/mL e atividade enzimática específica de 0,83 U/mgP. O meio controle apresentou atividade enzimática e atividade enzimática específica, respectivamente, de 0,004 U/mL e 0,08 U/mgP. **CONCLUSÃO:** A biomassa de *S. filiformis* forneceu nutrientes para a multiplicação de *B. subtilis* e foi possível obter uma atividade enzimática maior em cultivo com HID do que em meio padrão. Assim, a biomassa de *S. filiformis* demonstrou ser um meio promissor para uso em processos fermentativos que visam a produção de enzimas celulolíticas.

**Palavras-chave:** Bioprocessos, Celulases, Recursos renováveis, Algas marinhas, Bioprospecção.



## EFEITO DE *ARRABIDAEA CHICA* VERLOT NA DOR NEUROPÁTICA PÓS-TRAUMÁTICA EM RATOS

FERNANDO CÉSAR VILHENA MOREIRA LIMA; ABNER DE OLIVEIRA FREIRE ;  
ALBERTO JORGE OLIVEIRA LOPES; CLEYDLENNE COSTA VASCONCELOS;  
MARCUS VINÍCIUS VIÉGAS LIMA; SILVIA TEREZA DE JESUS RODRIGUES  
MOREIRA LIMA; MARIA DO SOCORRO DE SOUSA CARTÁGENES

### RESUMO

O uso de plantas medicinais faz parte da evolução humana e tem um papel importante no tratamento de inúmeras doenças. A dor neuropática é causada por uma lesão ou doença do sistema nervoso somatossensorial, que acomete cerca de 8% da população mundial, sendo seu manejo considerado um grande desafio. Na busca de novas terapias surge neste cenário a *Arrabidaea chica* (Humb. & Bonpl) Verlot, (*A. chica*) conhecida popularmente por carajuru e pariri. Objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia das frações do extrato etanólico de *A. chica*, em modelo experimental de dor neuropática induzida por compressão do tronco principal do nervo ciático em ratos Wistar. Após a obtenção do extrato, foi realizado o fracionamento para aquisição das frações: hexânica, clorofórmica, acetato de etila e butanólica. Os estudos *in vivo*, foram realizados através dos testes de Von Frey, Rotarod e Weight Bering. Os animais foram tratados durante 15 dias com as frações de *A. chica* na dose 1 mg/Kg/dia. No grupo controle positivo foi utilizado a gabapentina (1 mg/Kg v.o). O estudo farmacológico atenuou significativamente as manifestações comportamentais de dor neuropática nos animais tratados com as frações do extrato etanólico de *A. chica* na dose 1 mg/Kg por via oral em comparação com o grupo salina (0,1 ml/Kg) comprovando a ação antinociceptiva e antioxidante da *A. chica*. Em conclusão, os resultados deste estudo sugerem que o extrato das frações de *A. chica* apresentam potencial terapêutico para o tratamento de dores neuropáticas e/ou adjuvantes no tratamento convencional das mesmas.

**Palavras-chave:** Plantas medicinais; Somatossensorial; Antinociceptiva; Antioxidante; Potencial terapêutico.

### 1 INTRODUÇÃO

A Organização Mundial de Saúde, estima que 80% da população mundial faz uso de plantas medicinais como recurso terapêutico (CARNEIRO *et al.*, 2014). A biodiversidade brasileira está entre as maiores do mundo compreendendo mais de 45.000 espécies de plantas superiores. Dentre essas espécies, destacamos *Arrabidaea chica*, amplamente utilizada na medicina tradicional como planta medicinal. (CORRÊA, 1984; LORENZI; MATOS, 2002).

A dor neuropática é uma categoria clínica causada por lesão ou doença do sistema nervoso somatossensorial e atingem até 8% da população mundial. É uma patologia debilitante que afeta a qualidade de vida, a saúde física e mental dos pacientes e representa um grande desafio no seu manejo clínico (SCHMADER, 2002; GILRON; BARON; JENSEN, 2015).

Considerando ainda o grande impacto socioeconômico decorrente da dor neuropática, é essencial o desenvolvimento de novos antinociceptivos seguros com efeitos colaterais reduzidos, para o emprego de terapias eficazes, com menos efeitos adversos e que

proporcionam uma maior adesão ao tratamento pelos pacientes. Nessa perspectiva, a espécie vegetal *A. chica* Verlot, aparece como uma fonte promissora nas pesquisas de substâncias ativas com potencial que possam garantir uma terapia eficaz e segura para tratamento da dor neuropática.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia da atividade antinociceptiva das frações de *A. chica* Verlot, em modelo experimental de dor neuropática em ratos.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para obtenção do extrato etanólico, foram utilizados 156 g de pó obtidos pela trituração das folhas. O pó foi submetido ao processo de extração por maceração. A solução extrativa foi filtrada e concentrada em evaporador rotativo sob vácuo (40 °C), obtendo-se o extrato etanólico. O extrato etanólico das folhas de *Arrabidaea chica* foi dissolvido em 100 ml da mistura metanol/água (70:30, v/v) por meio de agitação e submetido à partição líquido-líquido usando hexano, clorofórmio, acetato de etila e n-butanol. As soluções extrativas foram filtradas (Na<sub>2</sub>S<sub>4</sub> anidro) e concentradas em evaporador rotativo sob vácuo obtendo-se as frações hexânica (FH), clorofórmica (FC), acetato de etila (FAE) e butanólica (FBU).

O estudo é um ensaio pré-clínico experimental, com distribuição aleatória dos grupos de animais, sendo alocados 40 ratos da linhagem *Wistar*, espécie *Rattus norvegicus*, adultos, machos e fêmeas pesando em média 225 g ( $\pm$  20). Os animais do foram divididos em três grupos assim distribuídos: O grupo controle (n = 05) com animais que não sofreram nenhum tipo de intervenção cirúrgica; o grupo SHAM (n = 05) onde foi realizada a incisão até a visualização do nervo ciático, porém o nervo não foi comprimido; O grupo cirúrgico (n = 30) os animais em que o nervo ciático foi isolado e comprimido no tronco comum. Este grupo, foi dividido em seis subgrupos cada um com cinco animais, denominados de: FH, FC, FAE, FBU, grupo salina e o controle positivo gabapentina. Os subgrupos FH, FC, FAE e FBU foram tratados por via oral com as diferentes frações do extrato na dose 1 mg/Kg, o grupo controle positivo recebeu gabapentina (1 mg/Kg v.o) e o grupo salina Na Cl 0,9% (0,1 ml/Kg). Os animais foram tratados no primeiro dia (D1) após a indução até o décimo quinto dia (D15). Em seguida os animais foram eutanasiados para coleta do sangue, para o estudo bioquímico.

Os animais foram anestesiados com injeção intraperitoneal de cloridrato de cetamina 2,5% e cloridrato de xilazina 1,75% . Após a tricotomia, foi feita uma incisão coxa direita do animal, expondo assim o nervo ciático. Em seguida efetuou a compressão no tronco comum do ciático da pata direita com uma força média de 0,44 Kgf, através de aparato desenvolvido no nosso laboratório. (Patente – BR 10 2017 000325 6). Finalizando este procedimento, o local da incisão foi suturado com fio de nylon não absorvível e desinfetado com solução de rifamicina.

Após a indução da dor neuropática os animais foram avaliados pelos Testes: Rotarod que tem como objetivo avaliar o padrão de deambulação dos animais. O uso da pata lesada foi graduado em uma escala numérica que varia de 5 a 1, em que: 5 = uso normal do membro; 4 = claudicação leve; 3 = claudicação grave; 2 = intermitente desuso da pata afetada; 1 = completo desuso da pata afetada (KALFF *et al.*, 2010). O teste *Von Frey* com o objetivo avaliar o aumento da sensibilidade do nociceptor a estímulos inofensivos (alodinia) ou nocivos (hiperalgesia) a sensibilidade tecidual provocada pela lesão. O limiar nociceptivo de retirada da pata foi definido como o percentual de força para provocar uma suspensão ativa na pata ipsilateral afetada; O teste do Weight bearing os animais são colocados em uma câmara de vidro angulada e posicionados, de modo que cada pata traseira repousasse sobre plataformas diferentes. O peso exercido sobre cada pata traseira (mensurado em gramas) foi avaliado em um período de cinco segundos. A aferição final da distribuição do peso foi dada por uma média de três aferições.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro dia após indução da DN, foi detectado pelo teste de *Von Frey* que houve aumento no limiar nociceptivo da pata ipsilateral dos animais, indicando alodinia mecânica entre os grupos estudados: salina (16,13%); SHAM (6,91%), gabapentina (16,13%) e as frações: FH (15,42%), FC (7,91%), FAE (31,28%) e FB (15,42%), quando comparado ao grupo controle. Os animais tratados com as FC e FAE apresentaram melhora significativa na alodinia mecânica, do primeiro (D1) ao décimo quinto dia (D15) do tratamento. A FC no D5 reduziu em 37,71% o limiar nociceptivo ( $p = 0,002$ ), no D10 reduziu em 45,88% ( $p < 0,0001$ ) e no D15 em 49,53% ( $p < 0,0001$ ). A FAE reduziu o limiar nociceptivo em 42,40% no D10 ( $p = 0,0018$ ) e em 46,96% no D15 ( $p < 0,0001$ ), quando comparada ao grupo salina.

Ressaltando que a FC e a FAE apresentaram intensidade de efeito semelhante à gabapentina, que apresentou diminuição da alodinia no décimo e décimo quinto dia após a indução de 50,55% e 57,23%, respectivamente.

O comprometimento da marcha no primeiro dia após a indução da DN, foi avaliada pelo *Teste Rotarod* onde observa-se a redução do escore da marcha nos grupos tratados com as frações do EEAC (FH, FC, FAE e FBU), gabapentina e salina que apresentaram escore 3, que indica claudicação grave ( $p < 0,0001$ ) e o grupo SHAM, escore 4, indicando claudicação leve ( $p = 0,0049$ ), quando comparados ao grupo controle (escore 5 = normal). Os animais tratados com a FC e FAE apresentaram melhoras no escore da marcha do quinto ao décimo quinto de 26% e 20% respectivamente (escore = 4,  $p = 0,0314$ ) quando comparado com o grupo salina (escore = 3). No D15 os animais tratados com a FH apresentaram melhora de 33,33% na marcha (escore = 4), assim como os tratados com a FAE que mostraram o mesmo comportamento dos animais controles positivos tratados com a gabapentina de 26,6% (escore = 3,8) quando comparado com o grupo salina (escore = 3).

Para avaliar a descarga de peso foi considerada pelo *Teste Weigh-bearing* a diferença dos valores da descarga de peso nas patas traseiras dos animais, isto é, a diferença entre a pata ipsilateral e contralateral a lesão. Os valores são expressos em (%) e os valores maiores nas patas contralateral indica *déficit* de sustentação de peso na pata ipsilateral indicando hiperalgesia na pata lesada. Observa-se que no primeiro dia após indução da DN, houve redução no limiar nociceptivo na pata ipsilateral entre os grupos: salina (51,31%), sham (14,79%), FC (22,45%), FBU (17,87%), FAE (58,03), FH(43,57%) e o grupo controle gabapentina (65,06%), quando comparados ao grupo controle. Os animais tratados com FC, FBU e FAE apresentaram melhora significativa do D5 ao D15, quando comparados ao grupo salina, no D15 a FC induziu um aumento de 73,66%, FBU aumentou em 43,15% o limiar nociceptivo. (FC no D5 com  $p = 0,0146$ , D10 com  $p = 0,0239$  e D15  $p < 0,0001$ , a FBU no D5 com  $p < 0,0001$ , D10 com  $p < 0,0001$  e D15 com  $p = 0,013$ ), no D15 a gabapentina ( $p = 0,0003$ ) e FAE ( $p = 0,0210$ ) mostraram aumento de 32,64% e 41,39%, respectivamente quando comparada com o grupo salina.

As frações obtidas a partir do EEAC foram avaliadas no teste de *von Frey*. O tratamento dos animais com a FC e FAE (1 mg/Kg) reduziu, a alodinia mecânica na pata ipsilateral dos animais. As frações (FC e FAE) apresentaram a intensidade de efeito semelhante à gabapentina (1 mg/kg), fármaco utilizado como controle positivo nos experimentos e que também apresentou ação analgésica, quando comparado ao grupo salina.

Alguns flavonoides extraídos de plantas são conhecidos como agonistas parciais de GABA e moduladores da ação de benzodiazepínicos (MARDER *et al.*, 2001). Isto é relevante para os resultados desse trabalho visto que as frações do EEAC como a FH, FC e FAE apresentaram maiores concentrações de flavonoides em sua composição conforme Ribeiro, 2012.

Para o teste de atividade locomotora, os animais tratados com as frações hexânica,

clorofórmica e acetato de etila apresentaram melhoras significantes no escore da marcha avaliada pelo Rotarod quando comparados ao grupo salina. O grupo tratado com a gabapentina, na mesma dose utilizada para as frações apresentou efeito semelhante ao dos animais tratados com as referidas frações. Vale ressaltar que estas frações foram as que apresentaram maior teor de polifenólicos totais e flavonoides, substâncias ativas que devem ser responsáveis pelos efeitos farmacológicos de *A. chica*.

Outro teste realizado foi a avaliação da hiperalgesia na pata lesada pelo método de descarga de peso (*Weight bearing*), que mostrou que os animais tratados com as frações: FC, FH, FAC e FBU apresentaram melhora no limiar nociceptivo, quando comparados com o grupo salina. Assim como esperado, o grupo tratado com a gabapentina apresentou ação analgésica, sendo este efeito semelhante ao observado nos grupos tratados com as frações.

Corroborando com os resultados da pesquisa, no estudo de Zorn e colaboradores, 2001, sugerem que esses efeitos podem estar relacionados com a atividade anti-inflamatória do EEAC, quando observou que o extrato de *A. chica* inibiu o fator de transcrição nuclear kappa B, evitando com isso a formação de citocinas e enzimas inflamatórias como iNOS, COX-2, 5-LOX e fosfolipase A2 citosólica. A dor está intimamente relacionada com o processo inflamatório já que os mediadores inflamatórios liberados com a lesão tecidual modificam a transmissão e a excitabilidade dos nociceptores de tal maneira que estímulos previamente leves ou ineficazes se tornam dolorosos (VERRY *et al.*, 2006).

Estudos realizados por Michel e colaboradores em 2015, mostraram a ação do extrato etanólico de *A. chica* como agente anti-inflamatório e atribuíram esta atividade aos flavonoides, luteolina e canferol presentes no extrato. Oliveira *et al.* (2012), estudaram os efeitos do extrato aquoso de *A. chica* sobre o edema induzido por venenos das serpentes *Bothrops atrox* e *Crotalus durissus ruruima*, em camundongos albinos pelas vias oral, intraperitoneal e subcutânea. Os resultados indicaram que o extrato contém substâncias químicas com atividade anti-inflamatória. Nesse estudo, identificou-se compostos como antocianidinas, flavonoides e triterpenos nas frações ativas do EECA e que provavelmente são as substâncias ativas envolvidas na ação antinociceptiva do extrato e frações de *A. chica*. Nas frações FH e FAE foram identificados flavonoides, do tipo flavona (carajuflavona, rutina, apigenina e miricetina), antocianidinas, que são substâncias antioxidantes.

#### 4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nesse estudo mostram que as frações do extrato etanólico de *Arrabidaea chica* (EEAC) (1 mg/Kg) apresentam atividade antinociceptiva na dor neuropática induzida pela compressão do nervo ciático em ratos, quando administrados por via oral, durante 15 dias de tratamento.

Diante do exposto os resultados comprovam a ação antinociceptiva das frações do EEAC na dor neuropática, porém, outras investigações farmacológicas são necessárias para se sugerir o(s) mecanismo(s) da ação antinociceptiva e novas investigações moleculares e celulares são necessárias para demonstrar os efeitos centrais ou periféricos possíveis nesta condição crônica debilitante.

#### REFERÊNCIAS

CARNEIRO, F. M.; SILVA, M. J. P. da; BORGES, L. L.; ALBERNAZ, L.C.; COSTA, J. D.P. Trends of studies for medicinal plants in Brazil, **Revista Sapiência: sociedade, saberes e práticas educacionais** – UEG/Campus de Iporá, v.3, n. 2, p.44-75 – 2014.

CORRÊA, M.P., Dicionário das plantas úteis do Brasil e das espécies cultivadas. V2. Rio de

Janeiro: Ministério da Agricultura. 1931

GILRON, I.; BARON, R.; JENSEN, T. Neuropathic Pain: Principles of Diagnosis and Treatment. *Mayo Clin Proc.*, v. 90, n.4, p.532-545. 2015.

KALFF K.M., MOUEDDEN M. E.L., VAN EGMOND J., VEENING, J., JOOSTEN, L., SCHEFFER, G.J., MEERT, T., VISSERS, K. Pre-treatment with capsaicin in a rat osteoarthritis model reduces the symptoms of pain and bone damage induced by monosodium iodoacetate. **Eur J Pharmacol.** 641:108-113, 2010.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais no Brasil:** nativas e exóticas. 2.ed. Nova Odessa: Plantarum, 2008.

MARDER M, ESTIU G, BLANCH LB, VIOLA H, WASOWSKI C, MEDINA JH, et al. Molecular modeling and QSAR analysis of the interaction of flavone derivatives with the benzodiazepine binding site of the GABA<sub>A</sub> receptor complex. **Bioorg Med Chem** 2001; 9:323– 35.

MICHEL, A. F. R. M.; MELO, M. M.; CAMPOS, P. P.; OLIVEIRA, M. S.; OLIVEIRA, F. A. S.; CASSALI, G. D.; FERRAZ, V. P.; COTA, B. B.; ANDRADE, S. P.; SOUZA, F., E. M. Evaluation of anti-inflammatory, antiangiogenic and antiproliferative activities of *Arrabidaea chica* crude extracts. *Journal of Ethnopharmacology*, n. 165, p. 2938, 2015.

OLIVEIRA, D. P. C.; BORRÁS, M. R. L.; FERREIRA, L. C. L.; LÓPEZ- RIBEIRO, A. F. C. et al. Effect of *Arrabidaea chica* extracts on the Ehrlich solid tumor development. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 22, n. 2, p. 364-373. 2012.

RIBEIRO, ANA FLÁVIA DE CARVALHO. Avaliação das atividades antiinflamatória, antiangiogênica e antitumoral de extratos da *Arrabidaea chica* (Humb. & Bonpl.) B. Verlot / Ana Flávia de Carvalho Ribeiro. – 2012.

SCHMADER, K. E., Epidemiology and impact on quality of life of post herpetic neuralgia and painful diabetic neuropathy. **Clin J Pain.** 2002; 18 (6): 350-354.

VERRY JR., W. A. et al. Hypernociceptive role of cytokines and chemokines: targets for analgesic drug development?. *Pharmacology & Therapeutics*, v. 112, n. 1, p. 116-138, 2006

ZORN, B.; A. J.GARCIA-PINERES, V. CASTRO, R. MURILLO, G. MORA.; I. MERFORT. 3-desoxyanthocyanidins from *Arrabidaea chica*. *Phytochemistry* 2001, 56 : 831 – 835.



## EMPREGO DE TÉCNICAS NANOTECNOLÓGICAS PARA O APRIMORAMENTO DA CATALASE COMO ANTI-OXIDANTE TÓPICO

NATÁLIA SANTOS DO NASCIMENTO; AMANDA ROBERTA PEREIRA DA SILVA; ANDRÉ ROLIM BABY; CARLOTA DE OLIVEIRA RANGEL-YAGUI

**INTRODUÇÃO:** O envelhecimento é uma tendência natural e característica decorrente do dano celular com o passar dos anos. O estresse oxidativo é um dos principais fatores associados a este processo, com o desenvolvimento de patologias e alterações estéticas. A maioria dos organismos que vive em aerobiose apresenta mecanismos naturais contra o excesso de radicais livres, reduzindo o estresse oxidativo. Estes, envolvem enzimas responsáveis pela neutralização de espécies reativas de oxigênio, como a catalase, sendo a administração tópica desta enzima atrativa para evitar o envelhecimento cutâneo. Contudo, por se tratar de uma biomolécula, a catalase é propensa à degradação e, apresenta baixa meia-vida. Ademais, sua penetração na pele pode ser dificultada devido ao tamanho e hidrofobicidade. **OBJETIVO:** Este trabalho teve como objetivo encapsular e peguilar a catalase visando a manutenção da sua estabilidade e/ou facilitar a penetração através da pele, para futura avaliação da atividade antioxidante *ex vivo* em voluntários. **METODOLOGIA:** A catalase grau alimentício foi purificada por precipitação induzida com sulfato de amônio 70%, e então peguilada de forma específica no N-terminal empregando-se mPEG-NHS de 20 e 40 kDa na proporção de 1:25 (catalase:PEG) e tampão fosfato 100 mM pH 8,0. Alternativamente, a catalase foi nanoencapsulada em polimerossomas de Pluronic L-121 preparados por dissolução direta a frio. As nanoestruturas foram avaliadas por espalhamento de luz dinâmico e a taxa de encapsulação determinada após rompimento com clorofórmio. **RESULTADOS:** A enzima purificada apresentou um rendimento de 128% em atividade (contaminantes foram removidos), com fator de purificação de 10,5. Os polimerossomas contendo a enzima apresentaram um diâmetro médio de 719 nm, e PDI de 0,484, com EE% de 2,3 %  $\pm$  0,7 %. A enzima foi peguilada com PEG de 20 e 40 kDa, com rendimentos de 52%  $\pm$  5%, e 44%  $\pm$  12%, respectivamente. **CONCLUSÃO:** A purificação realizada foi bem-sucedida e as técnicas empregadas resultaram tanto na catalase peguilada quanto nanoencapsulada, o que pode proporcionar melhorias na estabilidade e no delivery enzimático. Futuramente, serão realizados ensaios em pele de porco (*in vitro*) e pele de voluntários (*ex vivo*) para avaliar o efeito das formas nanoestruturada e peguilada da enzima na peroxidação lipídica da pele.

**Palavras-chave:** Enzima, Nanoencapsulação, Peguilação, Purificação, Delivery.



## EXPRESSÃO DA PROTEÍNA VIRAL 2 (VP2) DO MOGIANA TICK VIRUS (MGTV) EM SISTEMA BACTERIANO E SUA OBTENÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM TESTE BASEADO EM IMUNOABSORÇÃO ENZIMÁTICA

AMANDA BRANQUINHO DE OLIVEIRA CUNHA; MAYARA GARCIA POLLI; JONNY YOKOSAWA

**INTRODUÇÃO:** Recentemente, foi descoberto um novo vírus denominado *Mogiana tick virus* (MGTV). Ele possui um genoma segmentado, sendo que duas de suas proteínas são semelhantes as proteínas não estruturais dos flavivírus, e seus outros dois segmentos codificam para proteínas que não são comuns a nenhuma outra espécie viral. Já foi identificada a presença do mesmo em carrapatos-do-boi, o *Rhipicephalus microplus*, mas pouco se sabe sobre o impacto que a infecção causa em bovinos. **OBJETIVO:** Obter a proteína viral 2 (VP2) do MGTV, envolvida na formação do capsídeo viral, para o desenvolvimento de um teste baseado em imunoabsorção enzimática (ELISA). **METODOLOGIA:** A sequência codificante da VP2 truncada foi clonada no vetor pET-14b e o plasmídeo obtido foi utilizado para transformar, por meio da eletroporação, bactérias *Escherichia coli*, cepa BL21 Codon Plus (DE3)-RIPL. Foi realizada a indução da expressão da VP2, utilizando IPTG, seguida de lise celular e, após centrifugação, análise da solubilização do precipitado obtido com ureia 8M. A confirmação da expressão foi realizada por eletroforese em gel de poliacrilamida em condições desnaturantes e por ELISA, utilizando o anticorpo monoclonal anti-6xHis. **RESULTADOS:** Ao visualizar o gel da eletroforese, foi possível observar a presença de uma banda proteica com uma marcação mais intensa, com massa molecular esperada para a VP2 truncada e, ademais, ao realizarmos o ELISA, os valores de absorbância dos poços contendo o preparado proteico dos clones transformados com o plasmídeo contendo a sequência codificante da VP2 truncada foram maiores que os valores dos poços os controles negativos, contendo preparados proteicos dos clones não transformado ou transformado com o vetor pET-14b. **CONCLUSÃO:** A proteína obtida de forma recombinante será utilizada posteriormente como antígeno do teste ELISA para avaliar a prevalência da infecção pelo MGTV em bovinos de diferentes fazendas da região do Triângulo Mineiro.

**Palavras-chave:** Proteína recombinante, Elisa, Bovino, Pet-14b, Carrapato.



## PROPRIEDADES FARMACOLÓGICAS E NUTRICIONAIS DA *OPUNTIA FICUS-INDICA* MILL

ALEXANDRE MULLER ZIGYMUNTH DA SILVA LEITE; GUSTAVO HENRIQUE DA SILVA

**INTRODUÇÃO:** Figueira-da-Índia (*Opuntia ficus-indica*) comumente chamada de palma, é uma planta alimentícia não convencional, rica em nutrientes, propriedades farmacológicas e resistente as secas. Normalmente encontrada em regiões do México e do Nordeste brasileiro, ela é utilizada na maioria das vezes para a alimentação de bovinos, como também para a preparação de remédios fitoterápicos e tratamentos caseiros. Não obstante, estudos apontam seu grande potencial em sua composição química, além do aproveitamento de todas as partes constituintes tanto para alimentação humana, quanto para tratamentos de enfermidades. **OBJETIVO:** Dissertar sobre as propriedades farmacológicas das substâncias obtidas a partir da Figueira-da-Índia e seus frutos. **METODOLOGIA:** Foi realizada uma bibliográfica por meio da plataforma Google Acadêmico, utilizando os descritores: (I) base de dados: LILACS e MEDLINE; (II) assuntos principais: Figueira-da-índia e *Opuntia*; (III) idioma: português. **RESULTADOS:** Segundo estudos realizados na Universidade Fernando Pessoa, em Porto, o extrato retirado da raiz da *Opuntia*, apresenta elevado potencial antioxidante e antiulcerogênico. Além disso, os cladódios são formados hidratos de carbono complexos, vitamina c, carotenoides e minerais, não obstante, sua capacidade de tratar problemas gastrointestinais se deve ao fato do caule conter diversos grupos ácido-base, resultando numa grande capacidade tampônica, a qual estabiliza o pH. Vale mencionar, que o estudo *in vivo* em ratos, demonstrou a eficácia na reparação cutânea em feridas profundas, através da aplicação dos polissacarídeos dos cladódios ao longo de seis dias. Por fim, os frutos apresentam elevados níveis de cálcio, fósforo, manganês e zinco, sendo uma excelente opção para produção de alimentos saudáveis. **CONCLUSÃO:** Apesar de ser uma planta de clima árido, a Figueira-da-Índia apresenta diversas propriedades benéficas e com grande potencial fitoterápico. Entretanto, grande parte das propriedades ainda não apresentam comprovação científica, tendo apenas embasamento popular, demonstrando a necessidade de mais estudos sobre a cactácea.

**Palavras-chave:** Figueira-da-índia, Alimentação, Potencial, Tratamentos, Palma.



## IMPORTÂNCIA DA BIOTECNOLOGIA NO DESENVOLVIMENTO DE NOVOS BIOMATERIAIS PARA APLICAÇÃO EM MEDICINA REGENERATIVA DO TECIDO CARTILAGINOSO

TATIANE ARAUJO SOARES; ANDRE HENRIQUE FURTADO TORRES; ELIANE TROVATTI

**INTRODUÇÃO:** As lesões de cartilagem são extremamente comuns e afetam milhares de pessoas em todo mundo, as causas do comprometimento da cartilagem são diversas, incluindo inflamação, hipertrofia e senescência, porém o reparo continua sendo um grande desafio. Apesar da grande quantidade de materiais disponíveis para uso em patologias do tecido cartilaginoso, os materiais não apresentam propriedades de reparo ou regeneração do tecido cartilaginoso. Atualmente existem diversos estudos biotecnológicos que buscam por biomaterias que apresentam propriedades de reparo ou regeneração do tecido cartilaginoso. **OBJETIVO:** o presente estudo tem como objetivo analisar através de revisão bibliográfica a importância da biotecnologia no desenvolvimento de novos biomateriais para aplicação em medicina regenerativa do tecido cartilaginoso. **METODOLOGIA:** Este trabalho consiste em uma revisão sistemática, a qual foi realizada através de buscas nos seguintes bancos de dados: web of science, scopus, pubMed e scielo, fazendo investigações em evidências científicas no período de 2010 à 2022 por meio dos descritores cruzados: “biotecnologia”, “biomateriais” e “tecido cartilaginoso”. **RESULTADOS:** Para engenharia de tecidos cartilagosos, três componentes principais são necessários para que seja bem sucedido o reparo deste tecido, que incluem células, materiais de bio-scaffold e fatores de crescimento. Dos artigos analisados foi observado como a biotecnologia possui um papel fundamental no desenvolvimento de novos biomaterias com propriedades específicas e que utilizam os componentes citados, para tratamento de lesões do tecido cartilaginoso. **CONCLUSÃO:** Dado o espectro de condições estudadas e a robustez de muitos dos resultados dos artigos utilizados, essa revisão bibliográfica demonstra a importância da biotecnologia no desenvolvimento de novos biomateriais para tratamento de patologias do tecido cartilaginoso, uma vez que esses estudos tem foco na medicina regenerativa.

**Palavras-chave:** Biotecnologia, Biomaterias, Tecido cartilaginoso, Células, Bio-scaffold.



## COMPARAÇÃO ENTRE CAPACIDADE DE MANUSEIO DE FLUIDOS E GRAU DE INCHAMENTO DE FILMES DE QUITOSANA ASSOCIADA AO ÓLEO ESSENCIAL DE ORÉGANO E CURATIVOS COMERCIAIS

PEDRO ESPINDOLA DA SILVEIRA; GIOVANA BAGNARA LUISI; CHANA DE MEDEIROS DA SILVA

**INTRODUÇÃO:** Algumas das características ideais de um curativo são a capacidade de manter um ambiente úmido e permitir trocas gasosas, assim melhorando o ambiente para que ocorra uma melhor cicatrização. Os testes de capacidade de manuseio de fluido (FHC) e de teor de inchamento podem ser utilizados para avaliar estas características. O teste de FHC permite analisar a capacidade de um material reter fluidos ou transportá-los para o meio externo, permitindo sua evaporação. O teste de grau de inchamento permite avaliar a capacidade de um material alterar suas dimensões e peso quando exposto a algum fluido. **OBJETIVOS:** Este é um trabalho experimental de bancada com objetivo de comparar os resultados de FHC e teor de inchamento de membranas de quitosana com óleo essencial de orégano e curativos comerciais. **METODOLOGIA:** Os filmes foram preparados a partir da solubilização da quitosana em ácido acético e incorporação do princípio ativo com uso de mixer. Os filmes foram obtidos por secagem das soluções em estufa com circulação de ar forçada. Os curativos tiveram sua parte gelatinosa removida com bisturi. O teste de FHC foi realizado utilizando uma célula de Paddington adaptada. O grau de inchamento foi realizado com recortes de 2cmx2cm dos materiais analisados submersos em água por 24h. **RESULTADOS:** A média do grau de inchamento das membranas de quitosana associadas ao óleo essencial de orégano foi de 4% e dos curativos comerciais foi de 10,21%. A média do FHC das membranas foi de 0,32g /cm<sup>2</sup> h e dos curativos comerciais foi de -0,78g /cm<sup>2</sup> h. **CONCLUSÃO:** Os valores obtidos para as membranas indicam que elas não absorvem grande quantidade de fluido, porém permitem que este cruze a membrana e seja entregue ao meio externo. Assim, há possibilidade de utilizar estas membranas como coberturas para feridas exsudativas, material para preenchimento de feridas cavitárias e para a prevenção de lesões por pressão. Já os curativos comerciais utilizados apresentam a característica de reter líquido e inchar de forma significativa. Esta propriedade faz com que estes curativos sejam ideais para a fixação de cateteres e feridas exsudativas em áreas sujeitas a pressão.

**Palavras-chave:** Quitosana, Curativos, Capacidade de manuseio de fluido, Grau de inchamento, Filmes de quitosana.



## TRANSFORMAÇÃO GENÉTICA DE ALGODOEIRO PARA CONTROLE DE MOSCA BRANCA ATRAVÉS DO SILENCIAMENTO DO GENE DA V-ATPASE

NÁTALY DUARTE LOPES DA COSTA; LUCIA VIEIRA HOFFMANN; AMANDA LOPES FERREIRA; GABRIELA SOUZA SILVA GOULART; GABRIELLY ALVES DA SILVA

**INTRODUÇÃO:** A cadeia brasileira produtora de algodão possui grande importância socioeconômica no país, que ocupa o quarto lugar no ranking de maiores produtores mundiais. A mosca branca (*Bemisia tabaci*) é um inseto praga responsável por danos a diversas culturas de forma indireta, através da transmissão de viroses, como geminivirus e mosaico-dourado, e direta devido a sucção da seiva, onde ocorre a secreção de substâncias conhecidas como honeydew, que no caso do algodão reduz a qualidade da fibra, além de ocasionar o aparecimento de fumagina. **OBJETIVO:** obtenção de plantas transformadas geneticamente para resistência mosca branca através do silenciamento do gene da *v-ATPase* de *Bemisia tabaci*. **METODOLOGIA:** Plantas de algodão foram submetidas a bombardeamento de micropartículas com plasmídeo contendo o fragmento do gene de interesse, as plantas positivas para o transgene, via PCR, foram cultivadas em casa telada para obtenção de progênie. A progênie obtida foi testada para presença do transgene e submetida a infestação natural por mosca branca durante 2 horas, após 25 dias foram avaliadas número de pupários vazios e moscas vivas, sendo possível contabilizar a mortalidade. Os dados foram submetidos a teste de Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) e razão de chances. **RESULTADOS:** Foi obtida uma planta transformada através do bombardeamento de micropartículas, a qual apresentou esterilidade da parte feminina, sendo necessários cruzamentos para a obtenção de progênie (F1). A progênie obtida apresentou razão mendeliana 1:1. O teste de  $\chi^2 = 6,62$  é significativo no nível de 0,05. A razão de chances indica que a chance de uma mosca branca ser morta é 1,78 vezes maior se a planta transgênica do que se for controle. **CONCLUSÃO:** foi obtido através da transformação genética via biobalística uma planta transgênica, com pólen viável, capaz de fecundar flores de outras plantas. Nas progênies (F1) analisadas através do teste de chance foi possível observar uma diferença de mortalidade de mosca branca entre plantas transgênicas e controles. De tal forma a utilização de plantas transformadas apresentam potencial no controle do inseto-praga. Mais estudos estão sendo realizados.

**Palavras-chave:** Bemisia tabaci, Rna interferente, Biobalística, Inseto praga, Mortalidade.



## IMPACTO DA PRODUÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA COM RELAÇÃO AO NÚMERO DE DEPÓSITOS DE PATENTES NO BRASIL

RAQUEL LIMA BOLCONTE

### RESUMO

A pesquisa e o desenvolvimento para elaboração de novos produtos, requerem investimentos e proteção. Através da patente é possível garantir uma propriedade temporária, sobre uma invenção ou modelo de utilidade. O Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) é responsável pelo registro de marcas, concessão de patentes, registro de desenho industrial entre outros; na qual as patentes são avaliadas por peritos que analisam se o pedido atende aos requisitos da Lei 9.279/96, verificando a sua novidade, atividade inventiva e aplicação industrial. Nesse contexto, este artigo buscou investigar o impacto de depósitos de patentes na Universidade Federal da Paraíba (UFPB), entre 2010 à 2021, em relação ao número de depósitos totais de patentes no Brasil. Para elaboração desta pesquisa, foi utilizado como base os dados públicos do INPI, extraídos durante o período de dezembro de 2021 a janeiro de 2022. Foram depositados 321.419 processos de depósitos de patentes no Brasil entre 2010 a 2021, destes depósitos 17.800 são correspondentes aos depósitos de patentes apenas da Universidade Federal da Paraíba. Dados de 2018 sobre o ranking dos maiores depositantes de patentes residentes no Brasil, revelou que a Universidade Federal da Paraíba foi destaque no número de patentes.

**Palavras-chave:** Biotecnologia; INPI; UFPB; Paraíba.

### 1 INTRODUÇÃO

A pesquisa e o desenvolvimento para elaboração de novos produtos, requerem investimentos. Proteger esses produtos através da patente é como uma política de trabalho predatória para evitar que demais pessoas se apropriem e vendam esses produtos, uma vez que eles não participaram da pesquisa e desenvolvimento do mesmo (BRENES et al., 2016; BARBUIO, 2020).

A patente é uma propriedade temporária, concedida legalmente pelo Estado, sobre uma invenção ou modelo de utilidade. Ela é um instrumento de exclusividade do invento ao titular por tempo e território limitados. Embora a patente seja um método de proteção legal, ela também possibilita a exploração do invento de acordo com regras (PONTES, 2017).

A proteção dada à patente é muito importante para que a invenção seja rentável e possa ser industrializada. Dessa maneira, é necessário fazer o depósito do pedido de concessão no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), que é responsável pela análise do pedido da patente, verificando se está de acordo com as regras da Lei 9.279/96 referente a Lei de Propriedade Industrial (DI PETTA, 2018).

O Brasil foi um dos primeiros países a criar leis específicas para regulamentação de patentes (Cabello e Póvoa, 2016). Através da Lei 9.279/96, de 14 de maio de 1996, é possível regular os direitos e obrigações relacionadas à propriedade industrial, incluindo patentes de

produtos e processos, entre outros (BRUNO, MATTOS; 2021).

O Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) é uma autarquia federal ligada ao Ministério da Economia, que também apresenta convênios e parcerias com entidades outorgantes em outros países. É responsável pelo registro de marcas, concessão de patentes, registro de desenho industrial, registro de indicações geográficas, registro de programa de computador, registro de topografia de circuito integrado, averbação de contratos de franquia empresarial e transferência tecnológica (BRASIL, 1970; INPI, 2020).

Inicialmente as patentes são avaliadas por peritos do INPI, na qual analisam se o pedido atende aos requisitos da Lei 9.279/96, verificando a sua novidade, atividade inventiva e aplicação industrial. Após aprovação e concessão das patentes, o titular passa a ter direitos de propriedade intelectual do seu invento, podendo tornar rentável a sua patente para que outros possam utilizá-la (BRASIL, 1996; INPI, 2020).

A Lei 9.279/96 foi complementada através da Lei 10.973, de 2004, conhecida como Lei da Inovação, que apresenta o objetivo de estimular a interação das universidades com o setor produtivo. Logo após, essa Lei foi modificada gerando a Lei 13.243, de 11 de janeiro de 2016 (Marco Legal da Ciência & Tecnologia) (BRASIL, 2004; BRASIL, 2016).

Nesse contexto, o objetivo deste artigo foi investigar o impacto de depósitos de patentes na Universidade Federal da Paraíba (UFPB), entre o período de 2010 à 2021, em relação ao número de depósitos totais de patentes no Brasil.

## 1.1 PARAÍBA

O estado da Paraíba está localizado na região nordeste do Brasil, apresenta uma área territorial de 56.467,242km<sup>2</sup>. De acordo com o censo de 2021 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) a população estimada da Paraíba é de 4.059.905 de pessoas, distribuídas ao longo dos seus 223 municípios (IBGE, 2021).

A economia da Paraíba está baseada principalmente através do comércio, serviços e turismo. Apresenta agricultura voltada para plantações de cana-de-açúcar, umbu, mandioca, urucum, arroz, feijão, entre outros. Em relação ao segmento industrial, percebe-se a participação de indústrias alimentícias, têxtil, calçados, metalúrgica e sucroalcooleira (PARAÍBA, 2021).

Na produção industrial da Paraíba, houve um aumento significativo entre 2010 a 2014. Esse aumento pode ser justificado pelo crescimento de investimentos na região, aumento do PIB, redução da taxa de analfabetismo, assim como a redução de pessoas abaixo da linha de pobreza. Isso ocorre através da economia local que possibilita o crescimento da produção industrial, criação de empregos, principalmente por ser o segundo maior exportador de calçados do Brasil e empregador no setor têxtil (PARAÍBA, 2021).

## 1.2 DEPÓSITOS DE PATENTES

Para realizar o pedido de depósito de uma patente no INPI, primeiro é necessário solicitar formulários específicos (Depósito de Pedido de Patente ou de Certificado de Adição ou o de Modelo de Utilidade). Logo após o INPI realiza um exame preliminar, para verificar se o pedido está de acordo com as normas. Os pedidos de patentes devem conter: Conteúdo técnico, relatório descritivo, reivindicações, listagem de sequências, desenhos e resumo (INPI, 2015).

Para elaborar um pedido de patente é necessário inicialmente definir bem o objeto ou processo de invenção, para que exista suficiência descritiva, no caso a invenção precisa ser reproduzida por um técnico no assunto. É preciso ser abrangente e evitar colidências do conteúdo reivindicado (INPI, 2015).

Além disso, é importante ter conhecimento da técnica a ser desenvolvida; e saber sobre o desenvolvimento da tecnologia. Em relação às colidências, é preciso realizar um levantamento sobre as características da inovação, atividade inventiva ou aplicação industrial (INPI, 2015).

Sendo assim, essa pesquisa tem como objetivo investigar o impacto de depósitos de patentes na Universidade Federal da Paraíba (UFPB), entre 2010 à 2021, em relação ao número de depósitos totais de patentes no Brasil.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

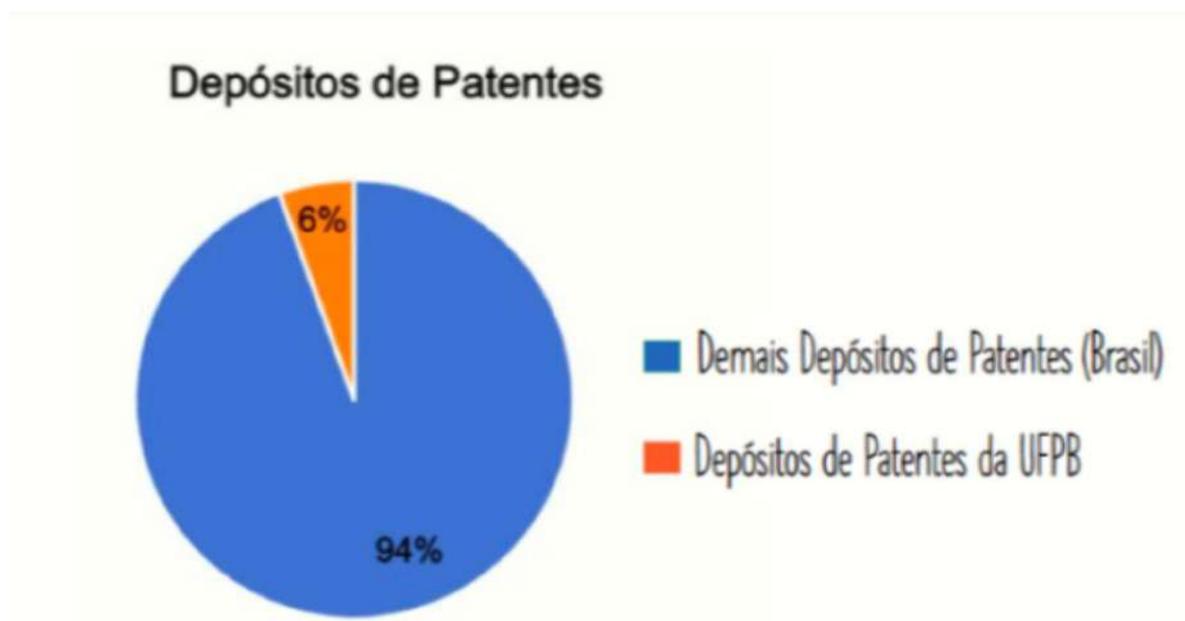
Para elaboração desta pesquisa, foi utilizado como base os dados públicos do INPI, extraídos durante o período de dezembro de 2021 a janeiro de 2022. A pesquisa possui abrangência apenas com os dados de depósitos disponíveis no site do INPI, com dados sobre as patentes da Universidade Federal da Paraíba e dados de outras patentes do Brasil.

Os dados selecionados foram os depósitos de patentes da UFPB durante o período de 2010 à 2021 e dados dos demais estados do Brasil; na qual foi possível gerar gráficos e tabelas com os resultados correspondentes, que serão abordados e discutidos a seguir.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram depositados 321.419 processos de depósitos de patentes (Gráfico 1) no Brasil entre 2010 a 2021, destes depósitos 17.800 são correspondentes aos depósitos de patentes apenas da Universidade Federal da Paraíba (UFPB); ou seja, neste período os demais depósitos realizados no Brasil, correspondem a 303.619.

Gráfico 1: Distribuição dos depósitos de patentes no Brasil e UFPB entre 2010 a 2021.



Fonte: Elaborada pela autora (2022)

Os dados referentes aos depósitos de patentes na Universidade Federal da Paraíba realizados durante o período entre 2010 a 2021, equivalem a 6% dos depósitos totais quando comparados aos demais depósitos realizados tanto por outras instituições da Paraíba quanto em outros estados do Brasil, na qual correspondem a 96% dos depósitos de patentes.

O INPI publicou em 2018 dados sobre o ranking dos maiores depositantes de patentes residentes no Brasil, e obteve como resultados a Universidade Federal da Paraíba em destaque. A UFPB ficou em primeiro lugar, na qual esta instituição de ensino superior realizou 94 pedidos de patentes (Tabela 1).

Tabela 1: Depositantes residentes de patentes no Brasil

Depositantes Residentes	Posição em 2019 / Pedidos de Patente	Posição em 2018 / Pedidos de Patente
UFPB	1º (100)	1º (94)
UFCG	2º (90)	2º (82)
Unesp	3º (88)	7º (38)
UFMG	4º (61)	3º (62)
Petrobras	5º (56)	4º (54)

Fonte: Instituto Nacional da Propriedade Industrial (2020)

Em 2019 a UFPB realizou um número de 100 depósitos de patentes, garantindo a liderança pelo segundo ano consecutivo. Dessa maneira, a UFPB foi a universidade que mais registrou patentes em todo o Brasil nos anos de 2018 e 2019. Já em relação aos dados de depósitos do ano de 2020 a UFPB ficou em terceiro lugar, com 74 pedidos de patentes.

Entre os dez maiores depositantes residentes de patentes no Brasil em 2019, cinco foram de universidades federais. Através de uma análise realizada pela Associação Brasileira da Propriedade Intelectual (ABPI), foi possível perceber que empresas brasileiras geralmente inovam pouco, e empresas estrangeiras registram mais patentes no Brasil.

Em relação às universidades públicas elas desempenham no Brasil, um papel fundamental nos depósitos de patentes, enquanto em países desenvolvidos os registros são mais prováveis de serem realizados por empresas.

Segundo Buainain (2019), cerca de 84,5% dos pesquisadores que fizeram pedidos de patentes, eles já eram pesquisadores com alta produtividade acadêmica, apresentando inclusive uma média de 27 artigos publicados. Obtendo, desta maneira, como resultado que os pesquisadores acadêmicos são os que mais realizam depósitos de patentes no Brasil. Dentre esses pesquisadores de instituições de ensino superior do Brasil, eles são responsáveis por dois terços das patentes concedidas no país.

Dessa forma, a Universidade Federal da Paraíba contribui com relevância no número de depósitos de patentes que são realizados em todo o Brasil; já que em sua maioria são depósitos realizados por pesquisadores acadêmicos.

#### 4 CONCLUSÃO

A partir dos dados obtidos neste trabalho, pode se demonstrar o impacto que a Universidade Federal da Paraíba apresenta em números de depósito de patentes, quando comparados a outros depositantes residentes do Brasil, durante os anos de 2010 a 2021.

#### REFERÊNCIAS

BARBUIO, Rita de Cássia. Patentes – Análise legal do procedimento a ser adotado para a garantia de direitos no Brasil e no Exterior. 2020. 67 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pesquisa e Desenvolvimento - Biotecnologia Médica, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2020.

BRASIL, Lei 13.243 de 11 de janeiro de 2016. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação. Diário Oficial da União, 12 de janeiro de 2016, p. 1.

Brasil. Lei nº 5.648, de 11 de dezembro de 1970. Cria o Instituto Nacional da Propriedade Industrial e dá outras providências [Internet]. Diário Oficial da República Federativa do Brasil; Dez 14, 1970. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L5648.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L5648.htm)

BRASIL. Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. Diário Oficial da União, 3 de dezembro de 2004, p. 2.

BRASIL. Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. Diário Oficial da União, 15 de maio de 1996, p. 8353.

BRENES, Esteban R. et al. Strategy and innovation in emerging economies after the end of the commodity boom—Insights from Latin America. *Journal of Business Research*, v. 69, n. 10, p. 4363-4367, 2016

BRUNO, Simara Ferreira; MATTOS, Ubirajara Aluizio de Oliveira. Benefícios da biodiversidade para as comunidades tradicionais: a nova legislação os sustenta?. *Ciência Florestal*, v. 31, p. 998-1019, 2021.

CABELLO, Andrea Felipe; PÓVOA, Luciano Martins Costa. Análise econômica da primeira Lei de Patentes brasileira. *Estudos Econômicos (São Paulo)*, v. 46, p. 879-907, 2016.

DI PETTA, Arnaldo et al. Mineração de patentes e pequenas empresas: uma revisão sistemática da literatura sobre oportunidades de negócio sob a ótica da inovação aberta. *Revista de Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas*, v. 7, n. 2, p. 170-200, 2018.

FAPESQ (São Paulo). Um mapa dos obstáculos. 2016. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/um-mapa-dos-obstaculos/>. Acesso em: 05 jan. 2022.

IBGE. Panorama. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/panorama>. Acesso em: 04 jan. 2022.

INPI – Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Manual para o depositante de patente. 2015. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/patentes/guia-basico/manual-para-o-depositante-de-patentes.pdf>. Acesso em: 30 dez. 2021.

PARAÍBA. GOVERNO DA PARAÍBA. Paraíba Business. 2021. Disponível em: <http://paraibabusiness.pb.gov.br/pt-br/industria-comercio-e-servicos/>. Acesso em: 06 jan. 2022.

Pontes CEC. Patentes de Medicamentos e a Indústria Farmacêutica Nacional: Estudo dos Depósitos Feitos no Brasil. Rev Produção e Desenvol [Internet]. 2017 Aug [acesso em 2021 Dez 27];3:38–51. Disponível em: <http://revistas.cefet-rj.br/index.php/producaoedesenvolvimento>



## ANÁLISE ENERGÉTICA DE UM SISTEMA DE EXTRAÇÃO DE ÓLEO DA MACAÚBA

ROSÁRIA FERREIRA DA SILVA; ANTONELLA LOMBARDI COSTA;  
SEBASTIÁN GIRALDO MONTOYA.

### RESUMO

A macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd.) é uma palmeira nativa de regiões tropicais das Américas e é uma espécie promissora para exploração devido à alta produtividade de óleo e aos subprodutos possíveis de se obter através do processamento de seus frutos. Uma vez evidenciada a importância do óleo de macaúba, torna-se necessário avaliar os métodos existentes de extração a fim de se obter o melhor aproveitamento energético ao longo do processo. Para que a macaúba possa se estabelecer como fonte de óleo vegetal é fundamental o desenvolvimento de tecnologias para toda a cadeia produtiva, uma vez que a execução de cada etapa influencia na qualidade final do óleo obtido. Apesar de todo avanço ainda existem gargalos para a consolidação de uma cadeia produtiva sustentável e competitiva para a espécie. Neste contexto, o objetivo principal deste estudo é realizar uma análise energética de um sistema de extração de óleo de macaúba. Para este estudo, a primeira etapa consistiu em delimitar o sistema a ser analisado e coletar os dados de entrada e saída de massa de frutos, avaliando o poder calorífico superior dos subprodutos obtidos em cada etapa. Foi elaborado um diagrama representativo para mostrar o processo avaliado. De acordo com as massas finais obtidas após o processamento de 300 kg de macaúba, foi calculado o poder energético dos produtos e comparado ao quantitativo energético necessário para obtê-los.

**Palavras-chave:** Balanço Energético; Oleaginosas; Óleo Vegetal; Poder Calorífico; Processamento.

### 1 INTRODUÇÃO

A macaúba é uma palmeira nativa de regiões tropicais das Américas, estando ausente apenas nos países do Equador e Peru (COSTA, 2016). É encontrada em todo território nacional, com maiores proporções nos Estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (QUEIROGA, 2016).

Pertence à família Arecaceae, ex-Palmeae, e ao gênero *Acrocomia*, possui variações morfológicas dentro de uma mesma espécie devido à dispersão geográfica (CARGNIN et al., 2008; CICONINI, 2012). Esta espécie tem capacidade de se desenvolver em locais onde os fatores ambientais são desafiadores, como por exemplo, temperaturas elevadas, alta radiação solar e prolongada falta de chuva sazonal (PIRES, 2013). Necessita de pouca água para se desenvolver e se adapta com facilidade em ambientes com deficiência nutricional e hídrica, áreas degradadas e em processos de recuperação (CARVALHO, 2010; SOUZA, 2013).

A macaúba possui as seguintes características morfológicas: altura de 10 a 15 metros, seu tronco é cilíndrico com diâmetro de 20 a 30 centímetros, possui espinhos escuros e compridos (MELO, 2012). Estudos apontam que os frutos são compostos, em média, por 20% de casca, 40% de polpa, 33% de endocarpo e 7% de amêndoa (CARGNIN et al. 2008).

O Brasil possui fatores favoráveis para o cultivo de diversas espécies vegetais como

clima adequado, vastas dimensões territoriais, disponibilidade de mão de obra, entre outros (COSTA, 2016). A macaúba tem-se apresentado como uma espécie promissora para exploração, devido à alta produtividade de óleo e aos subprodutos possíveis de se obter através do processamento de seus frutos.

Outra característica relevante é a abundância desta espécie no estado de Minas Gerais (PEREIRA, 2014). Além do mais, a alta produtividade e a qualidade do óleo apresentam características interessantes para a produção de biodiesel (MONTROYA, 2013). O óleo de macaúba apresenta alta qualidade e possui os valores nutricionais próximos ao azeite de oliva (CARVALHO, 2010). Além de possuir propriedades que direcionam o seu uso na dieta humana, ainda que possua potencial para a produção de biodiesel e na área cosmética (CICONINI, 2012).

O crescimento na busca por fontes renováveis de energia coloca as espécies oleaginosas em destaque ampliando assim o conflito entre os setores alimentícios e não alimentícios. É necessário examinar com cautela a produção de biocombustíveis oriundos de alimentos e commodities agrícolas (MALODE, 2021).

Considerando a alta produtividade de óleo e sua aplicabilidade nos setores energéticos e industriais, é fundamental desenvolver estudos para expandir o conhecimento sobre a macaúba. Apesar de ser uma espécie com grande potencial, os esforços para sua domesticação se iniciaram recentemente, por volta do ano de 2007 (SOUZA, 2013).

Uma vez evidenciada a importância do óleo de macaúba, torna-se necessário avaliar os métodos existentes de extração a fim de se obter o melhor aproveitamento energético ao longo do processo. Desde o plantio à extração e refino do óleo de macaúba, ocorrem diversos fluxos de energia. Pode-se citar a energia solar utilizada no cultivo, o trabalho realizado por homens e pelos equipamentos utilizados ao longo de todo o cultivo e processamento.

Assim, neste trabalho o foco inicial foi fazer o levantamento de dados de uma planta piloto de processamento da macaúba presente na Universidade Federal de Viçosa (UFV), o maquinário utilizado, e realizar o acompanhamento do processo de extração do óleo. De posse dos dados, foi realizada uma análise energética do processamento da macaúba com a finalidade principal de comparar o valor energético do óleo obtido ao final do processamento, assim como dos subprodutos que surgem durante o mesmo, com a energia elétrica e térmica gastas para realizar o ciclo inteiro.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

A seguir serão descritas as etapas realizadas até o momento nesse projeto. Primeiramente, a partir das visitas técnicas à planta piloto, observaram-se as etapas de processamento dos frutos da macaúba para então elaborar um diagrama em blocos para verificar o gasto energético total do processo. Dessa forma, foi elaborado o fluxograma mostrado na Figura. 1, partindo da massa inicial de 300 kg de frutos. Posteriormente, foi feito o levantamento das características técnicas dos maquinários envolvidos. Como a cada processamento, há variação dos produtos obtidos, optou-se por utilizar dados de uma pesquisa anterior (FARIAS, 2010) para fazer a proporcionalidade de produtos para 300 kg de frutos.

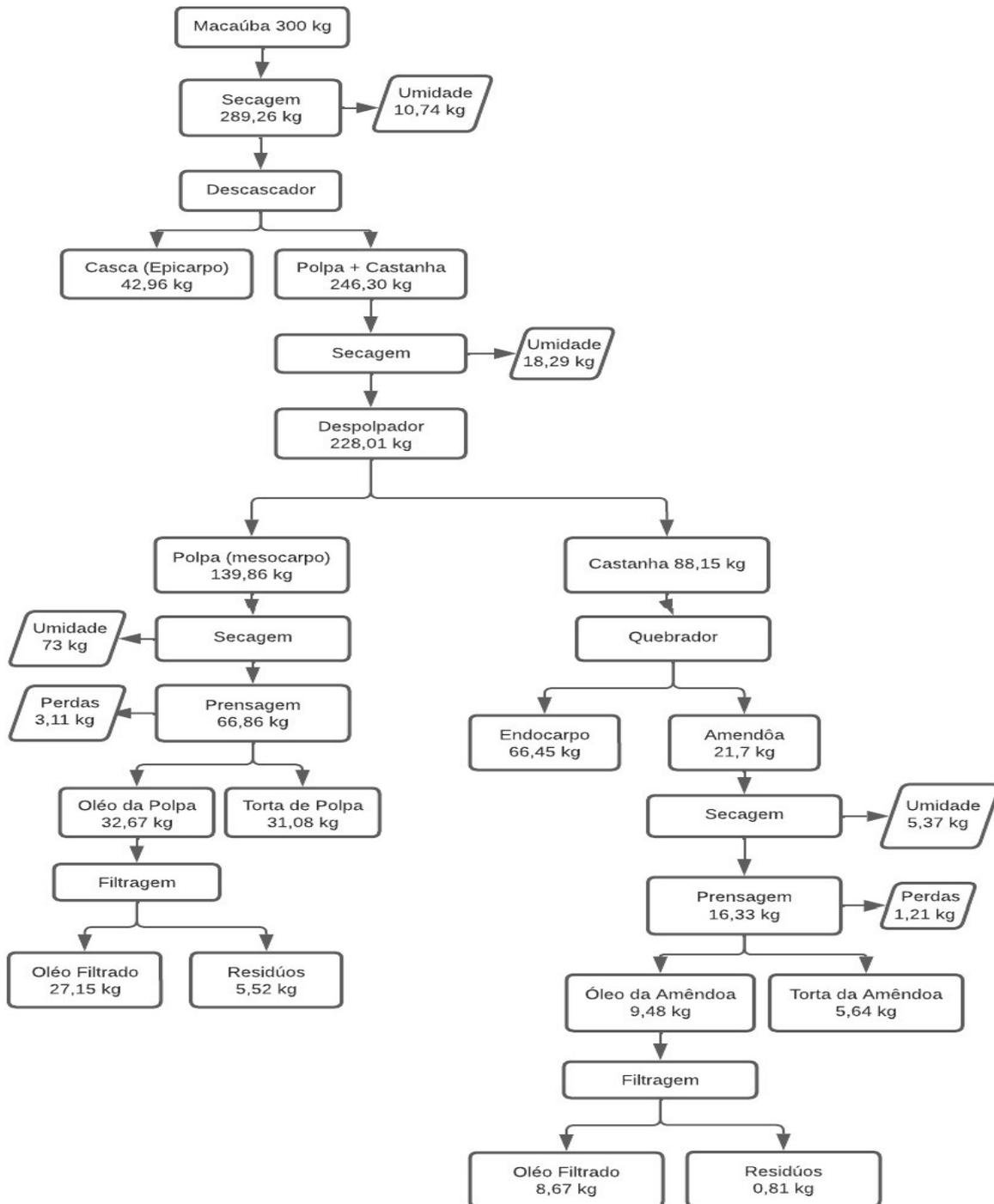


Figura. 1. Fluxograma do processo de extração do óleo de macaúba.  
 Fonte: Autora (2023).

Os equipamentos escolhidos são empregados na extração de óleos vegetais de outras culturas similares à macaúba, possuem fácil operação, montagem e desmontagem simples, não sendo necessário uso mão de obra especializada. Além de possuírem robustez que permitem o funcionamento da linha de produção em turno de 24 horas. São confeccionados em aço inoxidável, e possuem design que permite que a extração ocorra de maneira limpa e organizada. Tais equipamentos estão disponíveis no mercado, cujos dados técnicos são fundamentais para a análise energética.

## 2.1. Etapa de Secagem

Optou-se por utilizar uma mesa de secagem estática, da marca SCOTT TECH, modelo MS 3020, que possui capacidade de processamento de 400 kg por batelada; possui o peso de 560 kg, potência nominal de 2,2 kW, tensão de operação de 220 V ou 380 V trifásico e potência de aquecimento elétrico de 35 kW.

A mesa de secagem é construída por uma chapa perfurada de aço inoxidável. As laterais e o fundo da mesa são isolados termicamente para aumento da eficiência térmica. A superfície de secagem é fabricada em tela perfurada de aço inoxidável, o que possibilita a higienização adequada para produtos alimentícios e assegurando a alta durabilidade do componente. A descarga do produto pode ser feita de forma organizada e limpa, com a utilização de caixas padrão de 70 litros e suportes com rodízios. O equipamento pode ser fabricado com diferentes fontes de aquecimento, sendo elas, aquecimento elétrico através de banco de resistências, gás GLP ou natural, vapor direto, ou concentradores solares.

## **2.2. Descascador/Despolpador**

No despolpador ocorrem duas etapas, sendo a primeira a separação entre o epicarpo e o mesocarpo, e posteriormente a separação do mesocarpo e amêndoa. Os frutos são inseridos na parte superior e através do movimento de rotação, e com o atrito de um fruto com o outro ocorre a separação dos subprodutos. À medida que o processo acontece, um dos subprodutos é expelido na parte inferior, enquanto o outro permanece em rotação, sendo liberado por uma saída dianteira do equipamento.

O equipamento analisado é da marca SCOTT TECH, Modelo D80, que possui capacidade de processamento de 300 kg por hora, potência nominal de 3,7 kW, tensão de operação de 220 V ou 380 V trifásico, sendo fabricado em aço inoxidável.

## **2.3. Etapa de Quebra**

Foi escolhido um moinho a martelo centrífugo simples desenvolvido para moagem de produtos com alto teor de lipídios, possui fluxo contínuo sem empastamento dentro da caixa de moagem. É fabricado em aço inoxidável e possui capacidade de operação de 50 kg/hora, peso total de 80 kg, um rotor de moagem, área útil de 1,5 m<sup>3</sup>; recomenda-se o uso de energia trifásica para a ligação do motor de 10 cv.

Este moinho é o mais utilizado no Brasil e visa reduzir o tamanho das partículas através do impacto provocando a quebra, neste caso do endocarpo da macaúba. O modelo escolhido é o modelo MCO 260 (05 cv) da marca Vieira.

## **2.4. Etapa de Prensagem**

A prensa escolhida para este estudo é da marca SCOTT TECH, modelo ERT75, que possui capacidade de processamento de 100 kg por hora, possui o peso de 310 kg, potência nominal de 4,5 kW, tensão de operação de 220 V ou 380 V trifásico. Possui alto desempenho no teor de extração de óleo, além de possuir motor e motorreductor de alto rendimento, garantindo o mínimo consumo de energia elétrica.

Possui tampa anti respingo mantendo qualquer gotejamento do óleo extraído dentro da calha de escoamento de óleo. Com o intuito de ter um layout fabril mais dinâmico, este equipamento opera diretamente ao lado do filtro, direcionando o óleo extraído para o tanque de entrada para a execução da filtração.

## **2.5. Etapa de Filtragem**

O bombeamento é feito por uma bomba de diafragmas, própria para fluidos que contenham partículas sólidas, evitando desgaste por abrasão; o acionamento ocorre por ar comprimido. O equipamento possui boa mobilidade que facilita a movimentação para limpeza da planta e pesa 160 kg sendo composto por 10 placas de filtração e 11 de torta de alumínio. Possui um tanque pulmão de 40 ou 80 litros, opera a pressão de 5 bar e possui a capacidade de filtração de até 200 litros por hora. Possui uma peneira de entrada para separação de partículas até 0,5 mm, bandeja de retorno de gotejamento de placas e rodízios para movimentação durante a etapa de limpeza da planta.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o cálculo de balanço de energia será considerada a relação produção/consumo entre as entradas e saídas energética identificando-se os valores dos dispêndios utilizados na extração do óleo de macaúba.

De acordo com as massas finais obtidas após o processamento de 300 kg de macaúba, foi calculado o poder energético equivalente de cada um dos subprodutos. Para tal, realizou-se um levantamento bibliográfico dos dados referentes ao poder calorífico superior (PCS) dos mesmos. Os valores são apresentados na Tabela. 1.

Define-se Poder Calorífico Superior (PCS) como a quantidade de calor disponível na biomassa incluindo o calor latente de vaporização da água no combustível (TEÓFILO, 2019). Filho (2009) cita que os valores do PCS da torta da macaúba apresentam valor superior se comparado às demais oleaginosas, o que é desejável do ponto de vista da combustão.

O próximo passo da pesquisa será definir o gasto energético em cada uma das etapas de processamento de acordo com os dados obtidos de potência, tensão de trabalho e eficiência e de acordo com o tempo necessário que cada maquinário um deve funcionar para processar os 300 kg de macaúba e comparar com o poder energético obtido dos produtos e subprodutos do processamento. Dessa forma, será obtida a eficiência do processo e o custo energético de produção.

Tabela. 1. Poder energético dos subprodutos da macaúba.

Produto ou subproduto	Massa (kg)	PCS MJ/kg <sup>-1</sup>	PCS kWh/kg <sup>-1</sup>	Energia máxima PCS x massa (kWh)
Epicarpo	42,96	18752	5208	223.735,68
Polpa	158,15	20606	5723	905.092,45
Endocarpo	66,45	18593	5164	343.147,80
Amêndoa	21,70	29296	8137	176.572,90
Torta de Amêndoa	5,64	22315	6198	34.956,72
Óleo de Amêndoa	8,67	38073	10577	91.702,59
Torta de polpa	31,08	16379	6198	192.633,84
Óleo de polpa	27,15	39523	10978	298.052,70

Fonte: Adaptado de Nunes (2015).

Dessa forma, considerando como produtos do processamento de 300 kg de macaúba capazes de gerar energia tem-se a torta e o óleo de amêndoa e a torta e o óleo da polpa, com o poder energético total é de 617,35 MWh. Se considerarmos somente o óleo da polpa e da amêndoa para a fabricação de biocombustível, por exemplo, tem-se 389,6 MWh. Como próximo passo da pesquisa, serão realizados os cálculos para avaliar a quantidade de energia que foi gasta por meio dos equipamentos para o processamento desses 300 kg de frutos.

#### 4 CONCLUSÃO

Para que a macaúba possa se estabelecer como fonte de óleo vegetal é fundamental o desenvolvimento de tecnologias para toda a cadeia produtiva, uma vez que a execução de cada etapa influencia na qualidade final do óleo obtido. Em um cenário competitivo é fundamental estabelecer rotas tecnológicas eficientes ao longo de todo o processo produtivo. Em todo processo objetiva-se um produto com qualidade e com o menor custo operacional possível. Conhecer as propriedades físicas da espécie contribui para o desenvolvimento dos processos viabilizando o aperfeiçoamento do sistema produtivo. Para dimensionamento dos equipamentos utilizados pós-colheita é fundamental conhecer as propriedades físicas e geométricas da cultura.

O presente trabalho se encontra em progresso; a etapa atual do projeto se encontra em fase de coleta de dados. Dessa forma, foi construído um fluxograma demonstrando as possíveis rotas dos frutos da macaúba durante seu total processamento incluindo a produção de óleo a partir da polpa e da amêndoa. Foi calculada a energia equivalente dos subprodutos. Então, o próximo passo da pesquisa será calcular o custo energético em relação aos maquinários envolvidos durante o processamento de 300 kg de macaúba a fim de confrontar os custos e os ganhos de geração de óleo.

#### REFERÊNCIAS

- CARGNIN, A; JUNQUEIRA, N. T. V.; FOGAÇA, C. M. Potencial da Macaubeira como fonte de matéria-prima para produção de biodiesel. 1º edição. Planatina/DF: **Embrapa Cerrados**, 2008. 16p. (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111; 217).
- CARVALHO, F. M. **Influência da temperatura do ar de secagem e da utilização do ácido etilenodiaminotetracético na qualidade do óleo e caracterização do fruto de macaúba**. 2010. 130 f. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 2010.
- CICONINI, G. **Caracterização de frutos e óleo de polpa de macaúba dos biomas Cerrado e pantanal do estado de Mato Grosso do Sul**. 2012. 128 f. Dissertação (mestrado em biotecnologia) – Universidade Católica Dom Bosco. Campo Grade, MS, 2012.
- COSTA, D. A. N. **Estudo do processo de extração do óleo da macaúba (*Acrocomia Intumescens*)**. 2016. 84 f. Dissertação (mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Química – Universidade Federal de Alagoas. Maceió, AL, 2016.
- FARIAS, T. M. **Biometria e processamento dos frutos da macaúba (*Acrocomia sp*) para a produção de óleos**. 2010. 108 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas

Gerais – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. Belo Horizonte, MG, 2010.

FILHO, J. S. **Estudo da gaseificação da torta do coco macaúba, lenha de eucalipto, lenha de café e do carvão vegetal e seu potencial energético para desidratação de frutas.** 2009. 97 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos. Itapetinga, BA, 2009.

MALODE, S. J. et al. Recent advances and viability in biofuel production. **Energy Conversion and Management: X**, [S. L.], v. 10, p. 100070, jun. 2021. Elsevier BV. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecmx.2020.100070>>.

MELO, P. G. **Produção e caracterização de biodieseis obtidos a partir da oleaginosa macaúba (*Acrocomia Aculeata*).** 2012. 93 f. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Química – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2012.

MONTOYA, S. G. **Caracterização do desenvolvimento do fruto da palmeira macaúba.** 2013. 62 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Fitotécnica, Viçosa, MG, 2013.

NUNES, A. P. **Estudo da macaúba (*Acrocomia Aculeata*) como fonte de energia sustentável e obtenção de insumo para o setor farmacêutico.** 2015. 111 f. Dissertação (mestrado)- Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Palmas. Palmas, TO, 2015.

PEREIRA, M. R. N. et al. Óleo de macaúba como alternativa para produção de biodiesel utilizando irradiação com micro-ondas. **XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química.** Florianópolis, SC, 2014.

PIRES, T. P. et al. Ecophysiological traits of the macaw palm: A contribution towards the domestication of a novel oil crop. **Industrial Crops and Products**, [S. L.], v. 44, p. 200-210, jan. 2013. Elsevier BV. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.09.029>>.

QUEIROGA, V. P. et al. Tecnologias de plantio da macaubeira na região do Nordeste e Aproveitamento Energético. 1º edição. **R. A Barriguda: Revista Científica.** Associação da Revista Eletrônica a Barriguda. AREPB. Campina Grande. 2016. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/350100521>>. Acesso em: 15 de julho de 2021.

SOUZA, P. P. **Desenvolvimento de tecnologia de avaliação de vigor e para o armazenamento de sementes de macaúba (*Acrocomia Aculeata* (Jacq.) Lodd. Ex. Mart).** 2013. 46 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 2013.

TEÓFILO, C. R. **Pirólise de torta de macaúba: influência dos parâmetros experimentais e caracterização dos produtos.** 2019. 133 p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Universidade Federal de Lavras – Programa de Pós-graduação em Agroquímica. Lavras, MG, 2019.



## IMPORTÂNCIA DA SUPLEMENTAÇÃO COM CITOCININAS NO CULTIVO E CONSERVAÇÃO *IN VITRO* DA ESPÉCIE MEDICINAL *HOVENIA DULCIS* THUNB. (RHAMNACEAE)

GUSTAVO DIAS DA SILVA LIMA; NORMA ALBARELLO; ALINE MEDEIROS SAAVEDRA;  
TATIANA CARVALHO DE CASTRO; CLAUDIA SIMÕES-GURGEL

**INTRODUÇÃO:** *Hovenia dulcis* é uma espécie arbórea que vem sendo estudada biotecnologicamente, devido às propriedades hepatoprotetora, antineoplásica etc. **OBJETIVOS:** Avaliar a influência dos fitorreguladores 6-benzilaminopurina (BAP) e cinetina (KIN) na propagação *in vitro* e recuperação de brotos após criopreservação. **METODOLOGIA:** Explantes caulinares e foliares de plantas cultivadas *in vivo* foram inoculados em frascos contendo meio MS solidificado com 8 g L<sup>-1</sup> de ágar e suplementado com BAP e KIN em diferentes concentrações (0, 0,1, 0,2 e 0,5 mgL<sup>-1</sup>) isoladamente ou em combinação. O pH do meio foi ajustado para 5.8 antes da autoclavagem e as culturas foram mantidas a 26 ± 2°C e 16 h luz. Após 30 dias de cultivo foi avaliada a capacidade de propagação. Plantas estabelecidas *in vitro* na primeira etapa do estudo foram utilizadas como fonte de ápices caulinares, que foram isolados e criopreservados pela técnica de vitrificação em crioplaquetas (V-Crioplaqueta). Após o reaquecimento, os ápices foram inoculados em meio MS com BAP e KIN em diferentes concentrações (0, 0,2 e 0,5 mgL<sup>-1</sup>) e combinações para avaliar sua recuperação. A eficiência da criopreservação foi determinada pela sobrevivência (% de ápices verdes com crescimento) após quatro semanas do reaquecimento e pela recuperação (% de plantas completas regeneradas) após 60 dias. **RESULTADOS:** Brotos foram produzidos por organogênese direta a partir dos explantes caulinares, sendo a capacidade de propagação incrementada em meios contendo citocinina, enquanto explantes foliares não foram responsivos. A maior regeneração por organogênese direta (100%) foi alcançada a partir de explantes caulinares em meio com BAP + KIN (0,5 mg L<sup>-1</sup> cada). Os brotos mantiveram a capacidade de multiplicação, apresentando maior proliferação (87%) na presença de BAP. A suplementação com BAP e KIN também se mostrou essencial para a recuperação dos ápices caulinares após criopreservação. Os resultados mais expressivos de sobrevivência (68%) e recuperação (63%) foram obtidos em meio de recuperação, contendo a combinação das citocininas na maior concentração (0,5 mg.L<sup>-1</sup>). **CONCLUSÕES:** A suplementação com citocininas foi essencial tanto na propagação *in vitro*, quanto para a recuperação após criopreservação de *H. dulcis*, com destaque para a concentração de 0,5 mg.L<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** Criopreservação, Nitrogênio líquido, Biotecnologia, Fitorregulador, Cultura de tecidos vegetais.



## MAPEAMENTO DO CÊNARIO PÓS-DIPLOMAÇÃO DE BIOTECNOLOGISTAS COMO FERRAMENTA PARA TOMADA DE DECISÃO DE CARREIRA

VITÓRIA SAIKI ROCHA; KAIDU HANASHIRO BARROSA; ISIS VENTURI BIEMBENGUT; CAROLINE SALVATI; NATÁLIA BERNARDI VIDEIRA

### RESUMO

O Profissão Biotec é um movimento independente de divulgação científica sobre biotecnologia que desde 2017 realiza um mapeamento do cenário pós-diplomação de biotecnologistas. Este trabalho traz os dados da terceira edição do levantamento, realizado por tal grupo em 2021, objetivando compreender a atuação de biotecnologistas graduados e suas perspectivas de carreira. Ao trazer mais informações sobre a presença de biotecnologistas diplomados no mercado de trabalho, na pós-graduação e em atividades empreendedoras, os dados obtidos podem contribuir para diminuir as incertezas de estudantes de biotecnologia e também de vestibulandos quanto a empregabilidade de um graduado na área e incentivar o interesse destes pela biotecnologia, contribuindo para o crescimento da área e sua popularização. O levantamento foi realizado por meio de um formulário online veiculado nas redes sociais e News Letter do movimento. Foram coletadas informações de profissionais com a formação concluída nos cursos de Bacharelado em Biotecnologia, Engenharia de Bioprocessos e/ou Biotecnológica e Tecnólogo em Biotecnologia. O formulário seguia uma lógica condicional em função de cada tipo de atuação (mercado de trabalho, pós-graduação e empreendedorismo), com perguntas objetivas e dissertativas. Os dados obtidos foram publicados em formato de Dashboard interativo no site do Profissão Biotec, com acesso livre a gratuito. Foram obtidas 665 respostas válidas. Foi observado que engenheiros inserem-se majoritariamente de forma direta no mercado de trabalho, sobretudo em setores operacionais, enquanto bacharéis e tecnólogos, em sua maioria, buscam uma pós-graduação, ocupando posteriormente cargos de pesquisa e desenvolvimento, reportando maior remuneração. O caminho do empreendedorismo ainda é optado por uma pequena parcela dos profissionais. Os dados analisados apresentam caminhos distintos que um biotecnologista pode traçar após a sua formação. Além disso, os resultados obtidos podem auxiliar na tomada de decisão entre escolha do curso de formação e também na decisão de cursar ou não uma pós-graduação após a primeira formação.

**Palavras-chaves:** Biotecnologia; Profissão; Engenharia de Biotecnologia; Engenharia de Bioprocessos; Pós-graduação.

### 1. INTRODUÇÃO

A biotecnologia é o uso de sistemas biológicos como tecnologias visando à obtenção de produtos e processos úteis à sociedade (STEVENSON, 2016), e a humanidade utiliza-a desde a Antiguidade para produção de pães e bebidas fermentadas, por exemplo (LIMA, 2003). Hoje, a biotecnologia está presente em diversos produtos gerados pela indústria, e apesar disso, ainda é pouco reconhecida pela população. A fermentação industrial de pães e vinhos, a produção de vacinas e antibióticos, o uso de biopesticidas para controle de pragas são alguns exemplos nos quais a biotecnologia é o cerne do processo (FALEIRO et al, 2011).

Devido a esse baixo entendimento popular, ingressar em tal área é um desafio, pois o desconhecimento da palavra biotecnologia cria incertezas quanto a escolha profissional (FELIPE, 2007). Essas incertezas permeiam tanto vestibulandos interessados em uma formação em biotecnologia, quanto os estudantes e graduados destes cursos. Isso é motivado pela ausência de dados concretos que sejam parâmetros orientadores na escolha de graduação, uma vez que a biotecnologia como profissão é recente no Brasil; consequentemente, encontrar informações sobre carreira, áreas de atuação e empregabilidade de um biotecnologista é uma tarefa complexa.

Em busca de apaziguar essas incertezas e diminuir a carência de informações sobre carreira em biotecnologia, o movimento voluntário Profissão Biotec ([www.profissaobiotec.com.br](http://www.profissaobiotec.com.br)) realiza desde 2017 um levantamento bianual sobre o cenário pós-diplomação de biotecnologistas no Brasil. O Profissão Biotec é um movimento independente de divulgação científica sobre biotecnologia surgido em 2016 e composto por voluntários de várias regiões do Brasil. Este trabalho descreve os resultados obtidos no terceiro levantamento, referente ao ano de 2021. Ao trazer mais informações sobre a presença de biotecnologistas diplomados no mercado de trabalho, na pós-graduação e em atividades empreendedoras, os dados obtidos objetivam diminuir as incertezas de estudantes da biotecnologia e também de vestibulandos quanto a empregabilidade de um graduado na área e incentivar o interesse destes pela biotecnologia, contribuindo para o crescimento da área e sua popularização.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Um formulário online (<https://forms.gle/8uWWdR7owMzyUrcA6>) foi elaborado no Google Forms e veiculado nas redes sociais (Instagram, Facebook, LinkedIn, Twitter) e News Letter do Profissão Biotec, a partir de 18 de abril de 2021, e ficou disponível para recebimento de respostas por um período de 30 dias corridos. Por se tratar de um levantamento com participantes não identificados e coleta de dados socio demográficos de uma subpopulação (profissionais graduados na área de biotecnologia), essa pesquisa é isenta de registro no sistema Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)/Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) de acordo com o Parágrafo Único do art. 1º da Resolução nº 510/2016 – Conselho Nacional de Saúde (CNS) (CEP Central/UFRN, 2018).

O formulário coletou informações apenas de profissionais com a graduação concluída nos cursos de Bacharelado em Biotecnologia, Engenharia de Bioprocessos e/ou Biotecnologia, e Tecnólogo em Biotecnologia, todos ofertados por universidades brasileiras.

As perguntas dividiram-se entre objetivas e dissertativas e se direcionaram ao tipo de curso, à universidade, ao tempo de formação, à área de atuação (tais como saúde humana e bem-estar, agricultura, biotecnologia de alimentos, meio ambiente, biotecnologia industrial e bioenergia, entre outras) e à ocupação profissional (mercado de trabalho, pós-graduação, empreendedorismo). Também se pediu uma avaliação quanto à satisfação dos profissionais com suas carreiras. O formulário seguiu um fluxo em seções contendo perguntas específicas; todos os entrevistados responderam das seções 1 a 4. Entretanto, dependendo de suas respostas, foram redirecionados da seção 4 para alguma seção entre 5 e 9 (Figura 1).

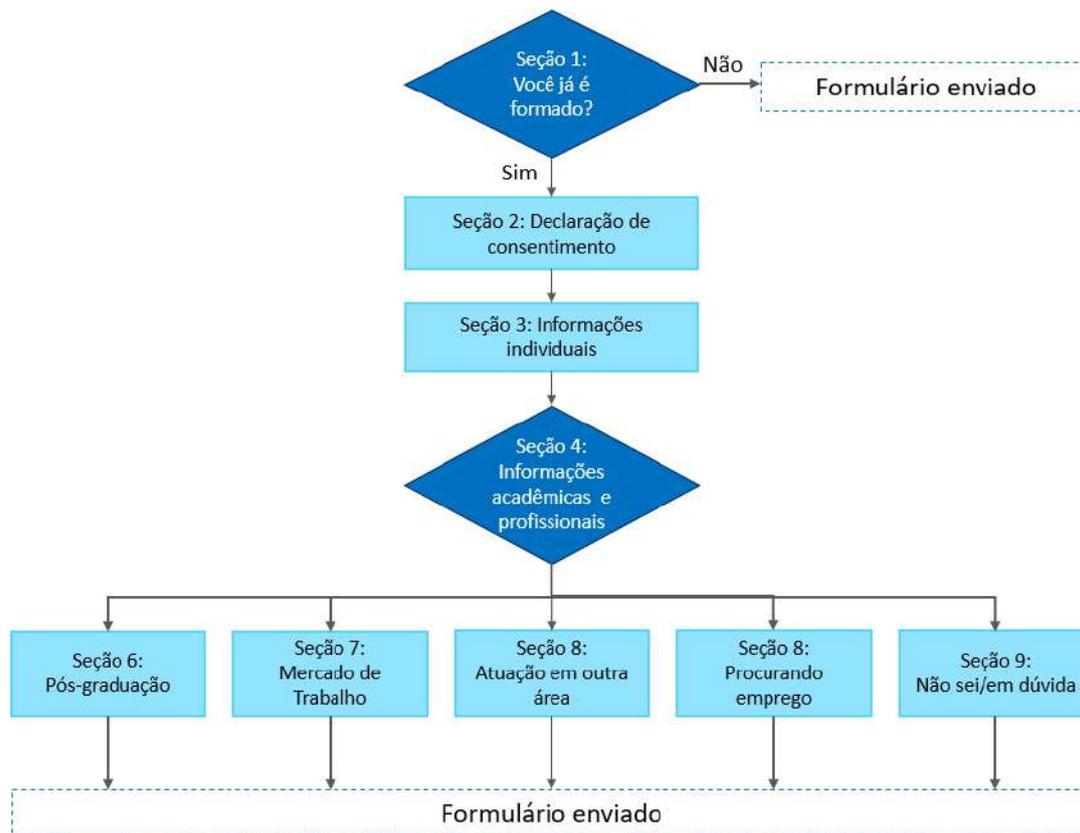


Figura 1 - Fluxograma da organização do formulário de perguntas

Foram excluídas as respostas de pessoas que não possuíam graduação em Bacharelado em Biotecnologia, Engenharia de Bioprocessos e/ou Biotecnologia e Tecnólogo em Biotecnologia – isto é, aqueles que marcaram a opção “Outro” como curso de graduação. Também foram descartadas as respostas que indicaram formações em universidades não brasileiras, ou de universidades brasileiras que não oferecem os cursos de Bacharelado em Biotecnologia, Engenharia de Bioprocessos e/ou Biotecnologia e Tecnólogo em Biotecnologia. Caso alguém informasse que não possuía graduação completa, o formulário fechava automaticamente e não coletava respostas. Ademais, foram removidas as respostas duplicadas.

O anonimato e o não compartilhamento de dados a terceiros foram garantidos aos respondentes no início do formulário, sendo protegidos pela Lei Geral de Proteção de Dados (Lei nº 13.709/2018). Uma declaração de consentimento explicitou a autorização dos respondentes para o tratamento de informações fornecidas no formulário para elaboração de estudos pelo Profissão Biotec e sua publicação em forma de e-book ou outros formatos, para divulgação parcial dos resultados do estudo e para registro do relatório final na Câmara Brasileira do Livro (ISBN - International Serial Book Number) sob os direitos de Profissão Biotec e seus autores. Caso o respondente não respondesse “Não” para a pergunta da declaração de consentimento, o formulário era automaticamente fechado e não coletava respostas.

Os dados foram revisados e compilados pela equipe do Profissão Biotec, que realizou a exclusão das respostas inválidas. A empresa QueroDados Inteligência Empresarial auxiliou no tabelamento e na seleção dos dados relevantes para inserção em uma plataforma de *Business Intelligence* gratuita em formato de *Dashboard* interativo. O *Dashboard* interativo com os resultados dessa pesquisa foram publicados página de downloads do site do Profissão Biotec (<https://profissaobiotec.com.br/downloads/>) de forma gratuita e de livre acesso.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Análise descritiva dos resultados*

Foram recebidas 786 respostas no Google Forms. Dessas, 70 foram de participantes que informaram não ter graduação completa e não foram convidados a responder as demais questões. Essas respostas foram excluídas da presente análise. Ademais, foram excluídas respostas duplicadas, respostas de participantes que declaram formação no campo “Outro” e respostas de participantes que informaram ter formação em universidades que não oferecem cursos de graduação em Bacharelado em Biotecnologia, Engenharia de Bioprocessos e/ou Biotecnologia e Tecnólogo em Biotecnologia, ou de participantes que não são graduados de universidades brasileiras. Foram recebidas 665 respostas válidas, e a partir delas, o presente trabalho fez uma análise descritiva dos dados coletados.

Em relação a faixa etária, 516 participantes possuem entre 18 e 29 anos, e 109 participantes possuem 30 anos ou mais. Em relação à declaração de gênero, 440 são mulheres, 217 são homens e 8 não declaram gênero ou não se enquadram no padrão binário de gênero.

Em relação à formação acadêmica, do total de respostas válidas, 74,3% são bacharéis em biotecnologia, dos quais 41,3% atuam na pós-graduação, 40,5% no mercado de trabalho e 3,2% estão empreendendo; 74 respostas foram em áreas de atuação não relacionadas com biotecnologia, ou ainda estão buscando recolocação e/ou estão em dúvida de carreira. Do total de respostas válidas, 19,1% são engenheiros, dos quais 58,3% estão no mercado de trabalho, 26% na pós-graduação e 3,1% estão empreendendo; 16 respostas foram em áreas de atuação não relacionadas com biotecnologia, , ou ainda estão buscando recolocação e/ou estão em dúvida de carreira. As 6,6% respostas restantes representam os tecnólogos, com 43,2% na pós-graduação, 29,5% no mercado de trabalho e 2,3% estão empreendendo; 11 respostas foram em áreas de atuação não relacionadas com biotecnologia, , ou ainda estão buscando recolocação e/ou estão em dúvida de carreira. A análise dos participantes que estão atuando em outra área, estão em busca de relocação ou em dúvida quanto a carreira está fora do escopo do presente trabalho.

Em relação ao mercado de trabalho, considerando todas as formações, dos 29.3% (195/665) entrevistados que estão no mercado de trabalho atuando na área de biotecnologia, 139 são mulheres, 50 são homens e 6 não declaram gênero ou não se enquadram no padrão binário de gênero. A maioria dos entrevistados possui menos de 4 anos de formado (92,3%), sendo que 40% dos profissionais estão em seus empregos há entre 6 meses e 2 anos, sem distinção de cursos. Dentre os que estão no mercado de trabalho, 139 são bacharéis, 45 são engenheiros e 11 possuem curso tecnólogo. Declararam possuir uma pós-graduação 55% dos bacharéis (77 de 139), 31% dos engenheiros (14 de 45 respostas), e 66% dos tecnólogos. Não há diferença expressiva entre a formação inicial e os setores da indústria em que os profissionais de biotecnologia atuam. Em todas as formações, destaca-se como setor de atuação a saúde humana e bem-estar com 43,9% dos bacharéis, 31,1% dos engenheiros e 45,5% dos tecnólogos. Os bacharéis estão mais presentes em cargos de PD&I (32,2%), sendo que destes, 70% possuem pós-graduação. Os engenheiros estão mais presentes em cargos de rotina/operação (31,1%). Em relação à remuneração declarada, 27,2% dos engenheiros possuem remuneração de R\$4.180,00 a R\$10.450,00, e os bacharéis recebendo tal faixa salarial são 36,2%. Apesar de serem a minoria dos entrevistados, apenas 11, os tecnólogos são os que proporcionalmente recebem os maiores salários, 7 afirmaram receber remuneração superior a R\$4.180,00. Não foi verificado se os tecnólogos cursaram uma graduação de nível bacharel/engenharia em outras áreas após o curso tecnólogo em biotecnologia, mas 9 tecnólogos responderam ter uma pós-graduação. A maioria dos bacharéis e engenheiros possuem contrato de trabalho CLT e recebem benefícios com os direitos trabalhistas garantidos.

Do total de respostas válidas, 256 declararam estar cursando uma pós-graduação do tipo mestrado/doutorado/pós doutorado. A área de atuação predominante foi saúde humana e bem-

estar (41,8%). A maioria dos entrevistados (80,2%) declara ter escolhido a área de pós-graduação pela afinidade com o tema da pesquisa e por considerarem-na promissora, o que pode contribuir para o fato da maioria (52%) estar satisfeita com sua escolha de realizar uma pós-graduação. Em relação ao futuro profissional posterior à pós-graduação, mais de uma opção de resposta podia ser selecionada, de modo que 52,1% pretendem continuar na academia no Brasil, 51,2% almejam seguir no setor privado em território nacional, e ambos caminhos profissionais no exterior também foram apontados como desejados por 76,3%.

Dentre o total de respostas válidas, 21 dos participantes atuam no empreendedorismo, sendo que a maioria destes (61,9%) não possui pós-graduação. Suas empresas atuam, majoritariamente, em setores relacionados à consultoria (54,1%), produção e vendas de insumos (54,1%) e prestação de serviços técnicos (45,2%). Nessa pergunta, os participantes podiam selecionar mais de um tipo de atuação. Em relação à área de atuação, 27,3 empreendedores atuam na área de alimentos, 9,1% na área de saúde animal, e 9,1% na biotecnologia industrial e bioenergia. Evidencia-se que 45,5% são empresas com menos de 6 meses de existência e somente 18,2% possuem mais de 2 anos. A localização das empresas fundadas pelos egressos dos cursos de biotecnologia está concentrada em poucos estados brasileiros: Pará, Paraíba, Bahia, Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso do Sul, São Paulo e Paraná. São Paulo é o estado com maior densidade de empreendedores biotecnologistas (3 empresas).

### *Análise geral*

Grande parte dos respondentes possui entre 18 e 29 anos, indicando que biotecnologistas no Brasil são uma mão de obra jovem. Em comparação aos engenheiros, os bacharéis e os tecnólogos em biotecnologia aparentam buscar complementar a formação acadêmica realizando uma pós-graduação, isso é visto tanto em relação aos participantes que declararam estar cursando uma pós-graduação, quanto entre os participantes que já atuam no mercado de trabalho. Ademais, os dados evidenciam que bacharéis e tecnólogos costumam ocupar cargos de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) nas empresas, enquanto engenheiros atuam mais em atividades de operação/produção. Um monitoramento de vagas de emprego em biotecnologia abertas no Brasil entre agosto e outubro de 2020 reforça os resultados obtidos neste trabalho, ao indicar que, em geral, as vagas em pesquisa e desenvolvimento são as que mais exigem uma pós-graduação em seus anúncios (SALVATI et al, 2021). Pode-se concluir que os bacharéis em biotecnologia que optam por cursar uma pós-graduação estão mais aptos para a contratação em vagas de PD&I em empresas. Essa diferença no grau de formação parece refletir na remuneração reportada, com uma maior proporção de bacharéis e tecnólogos reportando receber salários de R\$4.180,00 a R\$10.450,00, em relação aos engenheiros.

Dentre as áreas de atuação de pesquisas dos participantes que estão cursando uma pós-graduação, destaca-se a área da saúde e bem-estar entre bacharéis e tecnólogos, com quase metade dos pós-graduandos atuando em linhas de pesquisas nessa área, seguida pela biotecnologia industrial e bioenergia. Entre os engenheiros, há uma distribuição mais homogênea entre áreas de atuação. Em relação ao futuro profissional posterior à pós-graduação, há semelhança nas quantidades dos que pretendem continuar na academia no Brasil e daqueles que almejam seguir no setor privado em território nacional. Ademais, ambos caminhos profissionais no exterior também foram apontados como desejados. Isso pode indicar a biotecnologia como uma área profissional sem impedimentos à emigração.

Dentre os que reportaram seguir o caminho do empreendedorismo, a maioria destes não possui pós-graduação e suas empresas atuam, majoritariamente, em setores relacionados à consultoria, produção e vendas de insumos e prestação de serviços técnicos. Diferentemente dos profissionais atuantes no mercado de trabalho ou na pós-graduação, os empreendedores

atuam predominantemente na biotecnologia de alimentos. Os dados de que a maioria das empresas possui menos de 2 anos de atuação corroboram para a interpretação do biotecnologista como um profissional jovem.

#### 4. CONCLUSÕES

O biotecnologista é um profissional novo no mercado de trabalho e, portanto, ainda pouco conhecido. Jovens com interesse na carreira em biotecnologia encontram-se em situação de incerteza por conta da escassez de referências profissionais no mercado que tenham mais anos de experiência. Os dados coletados neste levantamento representam apenas uma parcela dos profissionais de biotecnologia atuantes no Brasil. Dentre os participantes do levantamento, engenheiros inserem-se em sua maioria diretamente no mercado de trabalho, principalmente em setores operacionais, enquanto bacharéis e tecnólogos, em sua maioria, buscam uma pós-graduação, ocupando posteriormente cargos de PD&I, reportando maior remuneração. O caminho do empreendedorismo ainda é optado por uma pequena parcela dos profissionais e em poucos estados brasileiros. De modo geral, o caminho após a formação é bastante heterogêneo e não está limitado ao curso de formação inicial. Os dados coletados apresentam uma ideia dos diferentes caminhos que um profissional de biotecnologia pode seguir após a sua formação, e podem auxiliar na tomada de decisão entre escolha do curso de formação e a decisão de cursar ou não uma pós-graduação após a primeira formação. Ressalta-se a importância da realização constante desse levantamento, a fim de possibilitar a disponibilização de informações atualizadas, bem como a disseminação da biotecnologia.

#### REFERÊNCIAS

CEP Central/UFRN. Pesquisas que não necessitam de registro no sistema CEP/CONEP - RESOLUÇÃO Nº 510/2016 – CNS. Notícia. Publicado em 20 de December de 2018. Disponível em: < <https://cep.propesq.ufrn.br/noticias/pesquisas-que-nao-necessitam-de-registro-no-sistema-cep-conep-resolucao-no-510-2016-cns/28749886>>. Acesso em: 08/02/2023.

FALEIRO, Fábio Gelape; ANDRADE, Solange Rocha Monteiro de; REIS JUNIOR, Fábio Bueno dos. **Biотecnologia: estado da arte e aplicações na agropecuária**. 1a edição. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2011.

FELIPE, Maria Sueli Soares. Desenvolvimento tecnológico e inovação no Brasil: desafios na área de biotecnologia. **Novos Estudos - CEBRAP**, n. 78, p. 11–14, 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-33002007000200002&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-33002007000200002&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 8 fev. 2023.

LIMA, Nelson. **Biотecnologia: fundamentos e aplicações**. Lisboa: Lidel, 2003.

SALVATI, C.; BIEMBENGUT, I.V., VIDEIRA, N.B., SCHERER, J. Vagas de emprego em Biotecnologia: um monitoramento de 3 meses. **Revista Blog do Profissão Biotec**, v.8, maio 2021. Disponível em : < [www.profissaobiotec.com.br/vagas-emprego-biotecnologia-monitoramento-3-meses](http://www.profissaobiotec.com.br/vagas-emprego-biotecnologia-monitoramento-3-meses)>. Acesso em: 06/02/2023.

STEVENS, Hallam. **Biotechnology and society: an introduction**. Chicago: University of Chicago Press, 2016.



## **ESTUDO DO EFEITO PROTETOR DA PROLACTINA CONTRA OS DANOS CAUSADOS PELO MERCÚRIO NO PEIXE GEOPHAGUS BRASILIENSIS**

JOSÉ AUGUSTO DO NASCIMENTO MONTEIRO; RENATA CUNHA SILVA; JOFRE JACOB DA SILVA FREITAS; LUCAS DE SOUZA LIMA; CARLOS ALBERTO MACHADO DA ROCHA

**INTRODUÇÃO:** a contaminação por metais pesados é preocupante, uma vez que são altamente tóxicos e podem induzir danos no DNA. Metais como o mercúrio (Hg), pelo fato de não serem biodegradáveis, acumulam-se nos organismos e ao longo das cadeias alimentares. O hormônio prolactina (PRL) é uma proteína produzida e secretada principalmente pela hipófise, cuja função melhor conhecida é a lactação, apesar de possuir mais de 300 atividades biológicas. A maioria das comunidades ribeirinhas apresenta elevado consumo de peixes na dieta, aumentando, o risco de exposição a metais pesados em áreas poluídas, o que justifica o estudo sobre a PRL. **OBJETIVO:** investigar *in vivo* o potencial protetor da PRL contra a ação tóxica do metilmercúrio (MeHg) em *Geophagus brasiliensis* (peixe acará) através do teste do micronúcleo e análises bioquímicas de catalase (CAT) e glutatona peroxidase (GPx). **METODOLOGIA:** os peixes foram divididos em 3 grupos: 1) NC: Controle Negativo (n=6); 2) MeHg a 0,5 mg/L (n=6); e 3) MeHg a 0,5 mg/L e PRL a 250 µg/kg de 12h/12h (n=6) (a PRL foi administrada por injeção intraperitoneal). Todas as análises bioquímicas foram realizadas através de espectrofotometria. O tratamento durou 5 dias e a contaminação foi por via hídrica. **RESULTADOS:** foi verificado aumento altamente significativo ( $p < 0,001$ ) na formação de micronúcleos (MN) e anormalidades nucleares eritrocitárias (ENA) no grupo MeHg em relação ao NC, mas quando administrada a PRL, a frequência de MN e de ENA foi reduzida (a frequência de MN foi reduzida para os mesmos níveis do NC). A CAT sofreu redução altamente significativa ( $p < 0,001$ ) nos grupos testados em relação ao NC. A GPx mostrou elevação muito significativa ( $p < 0,01$ ) no grupo MeHg em relação ao NC; e no grupo MeHg/PRL houve diminuição significativa. **CONCLUSÃO:** a PRL apresentou efeitos protetores, trata-se do primeiro estudo do efeito protetor da PRL contra a mutagenicidade de Hg em peixes e sugerimos a perspectiva da suplementação de PRL sendo eficaz em proteger humanos expostos ao Hg.

**Palavras-chave:** Mercúrio, Prolactina, Teste do micronúcleo, Metais pesados, *Geophagus brasiliensis*.



## ESTABILIDADE DE EMULSÕES ALIMENTÍCIAS: UMA REVISÃO SOB A PERSPECTIVA DA “QUÍMICA VERDE”

FELIPE KELMER MÜLLER; FRANCISCO DE ASSIS SANTANA DIAS; FABIANO FREIRE COSTA

### RESUMO

A definição de emulsões compreende a mistura cineticamente estável de líquidos imiscíveis, onde se observa a presença de uma fase contínua e outra dispersa, sendo a categorização de tais sistemas feita mediante a diferentes fatores, tais como aos tipos de líquidos observados nas fases, ao tamanho de gotícula da fase dispersa e ao tipo de surfactante empregado. Pelo fato de emulsões serem termodinamicamente instáveis, mesmo após conferida estabilidade cinética a elas, eventualmente surgem as instabilidades físicas (floculação, coalescência, Ostwald *ripening*, inversão de fase, *creaming* e sedimentação). Para adiar o surgimento de tais instabilidades, o emprego dos tensoativos e polímeros deve ser feito de maneira correta. Entretanto, observa-se a necessidade de que a obtenção de uma maior estabilidade física deva ser atingida em harmonia com a sustentabilidade, dado o contexto ambiental e social atual. O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão bibliográfica narrativa sobre o alcance de uma maior estabilidade física de emulsões alimentícias através de recursos sustentáveis. Para a realização do trabalho foram utilizados artigos científicos, capítulos de revistas científicas e livros. Estipulou-se que os artigos devem ser publicados em revistas indexadas, e que no mínimo oitenta por cento tenham sido publicados a partir de 2016. A obtenção dos biopolímeros e tensoativos naturais pode ser feita tanto através do aproveitamento de matérias-primas vegetais, quanto através da cultura de microrganismos. Sendo que os produtos obtidos através de tais métodos apresentam menor toxicidade e maior biodegradabilidade quando comparados aos constituintes sintéticos utilizados para o mesmo fim. Conclui-se que os componentes obtidos através de matérias-primas vegetais e da síntese provenientes de microrganismos, são capazes de fornecer estabilidade às emulsões alimentícias de forma satisfatória, ao mesmo passo que, por caracterizarem benefício frente à proposta da fome zero e a diminuição no impacto ambiental, fomentam positivamente os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável propostos pela Organização das Nações Unidas.

**Palavras-chave:** Biopolímeros; Tensoativos naturais; Sustentabilidade; Instabilidades; Fome zero.

### 1 INTRODUÇÃO

As emulsões, definidas como a mistura cineticamente estável de dois ou mais líquidos imiscíveis, a formar fases contínuas e dispersas, são amplamente utilizadas na indústria de alimentos, e consequentemente diversos produtos alimentícios compartilham de tal disposição, a exemplo de cremes, doces, laticínios e molhos. Entretanto, a existência de tais sistemas está intrinsecamente atrelada à instabilidade termodinâmica, dado o baixo grau de

entropia observado na tentativa de dispersão entre os líquidos (PIRSA; HAFEZI, 2023; ESPOSITO, *et al.*, 2021). Logo, é necessário que através do emprego de diversos recursos, forneça-se adequada estabilidade cinética para a formação da emulsão, tanto para que haja a dispersão dos líquidos quanto para se postergar a eventual ocorrência de instabilidades físicas, sendo a aplicação dos recursos necessários preferencialmente vinculados à redução dos impactos ambientais negativos (LIU; PEI; HEINONEN, 2022; JOHNSON, P. *et al.*, 2021).

Dado esse contexto, infere-se no fato de que a consciente utilização de materiais de origem natural está em consonância com os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) formulados pela Organização das Nações Unidas (ONU), de forma a mitigar a nocividade ao meio ambiente, e ao mesmo passo, aumentar a disponibilidade de alimentos. Este cenário é de extrema importância, dada a proposta de erradicação da fome em um contexto de aumento da demanda por alimentos em função do crescimento populacional. Sendo assim, o objetivo do presente trabalho é realizar uma revisão bibliográfica ancorada na elucidação do fomento a tais diretrizes através de formulações específicas, com objetivo de aumento da estabilidade em emulsões alimentícias (BABU *et al.*, 2022; JAHAN *et al.*, 2020).

## 2 METODOLOGIA

Para a realização da atual revisão bibliográfica, a qual possui o objetivo de discorrer sobre a estabilidade física de emulsões alimentícias articuladas à sustentabilidade, utilizou-se a metodologia narrativa, dada a ampla abrangência do tema. A construção textual foi feita a partir de, principalmente, artigos científicos, além de capítulos de revistas científicas e livros, sendo a seleção dos artigos feita a partir de dois parâmetros pré-definidos: as produções necessitam de ser publicadas em revistas indexadas e que no mínimo oitenta por cento tenham sido publicadas a partir de 2016.

A coleta do material foi feita em banco de dados virtuais, tais como ACS Publications, MDPI, ResearchGate e ScienceDirect. Para a localização primária dos artigos, foram utilizadas palavras-chave, como: emulsion, food, physical instabilities, sustainability e stability.

## 3 DISCUSSÃO

Existem diversos tipos de emulsões, e elas podem ser classificadas mediante a três parâmetros distintos: à disposição morfológica de sua composição; ao tamanho de gotícula da fase dispersa e ao tipo de surfactante utilizado. Em relação à disposição, tais dispersões podem ser classificadas em óleo em água (O/W), água em óleo (W/O), óleo em água em óleo (O/W/O) e água em óleo em água (W/O/W) (SARKAR; DICKINSON, 2020). Caso as gotículas da fase dispersa apresentem tamanho entre 1-100  $\mu\text{m}$  elas são consideradas macroemulsões, se forem 20-500 nm nanoemulsões, e 10-100 nm microemulsões, sendo essa última não considerada uma emulsão verdadeira, pois se comporta como solução real (GÖKÇE, 2016; GUPTA, 2016). E por fim, se a estabilização for feita por surfactantes anfifílicos, são consideradas emulsões clássicas, e se for feita por partículas sólidas, são consideradas emulsões Pickering.

Em função da instabilidade termodinâmica atrelada às emulsões, mesmo após conferir estabilidade cinética ao sistema coloidal em questão, surgem em função do tempo as instabilidades físicas, sendo elas: floculação, coalescência, Ostwald *ripening*, inversão de fase e as separações gravitacionais, divididas em *creaming* e sedimentação (LOW *et al.*, 2020). A floculação, muitas vezes considerada como mecanismo precursor à coalescência, é caracterizada pela formação de flocos pelas gotículas da fase dispersa. O resultado final da coalescência e Ostwald *ripening* é essencialmente o mesmo: há o aumento irreversível das

gotículas da fase dispersa. Entretanto, essas duas instabilidades físicas diferem em seus mecanismos, nos quais, respectivamente, há a agregação de gotículas por rompimento do filme líquido entre as gotículas, e a difusão de gotículas de menor tamanho às de maior. A inversão de fase é caracterizada pela alternância de disposição entre os líquidos, na qual o líquido originalmente pertencente à fase dispersa se torna o da fase contínua e vice-versa. E, por fim, as separações gravitacionais dizem respeito ao aumento de organização das gotículas da fase dispersa, se estruturando ou na parte superior da fase contínua (*creaming*) ou inferior (sedimentação).

A gênese das instabilidades físicas abordadas, embora inevitável, quando prematura, é prejudicial à indústria de alimentos caso seu objetivo esteja alicerçado na durabilidade. Essas instabilidades são protagonistas mediante à grande parte dos motivos que levam à redução da vida de prateleira do produto, mesmo que os componentes ali presentes não estejam biologicamente ou quimicamente deteriorados, pois nesses casos, a alteração do alimento é sensorial (WANG *et al.*, 2021; KONG; SINGH, 2016). Esta adversidade, entretanto, estende-se também à sociedade, pois resulta no desperdício de alimentos não nocivos à saúde, principalmente quando, a exemplo do Reino Unido, classificados por “*best-before*” (alimentos próprios para consumos após a data estipulada, porém com alteração organoléptica presente), o que é particularmente preocupante dado o atual crescimento populacional global e a relação deste com o aumento de demanda por comida (PRINCIPATO *et al.*, 2020; DANIEL *et al.*, 2022).

O fornecimento de estabilidade cinética a emulsões é um processo que se dá através do emprego de polímeros e surfactantes, sejam essas moléculas anfifílicas ou partículas sólidas, todos muitas vezes de natureza sintética sendo que os surfactantes são responsáveis por diminuir a tensão interfacial entre os líquidos, destacando-se que as partículas sólidas utilizadas nas emulsões Pickering usualmente são mais eficientes, enquanto os polímeros aumentam a viscosidade da fase contínua e conferem estabilidade eletrostática e estérica ao sistema em diálogo com os surfactantes (DUPONT *et al.*, 2021)..

Quando analisados os subprodutos de diversas matérias-primas naturais, pode-se constatar que há potencialidade de presença das substâncias supracitadas, a exemplo do soro do leite, o qual é altamente prejudicial quando despejado no meio ambiente, entretanto deixou de ser considerado um resíduo e hoje é tratado como coproduto, com aplicabilidade nas emulsões em função da existência de proteínas ali presentes que atuam como surfactantes em função de suas propriedades anfifílicas (POPPI *et al.*, 2010).

Microrganismos também são promissores defronte à erradicação da fome no mundo, principalmente quando articulados às técnicas biotecnológicas, e no contexto das emulsões alimentícias, surfactantes naturais e biopolímeros podem ser obtidos através de bactérias, fungos e leveduras, sendo estes compostos obtidos biodegradáveis e de baixa toxicidade (PHULPOTO *et al.*, 2020; RAO; BHARATHI; ANKISEMOLU, 2018; AKILA, 2014). A produção de surfactantes através de fungos filamentosos, entretanto, é ainda pouco explorada e relatada na literatura. Porém, a síntese de tais substâncias por estes organismos apresenta grande potencial (SILVA *et al.*, 2018). Pode-se conferir na tabela 1 alguns biopolímeros e estabilizantes naturais de diferentes origens.

Tabela 1. Exemplos de biopolímeros, surfactantes naturais e suas respectivas origens.

Biopolímero	Origem	Referências	Surfactante	Origem	Referências
Celulose	Plantas	AGGARWAL <i>et al.</i> , 2020	Saponinas	Plantas	RAI <i>et al.</i> , 2021
Goma de guar	Plantas	KRSTONOŠI	Proteínas do	Soro do leite	MCCLEME N

		Ć <i>et al.</i> , 2021	Whey		TS; GUMUS, 2016.
Caseína	Leite	MCCLEMEN TS, 2015	Ramnolipídeos	Bactérias	ROCHA E SILVA <i>et al.</i> , 2018 (1)
Goma xantana	Bactérias	MORADALL I; REHM, 2020	Surfactina	Bactérias	ROCHA E SILVA <i>et al.</i> , 2018
Dextrano	Bactérias	MORADALL I; REHM, 2020	Soforolipídios	Leveduras	SILVA <i>et al.</i> , 2018
Lentinano	Leveduras	GIAVASIS, 2014	Lipopeptídeos	Fungos filamentosos	SILVA <i>et al.</i> , 2018

Além das vantagens já mencionadas na utilização de estabilizantes naturais em detrimento aos sintéticos, muitas vezes se pode inclusive obter maior estabilidade química no emprego destes. Há evidências de que emulsões estabilizadas por surfactantes naturais apresentam maior potencial antioxidante do que aqueles estabilizados pelos sintéticos pela capacidade de tais moléculas em eliminar, através da doação de prótons, os radicais livres. Este fenômeno pode ser observado ao se comparar as propriedades antioxidantes de emulsões estabilizadas por Quilaia (uma saponina) em detrimento ao Tween 80 e SDS (surfactantes sintéticos). Em contrapartida, tal capacidade nem sempre é observada. Ainda perante a oxidação lipídica, a utilização de Tween 80 se apresenta melhor quando comparada à de proteínas do Whey (MCCLEMENTS; DECKER, 2017). Em outro estudo comparativo entre Tween 80 e lecitina de soja, os resultados de oxidação lipídica estão em concordância com o anteriormente apresentado, ou seja, a emulsão feita com o surfactante sintético se mostrou mais estável. Entretanto, a emulsão em questão não é própria para consumo humano, pois a concentração do agente tensoativo sintético utilizado excede a dose diária máxima de consumo, ao contrário da feita por lecitina de soja (ARANCIBIA *et al.*, 2017).

#### 4 CONCLUSÃO

Em emulsões, o surgimento das instabilidades físicas são inevitáveis, porém podem ser retardadas. Tal retardo é feito mediante ao fornecimento de estabilidade cinética ao sistema. A estabilidade cinética é obtida através da alteração das características reológicas das emulsões, através do emprego de polímeros e estabilizantes. Tais substâncias podem ser sintéticas ou naturais, entretanto, nota-se a necessidade do emprego dos produtos de origem natural, dada a problemática da poluição e agravamento mundial da fome. Infere-se que a utilização de biopolímeros e surfactantes de origem natural, além de potencialmente oferecerem boa estabilidade física a uma emulsão para fins alimentícios, impactam positivamente o cenário da erradicação da fome e podem suavizar a problemática da poluição, dada a possibilidade de aproveitamento de matérias-primas vegetais e utilização da biotecnologia para a produção de constituintes a partir de microorganismos. Os produtos obtidos a partir de tais fontes são, ainda, biodegradáveis e apresentam baixa toxicidade, corroborando-se a efetividade de tais métodos perante aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

## REFERÊNCIAS

- AGGARWAL, J. *et al.* The Realm of Biopolymers and Their Usage: An Overview. **Journal of Environmental Treatment Techniques**, v. 2020, n. 2, p. 1005–1016, 2020.
- AKINSEMOLU, A. A. The role of microorganisms in achieving the sustainable development goals. **Journal of Cleaner Production**, v. 182, p. 139–155, mai. 2018.
- ARANCIBIA, C. *et al.* Comparing the effectiveness of natural and synthetic emulsifiers on oxidative and physical stability of avocado oil-based nanoemulsions. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 44, p. 159–166, dez. 2017.
- BABU, S. *et al.* Exploring agricultural waste biomass for energy, food and feed production and pollution mitigation: A review. **Bioresource Technology**, v. 360, p. 127566, set. 2022.
- DANIEL, A. I. *et al.* Biofertilizer: The Future of Food Security and Food Safety. **Microorganisms**, v. 10, n. 6, p. 1220, 14 jun. 2022.
- DUPONT, H. *et al.* New Insights into the Formulation and Polymerization of Pickering Emulsions Stabilized by Natural Organic Particles. **Macromolecules**, v. 54, n. 11, p. 4945–4970, 31 mar. 2021.
- ESPOSITO, R. *et al.* Phase Inversion and Interfacial Layer Microstructure in Emulsions Stabilized by Glycosurfactant Mixtures. **Nanomaterials**, v. 11, n. 2, p. 331, 27 jan. 2021.
- GIAVASIS, I. Bioactive fungal polysaccharides as potential functional ingredients in food and nutraceuticals. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 26, p. 162–173, abr. 2014.
- GÖKÇE, E.H.; Nanocarriers in cosmetology. **Nanobiomaterials in Galenic Formulations and Cosmetics**, p. 363–393, 1 jan. 2016.
- GUPTA, A. *et al.* Nanoemulsions: formation, properties and applications. **Soft Matter**, 2016
- JAHAN, R. *et al.* Biosurfactants, natural alternatives to synthetic surfactants: Physicochemical properties and applications. **Advances in Colloid and Interface Science**, v. 275, p. 102061, jan. 2020.
- JOHNSON, P. *et al.* Effect of synthetic surfactants on the environment and the potential for substitution by biosurfactants. **Advances in Colloid and Interface Science**, v. 288, p. 102340, fev. 2021.
- KONG, F.; SINGH, R. P. Chemical Deterioration and Physical Instability of Foods and Beverages. **The Stability and Shelf Life of Food**, p. 43–76, 2016.
- KRSTONOŠIĆ, V. *et al.* Chapter 2 - **Rheology, structure, and sensory perception of hydrocolloids**. Disponível em:  
<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128214534000053?via%3Dihub>>.  
Acesso em: 1 fev. 2023.

LIU, C.; PEI, R.; HEINONEN, M. Faba bean protein: A promising plant-based emulsifier for improving physical and oxidative stabilities of oil-in-water emulsions. **Food Chemistry**, v. 369, p. 130879, 1 fev. 2022.

LOW, L. E. *et al.* Recent advances of characterization techniques for the formation, physical properties and stability of Pickering emulsion. **Advances in Colloid and Interface Science**, v. 277, p. 102117, mar. 2020.

MCCLEMENTS, D. J.; DECKER, E. Interfacial Antioxidants: A Review of Natural and Synthetic Emulsifiers and Coemulsifiers That Can Inhibit Lipid Oxidation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 66, n. 1, p. 20–35, 27 dez. 2017.

MCCLEMENTS, D. J.; GUMUS, C. E. Natural emulsifiers — Biosurfactants, phospholipids, biopolymers, and colloidal particles: Molecular and physicochemical basis of functional performance. **Advances in Colloid and Interface Science**, v. 234, p. 3–26, ago. 2016.

MCCLEMENTS, D. J. Principles, practices, and techniques. **Food Emulsions** 3. ed. [S.l.]: CRC Press. 690 p. ISBN 13: 978-1-4987-2669-6, 2015.

MORADALI, M. F.; REHM, B. H. A. Bacterial biopolymers: from pathogenesis to advanced materials. **Nature Reviews Microbiology**, v. 18, n. 4, p. 195–210, 28 jan. 2020.

PHULPOTO, I. A. *et al.* Production and characterization of surfactin-like biosurfactant produced by novel strain *Bacillus nealsonii* S2MT and it's potential for oil contaminated soil remediation. **Microbial Cell Factories**, v. 19, n. 1, 20 jul. 2020.

PIRSA, S.; HAFEZI, K. Hydrocolloids: Structure, preparation method, and application in food industry. **Food Chemistry**, v. 399, p. 133967, jan. 2023.

POPPI, F.A. Soro de Leite e Suas Proteínas: Composição e Atividade Funcional. **UNOPAR CIENTÍFICA CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**, v. 12, n. 2, 2010.

PRINCIPATO, L. *et al.* The Household Wasteful Behaviour framework: a Systematic Review of Consumer Food Waste. **Industrial Marketing Management**, v. 93, jul. 2020.

RAI, S. *et al.* Plant-Derived Saponins: A Review of Their Surfactant Properties and Applications. **Sci**, v. 3, n. 4, p. 44, 16 nov. 2021.

RAO, M.; BHARATHI, P.; AKILA, R. A COMPREHENSIVE REVIEW ON BIOPOLYMERS. **Sci**, v. 4, n. 2, p. 61–68, 2014.

ROCHA E SILVA, N. M. P. *et al.* Natural Surfactants and Their Applications for Heavy Oil Removal in Industry. **Separation & Purification Reviews**, v. 48, n. 4, p. 267–281, 22 mai. 2018.

SARKAR, A.; DICKINSON, E. Sustainable food-grade Pickering emulsions stabilized by plant-based particles. **Current Opinion in Colloid & Interface Science**, v. 49, p. 69–81, out. 2020.

SILVA, A. C. S. DA *et al.* Biosurfactant production by fungi as a sustainable alternative.

**Arquivos do Instituto Biológico**, v. 85, n. 0, 21 set. 2018.

WANG, X. *et al.* Emulsion delivery of sodium chloride: A promising approach for modulating saltiness perception and sodium reduction. **Trends in Food Science & Technology**, v. 110, p. 525–538, abr. 2021.



## EMULSÃO ALIMENTAR: ESTUDO DA ESTABILIDADE DE SOBREMESAS GELADAS A BASE DE INGREDIENTES VEGETAIS

NOEMI DE PAULA ALMEIDA; NATÁLIA PRADO DA SILVA; GUILHERME DINIZ TAVARES; FABIANO FREIRE COSTA

### RESUMO

As sobremesas geladas, como picolés, sorvetes, *sherbets*, *sorbets* e *frozen yogurts*, são alimentos versáteis que podem se adaptar às diversas restrições alimentares como o caso de alérgicos a proteína do leite e intolerantes a lactose, ou filosóficas, como ovovegetarianos e vegetarianos estritos. O extrato hidrossolúvel de soja é uma boa opção de troca ao leite e creme de leite, quando comparado com os valores de proteína, tradicionalmente utilizado em gelados comestíveis, garantindo a Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) e o Direito Humano à Alimentação Adequada (DHAA). Esse ingrediente juntamente com o açaí, banana e o xilitol, com alto poder dulçor e anticariogênico, podem trazer propriedades benéficas que incrementam o alimento nutricionalmente de modo saudável, natural e reduzido de açúcar. Esse estudo teve como objetivo avaliar a estabilidade das formulações, bem como a microestrutura das amostras analisadas. Foram produzidos dois tratamentos de picolé com (A) e sem (B) banana. Ensaio de escoamento, derretimento e a caracterização microestrutural (análise microscópica e tamanho e distribuição de partículas) foram realizadas. Observou-se que a banana foi um determinante para a estabilidade, uma vez que sua presença influenciou na velocidade menor de derretimento e escoamento. A análise microscópica mostrou que a calda básica adicionada de banana teve uma menor quantidade de bolhas de ar e mais fragmentos de fruta em comparação com o tratamento sem banana. Ambos os tratamentos apresentaram tamanho e distribuição de partículas sem homogeneidade devido ao processo de produção, porém com o potencial Zeta e índice de polidispersividade (PDI) com valores aproximados. Foi possível concluir que a presença de banana um incremento positivo na estabilidade da formulação.

**Palavras-chave:** Gelado comestível; Picolé; Escoamento; Microestrutura; Banana.

### 1 INTRODUÇÃO

Os gelados comestíveis descritos como “produto alimentício obtido a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas ou de uma mistura de água e açúcar(es)” que posteriormente são colocados em baixas temperaturas para congelar até o seu consumo, ainda podem ser classificados como picolés, sorvetes, sorbets, sherbets e frozen yogurt (BRASIL, 2005). O picolé, em específico, é um alimento capaz de ser obtido a partir de variadas composições, se mostrando uma excelente alternativa de fonte de alimentos, pois além de oferecer as necessidades quanto a nutrientes, também é fácil de se adaptar às diversas restrições alimentares (ALMEIDA; COSTA, 2022).

Um exemplo de uma restrição alimentar comum é a intolerância a lactose, que acomete cerca de 65% da população mundial, e a alergia à proteína do leite de vaca (APLV) (ALVES; MENDES, 2012; BARBOSA *et al.*, 2020). Além disso, existem também aqueles indivíduos que devido questões religiosas ou morais escolhem não se alimentar de animais ou produtos de

origem animal, entre eles ovovegetarianos e vegetarianos estritos que não consomem leite (RÉVILLION *et al.*, 2020).

Com isso, a escolha dos ingredientes, para substituir o leite ou creme de leite, utilizados tradicionalmente nesses alimentos, se faz importante para garantir a Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) e o Direito Humano à Alimentação adequada (DHAA). Um exemplo é o extrato hidrossolúvel de soja, uma bebida comumente utilizada dentre as bebidas à base vegetal, e um bom substituto, pois se equipara ao leite quando referido a quantidade de proteína, mas também apresenta baixo colesterol e ausência de lactose (CASÉ *et al.*, 2005; CIRILO; OLIVIERI; MARTINS, 2020).

Juntamente com a procura de alimentos que se adequem às necessidades das restrições alimentares, existe também a preocupação de uma alimentação mais saudável e reduzida ou substituída de açúcares. O uso de edulcorantes como o xilitol é uma alternativa quanto essa redução, pois além de ter um poder adoçante parecido com a sacarose, com um valor calórico menor, apresenta também funções como antioxidante, estabilizante e propriedade cariogênicas (SANTO, 2018).

O uso do açaí também se mostra interessante, pois apresenta um gosto descrito como delicioso e refrescante, alto valor nutricional energético e compostos bioativos, como as antocianinas (CEDRIM *et al.*, 2018). A banana nanica também soma nesse cenário pois possui compostos bioativos, quantidades significativas de potássio e fibras, e pode levar a redução de açúcares devido seu sabor adocicado (SILVA, 2018).

Deste modo, este trabalho teve como objetivo produzir uma formulação de picolé a base de insumos vegetais com adição ou não de banana, e avaliar o escoamento, derretimento e características microestruturais da formulação.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 PRODUÇÃO DO PICOLÉ

Os ingredientes foram obtidos no comércio, pesados e produzidos na cidade de Juiz de Fora - MG. Foram realizadas duas formulações sendo a base contendo água, polpa de açaí, creme de soja, xilitol, extrato de soja, liga neutra e emulsificante, sendo o tratamento A adicionado de banana nanica e o tratamento B sem essa adição em 3 repetições de cada tratamento. Após pesagem de todos os ingredientes, os componentes do picolé foram homogeneizados em liquidificador por 5 minutos. Após esse processo foi feita a pasteurização rápida, onde elevou-se a temperatura da calda à 80 °C por 25 segundos e resfriou rapidamente (SEBRAE, 2023), utilizando o congelador, e transferiu-se para os recipientes para congelar.

### 2.2 ENSAIO DE DERRETIMENTO

Com os tratamentos já congelados, foi retirada uma amostra (40 g) de cada tratamento do picolé e transferida para uma peneira de aço (de abertura de 2,5 mm) sob um béquer de 600 mL. Com uma pequena diferença de tempo entre a retirada das amostras do congelador, foram feitas fotografias do escoamento das amostras no tempo 0 (quando transferido para a peneira) e posteriormente a cada 5 minutos durante 50 minutos (GAJO *et al.*, 2017).

### 2.3 ENSAIO DE ESCOAMENTO

As amostras congeladas (40 g) de cada tratamento foram transferidas para uma peneira de aço (de abertura de 2,5 mm) sob um béquer de 600 mL, previamente tarado. Em temperatura controlada, após o escoamento da primeira gota, o peso do material derretido foi coletado em

um intervalo de 5 minutos durante 50 minutos, e ao final plotado em gráfico em função do tempo (GAJO *et al.*, 2017).

## 2.4 CARACTERIZAÇÃO MICROESTRUTURAL

### 2.4.1 Tamanho da partícula

Aferiu-se o Diâmetro Hidrodinâmico (DH) das partículas dispersas em emulsão, utilizando o equipamento Zetasize da marca Malvern Instruments. Cada repetição das amostras A e B foram aliqüotadas e diluídas 1:800 em água ultrapura. Foi lido o tamanho das gotículas e gerado os dados numéricos através do software do próprio equipamento a partir dos resultados compilados (PENA *et al.*, 2017; REZENDE; COELHO; COSTA., 2021).

### 2.4.2 Microscopia

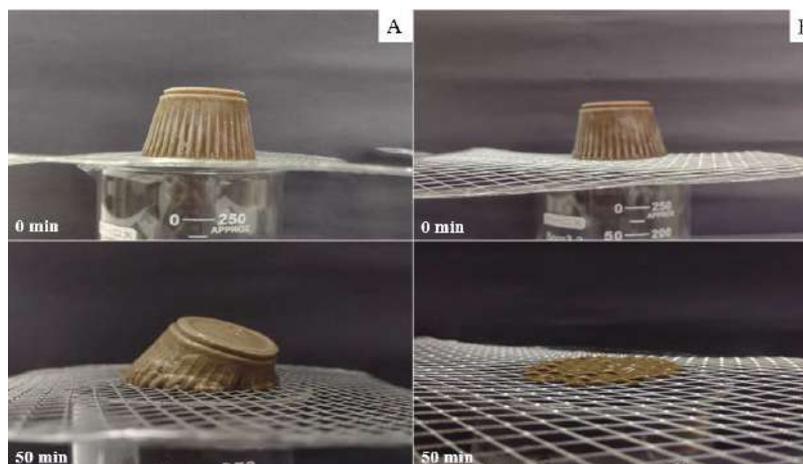
As amostras A e B foram avaliadas por microscopia fotônica (Olympus DP72). Para essa análise foram depositadas 3 gotas da calda básica, com auxílio de pipeta *Pasteur*, em uma lâmina coberta por lamínula para leitura usando a objetiva de 10x. Foram capturadas imagens de quadrantes onde tinha melhor visualização da distribuição de partículas (REZENDE; COELHO; COSTA., 2021).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 ENSAIO DE DERRETIMENTO

Recipientes contendo 40 g de cada tratamento foram retirados do congelador para a avaliação do escoamento das amostras com (A) e sem (B) adição de banana durante 50 minutos em temperatura ambiente. Na Figura 1 foi possível comparar os comportamentos de cada formulação e o escoamento durante os tempos de 0 e 50 minutos.

Figura 1 - Fotografia do ensaio de escoamento dos tratamentos de picolé com (A) e sem adição de banana; 0 e 50 min (A) e 0 e 50 min (B).



Fonte: Autores (2023)

A partir dessas imagens percebeu-se que o tratamento com banana (A), em comparação com o tratamento sem banana (B), possui um tempo menor de escoamento. Sendo o tratamento A com duração de mais de 50 minutos e o tratamento B com menos de 50 minutos.

A temperatura de derretimento está ligada às características da matriz do gelado comestível. Sabe-se que a formação de cristais de gelo menores e com melhor distribuição influem sobre essa temperatura e uma maior viscosidade, como é o caso do tratamento A que apresenta a banana nanica, resulta em uma maior resistência do fluxo da água para ser difundida pela microestrutura do sorvete (GIAROLA, PEREIRA, RESENDE, 2014; GAJO *et al.*, 2016; FERREIRA, 2020).

A banana além de influenciar sobre a viscosidade do picolé, também participa de outra forma no aumento da temperatura de derretimento. Essa fruta apresenta elevadas quantidades de carboidratos que possui função crioprotetora, essa função está ligada com a proteção no congelamento e uma das suas formas de ação é modificando a formação dos cristais e o crescimento exacerbado em alguns lugares (LIMA, 2013; MEURER, 2020), o que contribui para a diminuição do escoamento.

### 3.2 ENSAIO DE ESCOAMENTO

O ensaio de escoamento foi realizado a partir de uma triplicata de 40 g dos tratamentos com (A) e sem (B) banana, congelados, tendo o início do ensaio contado a partir da primeira gota após descongelamento. Na tabela 1 vemos o perfil de derretimento de cada tratamento, a partir da equação da reta do ensaio, realizada levando em consideração o peso derretido e o tempo.

Tabela 1 – Tabela das equações da reta, R<sup>2</sup> e inclinação do ensaio de derretimento dos picolés do tratamento com (A) e sem adição (B) de banana.

Tratamentos	Equação	R <sup>2</sup>	Inclinação (a)
Com banana (A)	$y = 0,1934x + 0,6079$	0,8897	0,1934
Sem Banana (B)	$y = 1,4341x - 3,5152$	0,9675	1,4341

A tabela 1 informa que a taxa de escoamento foi totalmente influenciada pela diferença entre os tratamentos, ou seja, a presença ou ausência da banana. Com o valor da inclinação da reta foi possível determinar a velocidade de escoamento, sendo o tratamento A de 0,1934 e do tratamento B de 1,4341, ou seja, o tratamento com banana levou mais tempo para derreter do que o tratamento sem banana. O resultado corrobora com o já elucidado anteriormente no teste de derretimento.

### 3.3 CARACTERIZAÇÃO MICROESTRUTURAL

#### 3.3.1 Tamanho da partícula

Os resultados do tamanho médio das partículas e sua distribuição são observados na tabela 2.

Tabela 2 - Resultados médios e desvio padrão do tamanho das partículas e sua distribuição de amostras de calda básica de picolé de açaí adicionados (A) ou não de banana (B).

	Tratamento A			Tratamento B		
	Tamanho (d.nm)	% Intensidade	Desvio	Tamanho (d.nm)	% Intensidade	Desvio
Pico 1	211,9	39,5	39,5	304,3	50,3	49,92
Pico 2	109,0	22,1	19,61	501,1	24,0	83,40
Pico 3	422,7	18,1	101,2	187,6	17,9	24,57

A partir da tabela 2 foi possível perceber que não há uma homogeneidade no tamanho de partícula das amostras. Tal situação ocorre, pois, a produção das amostras foi realizada de forma simplória utilizando um liquidificador caseiro, para ilustrar como ocorre nas indústrias de gelado comestível que não possuem uma máquina de dispersão de alto desempenho, como é o caso do equipamento de Turrax. O mesmo aconteceu no estudo de Pena *et al.* (2017), onde foi produzida uma emulsão à base de soro também de maneira simples, utilizando o Fisatom, e resultou no tamanho de partículas com grande variação, o artigo ainda esclarece que a utilização de um microfluidizador e um tensoativo, faria com que as partículas fossem menores.

No mesmo equipamento, foram medidos o potencial Zeta e o índice de polidispersividade que estão representados na Tabela 3.

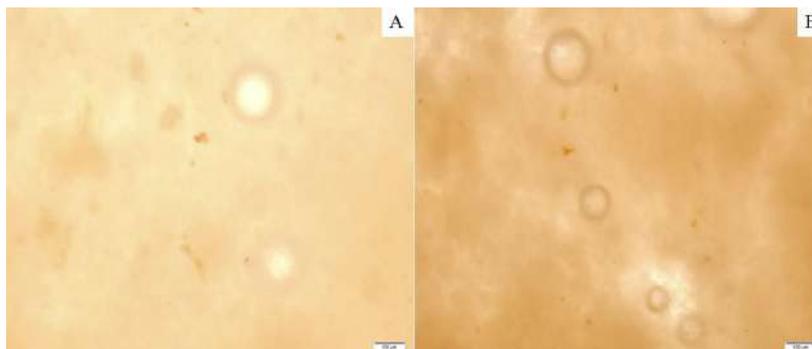
Tabela 3 - Resultados médios e desvio padrão do potencial zeta e índice de polidispersividade de amostras de calda básica de picolé de açaí adicionados (A) ou não de banana (B).

Tratamento	Zeta	PDI
A	-33,7 ± 6,13	0,820 ± 0,275
B	-33,02 ± 1,17	0,964 ± 0,055

O potencial zeta das amostras diz sobre as forças repulsivas entre as partículas, ou seja, quanto maior o valor, em módulo, maior é a força repulsiva das partículas, ou em prática, menor a chance de aglomeração e maior estabilidade. O Tratamento A apresentou um potencial de  $-33,7 \pm 6,13$  e o Tratamento B o potencial de  $-33,02 \pm 1,17$ , deste modo, pode-se inferir que os picolés apresentaram estabilidade próxima quanto ao potencial zeta. Com relação ao índice de polidispersividade (PDI), as amostras mais uniformes são as com o valor menor, pois indica o quanto desvia da média. Deste modo, as duas amostras apresentaram valores altos e próximos de PDI característicos de amostras que não apresentam uma uniformidade entre os tamanhos da partícula.

### 3.3.2 Microscopia

A figura 2 das amostras do picolé com (A) e (B) sem banana mostram as características de cada matriz antes do congelamento.



Fonte: Autores (2023)

Figura 2 – Micrografias das amostras da calda básica de picolé de açaí adicionados (A) ou não (B) de banana: Barra (A e B) = 100  $\mu$ m.

As micrografias da calda básica dos tratamentos evidenciam a presença de bolhas de ar e a polpa dos frutos fragmentados durante o processo de produção. As bolhas de ar são parte essencial da matriz de um gelado comestível pois estão ligadas à percepção de cremosidade do produto. Os fragmentos dos frutos observados em ambas as micrografias são agradáveis ao paladar do consumidor e foram observados em maior intensidade nas amostras com banana.

#### 4 CONCLUSÃO

A partir dos estudos conclui-se que a banana foi um fator positivo para a estabilidade das formulações, quanto ao derretimento e escoamento. O tratamento A, com banana, em comparação com o B, sem banana, apresenta menor velocidade de escoamento e derretimento. Sobre o tamanho da partícula, potencial zeta e índice de polidispersividade das amostras tiveram resultados bem próximos, de tamanho e uniformidades variáveis, devido principalmente seu tipo de produção, simplório e caseiro.

#### REFERÊNCIAS

ALMEIDA, N. P.; COSTA, F. F. PICOLÉ COMO EXCELENTE ALTERNATIVA DE ALIMENTO: revisão. In: MEDEIROS, J. A. de; NIRO, C. M.. Pesquisas e atualizações em ciência dos alimentos. [S. L.]: Agron Food Academy, 2022. Cap. 106. p. 928-935.

ALVES, M. D. C.; CAMILO, S. D. N.; WANG, S.; TORREZAN, R.; HASHIMOTO, K. Comparação de aceitação sensorial entre "creme de soja" elaborado e creme de leite comercializado. In: Embrapa Agroindústria de Alimentos-Resumo em anais de congresso. In: Simpósio em Ciência e Tecnologia de Alimentos, 4., 2012, João Pessoa. Trabalhos... João Pessoa: SBCTA-PB, 2012., 2012.

BARBOSA, N. E. A. FERREIRA, N. C. de J.; VIEIRA, T. L. E.; BRITO, A. P. S. O.; GARCIA, H. C. R. Intolerância à lactose: revisão sistemática. *Pará Research Medical Journal*, v. 4, 2020.

BRASIL. Ministério da saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC Nº 266 de 22 de setembro de 2005. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para Gelados Comestíveis e Preparados para Gelados Comestíveis. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2005.

CASÉ, F.; DELIZA, R.; ROSENTHAL, A.. Produção de 'leite' de soja enriquecido com

cálcio. *Food Science and Technology*, v. 25, n. 1, p. 86-91, 2005.

CEDRIM, P. C. A. S.; BARROS, E. M. A.; NASCIMENTO, T. G. do. Propriedades antioxidantes do açaí (*Euterpe oleracea*) na síndrome metabólica. *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas, v. 21, e2017092, 2018.

CIRILO, G. Mo. D.; OLIVIERI, C. M. R.; MARTINS, M. C. T.. BEBIDAS VEGETAIS ALTERNATIVAS AO LEITE. *Life Style*, v. 7, n. 1, p. 15-25, 2020.

FERREIRA, I. A. F.. Aplicação da mucilagem de ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Miller) em sorvete. 2020. 57 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2020.

GAJO, A. A.; RESENDE, J. V.; COSTA, F. F.; PEREIRA, C. G.; LIMA, R. R.; ANTONIALLI, F.; ABREU, L. R.. Effect of hydrocolloids blends on frozen dessert “popsicles” made with whey concentrated. *Lwt*, [S.L.], v. 75, p. 473-480, 2017. Elsevier BV.

GIAROLA, T. M. O.; PEREIRA, C. G.; RESENDE, J. V.. Fortification with iron chelate and substitution of sucrose by sucralose in light uvaia sherbet (*Eugenia pyriformis* Cambess): physical, chemical and sensory characteristics. *Journal of Food Science And Technology*, [S.L.], v. 52, n. 9, p. 5522-5533, 2014. Springer Science and Business Media LLC.

LIMA, D. C. N.. Suco de banana em pó probiótico. 2013. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

MEURER, C. S.. Avaliação de hidrolisados de colágeno associado com glicerol na criopreservação de melões. 2020. 13 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Processos Químicos, Ensino Pesquisa e Extensão - Depe, Instituto Federal de Santa Catarina, Lages, 2020.

PENA, M. G. R.; COELHO, M. O.; SILVA, F. P.; FURTADO, M. A. M.; NASCIMENTO, W. G.; COSTA, F. F.. Producción de micro y nanopartículas a base de biopolímeros naturales: estudio de la estabilidad de emulsiones a base de suero lácteo. *Tecnología Láctea Latinoamericana*, [s. l.], v. 98, p. 48-54, 2017.

RÉVILLION, J. P. P.; KAPP, C.; BADEJO, M. S.; DIAS, V. V.. O mercado de alimentos vegetarianos e veganos: características e perspectivas. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, v. 37, n. 1, p. 26603, 2020.

REZENDE, S. de O.; COELHO, M. O.; COSTA, F. F.. Bebida emulsionada a base de soro de leite e polpa de abacate (*Persea americana* Mill): desenvolvimento e estudo de estabilidade físico-química / emulsioned drink with whey and pulp (*persea americana* mill). *Brazilian Journal of Animal And Environmental Research*, [S.L.], v. 4, n. 1, p. 1436-1450, 2021.

SANTO, G. O.. Edulcorantes: tendências da indústria de alimentos na redução de açúcar - revisão de literatura. 2018. 56 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnólogo de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

SEBRAE. Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Cartilha de Boas Práticas de Fabricação na Indústria de Gelados Comestíveis. Disponível em:  
<[https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS\\_CHRONUS/bds/bds.nsf/18e69ee9eca639b33372eefdf6ecfb4e/\\$File/7574.pdf](https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/18e69ee9eca639b33372eefdf6ecfb4e/$File/7574.pdf)>

SILVA, D. B. L.. Sistema produtivo da banana. 2018. 26 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Gestão de Agronegócios) —Universidade de Brasília, Planaltina-DF, 2018.



## ISOLAMENTO E SELEÇÃO DE LEVEDURAS DO MEL DO CACAU

GUSTAVO FERREIRA MACEDO; MARCIA LUCIANA CAZETTA

### RESUMO

A bioprospecção microbiana é de grande importância, uma vez que novas espécies isoladas do ambiente podem produzir, ou melhorar a produção, de substâncias de interesse biotecnológico e industrial. O isolamento microbiano pode ser realizado em diferentes ambientes e o cacau, bem como seus subprodutos como a polpa e o “mel” do cacau, são uma fonte rica de microrganismos. O mel do cacau constitui um líquido viscoso e adocicado extraído da prensagem da polpa do cacau. Assim, o objetivo deste trabalho foi isolar leveduras do mel do cacau com potencial biotecnológico para produção de polissacarídeos, pigmentos, cerveja artesanal e outros produtos. Para isso, foram realizadas diluições seriadas do mel do cacau até  $10^{-5}$  em solução salina (0,85% de NaCl) e cada diluição foi plaqueada em meio Agar Saboraud Dextrose. Após o crescimento foram isoladas 12 leveduras, distribuídas em oito grupos de acordo com suas características morfológicas distintas como cor, textura e aparência, predominando as leveduras de cor clara (branco a creme), com textura lisa e aparência opaca. A maioria dos isolados cresceu em ampla faixa de temperatura, de 25 °C a 40 °C, sendo classificados como mesofílicos, entretanto, alguns isolados apresentaram termotolerância, com crescimento a 45 °C. A presença de isolados com características mucilaginosas e cores de amarelo a vermelho sugerem a produção de exopolissacarídeos e pigmentos.

**Palavras-chave:** fungos; bioprospecção; produtos agroindustriais; frutas; temperatura

### 1. INTRODUÇÃO

Diante da importância dos microrganismos na economia, é crescente a busca no ambiente por novas espécies que possam produzir ou melhorar a produção de substâncias de interesse biotecnológico e industrial, tendo em vista que muitos microrganismos possuem características singulares e podem ser empregados em processos de biorremediação, produção de fármacos, biocombustíveis, alimentos, cosméticos, entre outros (MORAIS et al., 2014).

A bioprospecção microbiana pode ser realizada nos mais diferentes ambientes como solo, água, plantas e, até mesmo, insetos. A microbiota do cacau (*Theobroma cocoa*) vem sendo bastante estudada devido à sua importância nas características organolépticas do chocolate, já tendo sido isoladas e identificadas diversas espécies de leveduras e bactérias no cacau e seus subprodutos, que podem ter potencial para aplicações biotecnológicas (BORGES et al., 2014; SERRA et al., 2019; LIMA et al., 2021).

A cultura de cacau no Brasil tornou-se próspera devido ao clima favorável. Esse fruto é nativo das florestas tropicais da região Amazônica, sendo conhecido desde a época dos Maias e Incas. Em meados do século XVIII foi levado para o estado da Bahia onde prosperou devido aos fatores ambientais propícios para o seu desenvolvimento como o clima, umidade e temperatura, entre outros. De acordo com dados do SENAR (2018), a Bahia continua sendo a principal região produtora, com 62% da produção nacional, seguida pelos estados da Região Norte (34%) e os outros estados com os 4% restantes (CUENCA; NAZÁRIO, 2004; SANTOS

et al., 2014; FIGUEROA- HERNÁNDEZ et al., 2019).

O cacau é a principal matéria-prima de um dos produtos mais comercializados no mundo, o chocolate. Mas além disso, esse fruto despertou interesse da ciência visto que não só as sementes podem ser aproveitadas, mas também seus subprodutos, como a polpa e o “mel” do cacau, que ganharam grande importância na indústria alimentícia. A polpa do cacau, que recobre as sementes, possui uma coloração esbranquiçada e mucilaginosa e, a partir dessa, é extraído o mel do cacau, que é um líquido de coloração amarelo opaco e com textura mucilaginosa, possui um sabor cítrico e alto teor de açúcares em sua composição. A extração deste líquido ocorre por meio de técnicas simples de prensagem da polpa do cacau, que deve ser rapidamente estocado em baixas temperaturas antes que se inicie o processo de fermentação espontânea devido à elevada carga microbiana. Além de ser consumido in natura, o mel do cacau pode ser usado na indústria alimentícia para a fabricação de geleias e de bebidas fermentadas, pois sofre fermentação espontânea quando mantido em temperatura ambiente (SANTOS et al. 2014; DONATTI et al., 2021; GUIRLANDA et al., 2021).

A qualidade dos produtos do cacau está vinculada a uma gama de fatores que resulta em melhor qualidade dos produtos e, dentre eles, está a microbiota presente. Esses microrganismos se adaptaram bem à fruta e fazem parte de alguns processos importantes como a fermentação, sendo este o processo mais importante na produção de moléculas precursoras de aroma, sabor e da cor, tanto nos grãos secos quanto na matéria-prima para a produção do chocolate (GUTIÉRREZ-RIOS et al., 2022; SALAZAR et al. 2022). Dentre os microrganismos que podem ser encontrados no cacau e seus produtos derivados estão, principalmente, leveduras, bactérias lácticas e bactérias acéticas, que se sucedem ao longo do processo fermentativo natural (NIELSEN; JESPERSEN, 2013; RUGGIRELLO et al., 2019; DE VUYST; LEROY, 2020;

VIESSER et al., 2021). Neste contexto, este trabalho teve por objetivo isolar as leveduras do mel de cacau para estudos de produção de biopolímeros, pigmentos, entre outras substâncias de interesse biotecnológico e industrial.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### Isolamento e das leveduras do mel do cacau

O mel do cacau foi obtido congelado do comércio local de Cruz das Almas, Bahia, Brasil. A partir dessas amostras foram feitas diluições seriadas até  $10^{-5}$  em solução salina (NaCl 0,85%) e alíquotas de 100  $\mu$ l foram plaqueadas em meio Agar Sabouraud Dextrose (peptona bacteriológica 10 g, glicose 40 g, agar bacteriológico 15 g/ litro) para o crescimento dos isolados. Os ensaios foram realizados em duplicata. Em seguida as placas de Petri foram colocadas em estufa/BOD para o crescimento a  $28 \pm 2$  °C por 48 horas.

### Purificação dos isolados:

Após o crescimento nas placas, foram selecionadas e isoladas colônias com características morfológicas distintas e transferidas para placas de Petri contendo meio de cultura MYP (Manitol Yeast Peptone), composto por: extrato de levedura 5 g, manitol 25 g, peptona 3 g e Agar 15 g/ litro. As placas foram incubadas em estufa do tipo B.O.D sob temperatura de  $28 \pm 2$  °C por 48 horas. Em seguida foi realizada a purificação dos isolados por técnica de esgotamento e as colônias consideradas puras foram conservadas em tubos criogênicos contendo o meio GYMP (extrato de levedura 4 g, extrato de malte 10 g,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  2 g/ litro), com glicerol a 30% e colocadas sob congelamento.

### Verificação da morfologia celular

Para a verificação da morfologia celular foram feitas lâminas a fresco usando uma alçada das colônias isoladas diluídas em uma gota de água destilada sobre lâminas de vidro cobertas com laminulas para visualização em microscopia óptica. Para identificação, foram colocados códigos com as letras LMC (leveduras do mel do cacau), seguido de um número para diferenciar cada isolado.

#### Testes de temperatura

Para os testes de temperatura foi utilizado o teste em gotas (drop test, adaptado de LAUER et al., 2007) em placas de Petri contendo meio de cultura Ágar Sabouraud Dextrose em triplicata. Para a realizar os testes foram estudadas diferentes temperaturas: 20 °C, 25 °C, 28 °C, 30 °C, 35 °C, 40 °C e 45 °C, incubando as leveduras em estufa B.O.D durante 4 dias. O crescimento dos isolados foi comparado com um controle positivo (crescimento a  $28 \pm 2$  °C) e controle negativo (crescimento a  $45 \pm 2$  °C) e classificados como: 0 (zero) sem crescimento ou crescimento igual ao controle negativo; +0,5 para crescimento fraco, ou seja, menor que o controle positivo e maior que o controle negativo; +1 para crescimento intermediário; +2 crescimentos menor que o controle positivo; +3 para crescimento igual ao controle positivo.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram isoladas 23 colônias morfologicamente distintas de acordo com características como cor, textura e aparência, entretanto, apenas 12 isolados apresentaram características de leveduras como células grandes, arredondadas ou alongadas, e a presença de brotos que puderam ser facilmente visualizados nas lâminas por meio de microscopia óptica. Os demais isolados foram caracterizados como bactérias por meio de coloração de Gram, sendo todos bacilos Gram negativos. Essas características indicam a presença de bactérias acéticas no mel do cacau.

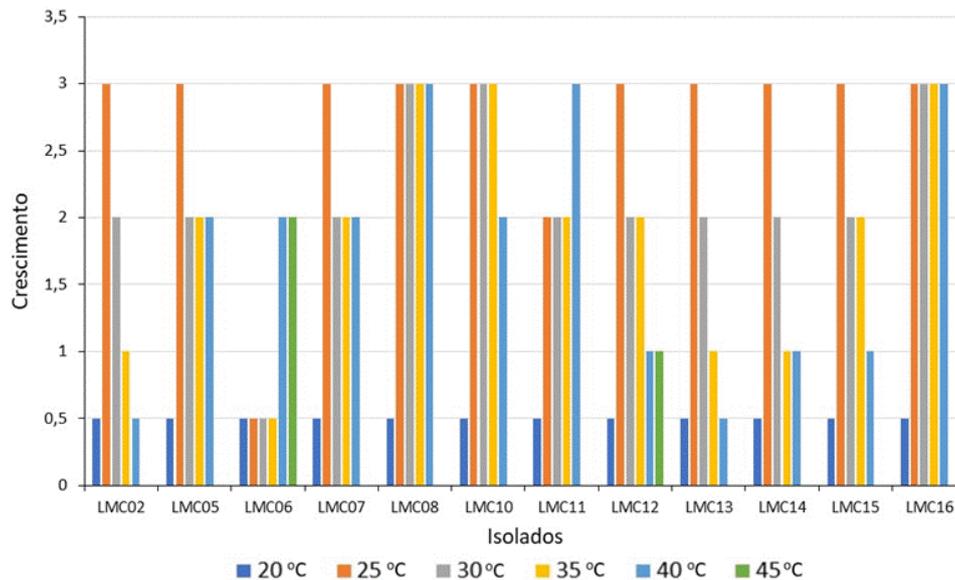
Os isolados confirmados como leveduras foram agrupados, de acordo com as características morfológicas, em 8 grupos (Quadro 1).

**Quadro 1-** Agrupamento por meio de características morfológicas das leveduras isoladas do mel de cacau em meio Agar Sabouraud Dextrose.

Grupos	Código dos isolados	Cor	Textura	Aparência
1	LMC-02	Vermelha	Lisa	brilhante
2	LMC-07	Vermelho-alaranjada	Lisa	brilhante
3	LMC-06, LMC-15	Branca	Lisa	brilhante
4	LMC-13	Amarelo claro	Lisa	brilhante
6	LMC-08, LMC-10	Creme rosado	Lisa	opaca
7	LMC-6, LMC-14, LMC-11, LMC-12	Creme	Lisa	opaca
8	LMC-05	Branca	Lisa	opaca

Pode-se constatar que os isolados que apresentaram cores claras (branco a creme) foram predominantes, sendo a cor creme com 33%, seguida da cor branca com 25% e as de cor creme-rosada com 17%. As demais cores como vermelho, vermelho-alaranjado e amarelo claro apresentaram uma porcentagem de 8% de ocorrência cada um. Todas os isolados apresentaram textura lisa e as colônias que apresentaram aparência opaca sobressaíram sobre as demais, com 58%. Camargo et al. (2018), isolando leveduras de frutas do cerrado e ninhos de frango e Freitas et al. (2021) isolando leveduras de vegetação sobre afloramentos rochosos, também descreveram resultados similares, com predominância de leveduras de cores claras, com textura lisa e aparência opaca.

De acordo com os resultados dos testes de temperatura, a maioria dos isolados apresentou melhor crescimento na temperatura de 25 °C, exceto para o isolado LMC-06 que apresentou um baixo crescimento na faixa de 25 °C a 35 °C (Figura 1).



**Figura 1.** Crescimento das leveduras isoladas do mel do cacau em diferentes temperaturas em meio Ágar Sabouraud Dextrose.

Os isolados LMC-08, LMC-10, LMC-11 e LMC-16 cresceram em uma ampla faixa de temperatura, entre 25 °C e 40 °C. Destaque deve ser dado aos isolados LMC-06 e LMC-12 que apresentaram crescimento intermediário na temperatura de 45 °C. Todos os isolados apresentaram crescimento fraco a 20 °C. Embora os resultados mostrem que os isolados são todos mesofílicos, o crescimento em temperaturas mais elevadas é de interessante do ponto de vista industrial. A temperatura de crescimento é um fator ambiental de grande relevância para a utilização das leveduras nas mais diferentes aplicações como degradação de corantes e poluentes ambientais, produção de biopolímeros e na produção de cervejas, visto que as altas temperaturas são um dos fatores que levam ao estresse e, como consequência pode levar a desnaturação de enzimas e perda da viabilidade celular. Sendo assim, a termotolerância é um atributo de grande valor para sua utilização em processos fermentativos (SILVA et al. 2015; PINTO et al. 2018; DELANE et al. 2020).

#### 4. CONCLUSÃO

O considerável número de leveduras encontradas no mel do cacau demonstra a riqueza de microrganismos existente neste produto e ressalta a importância da prospecção microbiana. As características morfológicas como as cores amarelo e vermelho e textura viscosa de alguns

solados sugerem um potencial para produção de exopolissacarídeos e pigmentos. Os teste de temperatura mostraram que a grande maioria dos isolados se classifica como mesofílicos, embora alguns isolados tenham apresentado características termotolerantes.

## REFERÊNCIAS

- BORGES, J. G.; COSTA L. A. S.; DRUZIAN, J. I.; Produção e caracterização de biomassa extracelular obtida por fermentação submersa usando *Lasidiopodia theobromae* isolado do cacau. **Polímeros Ciência e Tecnologia**, v.24, n.1, p.52–57, 2014.
- CAMARGO, J. Z. et al. Biochemical evaluation, molecular characterization and identification of novel yeast strains isolated from Brazilian savannah fruits, chicken litter and a sugar and alcohol mill with biotechnological potential for biofuel and food industries. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 16, p. 390-399, 2018.
- CUENCA, M. A. G.; NAZÁRIO, C. C. **Importância econômica e evolução da cultura do cacau no Brasil e na região dos tabuleiros costeiros da Bahia entre 1990 e 2002**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2004. 25 p.
- DELANE, E. I.; EVANGELISTA-BARRETO, N. S.; CAZETTA, M. L. Levedura *Pichia kudriavzevii* SD5 como biocatalizador na descoloração do corante Preto Reativo 5. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 25, n. 2, p. 361-369, 2020.
- DE VUYST, L.; LEROY, F. Functional role of yeasts, lactic acid bacteria and acetic acid bacteria in cocoa fermentation processes. **FEMS Microbiology Reviews**, v. 44, n. 4, p. 432-453, 2020.
- DONATTI, J.K.; SOUSA, M.V.F.; PAIXÃO, M.V.S.; REZENDE, J.A.; SOUSA, J.M.; SOUZA, A.H.N.; LOCATELLI, A.L.; SANTOS, T.L. Aproveitamento do subproduto “Mel de Cacau” para produção de bebida alcoólica fermentada. **Brazilian Journal of Development**, v.7, n.6, p.57956-57970, 2021.
- FIGUEROA-HERNÁNDEZ, C.; MOTA-GUTIERREZ J.; FERROCINO I.; HERNÁNDEZ-ESTRADA, Z.J.; GONZÁLEZ-RÍOS, O.; COCOLIN, L.; SUÁREZ-QUIROZ, M.L. The challenges and perspectives of the selection of starter cultures for fermented cocoa beans. **International Journal of Food Microbiology**, v.301, p. 41-50, 2019.
- FREITAS, T.S.; CAZETTA, M.L. **Enzimas de leveduras isoladas de vegetação sobre rocha**. In: Bacharelado em biologia: produções científicas. Organizadores: Marcia Luciana Cazetta... [et al.]. Cruz das Almas, Bahia: EDUFRB, 2021, 318 p.
- GUIRLANDA, C. P.; SILVA, G. G.; TAKAHASHI, J. Caracterização, atributos e potencial de mercado do mel de cacau. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 4, e41410413994, 2021.
- GUTIÉRREZ-RÍOS, H.G.; SUÁREZ-QUIROZ, M.; HERNÁNDEZ-ESTRADA, Z.J.; CASTELLANOS-ONORIO, O.; ALONSO-VILLEGAS, R.; RAYAS-DUARTE, P.; CANO-SARMIENTO, C.; FIGUEROA-HERNÁNDEZ, C.; GONZÁLEZ-RÍOS, O. Yeasts as producers of flavor precursors during cocoa bean fermentation and their relevance as starter cultures: a review. **Fermentation**, v. 8, n. 7, 331, 2022.

LAUER, C. M. LAUER J. **A influência dos íons cálcio e magnésio na toxicidade do cádmio e o envolvimento da proteína Pmr1 no uso da via secretora para desintoxicação de cádmio em *Saccharomyces cerevisiae*.** 2007. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Biologia Celular e Molecular) -Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2007.

LIMA, C.O.C.; VAZ, A.B.M.; CASTRO, G.M.; et al. Integrating microbial metagenomics and physicochemical parameters and a new perspective on starter culture for fine cocoa fermentation. **Food Microbiology**, v. 93, 103608, 2021.

MORAIS, J. F.; YOSHIMOTO, M.; RHODEN, S. A.; PAMPHILE, J.A. Bioprospecção de microrganismos produtores de compostos bioativos com atividade antitumoral. **Revista Uningá**, v. 17, n.1, p.27-34, 2014.

NIELSEN, D.S.; CRAFACK, M.; JESPERSEN, L.; JAKOBSEN, M. **The microbiology of cocoa fermentation.** In.: Watson, R.R. et al. (eds.). Chocolate in health and nutrition. Nutrition and Health 7, Cap. 4, 2013, pp. 39-60.

PINTO, F. O. **Isolamento, seleção e caracterização de leveduras selvagens com potencial para a produção de cerveja.** 2019. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Microbiologia Agrícola e do Ambiente) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2018

RUGGIRELLO, M.; NUCERA, D.; CANNONI, M.; PERAINO, A.; ROSSO, F.; FONTANA, M.; COCOLIN, L.; DOLCI, P. Antifungal activity of yeasts and lactic acid bacteria isolated from cocoa bean fermentations. **Food Research International**, v. 115, p. 519–525,2019.

SANTOS, C. O.; BISPO, E. S.; SANTANA, L. R. R. et al. Use of “cocoa honey” (*Theobroma cacao* L) for diet jelly preparation: An alternative technology. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 3, pp.640- 648, 2014.

SALAZAR, M.M.M.; ÁLVAREZ, O.L.M.; CASTAÑEDA, M.P.A.; MEDINA, P.X.L. Bioprospecting of indigenous yeasts involved in cocoa fermentation using sensory and chemical strategies for selecting a starter inoculum. **Food Microbiology**, v. 101, 103896, 2022.

SENAR -Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Cacau: produção, manejo e colheita.** Serviço Nacional de Aprendizagem Rural, Brasília: Senar, 2018. 145 p.

SERRA, J.L.; MOURA, F.G.; PEREIRA, G.V.M.; SOCCOL, C.R.; ROGEZA, H.; DARNETA. S. Determination of the microbial community in Amazonian cocoa bean fermentation by Illumina-based metagenomic sequencing. **LWT-Food Science and Technology**, v. 106, p. 229–239, 2019.

SILVA, L. A. S.; OLIVEIRA, J.M.; DUARTE, E.A.A.; EVANGELISTA-BARRETO, N.S.; CAZETTA, M.L. Descoloração do corante Azul Brilhante de Remazol R por leveduras isoladas de moluscos do Rio Subaé, no estado da Bahia, Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 6, p. 1065-1074, 2017.

VIESSER, J.A.; PEREIRA, G.V.M.; CARVALHO NETO, D.P.; ROGEZ, H., GÓES-NETO, A.; AZEVEDO, V.; BRENIG, B.; ABURJAILE, F.; CARLOS RICARDO SOCCOL, C.R. Co-culturing fructophilic lactic acid bacteria and yeast enhanced sugar metabolism and aroma

formation during cocoa beans fermentation. **International Journal of Food Microbiology**,  
v.339, 109015, 2021.



## **BENEFICIAMENTO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS: ELABORAÇÃO DE BEBIDA VEGETAL À BASE DE EXTRATO DE AMÊNDOA DO LICURI (SYAGRUS CORONATA)**

KAIO ALLAN DA MOTA SOUTO MAIOR ARRUDA; MARIA TEREZA DOS SANTOS CORREIA; YAN WAGNER BRANDÃO BORGES

**INTRODUÇÃO:** O licuri é uma planta xerófito encontrada de Pernambuco ao norte de Minas Gerais. Além de apresentar uma grande importância biológica, a vegetação da Caatinga apresenta um potencial econômico ainda pouco valorizado, onde estudos que beneficiem produtos desse bioma são necessários, pois podem contribuir para o fortalecimento da agricultura familiar e das comunidades extrativistas, bem como estimular o desenvolvimento regional e sustentável; geração de emprego e renda; erradicação da pobreza e da fome nessa região. **OBJETIVOS:** O presente estudo objetivou o desenvolvimento e caracterização de uma bebida vegetal a partir do licuri (*Syagrus coronata* (Martius) Beccari), além da segurança microbiológica dos extratos a base da amêndoa in natura, resíduo da extração do óleo e em proporções amêndoas/resíduos. **METODOLOGIA:** As análises físico-químicas foram feitas de acordo com a metodologia proposta pela AOAC International e adaptada pelo Instituto Adolfo Lutz. A segurança microbiológica foi fundamentada na possível contaminação por coliformes; bolores e leveduras; *Clostridium spp.*; *Salmonella sp.*; *Pseudomonas aeruginosa* e *Escherichia coli*. **RESULTADOS:** As análises físico-químicas apresentaram resultados positivos para teor de umidade, teor de cinzas, sólidos solúveis e acidez próximo a neutralidade o qual enquadra-se na categoria de produtos denominados de baixa acidez, tanto no extrato da amêndoa, como dos resíduos, e boa quantidade de macromoléculas (principalmente a quantidade de lipídeos e proteínas) obtidos no extrato realizado a partir dos resíduos. Para a segurança microbiológica obteve-se Coliformes Totais ( $10^1$  UFC/ml); *Salmonella sp.*, *Clostridium spp.*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* (ausente); Bolores e Leveduras (200 UFC/ml), para todas as amostras testadas, o qual condizentes com o tolerável perante a RDC 12/2001. **CONCLUSÃO:** A partir de todos os dados, conclui-se que os resíduos da semente de licuri apresentam um alto potencial de reaproveitamento e inovação alimentícia, bem como a possibilidade da utilização da amêndoa in natura para a produção do leite vegetal e aptidão para o consumo de todas as formulações do extrato.

**Palavras-chave:** Análise físico-química, Caatinga, Leite vegetal, Reaproveitamento, Segurança microbiológica.



## **RESPOSTAS MORFOFISIOLÓGICAS DO FEIJÃO [(VIGNA UNGUICULATA (L.) WALP], CULTIVADO EM DIFERENTES MANEJOS DE SOLO, FRENTE À SALINIDADE**

JOSÉ APARECIDO DE SOUSA BERNARDINO LEITE; IARA CAROLINA FERREIRA DA  
SILVA; MARIA VITÓRIA DE SOUSA LEITE; KÁTIA DANIELLA DA CRUZ SARAIVA

**INTRODUÇÃO:** A salinização das áreas agricultáveis resulta na perda de produtividade de várias culturas cultivadas mundialmente. No Nordeste brasileiro a situação se agrava devido fatores ambientais como o baixo índice pluviométrico. Diversos estudos evidenciam os efeitos do estresse salino no crescimento e desenvolvimento das plantas. Entretanto, estudos abordando os efeitos da salinidade nas plantas em diferentes tipos de solos são pouco explorados. **OBJETIVOS:** Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar através de parâmetros de crescimento (MSPA, MSR e MST) e bioquímicos (VE e TRA) a influência da salinidade no feijão cultivado em 6 tipos de manejos de solo. **METODOLOGIA:** As sementes foram semeadas em areia lavada e vermiculita em casa de vegetação. As amostras dos diferentes tipos de solos foram coletadas em duas comunidades da zona rural do município de Princesa Isabel-PB. A submissão das plantas ao estresse salino foi iniciada aos 25 DAS, onde foram aplicadas doses de 50 mM de NaCl a cada 24 horas, até atingir a concentração final de 100 mM. A coleta foi feita 15 dias após a submissão ao estresse. **RESULTADOS:** Observou-se que a exposição de plantas de feijão-caupi à solução salina, em diferentes tipos de solos, causou reações diferentes em cada solo, mas de modo geral todas sofreram decréscimos na massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST), no entanto as plantas cultivadas no solo 5 (plantio de mandioca), foram as mais prejudicadas pela imposição do estresse salino, vez que além de menor crescimento, também apresentaram maior déficit hídrico e maiores danos oxidativos, ao passo que as plantas cultivadas no solo 6 (solo de sistema agroflorestal) foram as que apresentaram menores danos frente ao estresse salino (menor dano oxidativo, déficit hídrico e redução do crescimento) o qual pode ser indicado quando a qualidade da água para irrigação não é adequada e apresenta elevados teores de sais. **CONCLUSÃO:** Em trabalhos posteriores, seria de suma importância avaliar os teores de Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> e analisar a atividade de enzimas antioxidantes a fim de selecionar genes que poderão ser utilizados como ferramenta biotecnológica.

**Palavras-chave:** Estresse salino, Crescimento, Feijão-caupi, água de irrigação, Ferramenta biotecnológica.



## CAENORHABDITIS ELEGANS E BIOTECNOLOGIA: UM SUPORTE NO ENSINO TRANSVERSAL DA ÉTICA

DOUGLAS CORREIA DE SOUZA; FRANCINE COA; RHAYANNY KETHYLLY PEREIRA  
SANTOS; MILENA FERREIRA DE LIMA; PRISCILA GUBERT

**INTRODUÇÃO:** No ensino transversal da ética, a biotecnologia levanta várias questões importantes, como a utilização de animais sencientes, organismos geneticamente modificados, desenvolvimento de fármacos, entre outras. Essas perguntas podem ser usadas para ajudar os alunos a entender as dimensões éticas do processo científico e o impacto que essas demandas têm na sociedade. O uso de biotecnologias como *C. elegans* nas escolas pode auxiliar os alunos a desenvolverem habilidades de pensamento crítico e tomar decisões informadas sobre biotecnologias socialmente responsáveis. **OBJETIVO:** Discutir sobre o impacto de questões Éticas no ensino de biotecnologia a partir de relatos de casos do uso de *C. elegans* dentro da sala de aula em projetos de extensão realizados por membros da Liga de estudos em *C. elegans* (LAECE). **METODOLOGIA:** *C. elegans* foi cultivado através de métodos padronizados em placas de petri contendo meio NGM. As placas contendo animais em diferentes estágios larvais foram levadas para aulas de biologia de escolas de ensino básico. Durante as visitas, foi apresentado o modelo e os alunos puderam interagir e visualizar estruturas biológicas do animal através do microscópio, assim como discutir sobre a importância da biotecnologia. **RESULTADOS:** Observou-se nos relatos que os alunos foram capazes de visualizar e identificar com sucesso a anatomia básica de *C. elegans* e seus estágios larvais. Os alunos estiveram envolvidos e entusiasmados durante todas as aulas e mostraram um interesse genuíno no *C. elegans* e seu papel na biologia. Os relatos demonstraram que animais não sencientes em aulas de biotecnologia podem fornecer um ambiente menos carregado emocionalmente para a discussão e percepção de conceitos éticos. Assim, permitindo que os alunos se concentrem no produto de estudo, percebam questões complexas e desenvolvam uma compreensão bem-informada de algumas considerações éticas em biotecnologia. **CONCLUSÃO:** Momentos didáticos focados em biotecnologia utilizando *C. elegans* podem ser projetados para serem interativas e envolventes, o que pode ajudar os alunos a entender conceitos éticos complexos de uma maneira mais acessível e relacionável.

**Palavras-chave:** Ética transversal, Ensino de ética, Metodologia ativa, Nematóide, Aula prática.



## PRODUÇÃO DE XILITOL: REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA AGROINDÚSTRIA

ANA VITÓRIA VIEIRA PAES BARRETO; CRISTINA FERRAZ SILVA

### RESUMO

Resíduos lignocelulósicos representam fontes ricas e não dispendiosas de carboidratos com alta aplicação em meios de conversão química ou microbiana em produtos de interesse comercial. A utilização adequada destes resíduos ajuda a minimizar problemas ambientais e energéticos, como também, pode gerar produtos com relevantes aplicações na indústria farmacêutica e de alimentos. Um desses produtos é o xilitol, o qual trata-se de um poliol com doçura semelhante à sacarose e com propriedades anticariogênicas, sendo tolerado por diabéticos. A bioprodução deste poliol tem ganhado espaço, visto que os processos tradicionais pela rota química são custosos. A xilose, o açúcar predominante na fração hemicelulósica, pode ser convertido em xilitol utilizando leveduras, ocorrendo assim a fermentação do hidrolisado hemicelulósico de resíduos agroindustriais. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo a realização de uma prospecção tecnológica por meio de buscas nas bases de patentes do *European Patent Office* (EPO), do *World Intellectual Property Organization* (WIPO), do *United States Patent and Trademark Office* (USPTO) e do Instituto Nacional de Propriedade Industrial do Brasil (INPI), a fim de mapear a produção do xilitol por via microbiana a partir de materiais lignocelulósicos. Dessa forma, foram encontrados nove resíduos principais, sendo esses: bagaço de cana-de-açúcar, palha de cevada, bagaço de caju, casca de cacau, folha de macambira, palha de arroz, bagaço de sisal, de milho e de macaúba. Logo, essas vias de obtenção apresentaram composição química distinta, com hemicelulose variando de 10 a 37%. Assim, isso resultou em diferentes condições de hidrólise ácida, com temperaturas em torno de 140°C em um tempo médio de 60 min. Já nos parâmetros fermentativos, foi possível notar alto rendimento nas biomassas de bagaço de macaúba e palha de arroz, com 0,84 e 0,70 g/g, respectivamente. As leveduras empregadas em cada um dos processos foram a *Meyerozyma caribbica* e a *Kluyveromyces marxianus*, em ordem. No entanto, a mais utilizada nos resíduos foi a do gênero *Candida*, sendo elas *guilliermondii* e *tropicalis*. Assim, concluiu-se que a produção biotecnológica de xilitol vem crescendo no Brasil, porém ainda são necessários estudos acerca de sua cristalização e da viabilidade econômica do processo.

**Palavras-chave:** prospecção; xilose; hidrólise; levedura; fermentação.

### 1 INTRODUÇÃO

Toda e qualquer atividade humana, seja ela industrial ou não, gera resíduos, como também, subprodutos, com as mais diversas e diferentes propriedades em termos de quantidade, qualidade, recuperação, reuso e reaproveitamento. Nesse contexto, o Brasil é amplamente conhecido por seu potencial de produção de recursos renováveis, tais como os agroindustriais e florestais, nomeadamente o bagaço de cana-de-açúcar, o bagaço de caju, a

casca de cacau, a palha de cevada, a torta de dendê, a palha de arroz e a folha de macambira. Conforme IBGE (2017), a produção desses resíduos é de aproximadamente 250 milhões de toneladas/ano. A aplicação adequada ajuda a atenuar problemas ambientais e energéticos, podendo gerar produtos com significativas realizações na indústria farmacêutica e de alimentos.

De acordo com VENKATESWARA (2015), estes resíduos agrícolas caracterizam fontes ricas e não dispendiosas de carboidratos, contendo cerca de 20 a 60% de celulose, 20 a 30% de hemicelulose e 15 a 30% de lignina. Esses dados demonstram uma alta aplicabilidade em mecanismos de conversão química ou microbiana para produtos de interesse comercial, como exemplo a celulose, que pode ser convertida em glicose. Em contrapartida, as hemiceluloses são heteropolímeros de pentoses e hexoses que podem ser convertidas em açúcares monoméricos, principalmente a xilose. Logo um dos produtos de interesse comercial e de aplicação biotecnológica é justamente o xilitol, o qual advém da conversão da xilose.

O xilitol, segundo SANTANA (2018), trata-se de um poliol, de poder edulcorante similar ao da sacarose, sendo o mesmo capaz de auxiliar na prevenção de cáries, o qual tem um metabolismo parcial independente de insulina. A sua bioprodução tem ganhado espaço, visto que os processos tradicionais pela rota química são demasiadamente caros pelo número e tipos de etapas de purificação requeridas. Tal produção biotecnológica consiste na fermentação de hidrolisados hemicelulósicos de resíduos agroindustriais através de leveduras, e podem competir com o tradicional processo químico.

Assim, foi realizada uma prospecção tecnológica a fim de mapear a produção do xilitol por via microbiana a partir de materiais lignocelulósicos, bem como analisar as vias de obtenção e sua relação com as hidrólises realizadas, com as leveduras selecionadas e os seus respectivos resultados dos parâmetros fermentativos advindos do bioprocessos.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia de pesquisa, empregada com o objetivo de levantar patentes, teses e artigos científicos da produção de xilitol a partir de diferentes biomassas advindas de resíduos agroindustriais, constituiu em algumas determinações de busca. Em primeiro lugar, foram definidas as bases de dados utilizadas. Todas as bases escolhidas para este estudo de prospecção tecnológica são gratuitas. Para consulta de patentes o estudo foi realizado no Banco de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), no *European Patent Office* (EPO) e no *World Intellectual Property Organization* (WIPO) e no *United States Patent and Trademark Office* (USPTO). O rastreamento de teses e artigos foi realizado no Periódicos Capes e no *Scientific Electronic Library Online* (SciELO). Em seguida, palavras-chave foram definidas de forma a começar a pesquisa com termos mais amplos com posterior refinamento para obtenção de resultados cada vez mais específicos.

As palavras-chave pesquisadas foram “xylitol”, “lignocellulosic”, “xylitol and lignocellulosic”, “agro-industrial waste and xylitol” e “agro-industrial waste and lignocellulosic” para as bases internacionais e seus respectivos em português para a base brasileira.

Os recursos avançados oferecidos nas plataformas foram acionados a fim de excluir semelhantes e agrupar por datas, obtendo dessa forma melhores condições de tratamento para os dados obtidos.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos resultados obtidos na busca de patentes, apresentados na Tabela 1, é possível notar que o número de patentes é bastante reduzido quando a busca se torna mais refinada,

especificamente nos termos “*xylitol and lignocellulosic*”, “*agro-industrial waste and xylitol*”, que são resultados que realmente apresentam as patentes de interesse no presente trabalho.

**Tabela 1 - Prospecção tecnológica relacionada ao xilitol e à agroindústria**

<b>Termos</b>	<b>INPI</b>	<b>EPO</b>	<b>WIPO</b>	<b>USPTO</b>
<i>1.xylitol</i>	41* 53**	1348* 1392**	63**	99* 112**
<i>2.lignocellulosic</i>	115*	1948**3877***	89**	18775**
<i>3.xylitol and lignocellulosic</i>	2***	5*5**8***	418**	3*3**
<i>4.agro-industrial waste and xylitol</i>	1***	1***	1**	23***
<i>agro-industrial waste and lignocellulosic</i>	1***	4***	388**	122**

\*título e resumo \*\*somente título \*\*\*título ou resumo

Os dados demonstraram que o banco de patentes com maior número de resultados nos termos específicos foi o USPTO apresentando 23 em “*agro-industrial waste and xylitol*”, como também o WIPO com 418 em “*xylitol and lignocellulosic*”. Em relação ao banco brasileiro INPI obteve um retorno de 2 para “*xylitol and lignocellulosic*” e 1 para “*agro-industrial waste and xylitol*”.

Assim, com essa busca foi encontrado os mais diversos materiais lignocelulósicos para a obtenção biotecnológica de xilitol, dentre esses se destacam: bagaço de cana-de-açúcar, palha de arroz, bagaço de sisal, casca de cacau, bagaço de milho, torta de dendê, bagaço de macaúba, folha de macambira, bagaço de caju e palha de cevada. Com esses respectivos resíduos, suas composições químicas foram tabeladas, as quais são bastante variáveis (Tabela 2).

**Tabela 2 - Composição química parcial de alguns resíduos lignocelulósicos**

<b>Resíduos Lignocelulósicos</b>	<b>Celulose (%)</b>	<b>emicelulose (%)</b>	<b>Lignina (%)</b>	<b>Referências</b>
Bagaço de cana	40,2	26,5	25,2	Modesto, 2015
Sabugo de milho	31,7	34,7	20,3	Cruz et al., 2000
Palha de cevada	23,0	32,7	24,4	Moraes, 2008
Palha de arroz	43,5	22,0	17,2	Santos, 2015
Bagaço de macaúba	41,8	24,2	21,2	antos et al., 2019

Casca de cacau	30,8	21,1	25,5	Santana et al., 2018
Bagaço de sisal	6,4	19,8	15,5	Bezerra, 2016
Folha de macambira	28,1	37,2	5,4	Lima, 2015
Bagaço de caju	20,6	10,2	35,3	Lima, 2013

Dentre os resíduos tabelados, o maior componente é a celulose, variando de 20-44%, seguida pela hemicelulose com 10-37%, e por fim, a lignina apresentando 5-35%. No presente trabalho, a composição de interesse é a hemicelulose, a qual segundo MODESTO (2015), é composta pelos açúcares glicose, manose e galactose, que são hexoses, e xilose e arabinose, as pentoses, e se apresentam na forma de polímeros ramificados, sendo de menor massa molecular que a celulose e podem ser homopolímeros ou heteropolímeros. No entanto, para que de fato ocorra a conversão desses resíduos e devido à sua natureza polissacarídica, não são diretamente utilizados pelos microrganismos de interesse industrial, sendo necessário passar pelo processo de hidrólise para obter seus monômeros, como a xilose.

Dessa forma, dentre os trabalhos citados em relação aos materiais lignocelulósicos encontrados a partir da prospecção tecnológica, foi tabelado as condições de hidrólise dos respectivos resíduos. Todas as hidrólises ácidas presentes na Tabela 3 foram realizadas com Ácido Sulfúrico, diferenciando suas concentrações. Porém, segundo OLIVEIRA (2018), também é empregado o Ácido Clorídrico nestes processos.

Tabela 3 - Condições da hidrólise ácida de alguns resíduos lignocelulósicos

Resíduos Lignocelulósicos	Tempo (min)	Concentração (% m/v)	Temperatura (°C)	Referências
Bagaço de cana	20	1,1	121	Modesto, 2015
Sabugo de milho	15	2	130	Cruz et al., 2000
Palha de cevada	40	0,5	140	Moraes, 2008
Palha de arroz	85	1,0	121	Santos, 2015
Bagaço de macaúba	60	1,0	121	Santos et al., 2019
Casca de cacau	21,6	3,49	120	Santana et al., 2018
Bagaço de sisal	60	2,5	120	Bezerra, 2016
Folha de macambira	180	3,0	120	Lima, 2015
Bagaço de caju	30	20,0	121	Lima, 2013

As hidrólises ácidas, conforme RUEDA (2010), podem ser com alta (>160 °C) ou baixa temperatura (<160 °C), porém em condições mais brandas há maior conversão em xilose. Por isso que a maior temperatura utilizada nos resíduos da Tabela 3 foi de 140 °C.

Outro fator que a temperatura influencia, principalmente na hidrólise ácida, são os inibidores formados para o processo de fermentação, como furfural, proveniente da degradação de pentoses, 5-hidroximetilfurfural, advindo da desidratação das hexoses, e também, ácido acético correspondente a degradação da lignina. Dessa forma, é importante ter esse controle da temperatura para atender a uma faixa baixa de inibidores.

Além disso, a concentração do ácido depende muito da biomassa de interesse. Em relação à Tabela 3, a maior concentração está correlacionada ao bagaço de caju e a menor no bagaço de macaúba e palha de arroz. Já sobre o tempo de reação, foi visto que cada trabalho teve como base pesquisas prévias para uma melhor composição de xilose após hidrólise com o tempo específico, com variação de 15-180 min.

De acordo com BEZERRA (2016), por conta dos inibidores alguns artigos destoxificam o hidrolisado hemicelulósico obtido. No entanto, outros não, visto que dependendo da técnica de tratamento físico-químico pode provocar uma perda considerável de xilose. Dando prosseguimento, esse meio hidrolisado será utilizado como meio de fermentação para a obtenção do xilitol. Foi encontrado na literatura diferentes leveduras, como *Debaryomyces hansenii*, *Pichia stipitis* e *Kluyveromyces marxianus*, porém a mais utilizada foi do gênero *Candida*, sendo elas *guilliermondii* e *tropicalis*, já que, conforme VENKATESWARA (2015), apresentam capacidade de metabolizar xilose naturalmente e demonstra bons rendimentos de produção de xilitol.

Dessa forma, foi reunido alguns parâmetros fermentativos de acordo com os resíduos que vêm sendo estudados (Tabela 4).

**Tabela 4 - Parâmetros fermentativos da produção de xilitol de alguns resíduos lignocelulósicos**

<b>Resíduos Lignocelulósicos</b>	<b>[xilose] (g/L)</b>	<b>[xilitol] (g/L)</b>	<b>Rend. em produto (g/g)</b>	<b>Prod. volumétrica (g/L.h)</b>	<b>Referências</b>
Bagaço de cana	35,0	7,2	0,54	-	Modesto, 2015
Sabugo de milho	42,9	29,0	0,26	-	Cruz et al., 2000
Palha de cevada	62,59	33,12	0,54	0,46	Moraes, 2008
Palha de arroz	48,3	28,9	0,70	0,60	Santos, 2015
Bagaço de macaúba	40,0	35,13	0,86	0,94	antos et al., 2019
Casca de cacau	25,0	11,4	0,52	-	ntana el al., 2018
Bagaço de sisal	6,0	1,4	0,27	0,30	Bezerra, 2016
Folha de macambira	13,8	5,4	0,43	0,09	Lima, 2015
Bagaço de caju	15,7	10,47	0,68	0,15	Lima, 2013

Dentre os abordados, o resíduo que demonstrou maior rendimento foi o Bagaço de Macaúba, o qual detalhou na sua patente um planejamento experimental para o processo

fermentativo com diversas variáveis, como por exemplo a fonte de nitrogênio, utilizando extrato de levedura proveniente da cerveja, extrato de levedura comercial e a ureia. O melhor resultado deu-se com uso do extrato de levedura da cerveja. No estudo, houve também variação da aeração e da concentração inicial de xilose. Outro trabalho que pode ser destacado é a Folha de Macambira, o qual detém uma composição de hemicelulose alta, em torno de 37%. No entanto, apresentou a menor produtividade volumétrica, visto que na fermentação houve alta conversão em ácido acético. Por fim, a palha de cevada em condições de fermentação por frascos agitados apresentou os parâmetros tabelados (Tabela 4). Porém, ao aumentar sua capacidade para um reator de 16 litros, resultou em uma melhora significativa no rendimento, que ficou em torno de 0,91 g/g.

Em relação à etapa de recuperação do xilitol ou a cristalização, a literatura é bastante escassa. Nessas patentes e artigos estudados, não há desenvolvimento para uma metodologia baseada na recuperação do xilitol produzido por fermentação do hidrolisado hemicelulósico.

#### 4 CONCLUSÃO

Assim, é notável que a produção tecnológica na área vem crescendo no Brasil, mas não é tão expressiva no sentido da cristalização. Como dito anteriormente, nos trabalhos encontrados na prospecção relacionados a patentes não houve correlação com essa etapa do estudo. Além disso, há uma grande parte dessas pesquisas em bancos internacionais, sendo que no banco brasileiro, INPI, foram encontradas poucas biomassas, como é o caso da folha de macambira, bagaço de macaúba e bagaço de cana-de-açúcar.

Após a realização desse estudo, foi possível verificar o aumento no interesse na obtenção e aplicação do xilitol, buscando diminuir os custos de produção. No entanto, entre os trabalhos pesquisados, somente um trouxe uma visão da viabilidade econômica e traçou um *scale up* do processo, sendo esse o da palha de arroz. Portanto, a realização de pesquisas nessa área é uma lacuna que precisa ser explorada, visto que há um grande potencial de geração de patentes dos produtos gerados devido aos diversos materiais lignocelulósicos para ser investigado na bioprodução do xilitol.

#### REFERÊNCIAS

- BEZERRA, G. S. Avaliação da produção simultânea de xilitol e etanol a partir do bagaço de sisal. 2016. 80p. **Dissertação (Mestrado) - Química** - Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2016.
- CRUZ, J. M.; DOMÍNGUEZ, J. M.; DOMÍNGUEZ, H.; PARAJÓ, J. C. Preparation of fermentation media from agricultural wastes and their bioconversion to xylitol. **Food biotechnology**, New York, v.14, p.79-97, 2000.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. 2017. CENSO AGROPECUÁRIO 2017. **Resultados Definitivos**. Disponível em: <<https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/resultados-censo-agro-2017.html>>. Acesso em 19/12/2022.
- MORAES, Elisângela de Jesus Cândido. Estudo de Viabilidade Econômica da Produção de Xilitol a partir de hidrolisado hemicelulósico de palha de cevada. 2008. 156p. **Dissertação (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Química de Lorena** - Universidade de São Paulo, São Paulo, Lorena, 2008.

LIMA, F. C. dos S. Produção de xilitol utilizando licor da pré-hidrólise ácida do bagaço do pedúnculo do caju. 2013. 157 f. Tese (**Doutorado**) - **Curso de Engenharia de Processos, Centro de Ciências e Tecnologia**, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2013.

LIMA, C. S. S. Produção biotecnológica de extrato de xilitol a partir de hidrolisado de folhas de macambira (*bromélia laciniosa*). 2015. 105p. **Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação em Engenharia Química**, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2015.

MODESTO, Luiz Felipe Marantes. Estudo da bioprodução de xilitol e do crescimento celular empregando leveduras da espécie *Candida guilliermondii*. Orientador: Nei Pereira Jr. 2015. 110p. **Dissertação Final (Pós Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos)** - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

RUEDA, S. M. G. Pré-tratamento e hidrólise enzimática do bagaço de cana-de-açúcar. 2010. **Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Processos Químicos)** - Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

SANTANA, Nivio Batista et al. Production of xylitol and bio-detoxification of cocoa pod husk hemicellulose hydrolysate by *Candida boidinii* XM02G. **PLOS ONE**, [s. l.], 11 abr. 2018.

SANTOS, H. T. L. Avaliação da produção de xilitol a partir da palha de arroz empregando leveduras termotolerantes. 2015. 131p. **Dissertação (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Química de Lorena** - Universidade de São Paulo, São Paulo, Lorena, 2015.

SANTOS, Vera Lúcia dos, et al. **Processo para produção de xilitol a partir de hidrolisado hemicelulósico de torta de macaúba (*acrocomia aculeata*) e co-produtos de cervejaria, e uso**. Depósito: 5 fev. 2016. Concessão: 24 abr. 2019.

VENKATESWARA, RAO L; GOLI, J. K.; GENTELA, J.; KOTI, S. Bioconversion of lignocellulosic biomass to xylitol: An overview. **Bioresour Technol**. 2015.



## UTILIZAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS NA MITIGAÇÃO DE RESÍDUOS HORMONAIIS DA PISCICULTURA EM CURSOS D'ÁGUA

DIANA CARLA FERNANDES OLIVEIRA; LETÍCIA TAVARES MARTINS; JULIANO ELVIS OLIVEIRA; PRISCILA VIEIRA E ROSA; RENAN ROSA PAULINO

### RESUMO

A piscicultura possui importância econômica e social, mas é capaz de provocar impactos ambientais. Resíduos de hormônios esteroides são detectados frequentemente em diversos ambientes como resultado de atividades humanas, como a própria excreção e/ou na geração de resíduos pela produção de animais terrestres e aquáticos. Dentre os esteroides, os níveis residuais de andrógenos no meio ambiente são os mais expressivos. O andrógeno 17- $\alpha$ -metiltestosterona (MT) é um composto sintético derivado do hormônio testosterona. Este composto é convencionalmente utilizado na inversão sexual de peixes por ser a técnica mais efetiva e economicamente viável de masculinização. A inclusão de MT na dieta é feita sem grande precisão, em altas concentrações e por tempos prolongados, esta prática resulta na liberação de resíduos de MT nos cursos de água. Nesse contexto, a incorporação de MT em nanopartículas de biopolímeros poderia resultar no aumento da eficiência de absorção de MT pelos peixes e reduzir a liberação de resíduos na água, além de ser uma técnica de baixo custo e de fácil aplicabilidade comercial. O presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre os principais aspectos relacionados a utilização de hormônios no processo de inversão sexual, bem como seus efeitos para organismos aquáticos e para os humanos e uso da nanotecnologia para mitigação dos resíduos hormonais nos cursos hídricos. Considerando o potencial de uso da nanotecnologia na aquicultura e o sucesso da incorporação de MT em nanopartículas de biopolímeros, seria um avanço importante para a futura comercialização deste produto dentre as milhões de pisciculturas de alevinagem.

**Palavras-chave:** 17- $\alpha$ -metiltestosterona; aquicultura; hormônio; nanotecnologia; peixe

### 1 INTRODUÇÃO

A piscicultura é uma atividade comercial com potencial de gerar empregos e alto faturamento. Além do mais, a piscicultura tem se mostrado uma alternativa promissora para complementar produção de pescado, uma vez que há uma diminuição nos estoques naturais de peixes (GOMES *et al.*, 2020). Com o aumento da demanda de produção de proteína animal devido ao crescimento da população mundial e ao consumo do pescado via piscicultura, vale refletir sobre as perspectivas de gestão desta atividade nos próximos anos e de que forma ela atenderá essa demanda de maneira sustentável. Pois além dos impactos positivos, a piscicultura tem capacidade de gerar diversos impactos ambientais.

Em específico, a criação de tilápias-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) vem crescendo e se desenvolvendo mundialmente. É a segunda espécie de peixe mais cultivada no mundo com mais de 4.525 milhões de toneladas produzidas em 2018 (FAO, 2020). No Brasil, das 780.000 toneladas de peixes de água doce produzidas em 2019, a produção de tilápia representou 57% (432.149 toneladas), consolidando o Brasil como quarto maior produtor de tilápia do mundo

(PEIXEBR, 2020). É uma espécie onívora que se alimenta tanto de produtos de origem animal quanto vegetal; altamente prolífera, rústica e se adapta bem a diversos tipos de ambiente de cultivo (AZEVEDO *et al.*, 2018), além da excelente qualidade da carne (BOSCOLO *et al.*, 2001). Para o desenvolvimento da tilapicultura são necessárias técnicas para aumento da produção, dentre elas a utilização de hormônios.

Resíduos de hormônios esteroides, sintéticos e/ou naturais, são detectados frequentemente em diversos ambientes, como águas de superfície, águas subterrâneas, solos e sedimentos, resultantes da excreção de humanos, animais de produção e de aquicultura (ZHANG *et al.*, 2018). A quantidade de esteroides liberada por animais de produção, terrestres e aquáticos, pode ser considerada igual ou superior ao excretado por humanos (JOHNSON *et al.*, 2006). Ambas ações são resultados da atividade humana, e carregam em si grandes impactos ambientais. Dentre os esteroides, os níveis de andrógenos no meio ambiente são muito mais expressivos (LIU *et al.*, 2012). O hormônio 17 $\alpha$ -metiltestosterona (MT) tem sido utilizado na piscicultura para a masculinização dos alevinos das tilápias, obtendo uma população monossexo de machos. O macho apresenta um crescimento mais rápido, é maior e produz mais carne. A administração de MT se dá adicionando-o na ração que é fornecida aos peixes.

A presença de andrógenos como 17- $\alpha$ - metiltestosterona (MT) em corpos d'água pode resultar em danos tanto para outros organismos aquáticos quanto para humanos, incluindo toxicidade e descontrole endócrino, impactos negativos no sistema reprodutivo de mulheres, como infertilidade (SRIKWAN *et al.*, 2020) além de ter propriedades carcinogênicas (DERGAL *et al.*, 2016). O presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre os principais aspectos relacionados a utilização de hormônios no processo de inversão sexual, bem como seus efeitos para organismos aquáticos e para os humanos e uso da nanotecnologia para mitigação dos resíduos hormonais nos cursos hídricos.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se uma pesquisa bibliográfica abrangente usando bases de dados de literatura científica: *Science Direct*, *Scopus*, *SciELO* e *Periódicos Capes* com os seguintes descritores: '17- $\alpha$ -metiltestosterona', 'nanopartícula', 'inversão sexual', 'resíduos em cursos d'água'. As pesquisas complementares de literatura incluíram o exame das listas de referência de todos os estudos relevantes, artigos de revisão pertinentes e metanálises, considerando o período de 1950 a 2023. Com base nos resultados foi realizada análise de conteúdo e seleção dos artigos.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### TILAPICULTURA E A 17 $\alpha$ -METILTESTOSTERONA (MT)

Esta espécie foi introduzida no Brasil na década de 70, mas foi a partir da década de 90 que se difundiu como atividade comercial, principalmente pelo desenvolvimento da tecnologia de inversão sexual, essencial na produção de larvas (KUBITZA, 2003). Após a fecundação dos ovos e eclosão das larvas, ao alcançarem 8 a 13 mm de comprimento (cerca de 12 dias após incubação), as larvas são submetidas ao processo de inversão sexual, que consiste na administração do andrógeno 17- $\alpha$ -metiltestosterona (MT) pela inclusão na ração deste composto sintético e derivado do hormônio testosterona, é utilizado para alterar a expressão fenotípica dos peixes e produzir uma população monossexo de machos. O cultivo de machos de tilápia é preferível pelo melhor e mais rápido crescimento, quando comparado às fêmeas, que necessitam gastar energia para a produção e maturação das gônadas (MLALILA *et al.*, 2015), além de evitar superpopulação e consecutiva queda na qualidade da água. A inversão sexual via administração de 17- $\alpha$ - metiltestosterona é considerada a técnica mais efetiva e

economicamente viável (BEAVEN; MUPOSHI, 2012).

A concentração recomendada para uso na alimentação de larvas de tilápia é de 60 mg/kg de ração, com tempo de alimentação de 28 dias (KUBITZA, 2003). Porém, tanto a concentração quanto o tempo de exposição são considerados elevados e possíveis de resultar na liberação de resíduos de MT para o ambiente (LI *et al.*, 2006). Ainda que a quantidade residual deste andrógeno no músculo de tilápia seja indetectável após o tratamento (BAOPRASERTKUL *et al.*, 2013), níveis consideráveis foram detectados na coluna d'água, no solo e nos sedimentos de tanques de masculinização (BARBOSA *et al.*, 2013; CONTRERAS-SÁNCHEZ *et al.*, 1999). A liberação de resíduos de MT pode sofrer variações de acordo com a qualidade de água, podendo ser maior com o aumento da matéria orgânica (DAVID-RUALES *et al.*, 2019) e da salinidade em tanques de cultivo (ONG *et al.*, 2012). Além disso, muitas vezes a inclusão deste na dieta é feita sem grande precisão, em altas concentrações e por tempos prolongados, o que também pode contribuir para a maior liberação de resíduos de MT na água (BEARDMORE; MAIR; LEWIS, 2001). A recomendação de elevada concentração e tempo de alimentação com MT em peixes pode estar relacionada à dificuldade de absorção pelo organismo do animal além poder sofrer degradação via processos digestivos, reduzindo sua eficiência e aumentando a produção de resíduos, danos ambientais e sociais (JOBLING, 2012; STRECK, 2009).

## HORMÔNIOS NO MEIO AMBIENTE

No século XXI, os principais grupos de compostos apontados como poluentes em ecossistemas, para além dos pesticidas, são os fármacos, os produtos de higiene pessoal e os hormônios (Costa *et al.* 2014). O risco ambiental de fármacos é aumentado devido a vários fatores, destacando-se: o uso irracional/incorreto; descarte inadequado de medicamentos e embalagens; o tratamento inadequado de resíduos gerados pela indústria farmacêutica (sólidos e efluentes); e a contaminação ambiental por efluentes domésticos contendo resíduos em concentrações traços de fármacos e/ou seus metabólitos ativos.

A avaliação dos impactos dos fármacos no meio ambiente e a regulamentação desses é um desafio para os governos em todo o mundo. Nas duas últimas décadas foram divulgados vários estudos que mostraram efeitos inesperados de fármacos em organismos não alvo, mesmo quando esses estão expostos a doses muito baixas. Níveis consideráveis de MT foram detectados na coluna d'água (2 a 617 µg/L), no solo (1,7 a 6,1 µg/kg) e em sedimentos (2,8 a 2,9 µg/kg) de tanques de produção de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (BARBOSA *et al.*, 2013; FITZPATRICK *et al.*, 2000), concentrações bem acima do nível considerado ambientalmente seguro (GREEN; TEICHERT-CODDINGTON, 2000).

No Brasil o uso de 17- $\alpha$ -metilttestosternona é permitido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, IN Nº 35, de 11 de setembro de 2017. A Food and Drug administration (FDA) atesta que a tilápia é segura para consumo desde que respeitadas um mínimo de 120 dias após a masculinização. Porém, seu uso não é permitido pela FDA dos Estados Unidos e nem tampouco pela União Europeia (The European Council, 1996), instituições que legalizam e direcionam o maior comércio de alimentos do mundo. Algumas das preocupações quanto ao uso de MT estão relacionadas à alta dosagem e prolongado tempo de tratamento (LI *et al.*, 2006), imprecisão na uniformidade de distribuição de MT na ração dos peixes (BEARDMORE; MAIR; LEWIS, 2001), contaminação da água (GALE *et al.*, 1999) além de riscos aos trabalhadores responsáveis por preparar a ração e fornecê-la aos peixes (LEWIS, 1993). Dessa forma, para garantir que a aquicultura brasileira cresça por caminhos ambientalmente sustentáveis e seguros, medidas que previnam a geração de resíduos de MT tanto nos tecidos dos peixes quanto na água de cultivo são extremamente necessárias. Alguns trabalhos indicam o uso de bactérias capazes de degradar MT residual (HOMKLIN *et al.*,

2011; SRIKWAN *et al.*, 2020), porém ainda com baixa aplicabilidade comercial. A incorporação de MT em nanopartículas de biopolímeros poderia resultar em redução dos riscos de degradação gastrointestinal e reduzir a liberação de resíduos na água, além de ser uma técnica de baixo custo e de fácil aplicabilidade comercial (SACCHETIN *et al.*, 2016).

## NANOTECNOLOGIA NA AQUICULTURA

Nanotecnologia refere-se à tecnologia de materiais e estruturas onde o tamanho das partículas é exibido em nanômetros ( $10^{-9}$  metros). Na aquicultura, o uso da nanotecnologia é tema atual, tendo sido inclusive abordado em revisão publicada em 2020 por uma das revistas de maior impacto na área de aquicultura (MOGES *et al.*, 2020). Dentre as mais diversas aplicações, podem-se destacar a produção de suplementos para aumentar o desempenho produtivo (BALDISSERA *et al.*, 2020; ONUEGBU *et al.*, 2018), melhorar o status antioxidante e qualidade do filé (BALDISSERA *et al.*, 2020), para o tratamento da qualidade de água de cultivo (WANG *et al.*, 2018) e o aumento do tempo de prateleiras de produtos oriundos de pescado (GHAANI *et al.*, 2016). Porém ainda é uma tecnologia muito pouco explorada, principalmente pelo fato que a maioria das nanopartículas desenvolvidas até o presente momento são a base de metais não biodegradáveis, e que podem ser prejudiciais à organismos vivos (MOGES *et al.*, 2020). Dessa forma, o uso de materiais orgânicos ou baseados em carbono é altamente incentivado e recomendado para a aquicultura (MOGES *et al.*, 2020). A incorporação de MT já foi realizada com sucesso em dois tipos de nanopartículas de biopolímeros: poliácido láctico (PLA) (SACCHETIN *et al.*, 2013) e policaprolactona/poliácido láctico (PCL/PLA) (SACCHETIN *et al.*, 2016), porém estes resultados foram obtidos em ensaios *in vitro*, e até o presente momento nenhum teste *in vivo* foi realizado. Além destes polímeros os zeína, poli(óxido de etileno) e poli(butileno adipato co-tereftalato) também podem ser utilizados devido à sua biodegradabilidade.

## 4 CONCLUSÃO

Considerando o potencial de uso da nanotecnologia na aquicultura e o sucesso da incorporação de MT em nanopartículas de biopolímeros, porém é necessário avaliar esta tecnologia *in vivo*. Seu sucesso seria um avanço importante para a futura comercialização deste produto dentre as milhões de pisciculturas de alevinagem de Tilápia existentes no Brasil e no mundo. A utilização da nanobiotecnologia para obtenção deste produto poderia aumentar a segurança ambiental e social do uso de 17- $\alpha$ -metiltestosterona, além de ampliar ainda mais o mercado brasileiro de exportação de Tilápia, por se adequar às exigências de órgãos internacionais.

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO, J. W. d. J.; DE CASTRO, A. C. L.; SOARES, L. S.; SILVA, M. H. L. *et al.* COMPRIMENTO MÉDIO DE PRIMEIRA MATUREZA PARA A TILÁPIA DO NILO, *Oreochromis niloticus*, LINNAEUS, 1758 (PERCIFORMES: CICHLIDAE) CAPTURADO NA BACIA DO BACANGA, SÃO LUÍS, MA. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, 25, n. 1, 2018.

BALDISSERA, M. D.; SOUZA, C. F.; ZEPPEFELD, C. C.; VELHO, M. C. *et al.* Dietary supplementation with nerolidol nanospheres improves growth, antioxidant status and fillet fatty acid profiles in Nile tilapia: Benefits of nanotechnology for fish health and meat quality. **Aquaculture**, 516, p. 734635, 2020.

BAOPRASERTKUL, P., SOMRIDHIVEJ, B., RANGSIYAPIROM, S., SOMSIRI, T. The determination of 17 $\alpha$ -methyltestosterone in sexreversed Tilapia, Inland Fisheries Research and Development Bureau, Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives, 2013.

BARBOSA, I. R.; LOPES, S.; OLIVEIRA, R.; DOMINGUES, I. *et al.* Determination of 17 $\alpha$ - methyltestosterone in freshwater samples of tilapia farming by high performance liquid chromatography. 2013.

BARROSO, F. G.; DE HARO, C.; SÁNCHEZ-MUROS, M.-J.; VENEGAS, E. *et al.* The potential of various insect species for use as food for fish. **Aquaculture**, 422-423, p. 193-201, 2014.

BEARDMORE, J.; MAIR, G.; LEWIS, R. Monosex male production in finfish as exemplified by tilapia: applications, problems, and prospects. *In: Reproductive Biotechnology in Finfish Aquaculture*: Elsevier, 2001. p. 283-301.

BEAVEN, U.; MUPOSHI, V. Aspects of a Monosex Population of Oreochromis Niloticus Fingerlings Produced Using 17- $\alpha$  Methyl Testosterone Hormone. **Journal of Aquaculture & Research Development**, 3, n. 3, 2012.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M.; FURUYA, W. M. *et al.* Performance and carcass characteristics of Nile tilapia (Oreochromis niloticus) reversed males of Thai and common strains at the starting and growing phases. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 30, n. 5, p. 1391-1396, 2001.

DAVID-RUALES, C. A.; BETANCUR-GONZALEZ, E. M.; VALBUENA-VILLAREAL, R. D. Sexual Reversal with 17 $\alpha$ -Methyltestosterone in Oreochromis sp.: Comparison between Recirculation Aquaculture System (RAS) and Biofloc Technology (BFT). **Journal of Agricultural Science and Technology A**, 9, p. 131-139, 2019.

DERGAL, N.; SCIPPO, M.; DEGAND, G.; GENNOTTE, V. *et al.* Monitoring of 17 $\alpha$ - methyltestosterone residues in tilapia" s (Oreochromis niloticus) flesh and experimental water after its sex reversal. **Int. J. Biosci**, 9, n. 6, p. 101-113, 2016.

FAO. 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. Rome.

FITZPATRICK, M.; CONTRERAS-SÁNCHEZ, W.; MILSTON, R.; HORNICK, R *et al.* Detection of MT in aquarium water after treatment with MT food. **Sixteenth Annual Technical Report. Pond Dynamics/Aquaculture CRSP**, Oregon State University, Corvallis, Oregon, p. 81-84, 1999.

FITZPATRICK, M.; CONTRERAS-SÁNCHEZ, W.; SCHRECK, C. Fate of methyltestosterone in the pond environment: Detection of MT in soil after treatment with MT food. **Seventeenth Annual Technical Report. Pond Dynamics/Aquaculture CRSP, Oregon State University, Corvallis, Oregon**, p. 109-112, 2000.

GALE, W. L.; FITZPATRICK, M. S.; LUCERO, M.; CONTRERAS-SÁNCHEZ, W. M.

*et al.* Masculinization of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) by immersion in androgens. **Aquaculture**, 178,n. 3-4, p. 349-357, 1999.

GHAANI, M.; COZZOLINO, C. A.; CASTELLI, G.; FARRIS, S. An overview of the intelligent packaging technologies in the food sector. **Trends in Food Science & Technology**, 51, p. 1-11, 2016.

GOMES, I. O.; SILVA, A. P. C.; GOMES, J. B.; SILVA, M. C. S.; NASCIMENTO, I. T. V. S.;  
SERRA, I. M. R. S. Percepção da sanidade em pisciculturas da Baixada Ocidental Maranhense, Brasil. *Braz. J. Develop., Curitiba*, v. 6, n. 5, p. 23029-23043, may 2020.

GREEN, B. W.; TEICHERT-CODDINGTON, D. R. Human Food Safety and Environmental Assessment of the Use of 17 $\alpha$ -Methyltestosterone to Produce Male Tilapia in the United States. **Journal of the World Aquaculture Society**, 31, n. 3, p. 337-357, 2000.

HOMKLIN, S.; ONG, S. K.; LIMPIYAKORN, T. Biotransformation of 17 $\alpha$ -methyltestosterone in sediment under different electron acceptor conditions. **Chemosphere**, 82, n. 10, p. 1401-1407, 2011.

JOBLING, M. National Research Council (NRC): Nutrient requirements of fish and shrimp. : Springer2012.

JOHNSON, A.; WILLIAMS, R.; MATTHIESSEN, P. The potential steroid hormone contribution of farm animals to freshwaters, the United Kingdom as a case study. **Science of the Total Environment**,362, n. 1-3, p. 166-178, 2006.

KUBITZA, F. A evolução da tilapicultura no Brasil: produção e mercados. **Panorama da aqüicultura**,13, n. 76, p. 25-35, 2003.

LEWIS, R. J. a. S., D.V. Registry of toxic effects of chemical substances (RTECS, online database). **National Toxicology Information Program, National Library of Medicine, Bethesda, MD**, US Department of Health Human Services4, 1993.

LI, G.-L.; LIU, X.-C.; LIN, H.-R. Effects of aromatizable and nonaromatizable androgens on the sex inversion of red-spotted grouper (*Epinephelus akaara*). **Fish physiology and biochemistry**, 32, n. 1, p.25, 2006.

LIU, S.; YING, G.-G.; ZHOU, L.-J.; ZHANG, R.-Q. *et al.* Steroids in a typical swine farm and their release into the environment. **water research**, 46, n. 12, p. 3754-3768, 2012.

MARWAH, A.; MARWAH, P.; LARDY, H. Development and validation of a high performance liquidchromatography assay for 17 $\alpha$ -methyltestosterone in fish feed. **journal of Chromatography B**, 824, n. 1-2, p. 107-115, 2005.

MLALILA, N.; MAHIKA, C.; KALOMBO, L.; SWAI, H. *et al.* Human food safety and environmentalhazards associated with the use of methyltestosterone and other steroids in production of all-male tilapia. **Environmental Science and Pollution Research**, 22, n. 7, p. 4922-4931, 2015.

MOGES, F. D.; PATEL, P.; PARASHAR, S.; DAS, B. Mechanistic insights into diverse nano-based strategies for aquaculture enhancement: A holistic review. **Aquaculture**, 519, p. 734770, 2020.

ONG, S. K.; CHOTISUKARN, P.; LIMPIYAKORN, T. Sorption of 17 $\alpha$ -methyltestosterone onto soilsand sediment. **Water, Air, & Soil Pollution**, 223, n. 7, p. 3869-3875, 2012.

ONUEGBU, C.; AGGARWAL, A.; SINGH, N. ZnO nanoparticles as feed supplement on growth performance of cultured African catfish fingerlings. 2018.

PEIXEBR. Anuário PeixeBr da Piscicultura 2020. 2020. **Acesso em**, 28, 2023.

SACCHETIN, P. S. C.; MORALES, A. R.; MORAES, Â. M.; E ROSA, P. d. T. V. Formation of PLA particles incorporating 17 $\alpha$ -methyltestosterone by supercritical fluid technology. **The Journal of Supercritical Fluids**, 77, p. 52-62, 2013.

SACCHETIN, P. S. C.; SETTI, R. F.; E ROSA, P. d. T. V.; MORAES, Â. M. Properties of PLA/PCL particles as vehicles for oral delivery of the androgen hormone 17 $\alpha$ -methyltestosterone. **Materials Science and Engineering: C**, 58, p. 870-881, 2016.

SRIKWAN, P.; NIAMHOM, B.; YAGI, T.; THAYANUKUL, P. Characterization of Methyltestosterone Degrading Bacteria Isolated from Tilapia Masculinizing Ponds: Metabolic Intermediate, Glucose Amendments Effects, and Other Hormones Transformation. **Water, Air, & Soil Pollution**, 231, n. 10, p. 1-15, 2020.

STRECK, G. Chemical and biological analysis of estrogenic, progestagenic and androgenic steroids in the environment. **TrAC Trends in Analytical Chemistry**, 28, n. 6, p. 635-652, 2009.

VINARUKWONG, N.; LUKKANA, M.; RUANGWISES, S.; WONGTAVATCHAI, J. Residual levels of 17 $\alpha$ -methyl dihydrotestosterone in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry following feeding supplementation. **Cogent Food & Agriculture**, 4, n. 1, p. 1526436, 2018.

WANG, Z.; WU, A.; COLOMBI CIACCHI, L.; WEI, G. Recent advances in nanoporous membranes for water purification. **Nanomaterials**, 8, n. 2, p. 65, 2018.

ZHANG, J.-N.; YING, G.-G.; YANG, Y.-Y.; LIU, W.-R. *et al.* Occurrence, fate and risk assessment of androgens in ten wastewater treatment plants and receiving rivers of South China. **Chemosphere**, 201, p. 644-654, 2018.



## **EFEITO DO PRIMING ULTRASSÔNICO EM SEMENTES DE ALGODOEIRO (GOSSYPIUM HIRSUTUM L.) SUBMETIDAS A SALINIDADE DURANTE A FASE DE GERMINAÇÃO**

ÉLEN JULIANE VASCONCELOS CARDOSO; AURIZANGELA OLIVEIRA DE SOUSA

**INTRODUÇÃO:** A cultura do algodão é uma atividade agrícola de destaque do Brasil. O estabelecimento adequado da lavoura é a chave para o sucesso da produção algodoeira. A salinidade da água e do solo observada em zonas áridas e semiáridas afeta a germinação das sementes e interfere na produtividade vegetal da área. O tratamento pré-semeadura (*priming*) de sementes com ultrassom (US) tem sido aplicado para melhorar o desempenho na germinação, uma vez que ele pode gerar múltiplos efeitos sobre as moléculas biológicas. **OBJETIVOS:** Avaliar o efeito do *priming* ultrassônico em sementes de algodoeiro submetidas a salinidade durante a fase de germinação. **METODOLOGIA:** um lote de sementes de algodão BRS 432 B2RF (Safrá 19/20) foi caracterizado quanto ao teor de água e condutividade elétrica e submetido a quatro diferentes potenciais ultrassônicos (0, 20, 40 e 60W), denominados tratamentos. A germinação das sementes tratadas foi avaliada sob condições de estresse salino simulado com a solução de NaCl (200mM). O stand inicial foi avaliado por meio de medidas do comprimento da radícula, do hipocótilo e do cotilédone, além da medida de peso da massa fresca. Avaliou-se também o acúmulo de proteínas solúveis totais das plântulas e a atividade da enzima antioxidante - peroxidase do guaiacol. **RESULTADOS:** A aplicação do *priming* ultrassônico promoveu o aumento significativo ( $p \leq 0,05$ ) do percentual de germinação e do índice de velocidade de germinação nos potenciais 20 – 60W. Além disso, o *priming* também melhorou o desenvolvimento da radícula e hipocótilo nas potências de 40 e 60W, bem como a massa fresca acumulada nas plântulas. O acúmulo de proteínas solúveis totais foi reduzido nos tratamentos 20 e 40W. No entanto, a mais alta atividade antioxidante na germinação do algodoeiro sob condições salinas foi verificada no tratamento 20W. **CONCLUSÃO:** O *priming* ultrassônico aplicado em sementes de algodoeiro melhora a resposta dessa espécie ao estresse salino durante a fase de germinação e desenvolvimento da plântula, sendo uma importante e promissora ferramenta para reforçar o desempenho das sementes em áreas salinizadas.

**Palavras-chave:** Algodão, Salinidade, Ultrassom, Germinação, Priming.



## APLICAÇÃO DO PRIMING ULTRASSÔNICO PARA PROMOÇÃO DA TOLERÂNCIA A SALINIDADE EM SEMENTES DE SORGO (*SORGHUM BICOLOR*) DURANTE A FASE DE GERMINAÇÃO

ÉLEN JULIANE VASCONCELOS CARDOSO; AURIZANGELA OLIVEIRA DE SOUSA

**INTRODUÇÃO:** O estresse salino durante a germinação afeta a emergência das plântulas no campo e, como resultado, prejudica o bom desempenho da lavoura. O cultivo do sorgo tem como característica a tolerância moderada a salinidade. O tratamento pré-semeadura (*priming*) com ultrassom pode causar diferentes efeitos nas moléculas biológicas das sementes, tendo potencial para melhorar o desempenho na germinação. **OBJETIVOS:** Avaliar o efeito do *priming* ultrassônico em sementes de sorgo quanto à tolerância ao estresse salino durante a fase de germinação. **METODOLOGIA:** Um lote de Sorgo forrageiro híbrido volumax (Safrá 19/20) foi testado para seu teor de água e condutividade elétrica. O lote recebeu o *priming* US em pulso único de 10 segundos com frequência fixa (40 kHz) e quatro diferentes potenciais (0, 20, 40 e 60 W), caracterizando os tratamentos específicos. A salinidade foi simulada pelo uso da solução de NaCl (200 mM) umedecendo as folhas de papel do teste de germinação. Foi realizada ainda as medidas da massa vegetal fresca e do comprimento das partes das plântulas (cotilédone, hipocótilo e radícula). Além disso, a concentração de proteínas solúveis totais nas plântulas e a atividade da enzima antioxidante-peroxidase do guaiacol foram verificadas. **RESULTADOS:** A salinidade reduziu significativamente ( $p \leq 0,05$ ) a porcentagem de germinação das sementes de sorgo. Nessa condição houve também redução do índice de velocidade de germinação. O ultrassom promoveu o aumento de todos os fatores avaliados. Além disso, as medidas de comprimento da raiz e do hipocótilo também foram alteradas pela salinidade. Contudo, com o *priming* na potência de 20 - 60 W houve aumento significativo do comprimento da radícula e hipocótilo. Em condição salina, a redução do conteúdo de proteínas solúveis totais foi verificada nos potenciais de 20 – 60 W. Enquanto, nessa condição, a atividade antioxidante na germinação foi maior para os tratamentos de 20 e 60 W. **CONCLUSÃO:** O *priming* ultrassônico promoveu o aumento da tolerância das sementes de sorgo ao efeito da salinidade durante a germinação, tendo ainda melhora no stand inicial das plantas. Desse modo, nota-se o *priming* ultrassônico como uma efetiva estratégia para melhorar o desempenho das sementes cultivadas em áreas salinizadas.

**Palavras-chave:** Estresse salino, Ultrassom, Plântulas, Atividade antioxidante, Tratamentos.



## **PREDIÇÃO IN SILICO E SISTEMA TESTE A. CEPA APLICADOS PARA AVALIAÇÃO DOS EFEITOS CITOTÓXICOS E GENOTÓXICOS DE TEMPEROS INSTANTÂNEOS ULTRAPROCESSADOS**

ÉLEN JULIANE VASCONCELOS CARDOSO; AURIZANGELA OLIVEIRA DE SOUSA

**INTRODUÇÃO:** O consumo de alimentos ultraprocessados está crescendo pela sua conveniência e variedade, incluindo salgadinhos, molhos, temperos, refrigerantes e outros produtos industrializados. No entanto, as substâncias químicas neles presentes podem danificar o DNA e aumentar o risco de doenças, como o câncer. Bancos de dados são uma ferramenta aliada para prever a toxicidade de componentes químicos e o teste *Allium cepa* pode avaliar aberrações cromossômicas, assim essas informações podem ser associadas na avaliação de alterações no ciclo mitótico. **OBJETIVO:** Avaliar os efeitos citotóxicos e genotóxicos de três diferentes sabores de uma marca X de temperos instantâneos por meio do sistema teste *A. cepa* com associação as informações preditas em bancos de dados especializados em toxicologia. **METODOLOGIA:** Uma marca X de temperos instantâneos foi selecionada para estudo com três sabores diferentes (Carne, Feijão e Pipoca). Os componentes químicos principais desses temperos como glutamato monossódico, inosinato dissódico, guanilato dissódico, antiemético fosfato tricálcio e aromatizantes, foram pesquisados em bancos de dados e avaliados quanto à toxicidade. Soluções em concentrações indicada pelo rótulo e o dobro da quantidade de produto foram preparadas para os ensaios *in vivo* e cada sabor foi analisado em três tempos de exposição (12, 24 e 48h). Cinco bulbos foram usados para cada tratamento e água destilada foi usada como controle. As raízes tratadas foram fixadas para a montagem de lâminas, coradas pelo método de Feulgen e analisadas quanto a alterações cromossômicas e índice mitótico. **RESULTADOS:** As informações obtidas nos bancos de dados para as substâncias químicas analisadas, correlacionadas com os resultados do sistema teste *A. cepa*, mostraram que todos os sabores de temperos avaliados, promovem redução significativa do índice mitótico nos tempos avaliados. A inibição do ciclo celular foi observada nas duas concentrações avaliadas, e a lesão nuclear foi a alteração celular mais frequente, as aberrações cromossômicas foram menores em razão da ausência de eventos mitóticos, causada pela citotoxicidade dos temperos. **CONCLUSÃO:** As análises *in silico* foram confirmadas por análises *in vivo*, destacando a importância de estudos sobre segurança alimentar em alimentos ultraprocessados.

**Palavras-chave:** Citogenotóxico, índice mitótico, Toxicidade, Bancos de dados, Lesão nuclear.



## UTILIZAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS NA MITIGAÇÃO DE RESÍDUOS HORMONAIS DA PISCICULTURA EM CURSOS D'ÁGUA

DIANA CARLA FERNANDES OLIVEIRA; LETÍCIA TAVARES MARTINS; JULIANO ELVIS OLIVEIRA; PRISCILA VIEIRA E ROSA; RENAN ROSA PAULINO

### RESUMO

A piscicultura possui importância econômica e social, mas é capaz de provocar impactos ambientais. Resíduos de hormônios esteroides são detectados frequentemente em diversos ambientes como resultado de atividades humanas, como a própria excreção e/ou na geração de resíduos pela produção de animais terrestres e aquáticos. Dentre os esteroides, os níveis residuais de andrógenos no meio ambiente são os mais expressivos. O andrógeno 17- $\alpha$ -metiltestosterona (MT) é um composto sintético derivado do hormônio testosterona. Este composto é convencionalmente utilizado na inversão sexual de peixes por ser a técnica mais efetiva e economicamente viável de masculinização. A inclusão de MT na dieta é feita sem grande precisão, em altas concentrações e por tempos prolongados, esta prática resulta na liberação de resíduos de MT nos cursos de água. Nesse contexto, a incorporação de MT em nanopartículas de biopolímeros poderia resultar no aumento da eficiência de absorção de MT pelos peixes e reduzir a liberação de resíduos na água, além de ser uma técnica de baixo custo e de fácil aplicabilidade comercial. O presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre os principais aspectos relacionados a utilização de hormônios no processo de inversão sexual, bem como seus efeitos para organismos aquáticos e para os humanos e uso da nanotecnologia para mitigação dos resíduos hormonais nos cursos hídricos. Considerando o potencial de uso da nanotecnologia na aquicultura e o sucesso da incorporação de MT em nanopartículas de biopolímeros, seria um avanço importante para a futura comercialização deste produto dentre as milhões de pisciculturas de alevinagem.

**Palavras-chave:** 17- $\alpha$ -metiltestosterona; aquicultura; hormônio; nanotecnologia; peixe

### 1 INTRODUÇÃO

A piscicultura é uma atividade comercial com potencial de gerar empregos e alto faturamento. Além do mais, a piscicultura tem se mostrado uma alternativa promissora para complementar produção de pescado, uma vez que há uma diminuição nos estoques naturais de peixes (GOMES *et al.*, 2020). Com o aumento da demanda de produção de proteína animal devido ao crescimento da população mundial e ao consumo do pescado via piscicultura, vale refletir sobre as perspectivas de gestão desta atividade nos próximos anos e de que forma ela atenderá essa demanda de maneira sustentável. Pois além dos impactos positivos, a piscicultura tem capacidade de gerar diversos impactos ambientais.

Em específico, a criação de tilápias-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) vem crescendo e se desenvolvendo mundialmente. É a segunda espécie de peixe mais cultivada no mundo com mais de 4.525 milhões de toneladas produzidas em 2018 (FAO, 2020). No Brasil, das 780.000 toneladas de peixes de água doce produzidas em 2019, a produção de tilápia representou 57% (432.149 toneladas), consolidando o Brasil como quarto maior produtor de tilápia do mundo (PEIXEBR, 2020). É uma espécie onívora que se alimenta tanto de produtos de origem animal

quanto vegetal; altamente prolífera, rústica e se adapta bem a diversos tipos de ambiente de cultivo (AZEVEDO *et al.*, 2018), além da excelente qualidade da carne (BOSCOLO *et al.*, 2001). Para o desenvolvimento da tilapicultura são necessárias técnicas para aumento da produção, dentre elas a utilização de hormônios.

Resíduos de hormônios esteroides, sintéticos e/ou naturais, são detectados frequentemente em diversos ambientes, como águas de superfície, águas subterrâneas, solos e sedimentos, resultantes da excreção de humanos, animais de produção e de aquicultura (ZHANG *et al.*, 2018). A quantidade de esteroides liberada por animais de produção, terrestres e aquáticos, pode ser considerada igual ou superior ao excretado por humanos (JOHNSON *et al.*, 2006). Ambas ações são resultados da atividade humana, e carregam em si grandes impactos ambientais. Dentre os esteroides, os níveis de andrógenos no meio ambiente são muito mais expressivos (LIU *et al.*, 2012). O hormônio 17 $\alpha$ -metiltestosterona (MT) tem sido utilizado na piscicultura para a masculinização dos alevinos das tilápias, obtendo uma população monossexo de machos. O macho apresenta um crescimento mais rápido, é maior e produz mais carne. A administração de MT se dá adicionando-o na ração que é fornecida aos peixes.

A presença de andrógenos como 17- $\alpha$ - metiltestosterona (MT) em corpos d'água pode resultar em danos tanto para outros organismos aquáticos quanto para humanos, incluindo toxicidade e descontrole endócrino, impactos negativos no sistema reprodutivo de mulheres, como infertilidade (SRIKWAN *et al.*, 2020) além de ter propriedades carcinogênicas (DERGAL *et al.*, 2016). O presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre os principais aspectos relacionados a utilização de hormônios no processo de inversão sexual, bem como seus efeitos para organismos aquáticos e para os humanos e uso da nanotecnologia para mitigação dos resíduos hormonais nos cursos hídricos.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se uma pesquisa bibliográfica abrangente usando bases de dados de literatura científica: *Science Direct*, *Scopus*, *SciELO* e *Periódicos Capes* com os seguintes descritores: '17- $\alpha$ -metiltestosterona', 'nanopartícula', 'inversão sexual', 'resíduos em cursos d'água'. As pesquisas complementares de literatura incluíram o exame das listas de referência de todos os estudos relevantes, artigos de revisão pertinentes e metanálises, considerando o período de 1950 a 2023. Com base nos resultados foi realizada análise de conteúdo e seleção dos artigos.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### TILAPICULTURA E A 17 $\alpha$ -METILTESTOSTERONA (MT)

Esta espécie foi introduzida no Brasil na década de 70, mas foi a partir da década de 90 que se difundiu como atividade comercial, principalmente pelo desenvolvimento da tecnologia de inversão sexual, essencial na produção de larvas (KUBITZA, 2003). Após a fecundação dos ovos e eclosão das larvas, ao alcançarem 8 a 13 mm de comprimento (cerca de 12 dias após incubação), as larvas são submetidas ao processo de inversão sexual, que consiste na administração do andrógeno 17- $\alpha$ -metiltestosterona (MT) pela inclusão na ração deste composto sintético e derivado do hormônio testosterona, é utilizado para alterar a expressão fenotípica dos peixes e produzir uma população monossexo de machos. O cultivo de machos de tilápia é preferível pelo melhor e mais rápido crescimento, quando comparado às fêmeas, que necessitam gastar energia para a produção e maturação das gônadas (MLALILA *et al.*, 2015), além de evitar superpopulação e consecutiva queda na qualidade da água. A inversão sexual via administração de 17- $\alpha$ - metiltestosterona é considerada a técnica mais efetiva e economicamente viável (BEAVEN; MUPOSHI, 2012).

A concentração recomendada para uso na alimentação de larvas de tilápia é de 60 mg/kg de ração, com tempo de alimentação de 28 dias (KUBITZA, 2003). Porém, tanto a concentração quanto o tempo de exposição são considerados elevados e possíveis de resultar na liberação de resíduos de MT para o ambiente (LI *et al.*, 2006). Ainda que a quantidade residual deste andrógeno no músculo de tilápia seja indetectável após o tratamento (BAOPRASERTKUL *et al.*, 2013), níveis consideráveis foram detectados na coluna d'água, no solo e nos sedimentos de tanques de masculinização (BARBOSA *et al.*, 2013; CONTRERAS-SÁNCHEZ *et al.*, 1999). A liberação de resíduos de MT pode sofrer variações de acordo com a qualidade de água, podendo ser maior com o aumento da matéria orgânica (DAVID-RUALES *et al.*, 2019) e da salinidade em tanques de cultivo (ONG *et al.*, 2012). Além disso, muitas vezes a inclusão deste na dieta é feita sem grande precisão, em altas concentrações e por tempos prolongados, o que também pode contribuir para a maior liberação de resíduos de MT na água (BEARDMORE; MAIR; LEWIS, 2001). A recomendação de elevada concentração e tempo de alimentação com MT em peixes pode estar relacionada à dificuldade de absorção pelo organismo do animal além poder sofrer degradação via processos digestivos, reduzindo sua eficiência e aumentando a produção de resíduos, danos ambientais e sociais (JOBBLING, 2012; STRECK, 2009).

## HORMÔNIOS NO MEIO AMBIENTE

No século XXI, os principais grupos de compostos apontados como poluentes em ecossistemas, para além dos pesticidas, são os fármacos, os produtos de higiene pessoal e os hormônios (Costa *et al.* 2014). O risco ambiental de fármacos é aumentado devido a vários fatores, destacando-se: o uso irracional/incorreto; descarte inadequado de medicamentos e embalagens; o tratamento inadequado de resíduos gerados pela indústria farmacêutica (sólidos e efluentes); e a contaminação ambiental por efluentes domésticos contendo resíduos em concentrações traços de fármacos e/ou seus metabólitos ativos.

A avaliação dos impactos dos fármacos no meio ambiente e a regulamentação desses é um desafio para os governos em todo o mundo. Nas duas últimas décadas foram divulgados vários estudos que mostraram efeitos inesperados de fármacos em organismos não alvo, mesmo quando esses estão expostos a doses muito baixas. Níveis consideráveis de MT foram detectados na coluna d'água (2 a 617 µg/L), no solo (1,7 a 6,1 µg/kg) e em sedimentos (2,8 a 2,9 µg/kg) de tanques de produção de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (BARBOSA *et al.*, 2013; FITZPATRICK *et al.*, 2000), concentrações bem acima do nível considerado ambientalmente seguro (GREEN; TEICHERT-CODDINGTON, 2000).

No Brasil o uso de 17- $\alpha$ -metiltestosterona é permitido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, IN Nº 35, de 11 de setembro de 2017. A Food and Drug Administration (FDA) atesta que a tilápia é segura para consumo desde que respeitados um mínimo de 120 dias após a masculinização. Porém, seu uso não é permitido pela FDA dos Estados Unidos e nem tampouco pela União Europeia (The European Council, 1996), instituições que legalizam e direcionam o maior comércio de alimentos do mundo. Algumas das preocupações quanto ao uso de MT estão relacionadas à alta dosagem e prolongado tempo de tratamento (LI *et al.*, 2006), imprecisão na uniformidade de distribuição de MT na ração dos peixes (BEARDMORE; MAIR; LEWIS, 2001), contaminação da água (GALE *et al.*, 1999) além de riscos aos trabalhadores responsáveis por preparar a ração e fornecê-la aos peixes (LEWIS, 1993). Dessa forma, para garantir que a aquicultura brasileira cresça por caminhos ambientalmente sustentáveis e seguros, medidas que previnam a geração de resíduos de MT tanto nos tecidos dos peixes quanto na água de cultivo são extremamente necessárias. Alguns trabalhos indicam o uso de bactérias capazes de degradar MT residual (HOMKLIN *et al.*, 2011; SRIKWAN *et al.*, 2020), porém ainda com baixa aplicabilidade comercial. A

incorporação de MT emnanopartículas de biopolímeros poderia resultar em redução dos riscos de degradação gastrointestinal e reduzir a liberação de resíduos na água, além de ser uma técnica de baixo custo e de fácil aplicabilidade comercial (SACCHETIN *et al.*, 2016).

## NANOTECNOLOGIA NA AQUICULTURA

Nanotecnologia refere-se à tecnologia de materiais e estruturas onde o tamanho das partículas é exibido em nanômetros ( $10^{-9}$  metros). Na aquicultura, o uso da nanotecnologia é tema atual, tendo sido inclusive abordado em revisão publicada em 2020 por uma das revistas de maior impacto na área de aquicultura (MOGES *et al.*, 2020). Dentre as mais diversas aplicações, podem-se destacar a produção de suplementos para aumentar o desempenho produtivo (BALDISSERA *et al.*, 2020; ONUENGBU *et al.*, 2018), melhorar o status antioxidante e qualidade do filé (BALDISSERA *et al.*, 2020), para o tratamento da qualidade de água de cultivo (WANG *et al.*, 2018) e o aumento do tempo de prateleiras de produtos oriundos de pescado (GHAANI *et al.*, 2016). Porém ainda é uma tecnologia muito pouco explorada, principalmente pelo fato que a maioria das nanopartículas desenvolvidas até o presente momento são a base de metais não biodegradáveis, e que podem ser prejudiciais à organismos vivos (MOGES *et al.*, 2020). Dessa forma, o uso de materiais orgânicos ou baseados em carbono é altamente incentivado e recomendado para a aquicultura (MOGES *et al.*, 2020). A incorporação de MT já foi realizada com sucesso em dois tipos de nanopartículas de biopolímeros: poliácido láctico (PLA) (SACCHETIN *et al.*, 2013) e policaprolactona/poliácido láctico (PCL/PLA) (SACCHETIN *et al.*, 2016), porém estes resultados foram obtidos em ensaios *in vitro*, e até o presente momento nenhum teste *in vivo* foi realizado. Além destes polímeros os zeína, poli(óxido de etileno) e poli(butileno adipato co-tereftalato) também podem ser utilizados devido à sua biodegradabilidade.

## 4 CONCLUSÃO

Considerando o potencial de uso da nanotecnologia na aquicultura e o sucesso da incorporação de MT em nanopartículas de biopolímeros, porém é necessário avaliar esta tecnologia *in vivo*. Seu sucesso seria um avanço importante para a futura comercialização deste produto dentre as milhões de pisciculturas de alevinagem de Tilápia existentes no Brasil e no mundo. A utilização da nanobiotecnologia para obtenção deste produto poderia aumentar a segurança ambiental e social do uso de 17- $\alpha$ -metiltestosterona, além de ampliar ainda mais o mercado brasileiro de exportação de Tilápia, por se adequar às exigências de órgãos internacionais.

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO, J. W. d. J.; DE CASTRO, A. C. L.; SOARES, L. S.; SILVA, M. H. L. *et al.* COMPRIMENTO MÉDIO DE PRIMEIRA MATUREZA PARA A TILÁPIA DO NILO, *Oreochromis niloticus*, LINNAEUS, 1758 (PERCIFORMES: CICHLIDAE) CAPTURADO NA BACIA DO BACANGA, SÃO LUÍS, MA. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, 25, n. 1, 2018.

BALDISSERA, M. D.; SOUZA, C. F.; ZEPPEFELD, C. C.; VELHO, M. C. *et al.* Dietary supplementation with nerolidol nanospheres improves growth, antioxidant status and fillet fatty acid profiles in Nile tilapia: Benefits of nanotechnology for fish health and meat quality. **Aquaculture**, 516, p. 734635, 2020.

BAOPRASERTKUL, P., SOMRIDHIVEJ, B., RANGSIYAPIROM, S., SOMSIRI, T. The determination of 17 $\alpha$ -methyltestosterone in sexreversed Tilapia, Inland Fisheries Research and Development Bureau, Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives, 2013.

BARBOSA, I. R.; LOPES, S.; OLIVEIRA, R.; DOMINGUES, I. *et al.* Determination of 17 $\alpha$ - methyltestosterone in freshwater samples of tilapia farming by high performance liquid chromatography. 2013.

BARROSO, F. G.; DE HARO, C.; SÁNCHEZ-MUROS, M.-J.; VENEGAS, E. *et al.* The potential of various insect species for use as food for fish. **Aquaculture**, 422-423, p. 193-201, 2014.

BEARDMORE, J.; MAIR, G.; LEWIS, R. Monosex male production in finfish as exemplified by tilapia: applications, problems, and prospects. *In: Reproductive Biotechnology in Finfish Aquaculture*: Elsevier, 2001. p. 283-301.

BEAVEN, U.; MUPOSHI, V. Aspects of a Monosex Population of Oreochromis Niloticus Fingerlings Produced Using 17- $\alpha$  Methyl Testosterone Hormone. **Journal of Aquaculture & Research Development**, 3, n. 3, 2012.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M.; FURUYA, W. M. *et al.* Performance and carcass characteristics of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) reversed males of Thai and common strains at the starting and growing phases. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 30, n. 5, p. 1391-1396, 2001.

DAVID-RUALES, C. A.; BETANCUR-GONZALEZ, E. M.; VALBUENA-VILLAREAL, R. D. Sexual Reversal with 17 $\alpha$ -Methyltestosterone in *Oreochromis* sp.: Comparison between Recirculation Aquaculture System (RAS) and Biofloc Technology (BFT). **Journal of Agricultural Science and Technology A**, 9, p. 131-139, 2019.

DERGAL, N.; SCIPPO, M.; DEGAND, G.; GENNOTTE, V. *et al.* Monitoring of 17 $\alpha$ - methyltestosterone residues in tilapia's (*Oreochromis niloticus*) flesh and experimental water after its sex reversal. **Int. J. Biosci**, 9, n. 6, p. 101-113, 2016.

FAO. 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. Rome.

FITZPATRICK, M.; CONTRERAS-SÁNCHEZ, W.; MILSTON, R.; HORNICK, R. *et al.* Detection of MT in aquarium water after treatment with MT food. **Sixteenth Annual Technical Report. Pond Dynamics/Aquaculture CRSP**, Oregon State University, Corvallis, Oregon, p. 81-84, 1999.

FITZPATRICK, M.; CONTRERAS-SÁNCHEZ, W.; SCHRECK, C. Fate of methyltestosterone in the pond environment: Detection of MT in soil after treatment with MT food. **Seventeenth Annual Technical Report. Pond Dynamics/Aquaculture CRSP**, Oregon State University, Corvallis, Oregon, p. 109-112, 2000.

GALE, W. L.; FITZPATRICK, M. S.; LUCERO, M.; CONTRERAS-SÁNCHEZ, W. M. *et al.* Masculinization of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) by immersion in androgens.

**Aquaculture**, 178,n. 3-4, p. 349-357, 1999.

GHAANI, M.; COZZOLINO, C. A.; CASTELLI, G.; FARRIS, S. An overview of the intelligent packaging technologies in the food sector. **Trends in Food Science & Technology**, 51, p. 1-11, 2016.

GOMES, I. O.; SILVA, A. P. C.; GOMES, J. B.; SILVA, M. C. S.; NASCIMENTO, I. T. V. S.; SERRA, I. M. R. S. Percepção da sanidade em pisciculturas da Baixada Ocidental Maranhense, Brasil. *Braz. J. Develop.*, Curitiba, v. 6, n. 5, p. 23029-23043, may 2020.

GREEN, B. W.; TEICHERT-CODDINGTON, D. R. Human Food Safety and Environmental Assessment of the Use of 17 $\alpha$ -Methyltestosterone to Produce Male Tilapia in the United States. **Journal of the World Aquaculture Society**, 31, n. 3, p. 337-357, 2000.

HOMKLIN, S.; ONG, S. K.; LIMPIYAKORN, T. Biotransformation of 17 $\alpha$ -methyltestosterone in sediment under different electron acceptor conditions. **Chemosphere**, 82, n. 10, p. 1401-1407, 2011.

JOBLING, M. National Research Council (NRC): Nutrient requirements of fish and shrimp. : Springer2012.

JOHNSON, A.; WILLIAMS, R.; MATTHIESSEN, P. The potential steroid hormone contribution of farm animals to freshwaters, the United Kingdom as a case study. **Science of the Total Environment**,362, n. 1-3, p. 166-178, 2006.

KUBITZA, F. A evolução da tilapicultura no Brasil: produção e mercados. **Panorama da aqüicultura**,13, n. 76, p. 25-35, 2003.

LEWIS, R. J. a. S., D.V. Registry of toxic effects of chemical substances (RTECS, online database). **National Toxicology Information Program, National Library of Medicine, Bethesda, MD**, US Department of Health Human Services4, 1993.

LI, G.-L.; LIU, X.-C.; LIN, H.-R. Effects of aromatizable and nonaromatizable androgens on the sex inversion of red-spotted grouper (*Epinephelus akaara*). **Fish physiology and biochemistry**, 32, n. 1, p.25, 2006.

LIU, S.; YING, G.-G.; ZHOU, L.-J.; ZHANG, R.-Q. *et al.* Steroids in a typical swine farm and their release into the environment. **water research**, 46, n. 12, p. 3754-3768, 2012.

MARWAH, A.; MARWAH, P.; LARDY, H. Development and validation of a high performance liquidchromatography assay for 17 $\alpha$ -methyltestosterone in fish feed. **journal of Chromatography B**, 824, n. 1-2, p. 107-115, 2005.

MLALILA, N.; MAHIKA, C.; KALOMBO, L.; SWAI, H. *et al.* Human food safety and environmentalhazards associated with the use of methyltestosterone and other steroids in production of all-male tilapia. **Environmental Science and Pollution Research**, 22, n. 7, p. 4922-4931, 2015.

MOGES, F. D.; PATEL, P.; PARASHAR, S.; DAS, B. Mechanistic insights into diverse nano-based strategies for aquaculture enhancement: A holistic review. **Aquaculture**, 519, p.

734770, 2020.

ONG, S. K.; CHOTISUKARN, P.; LIMPIYAKORN, T. Sorption of 17 $\alpha$ -methyltestosterone onto soilsand sediment. **Water, Air, & Soil Pollution**, 223, n. 7, p. 3869-3875, 2012.

ONUEGBU, C.; AGGARWAL, A.; SINGH, N. ZnO nanoparticles as feed supplement on growth performance of cultured African catfish fingerlings. 2018.

PEIXEBR. Anuário PeixeBr da Piscicultura 2020. 2020. **Acesso em**, 28, 2023.

SACCHETIN, P. S. C.; MORALES, A. R.; MORAES, Â. M.; E ROSA, P. d. T. V. Formation of PLA particles incorporating 17 $\alpha$ -methyltestosterone by supercritical fluid technology. **The Journal of Supercritical Fluids**, 77, p. 52-62, 2013.

SACCHETIN, P. S. C.; SETTI, R. F.; E ROSA, P. d. T. V.; MORAES, Â. M. Properties of PLA/PCL particles as vehicles for oral delivery of the androgen hormone 17 $\alpha$ -methyltestosterone. **Materials Science and Engineering: C**, 58, p. 870-881, 2016.

SRIKWAN, P.; NIAMHOM, B.; YAGI, T.; THAYANUKUL, P. Characterization of Methyltestosterone Degrading Bacteria Isolated from Tilapia Masculinizing Ponds: Metabolic Intermediate, Glucose Amendments Effects, and Other Hormones Transformation. **Water, Air, & Soil Pollution**, 231, n. 10, p. 1-15, 2020.

STRECK, G. Chemical and biological analysis of estrogenic, progestagenic and androgenic steroids in the environment. **TrAC Trends in Analytical Chemistry**, 28, n. 6, p. 635-652, 2009.

VINARUKWONG, N.; LUKKANA, M.; RUANGWISES, S.; WONGTAVATCHAI, J. Residual levels of 17 $\alpha$ -methyl dihydrotestosterone in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry following feeding supplementation. **Cogent Food & Agriculture**, 4, n. 1, p. 1526436, 2018.

WANG, Z.; WU, A.; COLOMBI CIACCHI, L.; WEI, G. Recent advances in nanoporous membranes for water purification. **Nanomaterials**, 8, n. 2, p. 65, 2018.

ZHANG, J.-N.; YING, G.-G.; YANG, Y.-Y.; LIU, W.-R. *et al.* Occurrence, fate and risk assessment of androgens in ten wastewater treatment plants and receiving rivers of South China. **Chemosphere**, 201, p. 644-654, 2018.



## ENRIQUECIMENTO QUÍMICO E MICROBIOLÓGICO DE MISTURAS CIMENTÍCIAS COM SOLO DO CERRADO

ÉLEN JULIANE VASCONCELOS CARDOSO; AURIZANGELA OLIVEIRA DE SOUSA; FELIPE  
FERREIRA SOUSA JUNIOR

**INTRODUÇÃO:** As misturas de solo-cimento são amplamente utilizadas na construção civil, apesar de existirem técnicas avançadas. Microrganismos podem ajudar na estabilidade do solo e remediação de fissuras, oferecendo vantagens como redução de pressão no ambiente e melhoria das propriedades do material. O processo de biomineralização por carbonatação pode ser ajudado por bactérias como a *Sporosarcina pasteurii*, que é não patogênica, tolerante a condições extremas e com alta atividade ureolítica. **OBJETIVOS:** Investigar as alterações físicas, mecânicas e de desempenho promovidas à mistura solo-cimento com enriquecimento, químico e microbiológico, visando a bioprecipitação mineral. **METODOLOGIA:** Foram usados cimento Portland CP II-Z-32 e solo do Cerrado (1:13) na mistura. Foram testados três traços: sem enriquecimento (R), enriquecido com ureia(U) e enriquecido com a bactéria *Sporosarcina pasteurii* (E). Corpos de prova (CP) foram moldados e medidos para resistência à compressão (RCS), deformação na ruptura(DRU), e absorção de água(AA) aos 7, 14 e 28 dias. Além disso, foram avaliados por difração de raios-X (DRX) e espectroscopia de absorção no infravermelho (FT-IR) para verificar a presença de carbonato de cálcio. **RESULTADOS:** Foi encontrada diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) para RCS entre os traços R, U e E nas idades de 7 dias e entre os traços R e U nas idades de 28 dias. Para AA foi encontrada diferença significativa entre as idades de 7 e 14 dias para os traços R, U e E; na idade de 28 dias entre os traços R e U. A DRU também passou pela análise, com observação de ocorrência de patamar de deformação na ruptura quando em tensões últimas, para o traço E, o que indica o ganho de desempenho estatisticamente relevante do material, em relação à R. As análises de DRX e FT-IT também demonstraram que, para as amostras enriquecidas, houve deposição de carbonatos de cálcio bem como outras formas de junção de carbonato de cálcio, inclusive cal hidratada. **CONCLUSÃO:** Tendo a mistura solo-cimento enriquecida como matéria-prima, é possível indicar tal técnica como estratégia de cimentação alternativa e sustentável para a redução da pressão ambiental, vista, principalmente, sobre o bioma Cerrado, quando da produção e aplicação de materiais cimentícios.

**Palavras-chave:** Bactérias ureolíticas, Bioprecipitação mineral, Cimentação, Solo-cimento, Carbonato de cálcio.



## MONITORAMENTO DA PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE SORO DE LEITE E ESTRUME BOVINO EM BIODIGESTORES

MARCOS GOMES MACHADO; KAIQUY DUARTE DE OLIVEIRA; MARINA GOMES E SANTOS; ROBSON JÚNIOR NUNES ABREU; ÊNIO NAZARÉ DE OLIVEIRA JUNIOR

### RESUMO

Visando a sustentabilidade em todas as etapas do processo de produção do biogás, o soro de leite é a principal escolha para alimentar os microrganismos presentes no inóculo coletado, visto que, anualmente no Brasil são produzidas 4.050.000 toneladas de soro de queijo que apresenta elevado teor poluente, assim sendo considerado crime o descarte sem tratamento eficiente, além de que esse subproduto apresenta alto valor nutricional. Desse modo o artigo apresenta um monitoramento da produção de biogás em biodigestores a partir de diferentes concentrações de soro de leite e estrume bovino. A pesquisa científica na área de Biotecnologia tem por objetivo a redução de carga poluente dos efluentes por meio dos usos dos biodigestores, onde ocorre a biodigestão anaeróbica, degradando os compostos orgânicos através de microrganismos, resultando em metano (CH<sub>4</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), além do biogás produzido, que pode ser utilizado como fonte de energia. O experimento foi realizado por meio de bateladas que consistem em analisar o valor ideal de substrato juntamente com inóculo que mais produz biogás, para isso são usados recipientes que são numerados de 1-9, cada frasco contendo uma porcentagem diferente da amostra. O estudo indicou que a variável inóculo teve um efeito negativo a  $p < 0,05$ , em outros termos, isso significa que quanto maior a quantidade de inóculo, menor é a produção de biogás, além disso a variável soro de leite teve um efeito negativo, porém esse efeito não foi significativo ao nível de significância considerado  $p < 0,05$ . Portanto, a partir dos resultados, é possível notar que há uma produção maior de biogás quando o nível de inóculo era mínimo ou próximo ao ponto central. Logo, conclui-se que é possível ter uma produção de biogás considerável a partir de efluentes da indústria de laticínios e estrume bovino, demonstrando uma forma sustentável de produção bioenergética.

**Palavras-chave:** biotecnologia; bioprocessos; metano; metanogênese; acidogênese.

### 1 INTRODUÇÃO

Segundo Poppi et al. (2010), em média para a fabricação de 1 quilo de queijo são necessários 10 litros de leite, levando a produção de 8 a 9 litros de soro. Considerando a produção de 450.000 toneladas de queijo por ano no Brasil, essa quantidade corresponde a 4.050.000 toneladas de soro de queijo. Descartar esse volume de soro sem tratamento eficiente não é só crime previsto por lei, mas também significa rejeitar um produto de alto valor nutricional. As proteínas do soro possuem um dos mais altos índices de valor biológico em comparação com outras fontes de proteínas.

Um dos principais problemas associados à produção de queijo é a geração do subproduto denominado soro de queijo, que apresenta elevado teor de poluente devido à presença de proteínas, gordura, lactose e sais minerais. Sua demanda biológica de oxigênio (DBO) varia de 30.000 a 50.000 mg de oxigênio por litro de soro, valor 100 vezes maior ao do esgoto

doméstico. Portanto, um laticínio com produção média de 10.000 litros de soro por dia, provoca a mesma carga poluente de uma população de 5000 habitantes (POPPI et al.,2010).

Entre os principais componentes do soro de leite, está a lactose, que por hidrólise produz glicose e galactose, sendo altamente responsável pela sua alta Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO = 30000 – 50000 mg/L) e Demanda Química de Oxigênio (DQO = 60000-100000 mg/L). Além deste carboidrato, o soro de leite também contém proteínas, lipídios, vitaminas e minerais solúveis em água (GONZÁLEZ SISO, 1996).

Dentre as formas de redução da carga poluente desse efluente têm-se a biodigestão anaeróbia, onde um conjunto de microrganismos atuam degradando os compostos orgânicos ali presentes resultando em CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, além de novas células. Com as condições ideais de temperatura, ph, alcalinidade, ácidos voláteis, nutrientes o conjunto de bactérias acidogênicas, acetogênicas e arqueias metanogênicas realizam a conversão limpa do poluente a biogás (Barros, 2017).

Neste contexto, por meio dos resultados relatados na literatura pode-se observar que o soro de leite é um resíduo da indústria de laticínios altamente poluente e o objetivo deste trabalho é propor o uso de biodigestores para redução da carga poluente por meio da biodigestão anaeróbia e ao mesmo tempo utilizar o biogás como fonte de energia.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O soro de leite foi fornecido pelo Laticínio Vale do Ipê Ltda, que fica na Estrada Ouro Branco-Marimbondo, Km 7, S/N, Zona Rural, Comunidade Água Limpa, na cidade de Ouro Branco – MG. O tipo de soro fornecido pelo Laticínio é o do tipo doce (acidez titulável: 0,10 a 0,20%; pH: 5,8 a 6,5).

O inóculo utilizado como fonte de micro-organismos foi o estrume bovino coletado em pastagens da zona rural da cidade de Ouro Branco – MG.

Para avaliar as variáveis inóculo (% m/v) e soro de leite (% v/v) na produção de biogás (mL) foi realizado um planejamento estatístico 2<sup>2</sup> e triplicata no ponto central, totalizando 07 ensaios conforme apresentado na Tabela 1. A metodologia de superfície de resposta foi utilizada para determinar a influência das variáveis estudadas na produção do volume de biogás.

Tabela 1 – Planejamento experimental variando a concentração de inóculo (% m/v) e soro de leite (% v/v) nos ensaios que correspondem aos biodigestores. Fora dos parênteses estão as variáveis reais e entre parênteses estão as variáveis codificadas.

<b>Ensaio</b>	<b>Inóculo (% m/v)</b>	<b>Soro de leite (% v/v)</b>
1	5 (-1)	10 (-1)
2	15 (+1)	10 (-1)
3	5 (-1)	50 (+1)
4	15 (+1)	50 (+1)
5	10 (0)	30 (0)
6	10 (0)	30 (0)
7	<u>10 (0)</u>	<u>30 (0)</u>

Na Figura 1 é mostrado o aparato experimental composto pelos biodigestores, câmara de armazenamento de biogás e proveta para monitoramento do volume de água expulso das câmaras que correspondem ao volume de biogás produzido.



Figura 1 - Aparato experimental composto por 07 biodigestores mantidos à temperatura de 38°C conectados às suas respectivas câmaras de armazenamento de biogás e provetas para medição dos volumes de biogás produzido em cada biodigestor.

A variável resposta, volume de biogás foi analisada estatisticamente com auxílio do software STATISTICA 7.0.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 é mostrado o volume total de biogás produzido nos biodigestores durante 07 dias de biodigestão.

Tabela 2 – Volume total de biogás produzido nos biodigestores durante 07 dias sob temperatura de 38°C.

<b>Ensaio</b>	<b>Inóculo (% m/v)</b>	<b>Soro de leite (% v/v)</b>	<b>Volume de biogás (mL)</b>
1	5 (-1)	10 (-1)	150
2	15 (+1)	10 (-1)	40
3	5 (-1)	50 (+1)	98
4	15 (+1)	50 (+1)	0
5	10 (0)	30 (0)	88
6	10 (0)	30 (0)	114
7	10 (0)	30 (0)	101

Por meio da tabela de análise de variância, a qual não foi incluída neste trabalho chegou-se a um valor de F calculado  $F_{calc} = 21,32$  maior que o F tabelado  $F_{tab} = 19,25$  e  $R^2 = 0,98$ . Tais resultados nos permite concluir que os dados são estatisticamente significativos e preditivos ao nível de significância considerado ( $p < 0,05$ ), ou seja 95% de confiança.

Na Figura 2, pode-se observar as estimativas dos efeitos das variáveis inóculo e soro de leite na produção de biogás. A variável inóculo teve um efeito significativo a  $p < 0,05$  cujo efeito foi negativo, ou seja, quanto maior a quantidade de inóculo, menor foi a produção de biogás. Pode-se também observar que a variável soro de leite teve um efeito negativo, entretanto, esse efeito não foi significativo ao nível de significância considerado  $p < 0,05$ .

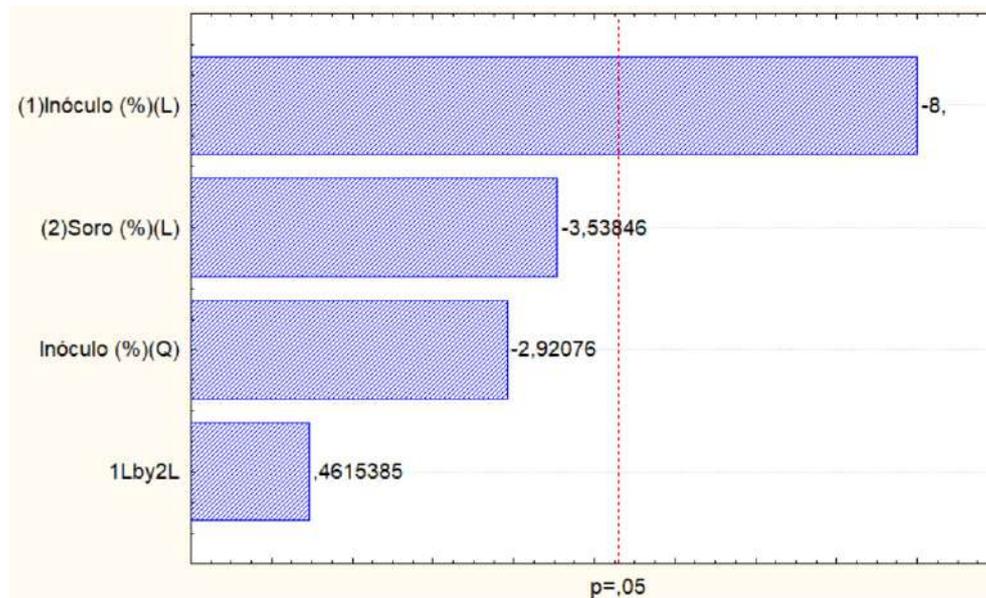


Figura 2 – Diagrama de Pareto com a estimativa dos efeitos das variáveis inóculo e soro de leite.

Na Figura 3 pode-se observar a superfície de resposta em que os pontos centrais são mostrados como a maior produção de biogás e os outros pontos com menor produção à medida que se aproximam principalmente da região de muito inóculo (%) e muito soro (%).

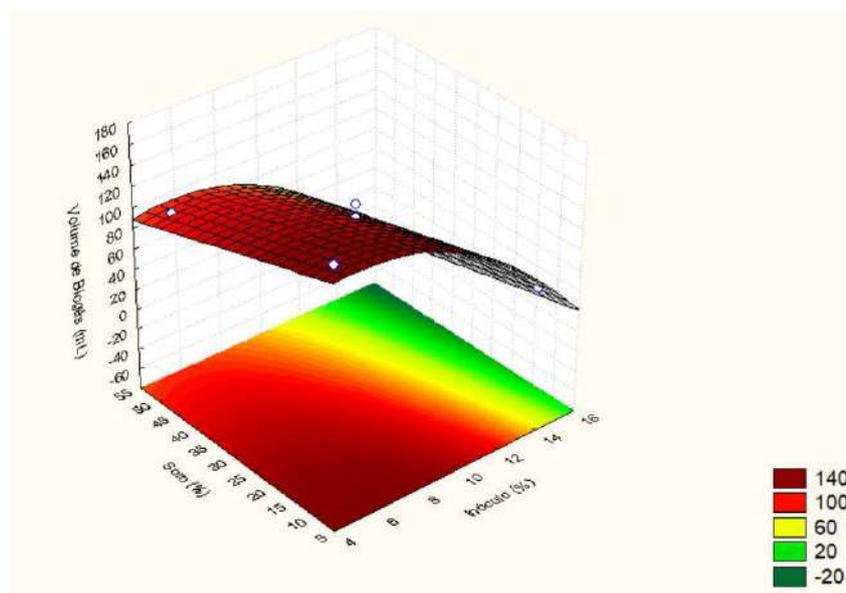


Figura 3 – Superfície de resposta com a influência das variáveis soro (%) e inóculo

(%) na produção de biogás (mL).

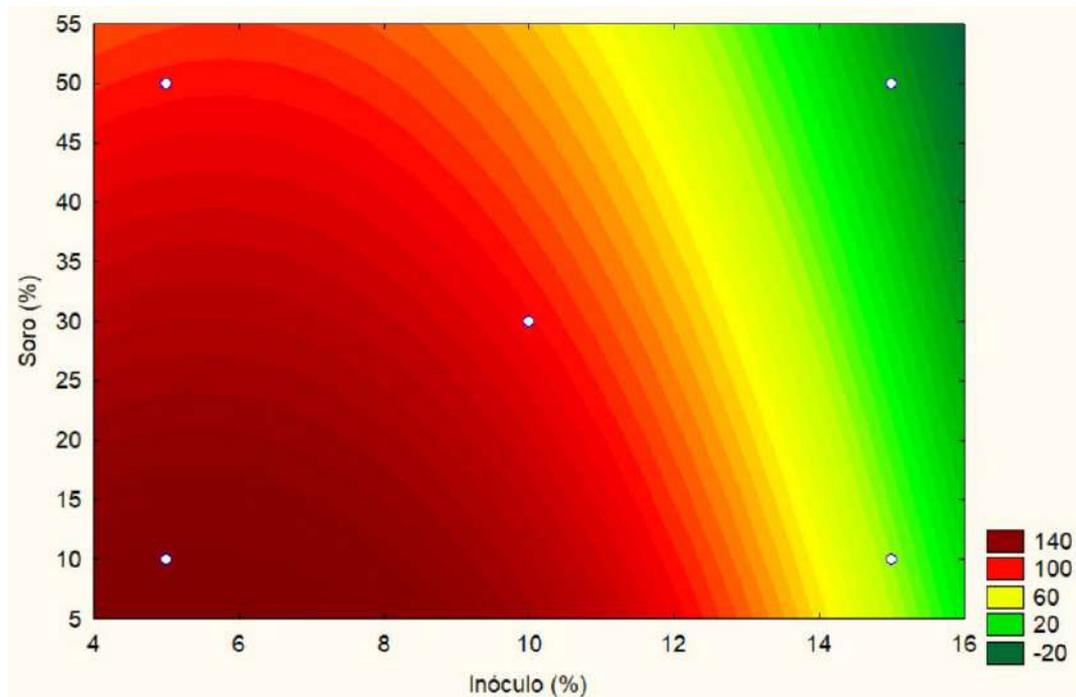


Figura 4 – Curva de contorno com a influência das variáveis soro (%) e inóculo (%) na produção de biogás (mL).

As maiores produções de biogás foram obtidas nos pontos centrais do planejamento e nas menores concentrações de soro e inóculo (Figuras 3 e 4).

Os resultados indicam uma produção maior de biogás quando o nível de inóculo era mínimo ou próximo do ponto central. Esse efeito pode ser explicado pelo fato de os microrganismos ali presentes no inóculo não terem tanta competição pelo substrato, soro de leite, conseguindo assim um menor tempo na fase de adaptação (LAG), obtendo mais biogás antes de iniciar a fase de desaceleração e morte. Por outro lado, no ensaio 3 pode-se inferir que a concentração elevada de substrato ocasionou uma mudança na constante de equilíbrio da reação induzindo um efeito negativo na produção de biogás. O ensaio 4 demonstra que pode ter ocorrido uma falha humana no andamento desse ensaio, podendo ter ocorrido vazamento do biogás, contaminação com outros microrganismos que podem ter inibido o crescimento dos micróbios de interesse para produção de biogás.

#### 4 CONCLUSÃO

O estudo confirmou que é possível ter uma produção de biogás considerável a partir de efluentes da indústria de laticínios e estrume bovino, demonstrando uma forma sustentável de produção bioenergética. Ademais, pode-se tratar esse efluente altamente poluente pelo fato de os microrganismos ali presentes utilizarem sua carga orgânica para produção do biogás como visto na literatura. Em estudos futuros buscaremos aumentar a eficiência da produção de biogás variando a concentração de inóculo e soro do leite próximas do ponto central observado nesse estudo e analisar os efluentes sob a ótica de seu tratamento (DBO, DQO, turbidez e teor de lactose).

#### REFERÊNCIAS

**BARROS, V. G. PRODUÇÃO DE METANO DE VINHAÇA COM SUPLEMENTAÇÃO DE TORTA DE FILTRO EM REATORES UASB EM SÉRIE, MESOFÍLICOS E TERMOFÍLICOS: DESEMPENHO DO PROCESSO E DIVERSIDADE MICROBIANA.** 2017. 140 f. Tese (Doutorado) - Curso de Microbiologia Agropecuária, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp, Jaboticabal - SP, 2017.

GONZÁLEZ SISO, M. I. The biotechnological utilization of cheese whey: a review. **Bioresource Technology**, [S.L.], v. 57, n. 1, p. 1-11, jul. 1996. Elsevier BV.

POPPI, F. A.; COSTA, M.R.; RENSIS, C. M. V. B.; SIVIERI, K. Soro de Leite e Suas Proteínas: Composição e Atividade Funcional, **Journal of Health Sciences**, v. 12, n. 2, p. 31-37, 2010.



## MICROESFERAS À BASE DE FIBROÍNA EXTRAÍDA DA SEDA PARA ENCAPSULAMENTO DE FÁRMACOS: SÍNTESE E ESTUDO CINÉTICO DE LIBERAÇÃO

JÉSSICA DRIELLE FODRA; MAURÍCIO CAVICCHIOLI

**INTRODUÇÃO:** A busca por novos biomateriais tem encontrado novas fontes na natureza. A fibroína, uma das duas proteínas constituintes da seda produzida pelo "bicho-da-seda" (*Bombyx mori* L.) e vem sendo explorada como biomaterial devido a diversas características como biocompatibilidade, propriedades mecânicas adequadas, degradabilidade, processabilidade e indução do crescimento celular. As microesferas à base de proteínas extraídas da fibroína visa novos sistemas de entrega de medicamentos devido à sua biocompatibilidade, biodegradabilidade e suas propriedades ajustáveis de carregamento e liberação de medicamentos. **OBJETIVO:** Neste projeto pretende-se preparar micropartículas esféricas de fibroína para encapsulação do fármaco ibuprofeno e realizar estudos cinéticos de liberação do fármaco das microesferas fibroína e poli(álcool vinílico) (PVA) em solução fisiológica. **METODOLOGIA:** Primeiramente a fibroína foi extraída dos casulos do bicho-da-seda e obtida na forma de solução. O processo de preparação das microesferas foi realizado a partir da mistura de solução de fibroína (5% m/V) e PVA (5% m/V), na proporção 1/4 e deixando-se a solução secar para formação de um filme contendo as microesferas. Estas foram lavadas e centrifugadas. As partículas com fármacos foram preparadas pela mesma metodologia, mas adicionando-se 60 mg de fármaco na mistura líquida. **RESULTADOS:** As microesferas obtidas e caracterizadas através de microscopia e apresentam formatos bem regulares com pouca variação no tamanho (média de 2.0 µm de diâmetro). Os ensaios de cinética de liberação revelaram que o fármaco continua sendo liberado em solução fisiológica por períodos superiores a 20 dias e não ocorrem picos de liberação abrupta. **CONCLUSÃO:** A fibroína de seda facilita o encapsulamento de fármacos, tornando a liberação de fármacos controlável, uma vez que a eficácia e a distribuição do carregamento das moléculas do fármaco nas microesferas decorreram de sua hidrofobicidade e carga. Com a escolha do ibuprofeno, que é um fármaco hidrofóbico e que apresenta maior afinidade química com a estrutura proteica da fibroína, o perfil de liberação é mais lento. Devido ao fato de a cinética de liberação ser muito lenta os fármacos indicados para o uso com este sistema aqueles de baixa dosagem como hormônios, para um potencial uso em implantes intradérmicos de longa duração.

**Palavras-chave:** Liberação de fármacos, Micropartículas poliméricas, Poli(álcool vinílico), Ibuprofeno, Biomateriais.



## SELEÇÃO DE LEVEDURAS ISOLADAS DO MEL DO CACAU PARA PRODUÇÃO EXOPOLISSACARÍDEOS EM GLICEROL BRUTO COMO SUBSTRATO

MATEUS BARRETO FONSECA CORTES; MARCIA LUCIANA CAZETTA

### RESUMO

Os exopolissacarídeos (EPS) microbianos são muito importantes devido às suas propriedades funcionais, com utilidade nos mais diversos setores industriais. As leveduras vêm ganhando destaque na produção de EPS, devido às elevadas produções e propriedades do seus EPS como espessantes, flocculantes, anticoagulantes, anticolesterolêmicos, entre muitas outras aplicações. Entretanto, os custos de produção ainda são elevados, tornando necessário o isolamento e estudo de produção de EPS por novas cepas isoladas do ambiente. O cacau apresenta uma microbiota rica e variada, composta principalmente de leveduras, bactérias lácticas e bactérias acéticas sendo, portanto, um bom substrato para bioprospecção microbiana. O glicerol bruto, por sua vez, sendo um subproduto da indústria de biocombustíveis produzido em grande quantidade, pode ser uma boa fonte de carbono para produção de EPS por leveduras com baixo custo. Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar a produção de EPS por 7 (sete) leveduras isoladas do mel cacau usando glicerol bruto a 5% como substrato. Os isolados foram cultivados em fermentação submersa, agitação de 130 rpm e  $25 \pm 2$  °C durante 96h. Após centrifugação, a biomassa foi separada do sobrenadante e utilizada para avaliação do crescimento celular por espectrofotometria (D.O.600nm). Do sobrenadante, os EPS foram precipitados com etanol absoluto em freezer durante 24 h e, em seguida, foi separado por centrifugação, seco em estufa a 80 °C até atingir peso constante e a produção foi determinada por gravimetria. Dentre os isolados, duas leveduras se destacaram na produção de EPS, a LMC07, com 1 g/L, e a LMC02, com cerca de 0,5 g/L. Os melhores crescimentos foram observados nos isolados LMC07, LMC06 e LMC02, com D.O. de 31,88, 24,68 e 17,42, respectivamente. Esses resultados demonstram um bom potencial desses isolados para produção de EPS em glicerol bruto.

**Palavras-chave:** fungos; biopolímeros; subprodutos industriais; extrato de fruta; fermentação

### 1 INTRODUÇÃO

O mel do cacau é descrito como um líquido levemente viscoso, amarelado e de sabor adocicado obtido por meio da prensagem da polpa do cacau, sendo constituído de 10 a 18 % de açúcares, 0,77% a 1,52% de ácidos não voláteis e 0,9% a 2,5% de pectina (DONATTI et al., 2021; GUIRLANDA et al., 2021).

O interesse pelo mel do cacau vem crescendo na indústria alimentícia, pois esse suco vem sendo muito utilizado na produção de néctares e bebidas, entre outros produtos. Santos et al. (2014) desenvolveram uma geleia dietética com mel do cacau que se mostrou bastante viável e com boas características sensoriais e nutricionais. Leite et al. (2019) conseguiram utilizar com sucesso o mel de cacau na produção de um fermentado alcoólico com a levedura *Saccharomyces cerevisiae* AWR1726.

Há milênios o ser humano se utiliza das leveduras em processos fermentativos para produção de alimentos e bebidas, existindo relatos históricos de bebidas fermentadas na China em 7000 a.C. (MAFRA et al., 2006). Atualmente, as leveduras são utilizadas nos mais diversos

tipos de processos fermentativos, desde a produção de alimentos e bebidas até medicamentos, biocombustíveis, enzimas, pigmentos, entre muitos outros (CARVALHO et al., 2006). Isso se deve à sua alta capacidade fermentativa, versatilidade metabólica, baixo risco de contaminação ambiental e baixa nocividade à saúde humana (EL-GHWAS et al., 2021; HUY et al., 2022).

Dentre os produtos de interesse pelo mercado estão também os polissacarídeos, biopolímeros que são atrativos para setores como farmacêutico, alimentício e de cosméticos devido às suas características organolépticas e funcionais. Os polissacarídeos são polímeros de carboidratos encontrados nos mais diversos organismos como plantas, animais e microrganismos, sendo formados por monômeros unidos por ligações o-glicosídicas e caracterizam 90% dos carboidratos da natureza. Os polissacarídeos microbianos sintetizados e excretados para o meio extracelular são denominados exopolissacarídeos (EPS), podendo ser solúveis e insolúveis (YLDIZ; KARATAS, 2018; CHAISUWAN et al., 2020; RANA et al., 2020).

Atualmente, os EPS produzidos por microrganismos estão sendo considerados substitutos potenciais para os polissacarídeos de origem vegetal, uma vez que é possível controlar as condições ambientais para sua produção, sem depender dos fatores climáticos naturais. Além disso, os EPS microbianos possuem características físico-químicas consideradas até superiores a gomas oriundas de fontes vegetais (ARANDA-SELVERIO et al., 2010).

Entretanto, o custo-benefício da produção microbiana de EPS ainda é desfavorável e, por isso, continua sendo importante isolar e estudar microrganismos de diferentes fontes ambientais na tentativa de encontrar cepas com elevado potencial de produção. Além disso, como forma de redução de custos, o emprego de subprodutos agroindustriais pode ser vantajoso. O glicerol, por exemplo, é um subproduto adquirido pela produção de biodiesel através do processo de transesterificação. O glicerol é um tri-álcool com 3 carbonos, denominado 1,2,3-propatriol, que não possui cheiro nem cor e é levemente viscoso, podendo ser adquirido de fontes naturais ou petroquímicas, sendo comercialmente conhecido como glicerina (BEATRIZ et al., 2011).

Todavia, durante o processo de transesterificação é obtido o glicerol bruto, que possui diversas impurezas como sabão, álcoois, metanol, triacilgliceróis, ácidos graxos livres, sais, ésteres e metais (KUMAR et al., 2019; ADAMES et al., 2021). A purificação do glicerol bruto, especialmente para produtores de biodiesel de pequeno e médio porte, não é economicamente viável. Por isso, é importante desenvolver uma estratégia eficiente e economicamente viável de conversão do glicerol bruto em produtos com valor agregado (VIVEK et al., 2017; KUMAR et al., 2019). Diante deste contexto, o objetivo deste trabalho foi estudar o uso do glicerol bruto como substrato para produção de EPS por leveduras isoladas do mel do cacau.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### Microrganismos e condições de cultivo

Foram estudadas 7 (sete) leveduras isoladas de amostras de mel do cacau adquiridas no comércio da cidade de Cruz das Almas, denominadas com os códigos LMC (Leveduras do Mel do Cacau): LMC02, LMC06, LMC07, LMC08, LMC10, LMC13 e LMC16. Os isolados foram incubados em Placas de Petri contendo meio Sabouraud Dextrose Agar e mantidos a  $25 \pm 2$  °C por 48 horas.

### Preparo dos meios de pré-inóculo, inóculo e fermentação

Após o crescimento em Placas de Petri, foram retiradas duas alçadas de células, transferidas para o meio de pré-inóculo e incubado a  $25 \pm 2$  °C por 24 horas. Em seguida, foram

transferidos 10% do pré-inóculo para o meio de inóculo em frascos de Erlenmeyer de 125 ml contendo 25 mL de meio, onde a glicose foi substituída pelo glicerol a 5%, e incubados em agitação de 130 rpm e 25 °C±2 °C por 24 horas (Tabela 1).

Para estudar a biossíntese de EPS foram transferidos 10% do inóculo para frascos de Erlenmeyer de 125 ml contendo 25 ml de meio de fermentação com glicerol bruto a 5% (Tabela 1). Os frascos foram incubados a 130 rpm e 25 °C por 96 horas. Todos os ensaios foram realizados em triplicata.

**Tabela 1:** Composição dos meios de cultura para produção de EPS pelas leveduras isoladas do mel do cacau.

Composição (%)	Pré-inóculo	Inóculo e Fermentação
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,1	0,2
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0,05	0,1
MgSO <sub>4</sub> × 7H <sub>2</sub> O	0,025	0,05
CaCl <sub>2</sub>	0,005	0,01
NaCl	0,005	0,01
Extrato de levedura	0,05	0,1
Glicose	5	-
<u>Glicerol bruto</u>	=	<u>5</u>

#### Determinação do crescimento celular

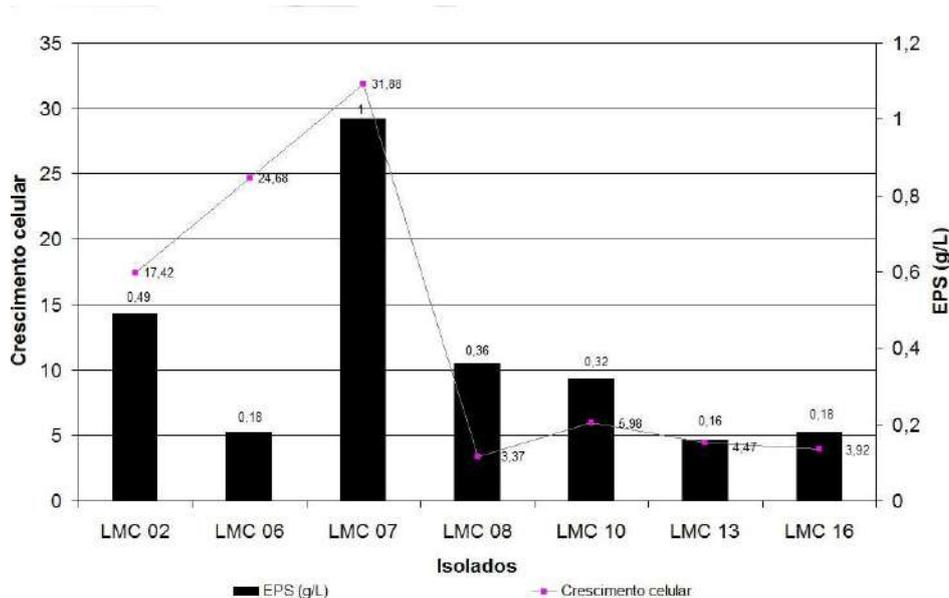
Após 96 horas de fermentação, as amostras foram centrifugadas a 5000 rpm/ 10 °C por 20 minutos para a separação da biomassa e do sobrenadante. A biomassa foi ressuspensa em água destilada para determinação do crescimento celular por densidade ótica a 600 nm.

#### Determinação do teor de exopolissacarídeos (EPS)

Ao sobrenadante foram adicionados 25 ml de etanol absoluto (mesmo volume do meio de fermentação) e mantidos no freezer por 24 horas para separação dos EPS na forma de precipitados. Em seguida, foi feita a centrifugação a 5000 rpm e 10 °C/ 20 minutos para separação do precipitado. A produção dos EPS foi determinada por diferença de peso após secagem em estufa a 80 °C até obtenção do peso constante. Todos os ensaios foram realizados em triplicata.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O glicerol bruto não foi um bom substrato para a produção de EPS para a maioria dos isolados, ficando abaixo de 0,4 g/L. Entretanto, dentre os 7 isolados estudados, a levedura LMC07 apresentou uma boa produção, com cerca de 1,0 g/L, seguida por LMC02, com produção de, aproximadamente, 0,5 g/L de EPS (Figura 1).



**Figura 1:** Produção de EPS (g/L) e crescimento celular (D.O.600 nm) após 96 h de cultivo em glicerol 5%, por leveduras isoladas o mel do cacau.

O isolado LMC07 também foi o que mais cresceu no meio contendo glicerol bruto a 5%, apresentando D.O. de 31,88, seguido dos isolados LMC06 e LMC02 com D.O. de 24,68 e 17,42, respectivamente (Figura 1). O isolado LMC07 apresentou, como características morfológicas, colônias de cor vermelha, bastante mucosas, o que caracteriza a presença de EPS. A cor avermelha pode indicar a presença de pigmentos carotenoides, entretanto, o EPS produzido por esta cepa apresentou cor branca, o que é um indicativo de que o pigmento é uma característica apenas da colônia.

Além da levedura LMC07, para os isolados LMC02, LMC13 e LMC16 a produção de EPS acompanhou o crescimento celular, entretanto, para os isolados LMC06, LMC08 e LMC10 o crescimento celular foi inversamente proporcional à produção de EPS. Os exopolissacarídeos são metabólitos secundários, ou seja, não são essenciais para a sobrevivência do microrganismo, sendo produzidos em condições de estresse para proteção celular, portanto, condições favoráveis para o crescimento celular são, muitas vezes, desfavoráveis para a sua síntese. O mesmo comportamento foi descrito para a levedura *Cryptococcus laurentii* SD7 em melaço de cana-de-açúcar, cujo crescimento celular atingiu a fase estacionária em 48 h, mas a produção de EPS continuou se elevando até 168 h (SILVA et al., 2022).

O teor de EPS obtido pelo isolado LMC07 foi bastante expressivo quando comparado com a produção por outras leveduras. Para *Candida famata* o glicerol também foi uma boa fonte de carbono, com produção de 1,2 g/L de EPS após 96 h. Para *C. guilliermondii*, entretanto, não foi um bom substrato, produzindo apenas 0,76 g/L no mesmo período de tempo, o que representa apenas 25% da produção obtida com maltose (GIENKA et al., 2016). Ragavan et al. (2019) relataram que a levedura *Lipomyces starkei* VIT-MN03 produziu 4,87g/L de EPS, mas em condições otimizadas e utilizando de sacarose 2% como fonte de carbono. Yildiran et al. (2019) descreveram a produção de 2,6 g/L de EPS levedura *Rhodotorula glutinins* utilizando 0,1% de glicose. Entretanto, nesses trabalhos houve otimização das condições de cultivo, onde temperatura, pH, sais e, até mesmo, as fontes de carbono foram colocadas na proporção ideal para a síntese de EPS. Além disso, o glicerol é um substrato metabolicamente mais pobre do que açúcares como sacarose e glicose, indicando que o isolado LMC07 tem bom potencial para produção de EPS.

O glicerol bruto é uma fonte alternativa e de baixo custo para a produção de EPS, pois trata-se de um coproduto da produção de biocombustíveis. É um material produzido em larga

escala, uma vez que 10% da produção de biocombustíveis corresponde ao glicerol bruto, gerando grandes estoques deste material. Estima-se que em 2021 foram produzidas quase 700 mil toneladas de glicerol bruto, sendo que apenas metade desta produção foi destinada à exportação (EPE, 2022). Utilizar o glicerol bruto para processos fermentativos, além de evitar que seja descartado de forma inadequada no meio ambiente, pode agregar valor a este subproduto, fechando o ciclo da economia circular.

#### 4 CONCLUSÃO

O glicerol bruto mostrou-se um bom substrato para a produção de EPS por dois isolados de leveduras do mel do cacau, especialmente considerando-se que se trata de um subproduto do agronegócio, e não sofreu nenhum processo de purificação prévia. Das sete leveduras estudadas, quatro apresentaram bom crescimento, mostrando que o glicerol forneceu energia suficiente para o metabolismo celular e crescimento microbiano dessas cepas.

#### REFERÊNCIAS

ADAMES, L. V.; PIRES, L. P.; ADORNO, M. A. T.; MAINTINGUER, S. I. Produção de hidrogênio em reator anaeróbico de fluxo contínuo utilizando glicerol bruto oriundo da produção de biodiesel. **Revista Matéria**, v. 26, n. 2, jan. 2021.

ARANDA-SELVERIO, G.; PENNA, A. L. B.; CAMPOS-SÁS, L. F.; JUNIOR, O. S.; VASCONCELOS, A. F. DALBERTO.; SILVA, M.L. C; LEMOS, E. G. M.; CAMPANHARO, J. C. Propriedades reológicas e efeito da adição de sal na viscosidade de exopolissacarídeos produzidos por bactérias do gênero *Rhizobium*. **Química Nova**, v. 33, n. 4, p. 895–899, mar. 2020.

BEATRIZ, A.; ARAÚJO, Y. J. K.; LIMA, D. P. DE. Glicerol: um breve histórico e aplicação em sínteses estéreo-seletivas. **Química Nova**, v. 34, n. 2, p. 306–319, dez. 2011

CARVALHO, G. M.; BENTO, C.; SILVA, J. Elementos biotecnológicos fundamentais no processo cervejeiro: 1ª Parte – As Leveduras. **Revista Analítica**, v. 25, p. 36-42, 2006.

CHAI SUWAN, W.; JANTANASAKULWONG, K.; WANGTUEAI, S.; PHIMOLSIRIPOL, Y.; CHAIYASO, T.; TECHAPUN, C.; PHONGTHAI, S.; YOU, S.; REGENSTEIN, J.M.; EESURIYACHAN, P. Microbial exopolysaccharides for immune enhancement: Fermentation, modifications and bioactivities. **Food Bioscience**, v. 35, 100564, mar. 2020.

DONATTI, J. K.; SOUZA, M. V. F.; PAIXÃO M. V. S.; REZENDE, J. A; SOUZA, J. M.; SOUZA, A. H. N.; LOCATELLI, A. R; SANTOS, T. L. Aproveitamento do subproduto “Mel de Cacau” para produção de bebida alcoólica fermentada. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 6, p. 57956–57970, jun. 2021.

EL-GHWAS, D.E.; ELKHATEEB, W.A.; AKRAM, M.; DABA, G.M. Yeast as biotechnological tool in food industry. **Yeast as Biotechnological Tool in Food Industry**, v. 5, n. 2, jul. 2021.

EPE-Empresa de Pesquisa Energética. **Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis-Ano 2021**. Nota Técnica. 2022, pp. 81.

GUIRLANDA, C. P.; SILVA, G. G. DA; TAKAHASHI, J. A. (2021). Caracterização, atributos e potencial de mercado do mel de cacau. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, e41410413994, abr. 2021.

GIENTKA, I.; BZDUCHA-WRÓBEL, A.; STASIAK-RÓŻAŃSKA, L.; BEDNARSKA, A. A.; BŁAŻEJAK, S. The exopolysaccharides biosynthesis by *Candida* yeast depends on carbon sources. **Electronic Journal of Biotechnology**, v. 22, 31-37, mai. 2016.

HUY, D.T.N.; MAHMUDIONO, T.; TRUNG, N.D.; HACHEM, K.; HUSSEIN, A.R.; HAFSAN, H.; WIDJAJA, G.; BOKOV, D.; DHAMIJA, D.; KADHIM, M.M. The role of fat-producing yeasts in reducing food industry waste. **Food Science and Technology**, v. 42, e112221, dez. 2022.

KUMAR, L. R.; YELLAPU, S. L.; TYAGI, R. D.; ZHANG, X. A review on variation in crude glycerol composition, bio-valorization of crude and purified glycerol as carbon source for lipid production. **Bioresource Technology**, v. 293, 122155, dez. 2019.

LEITE, P. B.; MACHADO, W. M.; GUIMARÃES, A. G.; CARVALHO, G. B. M.; MAGALHÃES-GUEDES, K. T. DRUZIAN, J. I. Cocoa's residual honey: physicochemical characterization and potential as a fermentative substrate by *Saccharomyces cerevisiae* AWRI726. **The Scientific World Journal**, v. 2019, ID 5698089, fev. 2019.

RAGAVAN, M. L.; DAS, N. Optimization of exopolysaccharide production by probiotic yeast *Lipomyces starkeyi* VIT-MN03 using response surface methodology and its applications. **Annals of Microbiology**, v. 69, p. 515–530, fev. 2019.

RANA, S.; UPADHYAY, L.S.B. Microbial exopolysaccharides: Synthesis pathways, types and their commercial applications. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 157, p. 577–583, abr. 2020.

SANTOS, C.O.; BISPO, E.S.; SANTANA, L.R.R.; CARVALHO, R.D.S. Use of “cocoa honey” (*Theobroma cacao* L) for diet jelly preparation: an alternative technology. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 3, p. 640- 648, set. 2014

SILVA, A.A.D., OLIVEIRA, J.M.; CAZETTA, M.L. Exopolysaccharide production by *Cryptococcus laurentii* SD7 using molasses and corn steep liquor as substrates. **Acta Scientiarum-Biological Sciences**, v. 44, e58543, jul. 2022.

VIVEK, N.; SINDHU, R.; MADHAVAN, A.; ANJU, A.J.; CASTRO, E.; FARACO, V.; PANDEY, A.; BINOD, P. Recent advances in the production of value added chemicals and lipids utilizing biodiesel industry generated crude glycerol as a substrate – Metabolic aspects, challenges and possibilities: An overview. **Bioresource Technology**, v. 239, p. 507-517, set. 2017.

YILDIRAN, H.; BAŞYİĞİT KILIÇG.; KARAHAN ÇAKMAKÇI, A. G. Characterization and comparison of yeasts from different sources for some probiotic properties and exopolysaccharide production. **Food Science and Technology**, 39(Suppl. 2), p. 646-653, dez. 2019.

YILDIZA, H.; NEVA KARATAS, N. Microbial exopolysaccharides: Resources and bioactive

properties. **Process Biochemistry**, v. 72, p. 41–46, jun. 2018.



## POTENCIALIDADES DO JAMBOLÃO *SYZYGIUM CUMINI* (L.) SKEELS: UMA REVISÃO DE LITERATURA

JOSÉ BRUNO DA SILVA AZEVEDO

**INTRODUÇÃO:** O jambolão pertence à família Myrtaceae, sendo nativa da Índia, Tailândia, Filipinas e Madagascar. É encontrada como árvore ornamental em diferentes regiões do Brasil. Suas folhas e frutos auxiliam no tratamento da diabetes. Devido à alta produção de frutos por árvores e a curta vida útil do seu fruto in natura, grande parte é desperdiçada na entressafra devido a demanda de poucas tecnologias no processamento dessa fruta. O suco do jambolão possui agentes antimicrobianos naturais, sendo eficazes contra patógenos bacterianos que são resistentes a drogas. **OBJETIVO:** Fazer um levantamento de literatura em alguns artigos científicos sobre a caracterização botânica e as potencialidades de *Syzygium cumini* (L.) Skeels. **METODOLOGIA:** Os artigos foram pesquisados e selecionados nas bases de dados da Web of Science, PubMed, Portal do Google Acadêmico e Electronic Library Online (Scielo). **RESULTADOS:** É uma das plantas mais utilizadas para tratar a diabetes mellitus, leishmaniose, inflamações, LDL-colesterol, HDL-colesterol, dentre outros. Uma das variedades do jambolão que pode ser encontradas no Brasil é a presença da malvidina-3-glicosídeo e a petunidina-3-glicosídeo. Suas folhas são ricas em flavonoides, alcaloides, glicosídeos, esteroides, fenóis, taninos e saponinas. A maior quantidade de antocianinas no fruto é encontrada na pele e a menor quantidade na polpa. Devido à presença de antocianinas em sua polpa, o jambolão possui néctares com intensidade na cor azul e vermelha. A casca do seu caule consegue inibir o crescimento de *Candida albicans*. Constatou-se que 500 mg/kg de extrato metanólico em 10 mg/kg de sementes de jambolão pode inibir o desenvolvimento da artrite. O método de contagem em placas de três ensaios em meio líquido de cultura bacteriana em diferentes concentrações de suco de jambolão conseguiu reduzir após 24 e 48 horas de incubação o crescimento de *Shigella flexneri*, *Staphylococcus aureus*, *Enterotoxigenic E. Coli* e *Salmonella typhi*. **CONCLUSÃO:** Diferentes partes da planta do jambolão possui diversas propriedades medicinais, farmacológicas e nutracêuticas, atribuindo diversos compostos bioativos e fenólicos, e alguns fitoquímicos que conferem atividades antimicrobianas.

**Palavras-chave:** Atividades antibacterianas, Compostos bioativos, Metabólicos secundários, Potencialidades, Propriedades.



## **AVALIAÇÃO DA PROTEÍNA BRUTA DA FARINHA DE MINHOCAS DAS ESPÉCIES EISENIA FETIDA E EISENIA ANDREI**

LICIANE OLIVEIRA DA ROSA; PAULA BURIN; GABRIEL AFONSO MARTINS; ÁLVARO RENATO GUERRA DIAS; ÉRICO KUNDE CORRÊA

**INTRODUÇÃO:** Em 2050, o crescimento populacional aumentará a demanda global de alimentos em até 70% em comparação com a demanda atual. O crescimento da população e a diminuição dos recursos contextuais exigem uma mudança de paradigma no consumo de alimentos, especialmente para a população ocidental. A introdução de fontes de alimentos mais sustentáveis, como os invertebrados, melhorará a saúde do planeta e dos seres humanos, além de apoiar o desenvolvimento socioeconômico. Entre eles estão os invertebrados terrestres. Um alimento a base de minhoca promissora em questões nutricionais, é a farinha de minhoca. Em pesquisas com alimentos para o consumo humano derivados de minhoca, os resultados revelam que esse alimento fornece aos nossos organismos vitaminas essenciais ao nosso corpo, auxilia no estímulo, equilíbrio bioquímico das funções vitais, na terapia de *parkison*, tratamento de hipotireoidismo e terapia de sono. Ademais, a farinha tem a propriedade de fortalecer músculos e ossos, sem acumular colesterol. Estudos com as minhocas relataram que o teor de aminoácidos essenciais foi superior ao recomendado pela FAO. **OBJETIVO:** Avaliar a proteína bruta da farinha de minhoca das espécies *Eisenia fetida* e *Eisenia andrei*. **METODOLOGIA:** 50 minhocas de cada espécie foram separadas, lavadas e posteriormente foram colocadas em recipientes com água destiladas por um período de 2 horas para lavagem do trato intestinal. A farinha de minhoca foi obtida por secagem em estufa e foram trituradas de forma manual. Após, as amostras de farinha de minhoca foram submetidas à esterilização em autoclave a 121 °C por 20 min para tornar o produto seguro. Para obtenção da proteína bruta, foi feito o teor de nitrogênio total pelo método Kjeldahl e posteriormente o valor de nitrogênio total foi multiplicado por 6,25 se obtendo a proteína bruta. **RESULTADOS:** A farinha das duas espécies de minhoca apresentaram alto teor de proteína bruta, sendo a espécie *Eisenia andrei* com o maior percentual de 61% e a farinha de minhoca da espécie *Eisenia fetida* teve um percentual de 53,95%. **CONCLUSÃO:** A farinha de minhoca produzida nesta pesquisa constatou possuir alto teor de proteína bruta, podendo ser utilizada futuramente como fonte não convencional de proteína.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade, Invertebrados, Fonte de proteína, Oligoqueta, Demanda global.



## AValiação DO EFEITO ANTIFÚNGICO DA QUITOSANA NA PROPAGAÇÃO *IN VITRO* DO BAMBU GUADUA

GUSTAVO RUBENS DE CASTRO TORRES

### RESUMO

O bambu guadua possui alto valor comercial e ambiental e, portanto, necessidade de pesquisa sobre propagação *in vitro* cujas técnicas são opção ao atendimento da demanda de mudas para estabelecimento de plantios comerciais, mas apresenta a contaminação microbiana como fator limitante. Trabalhos destacam eficácia na redução da contaminação na micropropagação de espécies de bambu a partir de fungicidas e antibióticos. No entanto, se faz necessário testar produtos de baixa toxicidade ao ser humano e ambiente. O estudo teve como objetivo avaliar o efeito antifúngico da quitosana adicionada em diferentes concentrações ao meio de cultivo MS na fase de estabelecimento da propagação *in vitro* do bambu guadua por microestacas. A pesquisa foi realizada com a condução em delineamento inteiramente casualizado por 14 dias de dois experimentos independentes a partir de explantes mantidos em meio de cultivo MS semissólido acrescido ou não com diferentes concentrações de quitosana: 0, 50, 100, 150 e 300 mg L<sup>-1</sup> no primeiro experimento e 0, 300; 400 e 500 mg L<sup>-1</sup>, no segundo. Verificou-se em ambos que o número médio de explantes contaminados por fungo em tratamentos cujo meio de cultivo recebeu a adição de quitosana não diferiu significativamente daquele no qual a quitosana estava ausente e o mesmo foi observado no caso do número médio de explantes com gemas necrosadas, com gemas brotadas, e em relação ao tamanho médio do maior broto. As concentrações de quitosana testadas não tiveram efeito sobre a redução da contaminação fúngica ou desenvolvimento de explantes na fase de estabelecimento da propagação *in vitro* do bambu guadua.

**Palavras-chave:** Controle; Fungos; Contaminantes; Micropropagação; *Guadua angustifolia*.

### 1 INTRODUÇÃO

O Brasil, dentre os países das Américas, é considerado como destaque em relação às potencialidades de exploração do bambu por possuir maior diversidade de espécies e mais alto índice de florestas endêmicas da gramínea da América Latina. Dentre 19 espécies de bambu apontadas como prioritárias pelo International Network for Bamboo and Rattan (INBAR), guadua (*Guadua angustifolia* Kunth) possui alto valor para comercialização, indústria rural e regeneração ambiental, porém com alta necessidade de pesquisa sobre propagação *in vitro* (TORRES; LEMOS, 2017).

A propagação do bambu por métodos vegetativos tradicionais visando o estabelecimento de plantios comerciais, é cara e de baixo rendimento, no entanto, as técnicas de propagação *in vitro* se destacam como opção vantajosa para atender a demanda de mudas, porém, apresentam como fator limitante a contaminação microbiana (TORRES; HOLLOU; SOUZA, 2016).

Diferentes protocolos publicados apontam alcance na redução da contaminação microbiana na propagação *in vitro* de espécies de bambu por métodos químicos como: a)

desinfestação de explantes em soluções de etanol, hipoclorito de sódio e cloreto de mercúrio, isoladas ou em combinação, em diferentes concentrações e intervalos de tempo no pré-tratamento; b) imersão dos explantes, no pré-tratamento, em solução de fungicidas e antibióticos e; c) desinfestação com etanol, hipoclorito de sódio, hipoclorito de cálcio ou cloreto de mercúrio e posterior deposição em meios de cultivo contendo fungicidas (TORRES; LEMOS, 2017).

A contaminação na micropropagação provém de microrganismos epifíticos e endofíticos, razão pela qual produtos antimicrobianos com ação superficial não garantem a assepsia do material. Some-se a isso o fato de trabalhar com produtos que oferecem riscos à saúde e ao meio ambiente, e a possibilidade de microrganismos se tornarem resistentes. Assim, é necessário testar técnicas alternativas de controle com ação sobre um amplo espectro de microrganismos, sem o uso de produtos químicos (TORRES *et al.*, 2019).

Novas alternativas para o controle de microrganismos têm sido investigadas como é o caso dos biopolímeros dentre os quais se destaca a quitosana, um mucopolissacarídeo linear de baixo custo, com características de atoxicidade, biocompatibilidade e biodegradabilidade. Na agricultura, a quitosana tem desempenhado diversas funções, como, a proteção das plantas contra pragas e doenças antes e após a colheita, melhoria da ação de microrganismos antagonistas e controles biológicos, melhorar as interações benéficas entre plantas e microrganismos simbióticos; e regular o crescimento e desenvolvimento das plantas (LIMA; BONILLA; LUCENA, 2022)

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito antifúngico da quitosana adicionada em diferentes concentrações ao meio de cultivo MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962) na fase de estabelecimento da propagação *in vitro* do bambu guadua por microestacas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Pesquisas Aplicadas à Biofábrica – LAPAB do Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste - CETENE a partir da condução de dois experimentos independentes como parte integrante das atividades realizadas pelo autor, bolsista BCT nível 1 (nº de processo BCT-0365-5.01/17) e orientador do projeto de inovação intitulado “Micropropagação *in vitro* de *Guadua angustifolia* a partir de microestacas para produção massal de mudas” aprovado pelo edital FACEPE 02/2017 - Apoio a Projetos de Pesquisa do Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste - CETENE sob nº de processo APQ-0039- 5.01/17.

**Experimento 1** – Avaliação do efeito antifúngico da quitosana adicionada nas concentrações 0, 50, 100, 150 e 300 mg L<sup>-1</sup> em meio de cultivo MS na fase de estabelecimento da propagação *in vitro* do bambu guadua por microestacas.

O experimento 1 foi lançado e conduzido em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos constituídos por 20 repetições. Cada repetição correspondeu a um explante de *G. angustifolia* com três gemas mantido por 14 dias em meio de cultivo MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962) semissólido (8,5 g de ágar L<sup>-1</sup>) com a concentração total de sais, sacarose, 8 mg L<sup>-1</sup> de PPM (Plant Preservative Mixture™, Plant Cell Technology), 50 mg L<sup>-1</sup> de ácido cítrico, 50 mg L<sup>-1</sup> de ácido ascórbico, 200 mg L<sup>-1</sup> de cloranfenicol, não acrescido de fitorregulador e suplementado ou não com quitosana comercial, de média massa molar (400.000 g mol<sup>-1</sup>) e com grau de acetilação médio entre 68-75% (Sigma-Aldrich) nas seguintes de corresponderam a cada tratamento: T<sub>1</sub>- 0 mg L<sup>-1</sup>, T<sub>2</sub>- 50 mg L<sup>-1</sup>, T<sub>3</sub>- 100 mg L<sup>-1</sup>, T<sub>4</sub>- 150 mg L<sup>-1</sup> e; T<sub>5</sub>- 300 mg L<sup>-1</sup>.

Os explantes foram obtidos a partir da coleta de microestacas correspondentes a brotos emitidos de touceiras de *G. angustifolia* oriundas da propagação *in vitro* e mantidas

no telado do Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste. As microestacas foram selecionadas com base na coloração das folhas que cobriam os nós (bege) e dos entrenós (marrom-avermelhados), colhidas cortando-se com tesoura a metade do primeiro entrenó basal surgido a partir do substrato, depositadas em becker com água, levadas ao laboratório onde tiveram o número de gemas estabelecido em três (contadas no sentido da base para o ápice) e medidas quanto ao comprimento e diâmetro.

As microestacas, agora explantes, foram depositadas em garrafa autoclavável com capacidade para 200 mL onde acrescentou-se 200 mL de água destilada não estéril com duas gotas de Tween 20 e manteve-se sob agitação por 30 min, quando ao término foram enxaguadas em água destilada não estéril. Em seguida foram imersas em 200 mL de solução de 4 mL L<sup>-1</sup> de Derosal 500 SC<sup>®</sup> (suspensão concentrada de CARBENDAZIM 500 g L<sup>-1</sup>, Bayer S/A) e 200 mg L<sup>-1</sup> de cloranfenicol mantida sob agitação por 1 hora com posterior enxágue em água destilada não estéril.

Os explantes foram conduzidos à câmara de fluxo laminar e procedida a imersão em 200 mL de solução de hipoclorito de sódio a 0,6% durante 10 minutos sob agitação e seguida de três enxágues consecutivos em água destilada estéril por 1 minuto. Após o último enxágue, procedeu-se o corte de 1 a 2 mm das extremidades dos explantes visando remover o tecido que ainda estivesse sob a ação do hipoclorito de sódio.

Os explantes foram então separados em cinco conjuntos de 20 unidades para compor as 20 repetições dos tratamentos testados e foram depositados individualmente em tubos de ensaio contendo o meio de cultivo MS semissólido cuja composição e suplementação quanto às diferentes concentrações de quitosana a compor os tratamentos foram citadas anteriormente.

Os tubos foram tampados, transferidos para sala de cultivo e incubados a 24 ± 2°C e fotoperíodo de 16 h sob luminosidade de 32 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, onde o experimento foi conduzido por 14 dias após a instalação, quando então foi realizada a avaliação das variáveis: necrose (número de explantes com gemas necrosadas), contaminação fúngica (número de explantes com contaminação fúngica), brotação (número de explantes com gemas brotadas) e tamanho do maior broto em centímetros. Também foi avaliada a localização do micélio no tubo e a posição do micélio sobre o explante.

Em relação à localização do micélio no tubo, três locais foram considerados: a) sobre o meio (micélio em desenvolvimento na superfície do meio de cultivo); b) no explante (micélio em desenvolvimento na superfície do explante ou na superfície deste e expandindo-se dentro do meio a uma distância máxima correspondente ao diâmetro do explante) e; c) dentro do meio (micélio em desenvolvimento no interior do meio atingindo distância superior ao diâmetro do explante). No caso da posição do micélio sobre o explante, considerou-se três locais: a) terço apical (localizado a partir da metade do entrenó entre a gema mediana e superior até o corte apical do explante); b) terço médio (localizado da metade do entrenó entre a gema superior e mediana até a metade do entrenó entre essa gema e a inferior) e; c) terço basal (situado entre a metade do entrenó entre a gema mediana e a inferior até o corte inferior do explante). Os dados de todas as variáveis foram submetidos à análise de variância e as médias transformadas em  $\sqrt{X+1}$  foram comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro sendo apresentados os valores originais.

**Experimento 2** - Avaliação do efeito antifúngico da quitosana adicionada nas concentrações 0, 300, 400 e 500 mg L<sup>-1</sup> em meio de cultivo MS na fase de estabelecimento da propagação *in vitro* do bambu guadua por microestacas

O experimento 2 diferiu do experimento 1 apenas em relação às concentrações de quitosana adicionadas ao meio de cultivo que corresponderam aos tratamentos: T<sub>1</sub>- 0 mg L<sup>-1</sup>, T<sub>2</sub>- 300 mg L<sup>-1</sup>, T<sub>3</sub>- 400 mg L<sup>-1</sup> e T<sub>4</sub>- 500 mg L<sup>-1</sup>. Neste experimento não foi avaliada a

localização do micélio no tubo ou sobre o explante.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os explantes apresentaram comprimento médio de  $6,47 \pm 1,58$  cm e diâmetro médio de  $0,90 \pm 0,19$  mm no experimento 1 e a partir dos resultados obtidos na avaliação aos 14 dias (Tabela 1) foi possível constatar que a quitosana nas concentrações testadas não teve efeito sobre a ocorrência da contaminação fúngica uma vez que não houve diferença significativa entre as médias do número de explantes contaminados nos tratamentos correspondentes aos meios de cultivo acrescidos com quitosana e o tratamento cujo meio não recebeu esta adição.

Quanto ao desenvolvimento dos explantes, não foi evidenciado efeito da quitosana. A afirmação fundamentou-se no fato de que o número médio de explantes com gemas necrosadas e com gemas brotadas, bem como o tamanho médio do maior broto não diferiu significativamente quando foram comparados os explantes mantidos em meio com a adição de quitosana nas diferentes concentrações e o no meio no qual não foi adicionada (Tabela 1).

Tabela 1 Médias\* de: explantes com gemas necrosadas (Necrose), com contaminação fúngica (Fungo) e com gema brotada (Brotação); tamanho do maior broto em centímetros (T.M.B.) e Coeficiente de Variação (C.V.) aos 14 dias após a instalação do experimento 1

Tratamentos	Necrose	Fungo	Brotação	T.M.B. (cm)
T <sub>1</sub> -0 mg L <sup>-1</sup> quitosana	10 ab	19 a	15 a	0,82 a
T <sub>2</sub> -50 mg L <sup>-1</sup> quitosana	5 b	20 a	17 a	0,91 a
T <sub>3</sub> -100 mg L <sup>-1</sup> quitosana	15 a	16 a	15 a	0,87 a
T <sub>4</sub> -150 mg L <sup>-1</sup> quitosana	6 b	20 a	15 a	1,04 a
T <sub>5</sub> -300 mg L <sup>-1</sup> quitosana	9 ab	20 a	15 a	0,76 a
C.V.(%)	16,67	6,21	13,50	26,00

\*Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo Teste de Tukey.

Thorat *et al.* (2016) ao testarem o efeito da adição de quitosana sobre a contaminação fúngica na propagação *in vitro* de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) verificaram que houve diferença significativa quanto à média de explantes contaminados quando comparou o tratamento correspondente ao meio suplementado com a maior concentração de quitosana (0,005%) em relação aos demais que receberam concentrações inferiores a deste e até em relação àquele que não recebeu quitosana. Neste tratamento de maior concentração, a contaminação correspondeu a 16,67% e no tratamento sem quitosana foi próximo a 60%. Já no presente estudo, mesmo na concentração mais elevada (300 mg L<sup>-1</sup>) a contaminação fúngica ocorreu em 100% dos explantes.

Os resultados obtidos por Thorat *et al.* (2016) e na presente pesquisa foram semelhantes no que diz respeito a não ter havido interferência da quitosana no desenvolvimento dos explantes. Os referidos autores não observaram diferença significativa na média de germinação dos explantes comparando os tratamentos que não receberam a suplementação de quitosana no meio com aqueles que receberam. O mesmo fato foi verificado no presente estudo quando se observou não haver diferenças significativas entre os tratamentos em relação ao número médio de explantes com gemas brotadas e tamanho médio do maior broto (Tabela 1).

Embora não tenha ocorrido diferença significativa entre os tratamentos quanto ao número médio de explantes contaminados por fungo, a análise da localização do micélio no

tubo possibilitou identificar que no caso do tratamento correspondente à adição de 300 mg L<sup>-1</sup> de quitosana ao meio, este apresentou número significativamente menor de micélio se desenvolvendo sobre e dentro do meio, enquanto que em relação ao desenvolvimento do micélio no explante foi significativamente maior neste tratamento em relação aos demais. Tais resultados demonstram que a adição da quitosana na maior concentração testada embora não tenha reduzido a ocorrência de contaminação fúngica, limitou o crescimento do fungo deixando-o restrito ao explante demonstrando ser um fator limitante à expansão do micélio no meio de cultivo.

A ausência de eficácia em reduzir a incidência da contaminação fúngica nos explantes pode ser justificada pela própria constituição destes que dificulta a absorção da quitosana. A afirmação se baseia no fato de que, segundo Torres e Lemos (2017), qualquer movimento lateral de líquidos nos entrenós do bambu é reduzido porque a epiderme é formada por duas camadas de células em que a mais interna é altamente lignificada e a mais externa, recoberta por uma membrana cutinizada, de modo que as vias de penetração ocorrem na seção basal das hastes e, em menor escala, na região da cicatriz foliar. Neste local, a região abaixo do nó apresenta células meristemáticas responsáveis pelo crescimento intercalar, o que facilita o escoamento de líquidos, dada a menor lignificação dos tecidos. Desta forma, entende-se que o fungo presente no interior dos tecidos teve a emergência do micélio sem a influência da quitosana, uma vez que por estes não foi absorvida.

Tabela 2 \*Média de explantes quanto à localização do micélio no tubo (sobre o meio de cultivo, no explante e dentro do meio de cultivo) e à posição do micélio no explante (no terço apical, no terço médio e no terço basal) e Coeficiente de Variação (C.V.) aos 14 dias após a instalação do experimento 1

Tratamentos	Parâmetro	Localização no Tubo			Posição no Explante (terço)		
		Sobre o Meio	No Explante	Dentro do Meio	Apical	Médio	Basal
T1-0 mg L <sup>-1</sup> quitosana	Média	12a	1b	18a	9a	13a	19a
	%	60	5	90	45	65	95
T2-50 mg L <sup>-1</sup> quitosana	Média	14a	3b	14a	9a	15a	15a
	%	70	15	70	45	75	75
T3-100 mg L <sup>-1</sup> quitosana	Média	12a	2b	15a	4a	12a	15a
	%	60	10	75	20	60	75
T4-150 mg L <sup>-1</sup> quitosana	Média	13a	0b	16a	8a	14a	16a
	%	65	0	80	40	70	80
T5-300 mg L <sup>-1</sup> quitosana	Média	2b	19a	2b	7a	16a	15a
	%	10	95	10	35	80	75
C.V. (%)		15,64	9,63	12,86	17,46	14,92	12,53

\*Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo Teste de Tukey.

Quanto à análise da posição do micélio no explante verificou-se não haver diferença significativa em relação ao terço em que estava se desenvolvendo, o que sinaliza para o fato de que estruturas do fungo poderiam estar distribuídas internamente ao longo do explante independentemente do terço considerado no presente estudo. A afirmação se fundamenta no fato de que Torres *et al.* (2016) ao estudarem a influência da posição da gema no ramo

primário sobre a contaminação e brotação de segmentos nodais utilizados na propagação *in vitro* de *Bambusa vulgaris* Schrad. ex J.C. Wendl verificaram que em 91% dos explantes a formação do micélio ocorria a partir da região do nó independentemente da sua posição no ramo. A mesma situação pode acontecer no caso de outras espécies de bambu incluindo guadua, uma vez que Banik (2015) afirma que esta é uma região onde existem células meristemáticas abaixo do nó e a emissão de hifas das estruturas fúngicas presentes no interior dos tecidos é facilitada pela menor lignificação das paredes celulares.

No caso do experimento 2, os explantes apresentaram comprimento médio de  $7,63 \pm 1,58$  cm e diâmetro médio de  $0,92 \pm 0,13$  mm e a avaliação aos 14 dias possibilitou verificar resultados semelhantes àqueles encontrados no experimento 1 quanto ao fato de não haver diferença significativa entre os tratamentos referente as médias do número de explantes contaminados por fungo nem entre as médias do número de explantes com gemas necrosadas, gemas brotadas e tamanho médio do maior broto (Tabela 3).

Tais fatos levam a constatar que no experimento 2, mesmo acrescentando ao meio de cultivo concentrações de quitosana superiores àquelas do experimento 1, ainda assim não se verificou efeito sobre contaminação fúngica ou desenvolvimento de explantes.

Tabela 3 Médias\* de: explantes com gemas necrosadas (Necrose), com contaminação fúngica (Fungo) e com gema brotada (Brotação); tamanho do maior broto em centímetros (T.M.B.) e Coeficiente de Variação (C.V.) aos 14 dias após a instalação do experimento 2

Tratamentos	Necrose	Fungo	Brotação	T.M.B. (cm)
T <sub>1</sub> -0 mg L <sup>-1</sup> quitosana	7 a	24 a	19 a	0,87 a
T <sub>2</sub> -300 mg L <sup>-1</sup> quitosana	5 a	20 a	17 a	1,28 a
T <sub>3</sub> -400 mg L <sup>-1</sup> quitosana	10 a	22 a	21 a	1,19 a
T <sub>4</sub> -500 mg L <sup>-1</sup> quitosana	5 a	24 a	24 a	1,08 a
C.V. (%)	16,50	10,17	12,73	26,62

\*Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo Teste de Tukey.

A inexistência de diferença significativa entre os tratamentos que receberam e o que não recebeu a adição de quitosana ao meio quanto à ocorrência de contaminação fúngica também foi observada por Segura-Palacios *et al.* (2021) quando testou o desenvolvimento de *Aspergillus flavus* Link em meio no qual foi acrescentada quitosana (1%). No entanto, Mendes *et al.* (2017) ao testarem comparativamente quitosana e o seu derivado quaternizado hidrossolúvel *N,N,N*- trimetilquitosana *in vitro* como agentes inibidores do crescimento de *Penicillium expansum* Link nas concentrações de 0,1; 1,0; 5,0 e 10,0 gL<sup>-1</sup> adicionadas ao meio de cultura BDA sólido e aquoso, verificaram que a quitosana apresentou elevada eficácia em meio líquido, enquanto o seu derivado foi eficaz na redução do crescimento fúngico em meio de cultura sólido, ambos em baixas concentrações (0,1 e 1,0 gL<sup>-1</sup>).

O presente estudo foi realizado a partir do acréscimo da quitosana em meio semissólido utilizando-se no primeiro experimento concentração máxima de 0,3 gL<sup>-1</sup> e no segundo 0,3; 0,4 e 0,5 gL<sup>-1</sup>, concentrações estas que estariam acima da menor concentração encontrada por Mendes *et al.* (2017) como eficaz na redução do crescimento de *P. expansum* e mesmo assim, não foram eficazes em interferir na ocorrência da contaminação. Contudo, de acordo, ainda com os referidos autores deve-se levar em consideração que a atividade antifúngica da quitosana é fortemente influenciada por diversos fatores físico-químicos, como a massa molar polimérica, pH do meio, grau de acetilação, e composição do meio de cultura e da temperatura em que as interações ocorrem. Desta forma, a ausência de interferência das concentrações de quitosana testadas sobre a contaminação fúngica pode estar relacionada a fatores inerentes ao processo de propagação *in vitro* do bambu tais como

pH, estado físico e a constituição do meio de cultivo.

#### 4 CONCLUSÃO

A pesquisa possibilitou concluir que nas condições em que os experimentos foram instalados e conduzidos, as diferentes concentrações quitosana adicionadas ao meio de cultivo não reduziram a contaminação fúngica nem interferiram no desenvolvimento dos explantes durante a fase de estabelecimento na propagação *in vitro* do bambu guadua por microestaca.

A partir do estudo foi possível verificar a necessidade de realizar outros novos para testar as mesmas concentrações de quitosana, no entanto, alterando-se características do meio de cultivo para que se possa verificar a influência de aspectos relacionados a este na atividade antifúngica da quitosana.

O autor agradece ao Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste- CETENE e à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco – FACEPE pelo suporte financeiro.

#### REFERÊNCIAS

LIMA, Y. C.; BONILLA, O. H.; LUCENA, E. M. P. Uso da quitosana na agricultura: uma revisão com ênfase na aplicação em sementes. **Research, Society and Development**, [s.l.], v. 11, n. 2, e39911225782, 2022.

MENDES, L. D. *et al.* Atividade inibitória da quitosana e de seu derivado quaternizado TMQ sobre o crescimento do fungo *Penicillium expansum*. In: Workshop de Nanotecnologia Aplicada ao Agronegócio, 4, 2017, São Carlos. **Anais [...]**, São Carlos: EMBRAPA Instrumentação, 2017. p. 184-187.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. **Physiology Plant**, Rockville, v. 15, p. 473-497, jul. 1962.

SEGURA-PALACIOS, M. A. *et al.* Use of Natural Products on the Control of *Aspergillus flavus* and Production of Aflatoxins In Vitro and on Tomato Fruit. **Plants**, [s.l.], v. 10, n. 12, [2553], p.1-9, 2021.

THORAT, A. S. *et al.* Establishment and sterilization method for emergent quality of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) in an efficient micropropagation system. **Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences**, [s.l.], v. 7, n. 2, p. 1122-1135. 2016.

TORRES, G. R. C.; HOULLOU, L. M.; SOUZA, R. A. Control of contaminants during introduction and establishment of *Bambusa vulgaris in vitro*. **Research in Biotechnology**, [s.l.], v. 7, p. 58-67, aug. 2016.

TORRES, G. R. C.; LEMOS, E. E. P. Physical and chemical methods for contaminant control during the *in vitro* introduction and establishment of *Bambusa vulgaris* Schrad. ex J. C. Wendl. **Científica**, Jaboticabal, v. 45, n. 4, p. 368-378, 2017.

TORRES, G. R. C. *et al.* Efeito da Posição de Segmentos Nodais sobre a Contaminação e Brotação na Micropropagação do Bambu. **Ciência & Tecnologia: Fatec-JB**, Jaboticabal, v.

8, n. 1, p. 1-15, 2016.

TORRES, G. R. C. *et al.* Thermotherapy as a microbial contaminant-reducing agent in micropropagation of bamboo. **Rev. Caatinga**, Mossoró, v. 32, n. 3, p. 690 – 697, jul. – set., 2019.



## USO DAS FERRAMENTAS DE BIOINFORMÁTICA PARA ANÁLISE COMPARATIVA DA PROTEÍNA SPIKE DE DIFERENTES ESPÉCIES DE CORONA VÍRUS

ANA KATARINA CAMPOS NUNES; ADONIS DE MELO LIMA

**INTRODUÇÃO:** Entende-se que os coronavírus (CoVs) são, tradicionalmente, considerados patógenos não letais para seres humanos, causando, aproximadamente, 15% dos resfriados comuns. Em 2019, foi encontrado um CoV humano mais infectivo do que o SARS-CoV e MERS-CoV, um novo coronavírus zoonótico, que cruzou espécies para infectar humanos, o SARS-CoV-2 . **OBJETIVOS:** O trabalho teve como objetivo realizar análises computacionais e comparativas nas proteínas spike das sete espécies que causam doenças em seres humanos. **METODOLOGIA:** A obtenção das sequências nos formatos FASTA e PDB das proteínas S foram obtidas no Protein Data Bank. Para análise das sequências de aminoácidos obtidas foi utilizado o Clustal W. Por último, a análise das estruturas 3D foram realizadas no software PyMol. **RESULTADOS:** Foram observadas semelhanças conservacionais de algumas sequências de aminoácidos entre as cepas estudadas, como tríades de aminoácidos de ancoragem para interação com o RBD : G-T-Y (glicínia, treonina e tirosina). Outro fator observado nas sequências permite a suposição de que os resíduos de Histamina (H) podem facilitar a ação de clivagem da TMPRSS2T. O ácido glutâmico é precursor do aminoácido Glutamina, e a presença deste nas sequências facilita a reprodução do vírus nos astrócitos, visto que o patógeno utiliza a glutamina para produzir energia e se multiplicar nessas células. **CONCLUSÃO:** A semelhança entre as cepas dos sete coronavírus que infectam seres humanos se mantém em alguns aspectos como a conservação de aminoácidos essenciais para atividades no mecanismo de infecção dentro da célula e de pontos estratégicos para a ancoragem do patógeno. As alterações verificadas , como as interações intermoleculares de maior e menor força corroboram , juntamente com a literatura científica, para a comparação do nível de infectividade das cepas analisadas. Com relação ao modelo tridimensional modelado, verificou-se a conservação da forma estrutural da proteína S entre três cepas (HCoV-229E, HCoV-OC43, HCoV-HKU1) determinando certas semelhanças na preservação de um aminoácido essencial para a ancoragem: a glicínia.

**Palavras-chave:** Sars-cov-2, Sequenciamento, Aminoácidos, Vírus, Comparação.



## ESTUDO BIBLIOGRÁFICO DE PLANTAS MEDICINAIS

FELIPE MURIEL MACEIÓ ALMEIDA; LUIZ JOSÉ MONTEIRO CECIM; ANA CAROLINA CUNHA MONTEIRO; LIDERLÂNIO DE ALMEIDA ARAÚJO

**INTRODUÇÃO:** As plantas medicinais estão presentes na história da sociedade sendo utilizadas de forma ampla como recurso terapêutico como se observa os registros acerca da medicina chinesa, dos povos sumérios e babilônicos. O Brasil pode ser considerado como detentor de vantagens no desenvolvimento da fitoterapia, detendo uma biodiversidade vegetal que possibilita utilização no sentido de atenuar enfermidades, representando um recurso alternativo de extrema importância para a saúde. A cultura da fitoterapia pode ser observada em povos tradicionais, devido ao baixo custo e acesso facilitado aos compostos presentes nas plantas, sendo utilizada com eficiente aplicação quando reconhecidos os bioativos presentes nas plantas. **OBJETIVOS:** O referido estudo tem como finalidade compreender com base na literatura como os fitoterápicos podem ser agregados à saúde pública primária. **METODOLOGIA:** Esta pesquisa consiste em uma revisão de literatura que utilizou como base de dados o google acadêmico e incluiu publicações realizadas entre os anos de 2017-2022. Foram utilizados como descritores: Biotecnologia; Fitoterápicos; Medicamentos, como critérios de exclusão, foi adotado, elementos que destoam do assunto alvo. **RESULTADOS:** Na busca realizada, foram encontradas 53 publicações. Dentre estas, os artigos mais relevantes enfatizavam a percepção dos profissionais da saúde em relação à prática da viabilização dos fitoterápicos e aplicação da fitoterapia na saúde pública. Ultimamente observa-se um crescimento na literatura do número de trabalhos acerca de plantas medicinais entre os anos de 2006 e 2022, dado o fato da institucionalização da “Política e Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos” o que favorece o reconhecimento dos fármacos fitoterápicos como importantes agentes de promoção da saúde e bem-estar, ao passo que a inserção a fitoterapia na atenção primária à saúde melhorou o acesso a outras possibilidades terapêuticas. **CONCLUSÃO:** Estudos com a perspectiva de estimular o interesse de pesquisas na área de fármacos fitoterápicos têm grande relevância e colaboram com o conhecimento popular podendo facilitar o trânsito de informações entre a população, instituições acadêmicas e profissionais da saúde sendo um forte incentivo à valorização das terapias tradicionais

**Palavras-chave:** Biotecnologia, Fitoterápicos, Medicamentos, Fitoterapia, Medicina popular.



## REAPROVEITAMENTO DE CARÇAÇAS DE PEIXE COMO ADUBO EM HORTAS NA AMAZÔNIA

ANA DEUZA DA SILVA SOARES; NATHÁLIA VALÉRIA NASCIMENTO; LUZIA MARIA  
BARROS NEVES; LIDERLANIO DE ALMEIDA ARAÚJO

**INTRODUÇÃO:** a finalidade deste estudo é abordar a temática sobre o Reaproveitamento de Carcaças de Peixe como adubo, onde a agricultura na Amazônia vem sendo praticada em dois ecossistemas, várzea e terra firme. A terra firme apresenta baixa fecundidade, todavia possui um ecossistema que pode produzir durante o ano todo, aliado a isso os pequenos agricultores vem buscando alternativas mesmo em um mundo globalizado, onde o consumismo se tornou marca de desperdício e de grande produção de resíduos. O aproveitamento dos resíduos provenientes da pesca, que no caso é a principal fonte de renda da maioria das famílias na Amazônia, o que antes era visto como algo sem serventia, passa a servir como adubo orgânico no plantio de hortas. **OBJETIVOS:** Apontar alternativas de inovação tecnológica para o uso de carcaças de peixe como adubo para plantas em hortas; Motivar o reaproveitamento do uso de carcaças de peixe como adubo, para não o enxergar apenas como material de descarte; incentivar a produção e o uso de composto orgânico no sistema de produção familiar e avaliar o impacto desta prática agroecológica. **METODOLOGIA:** esta pesquisa apresentou um formato qualitativo. Sendo aplicada uma revisão de literatura, onde utilizou o Google Acadêmico como base de dados. Optou-se por pesquisar publicações realizadas entre os anos de 2017 a 2022. **RESULTADOS:** A pesquisa teve como ponto de partida trabalhos já publicados. Por isso a busca possibilitou encontrar 1.980, publicações de forma geral, algumas não diretamente relacionadas com a temática abordada neste trabalho, porém quando direcionadas com as palavras-chaves:” carcaças de peixe, reaproveitamento, agricultura familiar; foi possível observar 3 artigos mais relevantes que enfatizavam, sobre como o aproveitamento das carcaças de peixe pode contribuir para diminuir o descarte de matéria orgânica no meio ambiente e favorecer o manejo pequenas comunidades, que tem no pescado sua fonte principal de renda. **CONCLUSÃO:** A matéria orgânica usada como adubo vem comprovando a melhora nas condições de fertilidade do solo e as carcaças de peixe, por ser um insumo de fácil aquisição e de baixo custo, passa a ser uma alternativa viável para as famílias de baixa renda na Amazônia.

**Palavras-chave:** Carcaças de peixe, Reaproveitamento, Agricultura familiar, Adubo orgânico, Agroecologia, Carcaças de peixe.



## **AVALIAÇÃO DA APLICABILIDADE BIOTECNOLÓGICA DE BIOFILME PROVENIENTE DO SORO DE LEITE**

PATRICIA LEAL PEREIRA; NOEMY SILVA DA SILVA; VALENA PINHO SANTOS; ELAINE CRISTINA DA SILVA DA SILVEIRA; LIDERLÂNIO DE ALMEIDA ARAÚJO

**INTRODUÇÃO:** Atualmente o soro de leite proveniente da produção do queijo, tornou-se matéria-prima no desenvolvimento de polímeros biodegradáveis, aplicados para diversos fins tecnológicos como biofilme ou recobrimento comestível. Essas tecnologias possibilitam a pesquisa sobre a qualidade da aplicabilidade em relação à proteção e interação inteligente que prenuncia a integridade física e biológica dos alimentos. Portanto, tornando viável o reaproveitamento do resíduo industrial do queijo agregado ao avanço de produção de biofilme, evitando-se a contaminação de águas superficiais pelo rejeito altamente poluente, constituído de alta taxa de matéria orgânica, sólidos totais e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) que promovem grande impacto ambiental. **OBJETIVOS:** Este trabalho tem por finalidade analisar o progredimento dos biofilmes provenientes do soro do leite, assim como avaliar a relação destes com aplicações biotecnológicas em alimentos. **METODOLOGIA:** Adotou-se como metodologia a pesquisa bibliográfica buscando trabalhos já publicados que apresentam estudos sobre o soro de leite em conjunto com o desenvolvimento biotecnológico de biofilmes, com intuito de verificar a elaboração e interação desses polímeros com os alimentos. A pesquisa dos artigos foi realizada por meio de base de dados do Google Acadêmico e SciELO, observou-se publicações entre os anos 2016 e 2022, selecionadas através das palavras-chave soro do leite, biodegradáveis e biofilme. Após esta etapa, direcionou-se os estudos e os levantamentos bibliográficos encontrados para verificar o desenvolvimento biotecnológico dos biofilmes proveniente do soro de leite e a aplicabilidade nos alimentos. **RESULTADOS:** Na busca realizada encontrou-se 10 publicações, onde 5 foram as mais relevantes para a presente pesquisa sobre o desenvolvimento de biofilme proveniente do soro de leite. Obteve-se dados dos aspectos bioquímicos, mecânicos, físico-químicos e microbiológicos dos recobrimentos biodegradáveis. Além da aplicabilidade e avaliação da vida de prateleira, interação inteligente e ativa, que possibilitou reconhecer a degradação gradativa e proteção contra danos físicos dos alimentos. **CONCLUSÃO:** Por fim é importante ressaltar que existe necessidade de desenvolvimento de mais estudos, com ênfase na reutilização de resíduos provenientes das indústrias de alimentos para consequente redução dos impactos ambientais e o desenvolvimento biotecnológico de biofilmes oriundos deles. Tornando-se uma alternativa para substituição de polímeros petrolíferos para polímeros biodegradáveis.

**Palavras-chave:** Soro de leite, Biofilme, Polímeros, Biodegradáveis, Biotecnologia.



## BIOPROSPECÇÃO DE NOVOS COMPOSTOS TRIPANOCIDAS A PARTIR DO BIOBANCO DE FUNGOS ENDOFÍTICOS DE PLANTAS DE MANGUE DA ILHA DE SANTA CATARINA

MARILENE DA SILVA ROSA; ANA CLAUDIA OLIVEIRA DE FREITAS; PATRICIA HERMES STOCO; LOUIS PERGAUD SANDJO; MARIO STEINDEL

**INTRODUÇÃO:** A doença de Chagas afeta globalmente cerca de 6 milhões de pessoas e cerca de 70 milhões de indivíduos vivem em áreas de risco de transmissão. Os dois fármacos (Benznidazol e Nifurtimox) disponíveis para tratamento são efetivos na fase aguda e tem baixa eficácia na fase crônica da doença. Uma alternativa para a busca de novos medicamentos para essa doença é a utilização de produtos naturais como uma fonte de moléculas para o desenvolvimento de novos fármacos. **OBJETIVOS:** Realizar estudo bioguiado de metabólitos de fungos endofíticos de plantas de mangue da Ilha de SC para identificação de atividade contra *Trypanosoma cruzi*. **METODOLOGIA:** Doze fungos foram cultivados a 28°C/21 dias em substrato sólido (arroz 600g e água 1:1). A preparação dos extratos diclorometano e metanol, seguiu de filtração, rotaevaporação e liofilização. A atividade tripanocida foi avaliada utilizando a cepa Tulahuén-β-gal. 10<sup>6</sup> epimastigotas foram tratados por 72h com 50 µg/ml dos extratos diluídos em dimetilsulfóxido 1% e a atividade foi avaliada pelo teste da Resazurina. Os extratos ativos nesta primeira etapa foram avaliados em formas amastigotas e citotoxicidade em célula THP-1. Para tal, células foram cultivadas por 72h a 37 °C 5% CO<sub>2</sub>, tratadas com diluições dos extratos (500 a 0,68 µg/ml) e incubadas 48h a 37°C 5% CO<sub>2</sub> para avaliação de viabilidade celular pelo teste da Resazurina. Para determinação da CI<sub>50</sub> placas contendo células THP-1 foram infectadas com tripomastigotas na proporção 2:1 parasito/célula, tratadas com as diluições dos extratos (90 a 0,04 µg/ml) por 72h 37°C 5% CO<sub>2</sub>, sendo a revelação feita com a adição de CPRG 100 µM. Benznidazol 10 µM e dimetilsulfóxido 1% foram usados como controles e as análises foram feitas em triplicata. **RESULTADOS:** Dos 23 extratos (9 metanol, 9 diclorometano e 5 diclorometano+metanol), três extratos diclorometano dos fungos *Arthrinium* sp., *Trichoderma* Section *Longibrachiatum* e *Stemphylium* sp., reduziram o número de epimastigotas em 20, 40 e 63%, a CC<sub>50</sub> dos extratos foi de 45,5 267,7 e 229,6 µg/ml e a CI<sub>50</sub> contra amastigotas foi de 5,4 27,4 e 37,2 µg/ml, respectivamente. **CONCLUSÃO:** Os resultados apontam que extratos diclorometano de três fungos apresentaram promissora atividade tripanocida.

**Palavras-chave:** Fungos endofíticos, Extrato dcm meoh, *Trypanosoma cruzi*, Atividade tripanocida, Produtos naturais.



## CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO ÓLEO DE CAFÉ VERDE (*COFFEA ARABICA* L.) OBTIDO NA CIDADE DE GUAXUPE - MG

JOÃO VITOR CARVALHO CONSTANTINI; RODRIGO SORRECHIA; ELOAH DRUDI  
LEPORE; ROSEMEIRE CRISTINA LINHARI RODRIGUES PIETRO

**INTRODUÇÃO:** O óleo de café verde é um produto de custo expressivo obtido através dos grãos de café arábica (*Coffea arabica* L.), sendo utilizado para a sua obtenção o processo de prensagem mecânica, devido a facilidade da técnica, baixo custo e maior rentabilidade. O alto consumo, comercialização e exportação de café pelo Brasil segmentou a indústria a realizar seleções de grãos, classificando-os por tipos de bebida e tipos de defeitos, onde os grãos destinados à exportação necessitam apresentar baixa quantidade de defeitos para alcançarem os padrões de qualidade dos países importadores. Com isto, no mercado interno nacional, é mantido à disposição um grande volume de cafés defeituosos comercializáveis. No entanto, os grãos defeituosos, como grão não maduros, quebrados ou com alterações de cores, podem apresentar interferência no sabor final do café, sendo estes, então, eleitos para a obtenção de produtos secundários, como o óleo de café. Esta elevada geração de resíduos na indústria cafeeira, faz com que novas aplicações a estes subprodutos ganhem notoriedade, tais como as utilizações atuais do óleo de café na indústria alimentícia e na cosmetologia.

**OBJETIVOS:** Caracterizar o óleo do café verde (*C. arabica*) obtido na cidade de Guaxupé-MG em relação a sua qualidade físico-química. **METODOLOGIA:** O óleo de café foi caracterizado quanto à composição de ácidos graxos livres, índice de acidez, índice de peróxido e índice de iodo seguindo os normas e protocolos AOCS. **RESULTADOS:** A amostra apresentou 2,244 de índice de acidez, 163,428 de saponificação, 62,941 de peróxido e 1,644% de ácidos graxos livres (Ácido oleico). **CONCLUSÃO:** O óleo analisado demonstrou estar dentro da legislação vigente de qualidade de óleos e gorduras vegetais da ANVISA nos índices de acidez e saponificação. Entretanto, demonstrou altos índices de peróxido, derivados da oxidação lipídica da amostra, se mostrando insatisfatório para o consumo humano. O alto índice de saponificação pode estar envolvido com a baixa qualidade da matéria prima e seu armazenamento, ou pela ausência de refinamento da amostra testada. Portanto, a amostra apenas pode ser usada para aplicações não alimentícias.

**Palavras-chave:** *Coffea arabica* L., ácidos graxos, Caracterização físico-química, Saponificação, Peróxido.



## A VERSATILIDADE DA CANNABIS SATIVA EM TRATAMENTOS DE TRANSTORNOS MENTAIS

JUCELIA APARECIDA GONÇALVES GOMES NETTO; GUILHERME FERNANDES LEAL ÁVALOS

### RESUMO

Ao falarmos de Cannabis sativa atualmente, poderíamos citar grande importância na agricultura, na economia a nível mundial, produção de medicações e cosméticos, tendo um avanço inovador na área da saúde. A grande relevância científica da utilização da Cannabis sativa já é comprovada, e seus efeitos colaterais são menores do que outros medicamentos utilizados no tratamento de transtornos mentais, havendo grandes dificuldades nas recitações com relação ao acesso da população em geral em caso da necessidade de um tratamento. Ao utilizar a Cannabis sativa de forma correta em doses específicas para cada caso analisado, indivíduos que possuem alguns distúrbios especificamente mentais podem se beneficiar em seu progresso e tratamento, pois sua utilização terapêutica apresenta grande potencial benéfico em condições neurocognitivas, neurodegenerativas, ansiolíticas, antipsicóticos, antidepressivo, com atividade neuroprotetora por substâncias selecionadas artificialmente com variabilidade química e genética com funções distintas como o canabidiol entre outros que pode trazer diversos benefícios neurológicos ao indivíduo. Dentre as principais doenças ou distúrbios neurológicos a serem destacados podemos citar ansiedade, Alzheimer, autismo, depressão, epilepsia, paralisia cerebral, dentre outros tratamentos não necessariamente neural, mas que também tem eximia utilização em estudos e viabilizações futuras. Citando todos esses benefícios da utilização medicinal vários aspectos são discutidos como a liberação judicial em necessidades específicas, havendo dificuldade de acesso a esse medicamento mesmo em situações extremamente necessárias, vários processos decorrem para a receita legal com cultivadores responsáveis contendo produção viável e segura dentro de áreas medicinais, veterinária, industrial e científica, extraindo componentes químicos funcionais e terapêuticos com mercado específicos a fins especializados de forma acessível a toda população que necessita de tratamento com doses específicas e seguras.

**Palavras-chave:** Canabidiol; Saúde; Neural; Doenças; Maconha.

### 1 INTRODUÇÃO

A Cannabis sativa é uma planta com diversas formas de preparo e com derivados químicos específicos contendo mais de 400 substâncias naturais e duas principais possuem efeitos psicotrópicos citando o delta-9-tetrahydrocannabinol (THC) sendo substância primária e o canabidiol contendo efeitos psicoativos do THC. Ao consumir tem variabilidade pessoal do indivíduo e também ambiental, sendo a quantidade utilizada definidora de qual efeito nocivo ou benéfico vai agir, em concentrações baixas, com efeito, ansiolítico, antidepressivo e doses altas com efeitos completamente opostos dos citados. Descoberto o local de ativação do THC sendo endógeno através do receptor CB1 do sistema neurotransmissor retrógrados endógenos, o receptor CB1 é conectado com a

proteína G do cérebro. Endocanabinóides 2-araquidonoil glicerol (A-AG) e proteínas CB2 estão envolvidas em diversas situações no trabalho neural atuando como receptores por trabalho parácrinos e autócrinos atuantes na inibição e liberação de neurotransmissores do GABA e glutamato vizinhos, substanciados pelos neurônios das células de purkinje, neurônios piramidais, hipocampo, córtex e neurônios dopaminérgicos do mesencéfalo, toda essa atividade neural regula a excitação ou inibição dos endocanabinóides, especificando seu período sendo de longo ou curto efeito. Estas reações estão envolvidas diretamente nas funções cognitivas, memória dos neurônios, emoções e processo de dor, tendo outras ações com seu uso moderado e específico (DA SAÚDE et al., [s.d.]).

Os dois principais compostos da Cannabis sativa são o THC e o CBD tendo efeitos farmacológicos, tendo outros princípios químicos como fitocanabinóides, canabigerol, canabichromenese, cannabivarin, tetrahydrocannabivarin, cannabicromevarin, cannabigerovarina que também apresentam efeitos benéficos em tratamentos e estudos clínicos, o canabidiol mostra ser um grande aliado durante terapias de pacientes com patologias neurológicas, pesquisadores procuram cada vez mais estudos em alternativas mais eficazes em procedimentos para portadores de doenças epiléticas dentre outras (DE GÓES et al., 2022).

Quando prescrito adequadamente, o uso da Cannabis medicinal melhora a qualidade de vida dos pacientes com aspectos psicológicos, sendo mais utilizados o CBD e THC combinados para tratar algumas doenças, apresentando um menor fator de riscos colateral e principalmente por não afetar diretamente a cognição, alguns tratamentos específicos podem ser aplicados sempre indicando sua eficácia e sintomatologia. Alguns casos que podem ter a utilização da maconha como tratamento são dores crônica, alcoolismo, transtornos obsessivos, insônia, stress, depressão e epilepsia. É fundamental procurar especialistas na área que prescreva a medicação de forma consciente, trazendo ao paciente informações específicas das dosagens (FRAZÃO; OLIVEIRA; REIS, 2022).

A utilização do canabidiol, um dos componentes da Cannabis sativa, possui grande potencial para gerar resultados terapêuticos eficientes no sistema nervoso central, contendo importância significativa em tratamentos específicos neurológicos, esse composto possui efeito anticonvulsivo, demonstrando conseguir reduzir as crises de pacientes epiléticos farmacoresistentes, além de evitar danos cerebrais e também possíveis efeitos no desenvolvimento infantil. Para o composto citado poder ser incluído em alguns medicamentos para epilepsia, seria essencial que as descrições químicas da droga fossem descritas com suas dosagens definidas e sua interação com outro medicamento conhecido, mas ainda não se tem esses dados completos. Porém pesquisas indicam segurança em sua utilização terapêutica na epilepsia, podendo se tornar a utilização primária nesses tratamentos (MATOS et al., 2017).

Vários estudos realizados sobre a doença de Parkinson buscar trazer um tratamento eficiente, um deles a utilização do CBD foi proposta, e os resultados obtidos foram de que o uso da maconha natural, quanto canabinóides são aceitos e podem possuir propriedades para um tratamento, contra os tremores frequentes, rigidez muscular e também sintomatologia não motora como sono, ansiedade e psicose. No Brasil a utilização da Cannabis sativa e seus derivados são restritos, a ANVISA liberou a utilização terapêutica do CBD, e para possuir precisa ser importada, tendo várias etapas a serem seguidas, averiguando a possibilidade de aprovação, liberação e utilização pessoal (PEDRO et al., [s.d.]).

No Brasil em 2014 o conselho de medicina liberou parcialmente a utilização de compostos da Cannabis sativa, já em 2015 o canabidiol foi retirado da lista de substâncias proibidas, com relatos de que a utilização pode trazer benefícios em tratamentos

específicos, apenas em uso próprio para pessoas físicas mediante a prescrição médica especializada, reconhecendo evidências científicas positivas sobre a Cannabis sativa, e também é passível a regulamentação da produção no país desde a plantação até o comércio para fins práticos da medicina e ciência. Novas legislações permitem que o Sistema Único de Saúde (SUS) forneça de forma gratuita medicamentos à base de canabidol e THC para tratamento em pacientes com pedido médico. A ANVISA autoriza por agências específicas a importação, e proibindo que o produto seja utilizado em outra finalidade, com uso exclusivo do paciente em tratamento (MARINHO; NEVES, 2022).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

As pesquisas que utilizam como método a revisão da literatura permitem especificar os objetivos em termos do que já é conhecido, ou discutir os resultados e significados das pesquisas anteriores e seus impactos no campo científico, na sociedade ou em um contexto mais específico (GALVÃO, PLUYE, RICARTE, 2017).

Trata-se de uma revisão de literatura, as buscas foram realizadas na PUBMED, dissertações e google acadêmico, no período de 2013 a 2022.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maconha assim como o tabaco e o ópio, contém componentes semelhantes quimicamente com substâncias existentes naturalmente no corpo humano, os endocanabinoídeos. Constituindo a droga ilícita mais consumida mundialmente, sua utilização na ciência e saúde desenvolve diversos estudos, contendo uma variedade química enorme, a Cannabis sativa adjunto a outros métodos tem importância médica nos tratamentos de doenças mentais, um de seus compostos o canabidol já tendo sua efetividade comprovada em patologias como epilepsia, ansiedade, autismo, transtornos bipolares e parkinson.

Em busca de tratamentos mais baratos e com proficiência a procura pela medicina integrativa ou natural vem aumentando gradativamente sempre em busca dos melhores resultados com menor efeito adverso, qualidade de vida mais ampla e sem dependência química, a correlação da Cannabis sativa é que a cultura da planta tem certa rentabilidade comparada a outras produções, considerando a fabricação e comercialização legalizada, seria uma forma de incluir a maconha na medicina de forma mais barata, acessível e especializada, seus compostos selecionados buscando cada vez mais a melhoria da sua composição e efeitos em doenças.

Países com maior utilização e plantio da Cannabis sativa regularizados são os Estados Unidos, China, Canadá, Coreia do Norte e França, por terem essa variabilidade possuem avanços na ciência e agricultura, despontando na economia mundial, correlacionado a utilização e exportação dos derivados da maconha contendo produtos não só medicinais, mas terapêuticos, cosméticos, cervejas, leite, óleo dentre outros materiais industrializados. Tendo prevalência na suma importância da utilização de canabidiol na saúde, sendo um grande passo revolucionário em aspectos científicos, econômicos e áreas biomédicas de pesquisas em amplos campos, na utilização dos compostos em patologias neurais.

Visando a dificuldade em se obter medicamentos à base de canabidiol no Brasil, podemos averiguar preços absurdamente altos a qual pessoas com necessidades específicas que muitas vezes de baixa renda familiar, tornando inviável o tratamento. A garantia do acesso deve ser de direito da população, tendo bons retornos médicos e terapêuticos, garantindo o tratamento em busca da saúde mental, neural e patológicas

estáveis ou controladas com a utilização da Cannabis sativa em doses precisas e seguras, assim como avanços na ciência onde cada vez mais estudos venham ser abrangentes e específicos dentro das nossas fronteiras. Existe a possibilidade de adquirir o produto pelo SUS, mas ainda há muitas burocracias a serem exigidas e também o tempo de retorno, e recebimento do canabidiol, pacientes receitados e que não tenham outro medicamento eficaz contra sua doença, contendo registro liberado pela ANVISA podem receber o tratamento específico para sua doença.

#### 4 CONCLUSÃO

Trazer a conhecimento a importância da utilização da Cannabis sativa em transtornos mentais, e seus compostos químicos como o canabidiol que tem grande relevância nos tratamentos de saúde, com comprovações científicas.

O Brasil ainda contém estigmas, falta de acesso e conhecimento sobre os seus benefícios e formas de utilização, mantendo os tratamentos medicamentosos tradicionais devido a dificuldade de acesso e de legalização da Cannabis sativa no Brasil. Em um futuroo acesso estabelecido lícito, regulamentado e dosado, poderá atuar em diversas áreas de tratamentos, com avanços na ciência, saúde e na qualidade de vida em todo o ciclo vital do ser humano.

#### REFERÊNCIAS

DA SAÚDE, C. et al. **UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR Cannabis e Doença Mental**. [s.l: s.n.].

DE GÓES, B. C. et al. AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA CANNABIS SATIVA NA EPILEPSIA. Em: **Ciências da Saúde: desafios e potencialidades em pesquisa**. [s.l.] Editora Científica Digital, 2022. p. 68–75.

FRAZÃO, H. T.; OLIVEIRA, C. R. V.; REIS, B. C. C. O uso de cannabis medicinal em portadores de transtornos psiquiátricos: uma revisão da literatura. **Revista Eletrônica Acervo Médico**, v. 20, p. e11076, 4 nov. 2022.

GALVÃO, Maria Cristiane Barbosa; PLUYE, Pierre; RICARTE, Ivan Luiz Marques. Métodos de pesquisa mistos e revisões de literatura mistas: conceitos, construção e critérios de avaliação. InCID: **Revista de Ciência da Informação e Documentação**, v. 8, n. 2, p. 4-24, 2017.

MARINHO, C. A. G.; NEVES, I. F. REGULAMENTAÇÃO DO USO MEDICINAL E CIENTÍFICO DA CANNABIS

NO BRASIL. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 8, n. 11, p. 1264– 1283, 30 nov. 2022.

MATOS, R. L. A. et al. The cannabidiol use in the treatment of epilepsy. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 2, p. 786–814, 1 mar. 2017.

PEDRO, J. et al. **O USO DO CANABIDIOL NO TRATAMENTO DE PARKINSON. USE OF CANNABIDIOL IN THE TREATMENT OF PARKINSON DISEASE**. [s.l: s.n.].



## INDUÇÃO DE MUTAÇÕES EM *HELICOVERPA ARMIGERA* (HÜBNER) ATRAVÉS DA TÉCNICA DE EDIÇÃO DE GENES DIPA-CRISPR

MARIA CAMILA DIAZ RODRIGUEZ; MARESSA DE OLIVEIRA HENRIQUE; MARCIO DE CASTRO SILVA FILHO; PEDRO ALEXANDER VELASQUEZ VASCONEZ

**INTRODUÇÃO:** A técnica de edição genética *Direct Parental* CRISPR (DIPA-CRISPR) demonstrou que a injeção da ribonucleoproteína Cas9 no hemocele de fêmeas adultas de Blattodea e Coleoptera induz mutações genéticas nas progênies. A fim de validar a técnica de DIPA-CRISPR em lepidópteros, foram injetadas fêmeas adultas da *Helicoverpa armigera* com o complexo Cas9-gRNA visando inativar o gene *Scarlet*. **OBJETIVO:** Induzir mutações em *Helicoverpa armigera* (Hübner) através da técnica de edição de genes DIPA-CRISPR. **METODOLOGIA:** O experimento foi realizado no Laboratório de Biologia Molecular de Plantas da ESALQ/USP. No delineamento experimental bifatorial de Blocos Completos Aleatórios o primeiro fator correspondeu à injeção de Cas9-gRNA (Alt-R® S.p. Cas9 Nuclease V3) e de Água Milli-Q® (controle) no abdômen das fêmeas, já o segundo fator aos três períodos pós-eclosão pupal (1, 2, 3 dias) que foram realizadas as injeções, obtendo 120 unidades experimentais. Um segundo experimento foi realizado injetando cerca de 900 ovos na primeira hora pós-oviposição para confirmar a eficácia do complexo Cas9-gRNA (Cas9 Protein). Para a análise estatística foi utilizado o software R v.4.2.0, em que os resultados das variáveis quantitativas dependentes foram submetidos a uma Análise de Variância (ANOVA). **RESULTADOS:** A injeção do complexo Cas9-gRNA e Água Milli-Q® nos progenitores não afetou o número de oviposições, indicando que a concentração da injeção da ribonucleoproteína (3,3 mg/mL) não altera a saúde dos adultos. No entanto, as fêmeas que foram injetadas no dia 2 pós-eclosão pupal, apresentaram maior número de ovos por postura, cujas taxas de sobrevivência variaram entre 74% a 82%. Com a técnica DIPA-CRISPR nas condições experimentais não foram obtidos mutantes do gene *Scarlet*, por outro lado, foram obtidas aproximadamente 70 lagartas mutantes e 6 quimeras com injeção direta nos ovos. No momento, estão em andamento experimentos de extração de DNA dos mutantes, PCR e sequenciamento Sanger para a confirmação dos polimorfismos genéticos. **CONCLUSÃO:** A concentração do complexo Cas9-gRNA utilizado neste estudo nos três períodos pós-eclosão pupal não causaram alterações fenotípicas evidentes decorrente da mutação do gene *Scarlet*. No entanto, é necessário realizar mais estudos, visto que o DIPA-CRISPR tem potencial para ser usado em lepidópteros.

**Palavras-chave:** Mutações, Dipa-crispr, Lepidópteros, Cas9-grna, Scarlet.



## ESTUDO DA PLASTICIDADE TRANSCRICIONAL DO SISTEMA DIGESTIVO DE HELICOVERPA ARMIGERA POR MEIO DA MINERAÇÃO DE DADOS DE RNA-SEQ

EDUARDO VICENTE MALLAMA CADENA; BAIRON JESUS MATABANCHOY PEJENDINO;  
PEDRO ALEXANDER VELASQUEZ VASCONEZ

**INTRODUÇÃO:** *Helicoverpa armigera* é uma praga extremamente polífaga que está presente em todos os continentes do mundo. Alguns estudos indicam que a plasticidade alimentar dos insetos generalistas pode ser consequência da regulação transcricional de genes que codificam enzimas digestivas. Atualmente, modelos preditivos de regulação transcricional estão sendo propostos da análise de dados de RNA-seq depositados no NCBI. **OBJETIVO:** Estudar a plasticidade transcricional do sistema digestivo de *H. armigera* por meio da mineração de dados de RNA-seq disponíveis no NCBI. **METODOLOGIA:** Os dados de RNA-seq da *H. armigera* foram baixados do repositório NCBI-SRA usando o programa SRA-TOOLKIT v3.0.0. Os dados foram pre-processados usando o programa Trimmomatic v0.38 e o controle de qualidade (Phred<25) foi realizado pelo programa FastQC v0.11.9. O mapeamento dos reads no genoma de referência (GCA\_002156985.1) foi realizado utilizando o programa STAR v2.7.10a. Uma matriz de dados foi construída com os valores de TPM para implementar modelos de *machine learning* supervisionado e não supervisionado, usando o software R v4.2.2. **RESULTADOS:** Os resultados do pré-processamento revelaram que os melhores parâmetros para realizar o controle de qualidade foram *Leading* (25) e *trailing* (25), com taxas de mapeamento de 75,86% e 81,67%, respectivamente. Um total de 50 genes que codificam enzimas serino peptidase com a tríade catalítica completa (His57, Asp102 e Ser195) foram identificados. Os resultados revelaram que grupos de genes proteolíticos são co-expressos e podem atuar em conjunto em processos biológicos específicos. Ao mesmo tempo, genes serino peptidases sem a tríade catalítica completa (homólogos) estão sendo co-expressos, sugerindo que poderiam ter um papel adicional (não catalítico) no intestino da *H. armigera*. **CONCLUSÕES:** Existe uma tendência de formar dois grandes grupos de genes co-expressos que provavelmente são regulados em função do desenvolvimento ou das necessidades alimentares do inseto. Genes de enzimas não catalíticas também são regulados, mas as funções são por completo desconhecidas. Atualmente, estamos estudando os genes com funções regulatórias (fatores de transcrição) que podem estar envolvidos na regulação dinâmica das serino peptidases.

**Palavras-chave:** *Helicoverpa armigera*, Plasticidade alimentar, Data-mining, Rna-seq, Machine learning.



## EFICIÊNCIA E POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DE LEVEDURA NÃO SACCHAROMYCES NA PRODUÇÃO DE ÁLCOOL COMBUSTÍVEL.

RODRIGO EMANUEL CELESTINO DOS SANTOS

### RESUMO

Ao que se refere à produção de alimentos, vinhos e cerveja o homem tem se beneficiado dos processos fermentativos de microrganismos que estão presentes em todos os ambientes, inclusive na indústria, em função do seu metabolismo completo quanto à fermentação. É nesse caminho que *Dekkera bruxellensis* se evidencia enquanto uma levedura dinâmica neste ambiente, ora atuando como um agente contaminante, ora favorecendo o produto final. Por já existir evidências científicas a seu respeito empregando-a enquanto uma levedura não saccharomyces capaz de produzir bioetanol, notamos que é imperioso estudá-la para além de sua notoriedade enológica, visto que embora já saibamos sobre sua ação na deterioração do vinho faz-se pertinente conhecer o seu potencial biotecnológico na fermentação alcoólica. O objetivo deste trabalho circunda neste universo, buscando notar, portanto, quais os fatores que proporcionam o seu sucesso adaptativo no cenário fermentativo industrial para, com isso, elencar a eficiência de *D. bruxellensis* como uma levedura que pode – e deve - ser utilizada em futuras aplicações para a produção de etanol de segunda geração, principalmente pelo fato de buscarmos, diante dos aumentos no preço do petróleo, por uma alternativa energética renovável. Nesse rumo, convém lembrar que combustíveis sustentáveis a partir de biomassa lignocelulósica caracteriza-se como um avanço na produção variada de energia, característica esta que podemos lhe atribuir, visto que é um fungo que pode crescer e produzir álcool a partir da celobiose. Em vista deste seu evidente valor para a Biotecnologia é que justificamos este estudo e, nesse rumo, esperamos demonstrar que as suas linhagens se caracterizam promissoras na produção de combustível e, somado a isso, elucidar o quão podem se demonstrar tolerantes aos mais diversos estresses industriais (osmótico, ácido, oxidativo, etanólico e térmico). Desse modo, cientes do seu alto teor fermentativo e de sua capacidade de suplantar até a *Saccharomyces cerevisiae*, que é a atual estrela da indústria, ressaltamos a importância biotecnológica que tem *Dekkera bruxellensis* à produção de álcool combustível.

**Palavras-chave:** *Dekkera bruxellensis*; Produção de etanol; Álcool a partir de leveduras; Biotecnologia; Produção de energia sustentável.

### 1 INTRODUÇÃO

Na fermentação para produção de etanol, no Brasil, podemos afirmar que se utiliza a cana-de-açúcar, após a centrifugação, como reciclo de microrganismos fermentativos e tal procedimento ocorre durante toda a safra, como observou Wheals et Al. (1999). Atribui-se a este ato de fermentar, nesse sentido, a mudança no processo químico que modifica os substratos orgânicos no qual estão os microrganismos e pelo qual novas substâncias serão, a partir destes, propiciadas em uma variável quantidade e qualidade, conforme Silva (1994).

Segundo Souza-Liberal et Al. (2007), os substratos utilizados na indústria brasileira,

como no caso dos hidrolisados de bagaço, possibilitam que bactérias lácteas e inúmeras outros microrganismos cresçam, como no caso das leveduras que são seres eucarióticos unicelulares que se reproduzem assexuadamente. Existem espécies que são cultivadas essencialmente para produção de álcool combustível, a exemplo de *Saccharomyces cerevisiae* que já possui sua utilização bastante estabelecida nesse sentido.

Entretanto, não é somente o famoso levedo do pão que é referenciado na questão da fermentação industrial, pois, já há outra levedura com igual capacidade que, de acordo com Loureiro & Malfeito-Ferreira (2003), pode ser empregada como um agente contaminante do processo, mas também pode ser usada para atuar a favor do produto final. É nesse caminho que nos deparamos com uma levedura excelentemente adaptada ao nicho da fermentação alcoólica industrial, já conhecida na maioria das vinícolas, que é a *Dekkera bruxellensis*.

Sua classificação taxonômica põe esta levedura no Reino *Fungi*, atrelando-a ao Filo *Ascomycota*, subfilo *Saccharomycotina*, Classe *Saccharomycetes*, Ordem *Saccharomycetales*, Família *Saccharomycetacea*, Gênero *Dekkera*, espécie *D. bruxellensis*, conforme elucidou Barnett et Al. (1990). Por vezes, os estudos estão restringidos apenas a sua capacidade de deteriorar o vinho e não se ocupam de que, por meio da fermentação alcoólica, estão diante de uma levedura promissora produtora de combustível visto que possui a capacidade de assimilar o dissacarídeo formado na hidrólise parcial da celulose, a denominada celobiose.

Possuir um combustível sustentável mediante biomassa lignocelulósica é fundamental, tendo em vista a procura por uma forma limpa de energia. Assim, se faz imprescindível conhecer a ecologia de *D. bruxellensis* e como essa levedura tem se adaptado aos fatores de estresse industrial. Dados mostram que isolados dessa espécie tem a habilidade de produzir etanol com rendimentos próximo aos vistos por *S. cerevisiae*, pois, suas linhagens compartilham da capacidade de fermentar mesmo sem a presença de oxigênio, a partir da estratégia de consumir rapidamente os açúcares produzir e acumular etanol, tolerando este composto em condições de aerobiose (LEITE et Al., 2016).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Foi elaborada uma revisão de literatura integrativa que, nesse sentido, possibilita uma abordagem ampla, do ponto de vista metodológico, permitindo a inserção não apenas de estudos experimentais como também os não experimentais, assim como os textos teóricos e os empíricos. O propósito deste enfoque, de acordo com Souza et Al. (2010), abrange desde a análise dos percalços vistos nas metodologias, a revisão de teoria e de evidências até a designação de conceitos.

Este tipo de revisão envolve etapas distintas, tais como: a identificação de um tema, seleção da hipótese de pesquisa, critérios de inclusão/exclusão da amostragem na literatura, definição de informações que serão extraídas e sua respectiva categorização, avaliação dos estudos escolhidos, interpretação dos resultados e, por fim, apresentação e síntese do conhecimento oriundo desta revisão, conforme Mende et Al. (2008). Assim, o tema não é outro senão evidenciar que as linhagens de *Dekkera bruxellensis* se caracterizam promissoras na produção de combustível.

A questão hipotética de pesquisa desta revisão reside nos benefícios das futuras aplicações desta levedura para a produção biocombustível. Selecionamos, nesse cenário, os seguintes critérios de inclusão foram materiais teóricos como artigos científicos, dissertações e teses buscadas nas bases de dados, utilizando os descritores e suas combinações acerca de “*Dekkera bruxellensis* e produção de Etanol” em National Center for Biotechnology Information (PubMed), Google Acadêmico e The Scientific Electronic Library Online (SciELO).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir de um escopo previamente delimitado por esta revisão bibliográfica integrativa, foi possível uma leitura dos artigos, dissertações e teses que corroboraram para a compreensão sobre real eficiência de utilizar *Dekkera bruxellensis* na produção de álcool combustível. Souza Liberal et Al. (2007) notaram que essa espécie apresenta capacidade de crescimento e adaptação nos substratos de produção de etanol e que sua dinâmica populacional, em relação a *Saccharomyces cerevisiae*, em sistemas contínuos industriais, aumenta mais rapidamente, justamente pela tolerância que possui aos estresses industriais.

Nessa perspectiva, Silva (1994) documentou o poder competitivo desta levedura ao notar a sua contaminação no fermento inicial em um processo contínuo na produção de etanol, no qual sua evolução populacional passou de 62% para 96% em apenas oito dias. O que nos leva a questionar, nesse rumo, sobre a sua tolerância aos fatores estressantes que ocorrem durante a fermentação industrial, levando em consideração que as condições geradoras vão desde acidez do meio a uma contaminação bacteriana ou até altas temperaturas.

As respostas a esses mais variados estresses possivelmente exigiriam de *Dekkera bruxellensis* a sua efetiva adaptabilidade às essas condições adversas. Pita et Al. (2011) discutiram e observaram que uma de suas principais características, ao que se refere a sua função fisiológica, é de que é são capazes de metabolizar carbono e assimilar nitrogênio e isso, provavelmente, garante à essa levedura uma vantagem, visto que o mosto preparado a partir da cana-de-açúcar (substrato mais utilizado no Brasil) é rico em nitrato.

Lima et Al. (2001) ressalta a influência não somente dos fatores físicos (temperatura e pressão osmótica) mas também químicos (pH, inibidores e oxigenação) sobre o processo fermentativo de leveduras. Conforme os autores, esses fatores afetam o rendimento da fermentação e, por conseguinte, a eficiência da conversão de açúcar para etanol. Nessa direção, Amorim (2005) chama atenção, pois, a frequente exposição à exaustão por estresse gera queda de viabilidade celular. Como *D. bruxellensis* supera *S. cerevisiae* nesse sentido?

Blomqvist et Al. (2010), nesse caminho, elucidam que há uma maior eficiência energética em *D. bruxellensis* pela questão de menor produção de glicerol. Convém lembrar que as leveduras, sob a limitação de oxigênio, são capazes de produzir glicerol com o intuito de oxidar NADH. Essa menor produção de glicerol acarreta outra vantagem a seu favor, visto que lhe possibilita o efeito *Custer*, ou seja, a inibição temporária de fermentação em condições anaeróbicas. Notamos, com isso, que sua fisiologia oferta-lhe vantagem adaptativa.

Delia et Al. (2009) com suas pesquisas, confirmam esta hipótese, pois, relatam que pelo fato desta espécie ser uma forte produtora de ácido acético, que é frequentemente considerado como um inibidor de leveduras *Saccharomyces cerevisiae*, causa, nesse âmbito, um decréscimo na sua capacidade fermentativa industrial uma vez que o açúcar do mosto que seria usado para produção de etanol é desviado para outros microrganismos não produtores de etanol e que, conseqüentemente, produzirão compostos tóxicos para *S. cerevisiae*.

Neste percurso, percebemos que a literatura científica tem discutido que a tolerância que *D. bruxellensis* exhibe frente a todos esses estresses favorecem essa levedura para aplicações na indústria onde as condições ambientais podem mudar rápido ou até em grandes fermentadores, sobretudo na fermentação de material lignocelulósico. Conforme Galafassi et Al. (2010), alguns trabalhos europeus tem proposto essa levedura como uma promissora produtora de álcool combustível. Notamos que seu genoma favorece isto, outra vantagem sua. Esta levedura dispõe de maior diversidade entre as cepas do que *S. cerevisiae*. Seu conteúdo genético, nesse sentido, pode variar significativamente desde

o número de cromossomo até variações citogenéticas e quanto a sua ploidia (BORNEMAN et Al. 2014). Rozpedowoska et Al. (2011) concluiu que *D. bruxellensis* possui propriedades genômicas interessantes que poderiam estar atreladas ao seu comportamento, elencando sua importância.

#### 4 CONCLUSÃO

Podemos concluir com base na revisão bibliográfica integrativa sobre *Dekkera bruxellensis*, que esta levedura é altamente eficiente para produção de álcool, caracterizando-se como um modelo promissor devido a todas as habilidades intraespecíficas e a sua atividade metabólica. A partir da consulta à literatura científica disponível a seu respeito percebemos que suas linhagens são promissoras na produção de combustível e evidenciamos, assim, que a sua espécie demonstra-se tolerante aos mais diversos estresses industriais por possuir uma alta adaptabilidade a esse ambiente.

Seu potencial de aplicação industrial, no entanto, ainda é carente de estudos para se conhecer, afinal, qual é a influência desses fatores de estresse em seu metabolismo. No mais, notamos que *D. bruxellensis* está adaptada aos processos de fermentação nas dornas, visto que sua presença em tanques de vinhos enquanto agente contaminante é bastante conhecida. Sua capacidade de produção e competição com *S. cerevisiae* a torna um microrganismo que vem despertando o interesse científico e, desse modo, necessita de mais pesquisas.

Empreender novos esforços, nessa perspectiva, pode contribuir para o emprego biotecnológico desta levedura nos processos de produção de biocombustível, pois, embora recentemente vários trabalhos abordem a existência de um crescente número de outras leveduras capazes de hidrolisar celobiose para produção de álcool (como *Candida queiroziae*) apenas espécies do gênero *Dekkera* comprovaram ser úteis de metabolizar açúcares em etanol e sobreviver nos inóspitos ambientes industriais.

#### REFERÊNCIAS

BARNETT, J.A; PAYNE, R.W; YARROW, D. **Yeasts: characteristics and identification**. Cambridge, 1990.

BLOMQVIST, J. ; EBERHARD, T.; SCHNURER, J.; PASSOTH, V. **Fermentations characteristics of *Dekkera bruxellensis* strains**. Applied Microbiology and Biotechnology, Berlin, 2010.

BORNEMAN, AR; ZEPPEL, R; CHAMBERS, PJ; CURTIN, CD. **Insights into the *Dekkera bruxellensis* genomic landscape: comparative genomics reveals variations in ploidy and nutrient utilisation potential amongst wine isolates**. PLoS Genet, 2014.

DE BARROS PITA, W. et al. **The ability to use nitrate confers advantage to *Dekkera bruxellensis* over *S. cerevisiae* and can explain its adaptation to industrial fermentation processes**. Antonie van Leeuwenhoek (Gedruckt). v.100, p.99 – 107, 2011.

DELIA, M.L.; PHOWCHINDA, O.; ALFENORE, S.; STEHAIANO, P. **Brettanomyces as a polluting yeast in alcoholic fermentations: study of its relations to Saccharomyces**. Juiz de Fora - MG, 2006.

GALAFASSI, S. et al. ***Dekkera/Brettanomyces* yeasts for ethanol production from renewable sources under oxygen-limited and low-pH conditions**. Journal of Industrial

Microbiology & Biotechnology.

LEITE, F. C. et al. **High intracellular trehalase activity prevents the storage of trehalose in the yeast.** Letters in Applied Microbiology, v. 63, p. 210-214, 2016.

LIMA, U.A; BASSO, L.C; AMORIM, H.V. Produção de etanol. In: SCHMIDELL, W.; LIMA, U.A; AQUARONE, E.; BORZANI, W. (Coord.) **Biotechnologia industrial: processos fermentativos e enzimáticos.** São Paulo: Edgard Blucher, 2001.

LOUREIRO, V.; MALFEITO-FERREIRA, M. **Spoilage yeasts in the wine industry.** **International Journal of Food Microbiology.** Amsterdam, 2003.

Mendes, K.D., Silveira, R.C.C.P., Galvao, C.M. **Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem.** Florianópolis, 2008.

ROZPEĐOWSKA, E; HELLBORG, L; ISHCHUK, O. P; ORHAN, F; GALAFASSI, S; MERICO, A; WOOLFIT, M; COMPAGNO, C; PIŠKUR, J. **Parallel evolution of the make–accumulate–consume strategy in Saccharomyces and Dekkera yeasts.** Nature communications, v. 2, p. 302, 2011.

SILVA, R.B.O. **Leveduras contaminantes na produção de etanol industrial por processo contínuo: quantificação e identificação.** Dissertação (Mestrado em Microbiologia Aplicada) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 1994.

Souza Liberal. **Validação de genes de referência para análises de expressão gênica por PCR em Tempo Real em Dekkera bruxellensis.** In: 27ª Reunião de Genética de Microrganismos, Guarujá-SP 2010.

\_\_\_\_\_. **Identification of Dekkera bruxellensis as a major contaminant yeast in continuous fuel ethanol fermentation.** Journal of Applied Microbiology, Oxford, 2007.

WHEALS, E.A., BASSO, L.C., Alves, D.M.G. and AMORIM, H.V. **Fuel ethanol after 25 years.** Trends in Biotechnology, 1999.



## **EFEITOS DA EXPOSIÇÃO IN VITRO A HEXAZINONA SOBRE A ATIVIDADE DA ACETILCOLINESTERASE EM MÚSCULO DO PEIXE-ZEBRA (DANIO RERIO)**

ELTON LIMA SANTOS; ÁLVARO JOSÉ DA SILVA; EDSON FERREIRA DA SILVA; ISLÂNE GABRIELE DE MELO ARAÚJO; SONIA SALGUEIRO MACHADO

**INTRODUÇÃO:** O uso de grandes quantidades de pesticidas, inseticidas e herbicidas vem despertando o interesse e a preocupação de órgãos governamentais, crescendo assim a necessidade de um melhor entendimento e avaliação dos efeitos biológicos desses agroquímicos na biota aquática. Deste modo, a exposição ao hexazinona, que é um herbicida altamente móvel e muito utilizado no cultivo de cana-de-açúcar, pode ser potencialmente prejudicial as espécies de peixes. As consequências da exposição a esse herbicida podem vir a interferir negativamente na fisiologia, no comportamento e na reprodução dos peixes. **OBJETIVOS:** avaliar a atividade da enzima acetilcolinesterase presentes no tecido muscular no peixe zebra (*Danio rerio*), após exposição *in vitro* ao herbicida hexazinona. **METODOLOGIA:** Os peixes, adultos de peixe zebra (*Danio rerio*), provenientes de uma piscicultura comercial, foram submetidos a quarentena de 20 dias, posteriormente, foram eutanasiados e tiveram o tecido muscular coletados. Para as quantificações, as amostras foram submetidas *in vitro* a diferentes concentrações 0, 1.0, 2.5 e 5.0 da hexazinona por um período de 10 minuto de incubação, em placa de petri, antes da análise espectrofotométrica e posterior avaliação da atividade da enzima acetilcolinesterase. **RESULTADOS:** Foi constatado uma diminuição significativa (Tukey,  $P > 0,05$ ) da atividade da enzima acetilcolinesterase presente no tecido muscular de 69%, 74%, e 89%, respectivamente, quando comparado ao controle (sem exposição a hexazinona), logo, verificando-se assim um decaimento significativo na atividade da acetilcolinesterase em tecido muscular a medida que aumentava-se os níveis de exposição ao herbicida hexazinona. **CONCLUSÃO:** A hexazinona tem um efeito inibitório sobre a atividade catalítica das enzimas acetilcolinesterase em tecido muscular do peixe zebra.

**Palavras-chave:** Agrotóxico, Meio ambiente, Toxicologia, Piscicultura, Cana-de-açúcar.



## VACINA CONTRA A MALÁRIA: ENSAIOS E PERSPECTIVAS

SAMANTA BARRA DOS SANTOS; ROBERTA SILVANA BARBOSA SILVA; MARIA LUCIENE GAIA TENÓRIO; LIDERLÂNIO DE ALMEIDA ARAÚJO; DÉBORA HELENA CARVALHO ARAÚJO

**INTRODUÇÃO:** A malária permanece no *ranking* de doenças infecciosas que mais causa mortes no mundo. Segundo a Organização Mundial da Saúde, mais de 627.000 pessoas foram a óbito no ano de 2020. Medidas profiláticas não tem sido suficientes para reduzir a transmissão, por isso a busca por uma vacina de eficácia global tem sido tarefa de inúmeros pesquisadores há mais de três décadas. **OBJETIVO:** Esta pesquisa teve por objetivo identificar as publicações que abordam os mecanismos de desenvolvimento de vacinas contra a malária, bem como seus avanços e desafios quanto a produção de um imunizante que demonstre eficácia confiável e que alcance a população mundial. **METODOLOGIA:** Os dados coletados foram obtidos por meio de pesquisa bibliográfica com levantamento realizado nas bases de dados da Biblioteca Virtual da Saúde e PubMed; entre os anos de 2015 a 2022, com uso dos descritores "vacina" e "malária", sendo inclusos trabalhos escritos em idioma português e inglês. Para critério de seleção, executou-se a leitura dos títulos e resumos considerando a abordagem em questão. **RESULTADOS:** Ao todo, foram identificadas 69 publicações que versam sobre o desenvolvimento de uma vacina antimalárica a partir de diferentes mecanismos de ação. A maioria dos estudos analisou as respostas vacinais RTS,S, tipo já recomendado pela OMS, e vacinas alteram o ciclo sexual do parasita avaliando sua eficácia, imunogenicidade e segurança. Outra pesquisa demonstrou o resultado promissor da proteína Pfs48/45 como um antígeno candidato a uma vacina bloqueadora da transmissão (TBV) para a malária. Destaca-se grande parte dos testes realizados em crianças devido a mínima exposição prévia contribuir para maior indução da imunidade e a estabilidade dos ativos que promovem a resposta imune diante da variação de temperatura dentre outros fatores. **CONCLUSÃO:** Grandes são os esforços para se alcançar um imunizante que promova imunidade estendida contra a malária e eficaz em diferentes faixas etárias. Percebe-se o cenário incipiente de estudos de desenvolvimentos de vacina antimalárica na América Latina, uma vez que a bases de dados consultada exibiu pesquisas dos continentes africano e asiático, apontando para a necessidade de avanços que contribuam para o controle mundial da doença.

**Palavras-chave:** Malária, Vacina, Ensaios, Biotecnologia, Revisão.



## **A PERCEPÇÃO DE ALUNOS SOBRE AS FUNÇÕES DO BIOMÉDICO INSERIDO NA BIOTECNOLOGIA EM SAÚDE HUMANA NO MUNICÍPIO DE SOURE-PA**

GIOVANNA DA SILVA FERREIRA; BEATRIZ GURJÃO DE FREITAS; SÁVIO FIGUEIREDO GONÇALVES; LINDERLÂNIO DE ALMEIDA ARAÚJO

**INTRODUÇÃO:** A biotecnologia é uma ciência multidisciplinar que está voltada para fabricação ou modificação de produtos que vão desde a produção de alimentos transgênicos até biocombustíveis e microrganismos que auxiliam no controle da poluição, fornecendo soluções para os problemas sociais e ambientais. As pesquisas voltadas para essas áreas deram-se início em laboratórios universitários e centros de pesquisas públicos, com a finalidade de incentivar a evolução da profissão e expandir novos caminhos para as gerações futuras, criando um novo destino profissional, pois atualmente destacam-se as empresas privadas e a indústria farmacêutica. **OBJETIVO:** O referido estudo tem por finalidade verificar as percepções dos alunos da graduação de biomedicina, a respeito da importância da biotecnologia nas funções desempenhadas pelos biomédicos e como essa está ligada a saúde humana e ao desenvolvimento de medicamento e vacinas, bem como avaliar a influência dessa área na formação profissional do biomédico. **METODOLOGIA:** Para a busca de informações e compilação dos dados colhidos nas investigações, utilizou-se a técnica de aplicação de um formulário de pesquisa qualitativa. Os sujeitos do presente estudo foram 40 alunos do curso de biomedicina. Foram aplicadas as seguintes perguntas, sendo estas respondidas com sim ou não: Você sabe o que é biotecnologia? Você acredita que a biotecnologia seja importante para a formação profissional do biomédico? Você sabe qual a influência da biotecnologia para o desenvolvimento de medicamentos e vacinas? **RESULTADOS:** Obteve-se os seguintes resultados em relação as perguntas norteadoras: Para primeira questão 80% responderam sim e 20% responderam não, para segunda questão 95% responderam sim e 5% responderam não, e para terceira questão 70% responderam sim e 30% responderam não. Diante disso, evidenciou-se que os alunos demonstraram conhecimento acerca da importância da biotecnologia para produção de fármacos, sendo necessário a inserção da habilitação para a profissão. **CONCLUSÃO:** Portanto, a biotecnologia é essencialmente fundamental para a formação profissional, bem como para área da saúde humana na investigação e desenvolvimento de novas técnicas que permite o melhor direcionamento de medicamentos e vacinas para doenças específicas, sendo o biomédico um dos principais atuantes nesse setor, tendo a biotecnologia como aliada nesse processo.

**Palavras-chave:** Biotecnologia, Biomédico, Saúde, Formação profissional, Alunos.



## ISOLAMENTO E CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE FUNGOS FILAMENTOSOS PRESENTES NA CORROSÃO DE MATERIAIS METÁLICOS

LUANA TEIXEIRA PINA; OTÁVIO AUGUSTO SANTOS PORTO; BRENDA KETILYN LAGES DE PAULA; VIVIAN MACHADO BENASSI

### RESUMO:

A corrosão influenciada por microrganismo, conhecida internacionalmente como CIM (*Microbially Influenced Corrosion*), refere-se à corrosão causada diretamente ou indiretamente pela ação de específicos microrganismos. Há estudos demonstrando a ação de bactérias no processo de corrosão, em especial as bactérias oxidadoras de sulfato. Entretanto, são poucos os trabalhos relatando a ação de fungos filamentosos na biocorrosão. Os fungos filamentosos são organismos eucariontes, quimioheterotróficos, cosmopolitas, antes relacionados à ocorrência de doenças e à contaminação alimentar, contudo vem revolucionando a biotecnológica devido às suas funcionalidades e amplas aplicações em processos industriais. Dessa forma, o presente trabalho objetivou coletar materiais metálicos em diferentes níveis de corrosão, isolar fungos filamentosos destes e analisar as características macromorfológicas dos isolados. Ao todo, foram isolados nove fungos, dos quais cinco foram retirados do prego corroído, sendo eles: PD21, PD24, PD51A, PD51B e PD71, enquanto quatro fungos foram provenientes da lasca metálica corroída, identificados como: LD22, LD23, LD26B e LD27. Durante o processo de isolamento foi possível observar a presença de demais microrganismos, como bactérias e leveduras, este fato serviu como exemplo da coexistência destas espécies, podendo até agir de forma cooperada para a realização dos processos de corrosão. Estes microrganismos tiveram características morfológicas macroscópicas distintas entre si, dentre estas: pigmentação, superfície, coloração da colônia, topografia e tipo de borda. Com os resultados obtidos na pesquisa foi possível afirmar que houve presença destes organismos nos materiais metálicos corroídos, no entanto, nem todas as dúvidas foram sanadas, restando questionamentos de como estes fungos filamentosos participam do processo de corrosão ou se apenas estão contidos no material coletado, sendo assim, essa pesquisa serve como incentivo para futuros estudos na área. O trabalho em questão é de grande importância para exemplificar a coexistência dos microrganismos, bem como visualizarmos a presença de diferentes fungos filamentosos em um processo incomum para os mesmos. Desta forma, o presente resumo também serviu como uma provocação para posteriores estudos acerca do tema e até mesmo para aprofundar pesquisas relacionadas aos fungos já coletados em processos de CIM, a fim de encontramos semelhanças e diferenças entre estes microrganismos e melhor compreender seu papel.

**Palavras-chave:** Biocorrosão; Microbiologia; Microrganismos; Diversidade fúngica.

### 1 INTRODUÇÃO

Graças a ubiquidade dos microrganismos podemos encontrá-los coexistindo nos mais distintos meios e processos, desde os mais simples até os mais complexos, como o caso do processo de biocorrosão ou corrosão induzida por microrganismos (CIM) de materiais

metálicos. Neste caso, sabe-se que os principais organismos presentes neste processo são as bactérias, em especial as oxidadoras de sulfato, que geram como produto do metabolismo o sulfeto de hidrogênio, um dos principais agentes biocorrosivos. No entanto, demais microrganismos são encontrados nos meios oxidados, dentre eles os fungos filamentosos, esta afirmativa trás contigo questionamentos sobre a participação destes no processo e possíveis interferências no meio. Uma vez que, os microrganismos ativos nesse processo são capazes de ativar, dar condições ou acelerar o processo corrosivo, fazendo a manutenção eletroquímica da corrosão (NAGIUB & MANSFELD, 2002; MARANGONI, 2010).

Os fungos filamentosos são de grande importância para a área da biotecnologia, uma vez que são produtores de diversos metabólicos de importância, como por exemplo, as enzimas. A identificação desses microrganismos se dá pela junção das características morfológicas macroscópicas, a observação das estruturas reprodutivas, e a identificação molecular. Estas informações trazem questionamentos a respeito da participação de fungos filamentosos na biocorrosão, para isto, o mapeamento das espécies presentes em materiais corroídos é de suma importância, com maior enfoque nos fungos filamentosos, objetivo desse trabalho.

## 2 METODOLOGIA

Os procedimentos foram realizados no Laboratório de Micologia, Enzimologia e Desenvolvimento de Produtos (LMEDP) do Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Diamantina, Minas Gerais. Os microrganismos foram cadastrados no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen), número A64AD93.

### 2.1 Coleta das amostras

Os materiais utilizados para a coleta das amostras foram frascos de vidro, pinças, espátulas, previamente autoclavados, e borrifador com álcool 70° GL, sendo coletado duas amostras para posterior análise microbiológica (Tabela 1 e Figura 1).

Tabela 1- Amostras coletadas.

<b>Amostras</b>	<b>Identificação</b>
Lasca Metálica	LD
<u>Prego Corroído</u>	<u>PD</u>



A B

Figura 1- Imagem representativa das amostras coletadas. (A) lasca metálica LD e (B) prego corroído PD.

## 2.2 Isolamento dos fungos filamentosos a partir das amostras coletadas

Inicialmente foram preparados cerca de 20 mL de meios de cultura sólido Ágar Contagem de Placa Padrão ION Cult<sup>®</sup>, com concentração de 23,5 g/L, previamente autoclavados à 120°C, 1,5 atm, durante 30 minutos, vertidos em placas de Petri com diâmetro de 8,5 cm.

Posteriormente, as amostras coletadas foram postas sobre o meio de cultura e armazenadas em uma estufa bacteriológica, durante sete dias, à 30°C. A partir desta etapa, todas as placas foram analisadas em um período de 24 horas para o acompanhamento do crescimento das colônias de fungos filamentosos diferenciados segundo características morfológicas macroscópicas. Os fungos foram nomeados de acordo com o seguinte padrão: código (Tabela 1); número de dias após o inóculo da amostra que ocorreu o isolamento do microrganismo; ordem de isolamento dos microrganismos no dia.

## 2.3 Análise das características morfológicas macroscópicas

Preparou-se o meio de cultivo sólido Ágar Contagem de Placa Padrão ION Cult<sup>®</sup>, sendo autoclavado à 120 °C, 1,5 atm, por 30 minutos. Posteriormente, verteu-se 20 mL do meio em placa de Petri, também autoclavada, procedimento realizado em superfície esterilizada com hipoclorito de sódio e álcool 70° GL, próximo ao Bico de Bunsen, sendo feito o repique pontual dos fungos filamentosos isolados e mantidos no laboratório ao centro da placa de Petri, utilizando palitos de dente previamente autoclavados.

Após o repique, os meios foram mantidos em estufa bacteriológica, à 30°C, por dois a quatro dias, sendo o crescimento dos fungos filamentosos monitorado a cada 24 horas. Após o crescimento dos isolados, as características macroscópicas morfológicas foram analisadas, como: textura, superfície, borda, topografia, cor da colônia e presença ou ausência de pigmentação.

## 2.4 Manutenção dos fungos filamentosos isolados

A manutenção da cepa ocorreu através do inóculo das colônias em tubos contendo meio de cultura sólido Ágar Contagem de Placa Padrão ION Cult<sup>®</sup>. Os tubos e o meio de cultura foram autoclavados por 30 minutos, 1,5 atm, à 120°C, para esterilização. Após o inóculo, foram mantidos em estufa à 30°C até que o crescimento das colônias fosse observado. Em seguida, os tubos foram armazenados sob refrigeração de 4°C.

As cepas também foram armazenadas em sílica gel, seguindo a metodologia proposta por Michelin (2009). Nesta metodologia, uma solução com 5 mL de leite em pó 200 g/L foi

autoclavada e adicionada aos tubos contendo as colônias fúngicas, para a obtenção de uma suspensão de esporos. Em seguida, cerca de 1 mL desta suspensão foi adicionada em tubos de ensaio contendo sílica gel, também previamente autoclavados. Os tubos foram lacrados e armazenados sob refrigeração de 4°C.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado do processo de isolamento dos fungos filamentosos, pode-se observar que decorrido o tempo de incubação das amostras coletadas em meio de cultura sólido, à 30°C, após sete dias, não pode ser isolado mais nenhum fungo filamentoso, assim como, pode-se observar que ao longo do decorrer dos dias de incubação foram obtidos muitos microrganismos, desde bactérias, leved

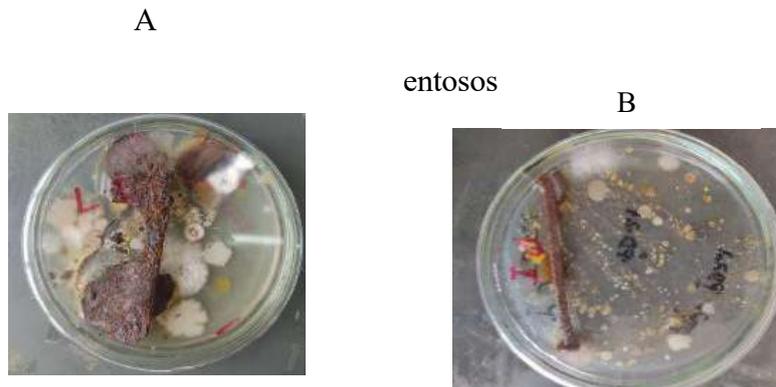
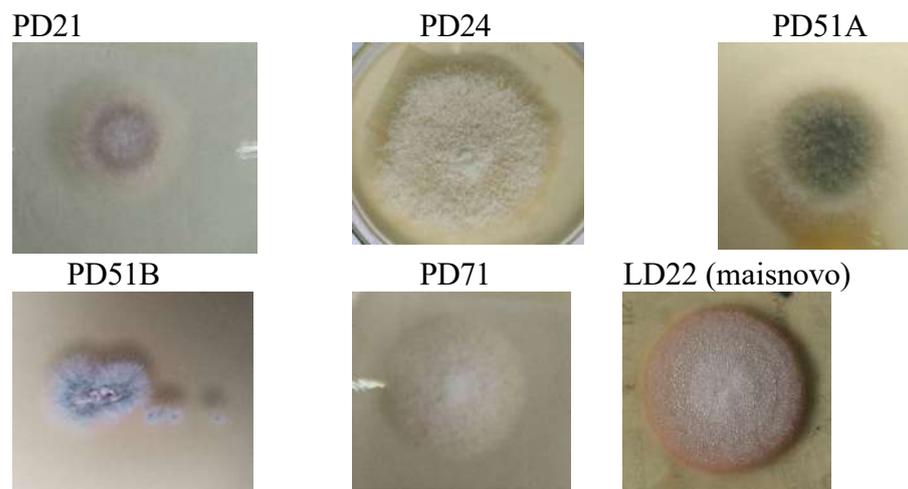


Figura 2- Placa contendo meio de cultura sólido e as amostras coletadas, sendo mantidos à 30°C após sete dias. (A) lasca metálica e (B) prego corroído.

A partir das amostras coletadas foram isolados nove fungos filamentosos, sendo cinco da lasca metálica e cinco do prego corroído (Figura 3). Vale citar que, os fungos filamentosos isolados demoram mais tempo para crescerem no meio de cultura durante o processo de isolamento quando comparado com os outros microrganismos, uma vez que é um organismo mais complexo, quando comprado com as bactérias e multicelular, distinto das leveduras.



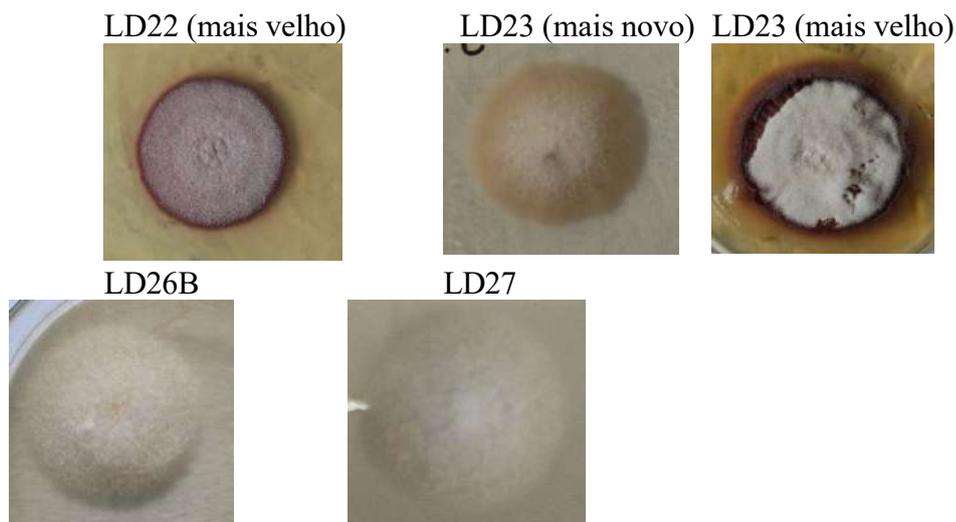


Figura 3- Foto dos fungos filamentosos isolados da lasca metálica e do prego corroído.

Os fungos isolados tiveram suas características morfológicas macroscópicas analisadas (Tabela 2), e pode-se observar que os microrganismos isolados possuem características distintas um dos outros, e sua maioria foram colônias de coloração branca e sem pigmentação.

Tabela 2 – Características macromorfológicas dos fungos filamentosos isolados.

Fungos	Textura	Cor	Pigmento	Superfície	Bordas	Topografia
PD21	Camurça	Branca	Verde musgo	Estrias concêntricas	Lisa	Achatada
PD24	Algodonosa	Branca	-	Granulosa	Filamentosa	Convexa pregueada
PD51A	Aveludada	Branca	-	Lisa	Regular	Lisa e convexa
PD51B	Camurça	Centro verde musgo e borda branca	Verde musgo	Lisa e Rugosa	Lisa	Crateriforme e com pregas centrais
PD71	Algodonosa	Branca	-	Estrias concêntricas	Filamentosa	Lisa e convexa achatada
LD22	Aveludada	Branca	Salmão	Estrias concêntricas	Lisa	Achatada
LD22*	Aveludada	Branca	Vermelha	Estrias concêntricas	Ondulada	Achatada

LD23	Camurça	Branca	-	Estrias concêntricas	Lisa	Lisa e convexa
LD23*	Camurça	Branca	Vermelha	Estrias radiais	Lisa	Achatada
LD26B	Camurça	Centro verde musgo e borda branca	-	Lisa rugosa	Filamentosa	Lisa e côncava
LD27	Camurça	Branca	Salmão	Estrias concêntricas	Ondulada	Lisa e convexa

\* fungos com mais tempo no meio de cultura sólido. - ausência de pigmentação no meio de cultura.

Vale ressaltar que os códigos como LD22 e LD23 foram duplicados, pois foi possível a constatação de que as características morfológicas foram alteradas com o passar do tempo, com estas espécies a diferença vista foi em relação à pigmentação do meio, cerca de 10 dias de diferença. Um exemplo nítido desta discrepância na pigmentação foi do isolado LD22 que, como pode ser visto na Figura 4, sofreu alteração na cor, indo desde um salmão (com 7 dias) até um vermelho bem escuro (aproximadamente 20 dias).

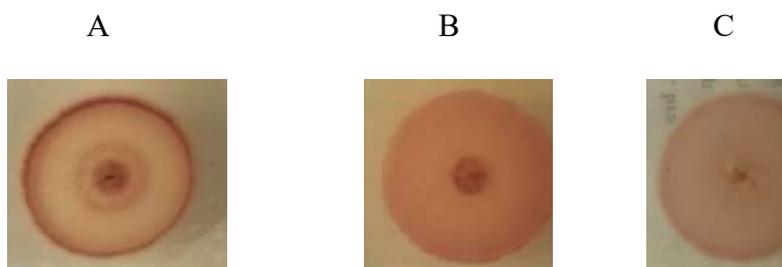


Figura 4 – Foto do fungo filamentoso isolado LD22 em diferentes tempos de incubação. (A) vinte e cinco dias, (B) dezesseis dias e (C) sete dias.

#### 4. CONCLUSÃO

Como resultado foi visualizada a presença de fungos filamentosos nas amostras coletadas de lasca metálica e prego corroído, fungos esses que apresentaram características macromorfológicas distintas. Podendo inferir que esses organismos possuem, provavelmente, ação no processo de corrosão dos materiais analisados. Estes trabalho tras consigo informações sobre um tema muito pouco estudado no país e até mesmo fora dele, criando como perspectiva futura contínuas pesquisas acerca do mesmo, além da realização de possíveis testes para melhor compreensão do papel dos fungos filamentosos durante o processo de biocorrosão, caso exista. Além de pesquisas para que possamos dizer quais são esses fungos que foram isolados e onde mais os encontramos, quais são suas funções principais e o que fungos encontrados em processos como este possuem em comum, suas características e peculiaridades.

#### REFERÊNCIAS

ALTERTHUM, Flavio et al. **Biotecnologia industrial: volume 1: fundamentos**. 2. São Paulo: Blucher , 2020, 462 p.

LUIZ, NILSON FELIPE COUTINHO. **Biocorrosão: conceito e microrganismos associados**. UEZO, Rio de Janeiro. Julho de 2015.

MARANGONI, PAULO ROBERTO DANTAS. **Caracterização d biofilmes formados em superfícies metálicas e biocorrosão**. UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. Curitiba, 2010.

MENDES, WANDERSON DE JESUS DE MOURA et al. **Caracterização macromorfológica de fungos filamentosos isolados em Minas Gerais e Espírito Santo**. SICITAL, Diamantina. 2022.

MICHELIN, M. **Potencial dos fungos *Aspergillus terrícola* e *Aspergillus ochraceus* no desenvolvimento de bioprocessos e propriedades das enzimas xilanolíticas**. 2009. 236 f. Tese (Doutorado em Ciências – Biologia Comparada) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2009.



## MANEJO E CONSERVAÇÃO DE ABELHAS NATIVAS NO MELIPONÁRIO DIDÁTICO PEDAGÓGICO DO IFSC CANOINHAS

LAURO WILLIAM PETRENTCHUK; MURILO GIROLIMETTO KOHLER; ANDRESSA MUNHOZ; CAROLINE DE SOUZA WISNIEWSK; HENRIQUE MARTINS DANTAS

**INTRODUÇÃO:** O projeto do Meliponário didático-pedagógico como instrumento de educação e conservação ambiental no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia-IFSC Canoinhas, objetivou iniciar a formação de uma coleção de abelhas nativas (sem ferrão) para usos em estudos diversos na instituição, além de criar um espaço como estratégia de conservação e valorização de espécies nativas de abelhas e como uma aplicação da biotecnologia de criação racional de abelhas sem ferrão na área Ambiental e Agrícola. **OBJETIVOS:** Usar meliponário como estratégia de conservação e valorização de espécies nativas de abelhas. **METODOLOGIA:** A área destinada a criação do meliponário está localizada entre o bloco agrícola Cristina Duda de Oliveira e a área experimental didática do IFSC campus Canoinhas. Esta área apresenta já certa arborização, o que proporcionam uma boa condição para o desenvolvimento das colônias. A área possui cerca de 400 m<sup>2</sup>, cercada com mourões de eucaliptos tratados e telas galvanizadas para não permitir a entrada de animais e acesso de pessoas não autorizadas, evitando-se assim danos ao meliponário. As caixas para formação das colônias possuem dimensões variáveis em função das espécies criadas. **RESULTADOS:** Como resultados o espaço já abriga cerca de 12 espécies, *Melipona Quadrifasciata*, *Melipona bicolor*, *Melipona marginata*, *Nannotrigona testaceicornes*, *Scaptotrigona Depilis*, *Scaptotrigona Bipunctata*, *Scaptotrigona postica*, *Plebeia nigriceps*, *Plebeia remota*, *Plebeia droryana*, *Plebeia emerina*, *Tetragonisca angustula* que de forma muito dinâmica tem atuado diretamente na polinização das culturas cultivadas em campo na área experimental do campus do IFSC Canoinhas, Houve registro da presença destas espécies em cultivares de *Brassica napus* e *Helianthus annuus*. Já entre as espécies arbóreas registrou-se presença principalmente de *Tetragonisca angustula* em florada de *Psidium cattleianum* e *Schinus therebentifolius*. **CONCLUSÃO:** estima-se que haja grande diversidade de espécies de plantas visitadas pelas espécies presentes no meliponário do IFSC Canoinhas, contudo preliminarmente pode-se observar e concluir que as espécies atuam de maneira eficiente no serviço ecossistêmico da polinização, potencializando a criação racional destas abelhas na promoção biotecnologia da área agrícola e ambiental, garantindo a produção de grãos e sementes, bem como a alimentação e sobrevivência das espécies de abelhas sem ferrão.

**Palavras-chave:** Abelhas sem ferrão, Biotecnologia ambiental, Canoinhas, Conservação ambiental, Meliponário.



## **OS SABERES POPULARES SOBRE PLANTAS MEDICINAIS EM UMA COMUNIDADE QUILOMBOLA DE SALVATERRA-PA FRENTE AO USO DE MEDICAMENTOS DERIVADOS DA MEDICINA CIENTÍFICA.**

ANA DEUZA DA SILVA SOARES; ARMANDO MELO DA SILVA JÚNIOR;  
LIDERLÂNIO DE ALMEIDA ARAÚJO.

### **RESUMO**

O objetivo dessa pesquisa de cunho investigativo foi verificar os conhecimentos tradicionais relacionados com o uso das plantas medicinais e motivo do uso, frente ao uso de medicamentos da medicina científica assim como meios de obtenção e formas de utilização destas plantas na cidade de Salvaterra-PA, uma comunidade quilombola chamada de Vila União. Os dados da pesquisa foram coletados entre os meses de novembro e dezembro de 2022. Baseado em um questionário estruturado de forma fechada, com perguntas diretas para facilitar, posteriormente a interpretação dos dados por meio dos gráficos. Foram entrevistados 43 moradores da Vila alvo da pesquisa. Destes, 51% afirmaram utilizar as plantas medicinais com frequência, conhecer e utilizar as plantas medicinais. O principal motivo para utilização das plantas se dá pela tradição familiar de acordo com estudos apontados sobre as comunidades quilombolas. A forma de preparo mais utilizada foi a em forma de chás, 93%, seguida das garrafadas com 42%. Conclui-se que o uso de plantas medicinais, no município estudado, é tradicional, porém este conhecimento está em conflito entre as novas gerações, pois o mesmo compete hoje, com as novas medicações e fármacos colocados no mercado. Logo, como um dos objetivos deste trabalho é apresentar uma devolutiva dos resultados da pesquisa para a comunidade, e posteriormente por meio deste levantamento possibilitar ações através de palestras e cartilhas nas escolas para favorecer o processo de sensibilização sobre a importância da biodiversidade do uso dessas plantas, porém de forma segura para que essas tradições não sejam perdidas ao longo dos tempos.

**Palavras-chave:** Comunidades quilombolas; Ervas medicinais; Saberes tradicionais; Medicamentos farmacológicos; Conhecimento científico.

### **1 INTRODUÇÃO**

O mundo assiste atualmente a uma reformulação da correção da vida com os valores naturais e ecológicos e hoje é possível perceber que os mesmos voltam com muita força em todas as esferas do conhecimento científico e da vida prática, na determinação de novos preceitos. Portanto, o uso de plantas para fins medicinais tem renovado e estimulado o interesse pelo conhecimento das propriedades dos medicamentos extraídos das plantas, incluindo sua morfologia, constituintes químicos, propriedades farmacológicas, etc (NASCIBEM; VIVEIRO, 2015).

O uso das plantas em geral pode ser considerado uma das formas mais antigas de práticas terapêuticas, onde é possível perceber que a história da humanidade é acompanhada pela utilização das mesmas, especialmente as de cunho medicinal que exercem papel significativo na terapêutica mundial (PIRONDO, et al., 2011). Com base nessa afirmação, este

artigo buscou descrever a partir de uma pesquisa investigativa aliada um levantamento bibliográfico, sobre qual a importância que as plantas medicinais tem nos dias de hoje para a população, tendo como ponto de partida a comunidade quilombola de Salvaterra-PA.

Uma vez que os saberes tradicionais são atribuídos a pequenos grupos ou sociedades que reproduzem historicamente seu modo de vida, apresentando diversos conhecimentos. Os saberes tradicionais ou conhecimentos tradicionais são advindos de diversos povos e comunidades tradicionais do Brasil, que incluem: quilombolas, castanheiros, ciganos, seringueiros, povos de matriz africana, ribeirinhos, caatingueiros, pescadores artesanais entre outros (PARANÁ, 2019).

A pesquisa de cunho investigativo acerca do uso medicinal de plantas, a fim de buscar a avaliação de uso das mesmas fez uma comparação com a utilização de outros medicamentos da medicina científica, onde a mesma se deu por meio de coleta de dados através entrevista com as pessoas da Vila alvo do estudo, que apontou uma diversidade de saberes tradicionais relacionado às plantas medicinais, que vão desde uma variedade de espécies utilizadas até a seleção da planta para preparação de chás e/ou garrafadas. Godim (2007) nos revela através das suas observações que a preparação de chás medicinais é uma das principais manifestações de saber tradicional.

No entanto, ainda há uma carência de informações científicas relatadas dentre as comunidades quilombolas no Município de Salvaterra no Pará, o que torna a revisão da literatura ainda um pouco limitada de informações que privilegiem essa região do Marajó. O que se mostra vigorosamente necessário, inclusive fazendo uma aproximação entre a o reconhecimento da ciência tradicional para a farmacologia e a tecnologia química da atualidade. O objetivo desta pesquisa, é mostrar a importância do conhecimento popular das comunidades tradicionais, como o é caso dos povos quilombolas carregados de costumes, que tentam ser preservados a cada geração. Entretanto com o avanço das tecnologias, a população de uma maneira geral, tem seus hábitos sendo modificados a cada década. Além disso também teve como desígnio para trabalho, identificar os saberes das comunidades quilombolas, no qual a Vila União no Município alvo da pesquisa, é uma dessas, por ainda preservar os costumes da sua historicidade e descendência, mesmo frente a uso de outros tipos de medicamentos.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do presente estudo, optou-se por escolher uma comunidade quilombola no Município de Salvaterra-PA, chamada de Vila União.

Mediante as 43 entrevistas realizadas, por meio de um questionário fechado, foi possível observar a partir dos conhecimentos tradicionais da comunidade, acerca do uso medicinal de plantas, as correlações com os conhecimentos tradicionais entre os diferentes saberes, formas de uso, frequência com que as plantas são utilizadas, assim como também as mais apreciadas pela população local.

A pesquisa ocorreu nos meses de novembro e dezembro de 2022, no qual a participação na mesma foi voluntária e inicialmente teve apenas o objetivo de averiguar informações sobre o uso das plantas medicinais na comunidade, para a partir desses dados poder verificar um maior conhecimento sobre as plantas nativas como nos sugere ALMEIDA, et al. (2009), como também fazer uma revisão da literatura sobre a temática, e observar por meio das respostas se ainda há relevância no uso das plantas medicinais frente ao uso dos medicamentos da medicina científica ou também chamados de fármacos químicos.

A pesquisa foi de natureza básica investigativa, porém exploratória, pois também teve um levantamento bibliográfico que levou em consideração de outros autores e atividades de campo, por meio das entrevistas realizadas em diferentes casas da Vila. Logo à abordagem, deste estudo foi de natureza qualitativo, pois, se baseia no método objetivo para a construção,

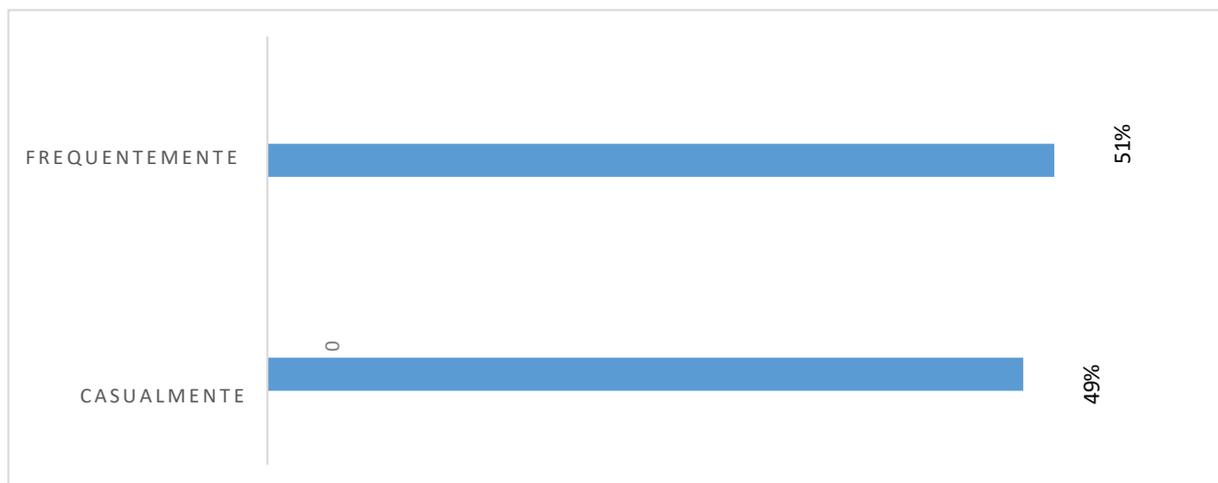
cálculos de média e frequência padrão e posterior geração de figuras e tabelas, proposto por Gil (1999), para comportamentos relacionados com populações humanas.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em toda busca investigativa encontrou-se um total de 37 produções, das quais, 19 atenderam aos critérios estabelecidos a partir da temática central, dessa forma, define-se esse quantitativo na finalização do estudo. Especificamente na base de dados foram encontrados um total de 10 artigos, porém, somente 8 foram utilizados conforme o método de inclusão adotando as palavras-chave desta pesquisa, e tendo como foco o Município de Salvaterra, tendo como fonte de pesquisa utilizada, a SciELO, para que pudéssemos nortear a interpretação dos dados obtidos com a pesquisa.

Foram entrevistas 43 pessoas adultas, que responderam a um questionário que continha 10 perguntas estruturadas de forma fechada para dinamizar o trabalho dos entrevistadores. Dentre as perguntas, os mesmos foram questionados quanto a frequência com que fazia uso das plantas medicinais de uma forma geral, independente da sua forma de preparo. O que apontou que 51% dos entrevistados respondeu que faz uso das mesmas frequentemente, como mostrado no gráfico 1.

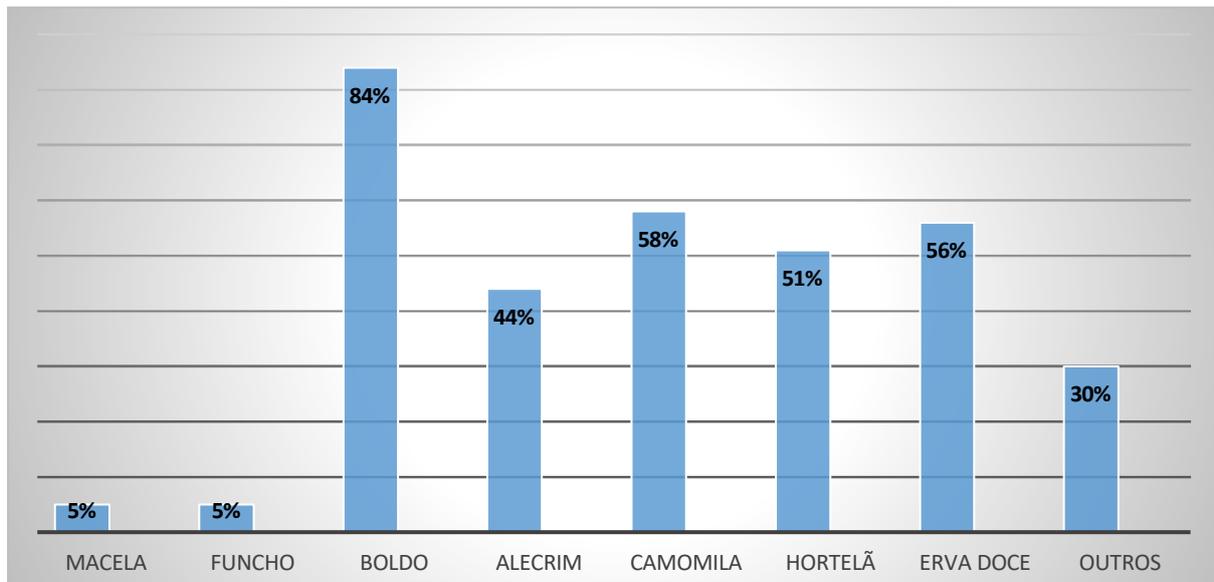
Gráfico1: Frequência de uso das Plantas Mediciniais.



Fonte: Autores, 2023.

Quando questionados sobre quais tipos de plantas são mais utilizadas, os resultados corroboram com registros feitos por alguns autores como Theisenet et al. (2015), e como também apontou os estudos realizados Simões e et al. (2021), por onde encontraram muitas espécies de plantas que são utilizadas no combate às doenças de atenção primária, como por exemplo: problemas estomacais, gripes, febre, dores de cabeça, dentre outras, que pode ser observado no gráfico 2.

Gráfico 2: Plantas Mediciniais mais utilizadas



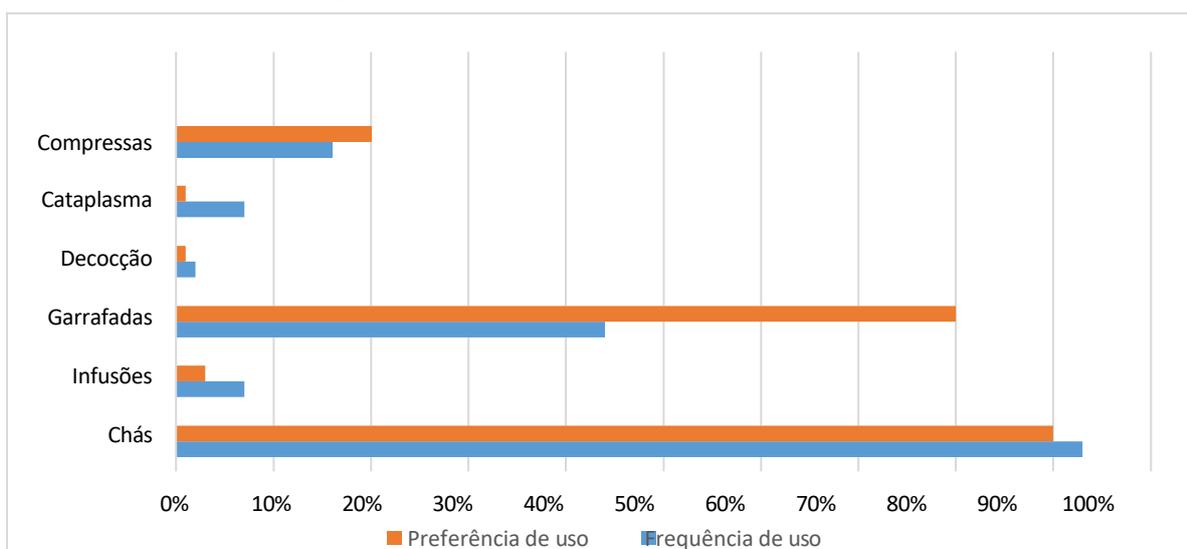
Fonte: Autores 2023.

Quando as pessoas foram perguntadas sobre as formas de uso das plantas medicinais, como também da relação e confiança que possuíam em relação ao plantas medicinais como os medicamentos adquiridos em farmácias, foi possível verificar duas informações relevantes que podem servir de base de estudos para outras pesquisas concernentes ao tema.

A maioria dos entrevistados prefere as plantas medicinais, em parte isto pode estar relacionado pelo local de estudo ser em comunidades quilombolas, que tentam preservar suas tradições e costumes para o tratamento e cura dos males do corpo, como também do cultivo das plantas em seus locais de convivência (MIRANDA et al., 2008).

No gráfico 3 é possível acompanhar as formas de uso ou preparo da comunidade para as plantas mais utilizadas relatadas na pesquisa, no qual o chá tem 90% de preferência, como também mais e 90% em frequência a ser utilizada.

Gráfico 3: Formas de uso/preparo das Plantas Medicinais

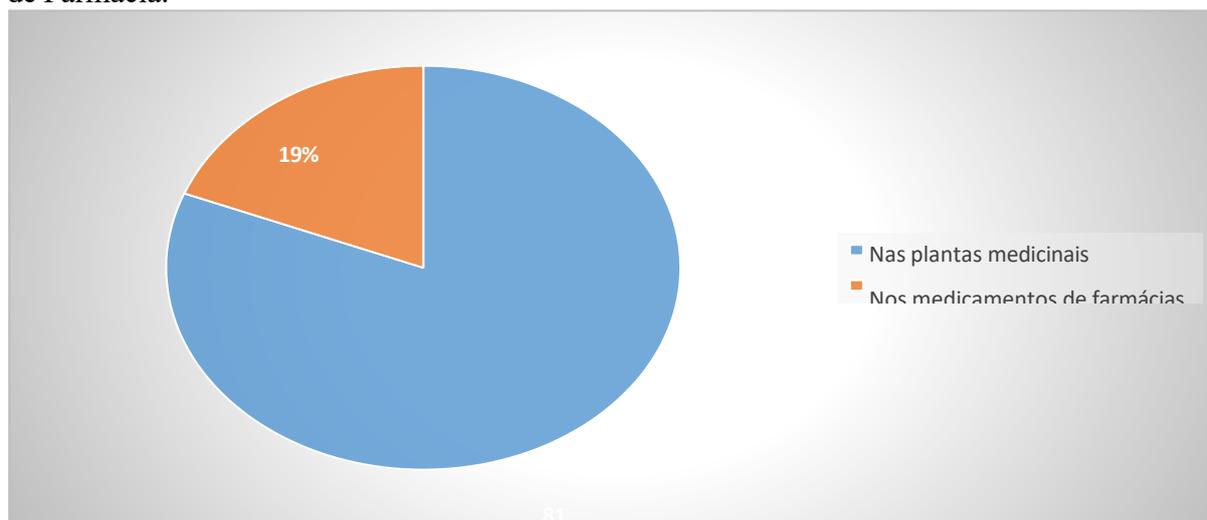


Fonte: Autores 2023.

Foi possível comprovar que a população, em especial a comunidade quilombola ainda confia mais nas plantas medicinais que nos medicamentos vendidos nas farmácias. Isso pode

ser comprovado por meio de estudos recentes que comprovaram que 80% da população mundial possuem confiança quanto ao uso de ervas medicinais, principalmente por aderirem ao método relativo de cultivo e o uso de consumo diário (FIRMO et al., 2011). Com base nestes dados, é notório perceber que as investigações no campo em questão já podem expandir os horizontes de pesquisa um grande número de publicações sobre fármacos produzidos a partir das plantas. O gráfico 4 corrobora com pesquisas feitas anteriormente e reforça essa corrente de pensamento, pois também pode estar associada a fácil manutenção ou baixo custo de aquisição, como também no seu preparo. Porém, teremos essa base de informação como norteadora para continuação desta pesquisa inicial.

Gráfico 4: Nível de confiança da Comunidade em Plantas Medicinais X Medicamentos de Farmácia.



Fonte: Autores 2023.

#### 4 CONCLUSÃO

Dada a enorme biodiversidade de plantas que beneficiam o ser humano, há necessidade de melhor disseminar o conhecimento sobre os efeitos das plantas e a segurança do uso de plantas como recursos terapêuticos. Portanto, esses botânicos devem ser usados com cautela, pois muitos deles ainda carecem de dados científicos específicos e podem ser fatores de risco para intoxicações.

É importante ressaltar que os conhecimentos populares estão dentro das comunidades tradicionais, como o caso dos quilombolas a várias gerações. Por esse motivo, entende-se que é importante informar as pessoas sobre as preocupações com a qualidade geral da saúde, sem desprezar seus costumes e procurando entender os mecanismos de reação da sociedade frente ao uso de qualquer tipo de medicamento.

Dessa forma descritiva vale destacar a serventia que as pesquisas, como também os meios de comunicação verbal são valiosos para manter a população bem informada sobre os conhecimentos populares como também dos avanços em pesquisas sobre plantas medicinais como também de medicamentos da medicina científica. Nesse contexto, nota-se que pesquisas voltadas para a área de plantas medicinais podem demonstrar efetivamente seus efeitos por meio do uso popular, e que aliados as tecnologias vigentes na produção de fármacos, pode utilizar parte deste conhecimento como fonte enriquecedora para aperfeiçoar tratamentos e formas de uso de vários tipos de medicação.

#### REFERÊNCIAS

FIRMO, E. C. A.; MENEZES, V. J. M.; PASSOS, C. E. C.; DIAS, C. N.; ALVES, L. P. L.; DIAS, I. C. L.; NETO, M. S.; OLEA, R. S. G. **Contexto histórico, uso popular e concepção científica sobre plantas medicinais**. Cad. Pesq., São Luís, v.18, 2011.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GONDIM, M. S. da C. **A inter-relação entre saberes científicos e saberes populares na escola: uma proposta interdisciplinar baseada em saberes das artesãs do Triângulo Mineiro**. 2007. 176 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

MIRANDA, T. M.; HANAZAKI, N. Conhecimento e uso de recursos vegetais de restinga por comunidades das ilhas do Cardoso (SP) e de Santa Catarina (SC), Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v.22, p.203-215, 2008.

NASCIBEM, F. G.; VIVEIRO, A. A. Saberes populares consCiência: uma investigação sobre a medicina popular. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis, p. 1-9, 2015. Disponível em: <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R0773-1.PDF>>. Acesso em: 14 janeiro 2023.

PARANÁ. Departamento de Direitos Humanos e Cidadania – DEDIHC. **Povos e Comunidades tradicionais**. Curitiba: Secretaria da Justiça, Trabalho e Direitos Humanos, 2019.

PIRONDO, A. et al. **Influencia de factores externos sobre la comercialización de plantas medicinales em um medio urbano: El caso de vendedores criollos e indígenas em Corrientes, Argentina**. Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas. v. 10, p. 553 – 569, 2011.

SIMÕES, M. C., TEIXEIRA, L. C., CARDOSO, M. B. S., RIBEIRO, K. R., MACHADO, A. L. M., Pereira, M. F. B. C. **O conhecimento tradicional para construção de uma horta medicinal em Salvaterra, Ilha de Marajó**, Pará.Holos. 37(4), 1-14, 2021.

Theisen, G. R., Borges, G. M., Vieira, M. F., Konflanz, T. L., Neis, F. A., & Siqueira, A. B. (2015). **Implantação de uma horta medicinal e condimentar para uso da comunidade escolar**. Revista eletrônica em Gestão, educação e tecnologia Ambiental, Santa Maria, 19(1),167-171.



## AVALIAÇÃO DE ALTURA DE PLÂNTULA E COMPRIMENTO DE RAÍZES APÓS GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *CALLIANDRA BREVIPES* BENTH. TRATADAS COM DIFERENTES DILUIÇÕES DE *ARSENICUM ALBUM*

LAURO WILLIAM PETRENTCHUK; AMABILYN JONKO; DOUGLAS ANDRÉ WURZ

**INTRODUÇÃO:** A caliandra (*Calliandra brevipes* Benth.) é um arbusto lenhoso, muito ramificado, nativo do Brasil. O medicamento *Arsenicum album* é um policresto de ação ampla na agrohomenopatia. Influi de maneira importante nos processos de germinação, sobre a circulação da seiva e perturba a circulação periférica. **OBJETIVOS:** Verificar a influência da aplicação do medicamento homeopático *Arsenicum album*, em diferentes dinamizações, na germinação de sementes da espécie florestal caliandra (*Calliandra brevipes* Benth.), bem como a promoção de crescimento das plântulas e comprimento de suas raízes. **METODOLOGIA:** O estudo foi conduzido na casa de vegetação do Instituto Federal de Santa Catarina-IFSC, no município de Canoinhas-SC. Foram selecionados 100 sementes de caliandra (*Calliandra brevipes* Benth.) para cada tratamento, que foram distribuídas em um delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro blocos, 20 sementes por parcela, semeadas em bandejas de isopor específica para mudas, de 128 células cada, com volume de interno de 7 ml. O medicamento homeopático *Arsenicum album* foi preparado na quantia de 30 ml para cada dinamização. Os tratamentos consistiram de cinco diferentes dinamizações com diluição Centesimal Hahnemanniana (CH) de: 6CH, 12CH, 18CH, 24CH, 30CH, e o grupo controle, com a imersão das sementes em água destilada. As sementes, foram imersas no preparado homeopático, de tal forma que o líquido estivesse em contato com toda a superfície das sementes. A semeadura ocorreu em novembro de 2022, e foram avaliadas a altura total de plântulas e comprimento de raízes após 15 dias de germinação. **RESULTADOS:** Na avaliação de altura de plântula não houve diferenças significativas no crescimento em função das diferentes dinamizações de *Arsenicum album*, apresentando uma média de 5,6 cm de altura entre todos os tratamentos. Já para o comprimento das raízes, houve uma diferença significativa em mais de 1,2 cm entre os tratamentos 6CH e 30CH, onde respectivamente apresentaram uma média de 7,1 cm e 5,8 cm de comprimento. **CONCLUSÃO:** Conclui-se que o medicamento homeopático *Arsenicum album* influi de forma moderadamente eficiente no comprimento de raízes, e de forma indiferente na altura de plântulas da espécie *Calliandra brevipes* Benth. Após a germinação de sementes tratadas com o mesmo.

**Palavras-chave:** *Arsenicum album*, Caliandra, *Calliandra brevipes*, Canoinhas, Tratamento homeopático.



## PROSPECÇÃO SOBRE USO DE FUNGOS DARK SEPTATE COMO MITIGADORES DO ESTRESSE HÍDRICO EM ALGODOEIRO

ROSEANE CAVALCANTI DOS SANTOS; RITA DE CÁSSIA CUNHA SABOYA; RENNAN FERNANDES PEREIRA; JEAN PIERRE CORDEIRO RAMOS; PEDRO DANTAS FERNANDES

**INTRODUÇÃO:** Fungos dark septate (FDS) são microrganismos endofíticos, pertencentes ao filo Ascomycota e largamente abundantes no solo. Estudos disponíveis na literatura reportam que FDSs minimizam os efeitos da supressão hídrica em plantas. **OBJETIVOS:** Avaliar acessos de FDS inoculados em algodoeiro sob estresse hídrico. **METODOLOGIA:** o experimento foi conduzido em casa de vegetação, em Campina Grande, PB, utilizando sacos (5 L) contendo substrato comercial e sementes tratadas com inoculantes fúngicos. A cultivar de algodão sensível à seca (FM 966) foi submetida a 7 dias de restrição hídrica, na fase V2. Os inoculantes foram preparados com quatro acessos de FDS, crescidos em meio BDA. O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 (quatro inoculantes fúngicos e água destilada) x 2 (controle irrigado e estresse hídrico), com 5 repetições. Foram avaliados o crescimento, a taxa de transporte de elétrons (TTE) e o conteúdo relativo de água (CRA) nas folhas. **RESULTADOS:** No geral, verificou-se que o inoculante do acesso ERR 01 possibilitou expressivos benefícios às plantas, aliviando os efeitos da supressão hídrica, na fase estudada. A altura das plantas inoculadas com ERR 01 não foi afetada pelo estresse hídrico, enquanto que a das plantas sem inoculante teve redução de 10%. O comprimento das raízes das plantas inoculadas com esse acesso aumentou 15%, indicando um benefício do inoculante na capacidade de absorção de água nas plantas sob estresse. A TTE e o CRA das plantas inoculadas com ERR 01 não apresentaram diferenças estatísticas entre as plantas irrigadas e estressadas, enquanto que, no tratamento sem inoculação, reduções de 19% e 26%, respectivamente, foram observadas nas plantas sob estresse. Isso indica que a produção de energia na fase fotoquímica da fotossíntese, nas plantas inoculadas, não foi alterada e ainda que o inoculante contribuiu para manter a absorção de água e o turgor dos tecidos, mesmo sob estresse. **CONCLUSÃO:** Embora iniciais, esses resultados são relevantes e denotam a necessidade de aprofundar os conhecimentos sobre benefícios da aplicação de inoculantes desses fungos durante o ciclo do algodoeiro, considerando que a estiagem é um fenômeno que frequentemente ocorre nos campos agrícolas, afetando o desenvolvimento das plantas.

**Palavras-chave:** *Gossypium hirsutum*, Ascomycota, Microrganismos endofíticos, Inoculação, Bioinsumos.



## ISOLAMENTO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO – QUÍMICA DO BACTERÍOFAGO VB\_KPNS\_UNISO1E LÍTICO PARA KLEBSIELLA PNEUMONIAE

BRUNA RIBERA GUERRERO; ARTHUR OLIVEIRA PERERIA; STEPHEN CHIJOKE EMENCHETA; VICTOR MANUEL CARDOSO FIGUEIREDO BALCÃO; MARTA MARIA DUARTE CARVALHO VILA

**INTRODUÇÃO:** As bactérias têm-se tornado cada vez mais resistentes aos antibióticos, devido ao uso incorreto e exacerbado destes medicamentos, gerando infecções persistentes. Dentre as bactérias multirresistentes aos antibióticos, destaca-se a *Klebsiella pneumoniae* associada, principalmente, às infecções pulmonares hospitalares. Tendo em vista a falta de novos antibióticos ressurgem, como alternativa ao tratamento de infecções por bactérias multirresistentes, o uso de bacteriófagos. Os bacteriófagos são vírus altamente específicos que possuem a capacidade de eliminar apenas bactérias-alvo. **OBJETIVOS:** Isolar e caracterizar físico-quimicamente um bacteriófago lítico para *Klebsiella pneumoniae*. **METODOLOGIA:** i) Isolamento, propagação e purificação de bacteriófago lítico para *Klebsiella pneumoniae*; ii) Teste da gota ou *Spot test*; iii) Determinação de Título fágico; iv) Coeficiente de extinção molar através varredura espectral UV-Vis; v) Determinação do perfil de proteínas estruturais por eletroforese SDS-PAGE; vi) Características morfológicas por Microscopia Eletrônica de Transmissão (MET). **RESULTADOS:** O bacteriófago foi isolado a partir de amostra coletada de águas residuais do Hospital Veterinário da Universidade de Sorocaba (Sorocaba/SP, Brasil), sendo denominado vB\_KpnS\_Uniso1E. O *Spot test* indicou elevada capacidade lítica. O título fágico foi de  $4,62 \times 10^{26}$  Unidade Formadoras de Placas por mL (UFP/mL). A absorvância máxima foi em 256 nm e a mínima de 244 nm. O coeficiente de extinção molar ( $\epsilon$ ) foi de  $3.792 \times 10^{-26}$  (UFP/mL) $^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ . A eletroforese SDS PAGE indicou pesos moleculares das proteínas estruturais entre 34 -169 kDa. Pela microscopia eletrônica observou-se que o fago isolado pertence à ordem *Caudoviricetes* e, provavelmente à família *Siphoviridae*. **CONCLUSÃO:** Constou-se que a suspensão fágica obtida contendo partículas fágicas contra *Klebsiella pneumoniae* tem grande quantidade de vírions e com elevado potencial lítico. Pelos resultados obtidos o fago demonstrou viabilidade para a aplicação na fagoterapia no combate as infecções causadas pela *Klebsiella pneumoniae*.

**Palavras-chave:** Bacteriófagos, *Klebsiella pneumoniae*, Pneumonia, Análise físico-química, Biotecnologia.



## ISOLAMENTO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO BACTERÍOFAGO LÍTICO VB\_PSGS\_UNISO1F PARA PSEUDOMONAS SYRINGAE PV. GARCAE

LUAN CASSANO MOTA; BRUNA RIBERA GUERRERO; ERICA CRISTINA SANTOS SILVA; VICTOR MANUEL CARDOSO FIGUEIREDO BALCÃO; MARTA MARIA DUARTE CARVALHO VILA

**INTRODUÇÃO:** O cancro do cafeeiro, ou mancha aureolada, é uma doença causada pela bactéria fitopatogênica *Pseudomonas syringae* pv. *garcae* (Psg), tendo sido constatada pela primeira vez em 1955, na região de Garça, no Estado de São Paulo, e qual se tem destacado na cafeicultura brasileira nos últimos anos, levando a graves perdas econômicas que afetam seriamente o comércio de café. Os tratamentos disponíveis para esta doença ainda são escassos, com os mais comuns a envolverem pulverização frequente dos cafezais com derivados de cobre, em especial hidróxido de cobre e oxiclureto de cobre, assim como o antibiótico kasugamicina. Assim, é essencial desenvolver novas abordagens para controlar a Psg, que reduziriam o aparecimento de bactérias resistentes e, ao mesmo tempo, permitiriam uma produção agrícola sustentável. **OBJETIVOS:** objetiva-se o isolamento e caracterização de um bacteriófago lítico contra *Pseudomonas syringae* pv. *garcae*, bem como a avaliação de sua eficácia diante de fatores abióticos de modo a estabelecer futuramente uma formulação contendo um coquetel fágico, visando o controle da bactéria fitopatogênica o agente causador da mancha aureolada nos cafeeiros de forma eficiente. **MATERIAL E MÉTODOS:** Isolou-se um fago lítico a partir de fonte ambiental, sendo o mesmo caracterizado através da avaliação da morfologia das placas fágicas, determinação do título fágico, análise do perfil de proteínas estruturais por eletroforese SDS-PAGE, varredura espectral no UV-Vis e determinação do coeficiente de extinção molar. **RESULTADOS:** O isolamento do bacteriófago se deu a partir de plantas do café (Catuai Vermelho), denominou-se como vB\_PsgS\_Uniso1F, a determinou-se o título fágico de  $1,60 \times 10^{13}$  UFP/mL. Realizou-se a UV-Vis obtendo-se máxima de 251 nm e mínima de 245 nm, expressando um coeficiente de extinção molar obtido para o fago (vB\_PsgS\_Uniso1F) de  $\epsilon = 2,2652 \times 10^9$  (UFP/mL)<sup>-1</sup>, durante a eletroforese (SDS-PAGE) constatou-se o perfil de proteínas estruturais do bacteriófago, com gamas entre: 16,17 a 173,33 kDa, e através do (MET) visualizou-se sua classe Caudoviricetes pertencendo a família Siphoviridae. **CONCLUSÃO:** O bacteriófago em questão apresentou atividade lítica específica contra o agente patogênico Psg, sendo promissor para o uso pretendido e muito útil como alternativa sustentável para pesquisas futuras.

**Palavras-chave:** Bacteriófago, Fitopatogênica, *Pseudomonas syringae* pv. *garcae*, Cafeicultura, Mancha aureolada.



## MICROENCAPSULAÇÃO POR SPRAY DRYER E FINGERPRINT DE EXTRATO SECO DE MIMOSA CAESALPINIIFOLIA UTILIZANDO AEROSIL® 200 COMO AGENTE ENCAPSULANTE

BRUNA MACIEL SOUZA; RAFAELA COSTA ALVES; GERALDO ALVES DA SILVA;  
MARCELO APARECIDO DA SILVA; MARCELO JOSÉ DIAS SILVA

**INTRODUÇÃO:** O uso de plantas da flora brasileira é de bastante relevância quando se fala sobre pesquisa e desenvolvimento de novos medicamentos, principalmente pelo fato da imensa biodiversidade presente no território brasileiro. Nesse sentido, foi realizado um estudo sobre o extrato de *Mimosa caesalpinifolia*, espécie endêmica brasileira e popularmente conhecida como “sabiá” ou “sansão-do-campo”, sendo utilizada tradicionalmente como cicatrizante, anti-inflamatório e para doenças do trato respiratório superior. **OBJETIVOS:** Este estudo objetivou a avaliação do perfil químico do extrato seco de *Mimosa caesalpinifolia* e desenvolvimento de um método de microencapsulação utilizando Spray Dryer e o adjuvante Aerosil, visando a microestruturação e proteção dos compostos químicos do extrato. **METODOLOGIA:** O extrato das folhas obtido por percolação exaustiva com etanol 70% foi submetido à secagem por nebulização em Mini Spray Dryer BÜCHI 190®, a uma temperatura de entrada de 140°C, seguido de análise por LC-MS para análise qualitativa (*fingerprint*) do perfil químico e microencapsulação utilizando Aerosil® 200. **RESULTADOS:** O *fingerprint* das folhas de *Mimosa caesalpinifolia* evidenciou a presença de flavonoides glicosilados com esqueleto de quercetina, kaempferol, ácido gálico e galato de etila, revelando então um potencial efeito antioxidante e anti-inflamatório da planta. A adição de Aerosil contribuiu para a manutenção das características físicas do extrato seco, além de influenciar positivamente no rendimento do processo de secagem por Spray Dryer. A esta estabilidade atribui-se uma possível microencapsulação das partículas de pó pelo Aerosil. As microcápsulas do extrato seco por Spray Dryer com Aerosil apresentaram tamanhos variados, entre 13,62 e 20,78 µm. Portanto, o Aerosil auxiliou na formação de estruturas microparticuladas que se ligaram às estruturas do extrato, facilitando a microestruturação. Novos ensaios são necessários para quantificar o grau de cristalinidades, utilizando as técnicas de calorimetria exploratória diferencial (DSC) e a difração de raios-X (DRX). **CONCLUSÃO:** A tecnologia de microencapsulação por Spray Dryer e utilizando o adjuvante Aerosil pode ser uma alternativa promissora e de grande potencial no efeito protetor sobre compostos químicos, o que auxiliará no desenvolvimento de um produto final de qualidade.

**Palavras-chave:** *Mimosa caesalpinifolia*, Sansão-do-campo, Spray dryer, Aerosil, Fingerprint.



## DISPOSIÇÃO EM ATERRO SANITÁRIO E DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE METANIZAÇÃO DA FRAÇÃO ORGÂNICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (FORSU) COM ÊNFASE NA AÇÃO DO DOMÍNIO ARCHAEA METANOGENÉTICAS

MÁRCIA APARECIDA SILVA

**INTRODUÇÃO:** O presente trabalho foi realizado através de um levantamento bibliográfico. O tema deste estudo foi a disposição adequada e tratamento resíduos sólidos em aterros sanitários, destacou-se os processos tratamento biológicos anaeróbios por biometanização que promove a conversão da parte biodegradável dos resíduos sólidos urbano. Apesar de aterros sanitários representarem a terceira maior fonte antropogênica de geração de metano, a disposição final de resíduos sólidos urbanos com o uso desta técnica minimiza os impactos da alocação de resíduos, bem como favorece o aproveitamento energético do biogás e da sua fração de gás metano, o que é promissor em uma sociedade dependente de energia para sua viabilização sócio econômica. **OBJETIVOS:** Apresentar possíveis melhorias na gestão integrada de resíduos em aterros sanitários, identificando o estado atual e o possível espaço para adaptação e aprimoramento da tecnologia para intensificar a ação metanogênica do Domínio Archaea. **METODOLOGIA:** Foi realizada uma revisão na literatura sobre a gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil, definições da Política Nacional de Resíduos Sólidos Brasileira, definida pela Lei 12305/2010; avaliou-se o tratamento biológico, citando-se a compostagem e o tratamento anaeróbio. Avaliou-se o tratamento anaeróbio com a biometanização, a participação de microorganismos, bem como as possibilidades de intensificação da ação metanogênica e o controle dos fatores para tal. **RESULTADOS:** Houve o destaque para a atuação do Domínio de Archaea metanogênica e a descrição detalhada dos mecanismos usados por este grupo na literatura, bem como o apontamento de características específicas que necessitam ser detalhadas para aumentar a geração de biometano. **CONCLUSÃO:** Após o levantamento bibliográfico a cerca do tema, foi evidenciado que são necessárias estratégias de gerenciamento que promovam uma segregação eficaz de resíduos orgânicos na fonte de geração, com vistas à melhoria do desempenho dos processos biológicos de tratamento da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos e da eficiência de aproveitamento energético de biogás em unidades de metanização. Foi apontado que o excesso de material impróprio também implica em perdas econômicas importantes, relativas aos custos de transporte e aterro de rejeitos que inclusive, colocam em instabilidade a ação metanogênica no maciço dos aterros sanitários.

**Palavras-chave:** Gás metano, Biogás, Microorganismos, Conversão energética, Matriz energética.



## CARACTERIZAÇÃO BIOLÓGICA DE BACTERIÓFAGOS LÍTICOS ISOLADOS CONTRA PSEUDOMONAS SYRINGAE PV. GARCAE PARA COMBATER O CANCRO DO CAFEIEIRO

ERICA CRISTINA SANTOS SILVA; LUAN CASSANO MOTA; BRUNA RIBERA GUERRERO;  
MARTA MARIA DUARTE CARVALHO VILA; VICTOR MANUEL CARDOSO FIGUEIREDO  
BALCAO

**INTRODUÇÃO:** O cancro do café é uma doença causada pelo fitopatógeno *Pseudomonas syringae* pv. *garcae* (PSG), afetando a produção de café e levando a sérios prejuízos econômicos. O desenvolvimento de resistência aos antibióticos utilizados no tratamento de infecções causadas por fitopatógenos tem sido uma realidade. Inovações no âmbito biotecnológico para o controle de fitopatogênias ajudam os produtores a manter suas lavouras mais sustentáveis e mais seguras para o meio ambiente. Uma das alternativas mais promissoras ao uso de antibióticos é o uso de bacteriófagos. **OBJETIVO:** Caracterizar biologicamente fagos estritamente líticos isolados do meio ambiente contra o fitopatógeno PSG. **METODOLOGIA:** Os fagos foram isolados de folhas doentes de árvores jovens do café. Verificou-se através da microscopia eletrônica de transmissão, as imagens dos fagos para determinação da classificação da família pertencente. Foi realizada a caracterização biológica pelos métodos de determinação em gama hospedeiros; eficiência de plaqueamento, curva de um ciclo só síncrono; curva de adsorção; ensaios de terapia fágica in vitro a partir de MOI's diferentes e ensaios de resistências aos fagos. **RESULTADOS:** Foram isolados dois fagos da família myoviridae para compor o coquetel fágico. Os fagos denominados como vB\_PsgM\_US\_2F (2F) e vB\_PsgM\_US\_4 F (4F) apresentaram um burst size de 123,11 vírions/ célula hospedeira e o outro um burst size de 11,4 vírions/ célula hospedeira respectivamente. As taxas de adsorção foram de  $5,2 \times 10^{10}$  UFP-1UFC-1mL-1 para o fago 2F, enquanto que para o 4F esse valor foi de  $9,8 \times 10^{10}$  UFP-1UFC-1mL-1. O ensaio de terapia fágica do coquetel num intervalo de 12h para o MOI 1 resultou numa diminuição de 3,12 log UFC/mL em comparação com MOI 10 que apresentou uma diminuição 5,12 log UFC/mL. A taxa de mutantes resistentes aos fagos foi maior para o fago 4F, cerca de 0,0116% mutantes, em comparação ao 2F, 0,0067% mutantes. **CONCLUSÃO:** O biocontrole com os bacteriófagos, desta importante doença agrícola, irá beneficiar a produtores de café com tecnologia verde e contribuirá para um crescimento da produção mais sustentável num mercado altamente globalizado.

**Palavras-chave:** *Pseudomonas syringae* garcae, Cafeeiro, Fitopatógeno, Bacteriofagos, Cancro cafeeiro.



## IMOBILIZAÇÃO DE BACTERIÓFAGOS LÍTICOS PARA *SALMONELLA ENTERICA* POR MICROENCAPSULAÇÃO EM PARTÍCULAS DE ALGINATO DE CÁLCIO REVESTIDAS POR QUITOSANA: POTENCIAL PARA INCORPORAÇÃO EM RAÇÕES DE AVES DE CAPOEIRA

NICOLE MATEUS DE ALENCASTRO BARROS; ARTHUR OLIVEIRA PEREIRA; STEPHEN CHIJOKE EMENCHETA; VICTOR MANUEL CARDOSO FIGUEIREDO BALCÃO; MARTA MARIA DUARTE CARVALHO VILA

**INTRODUÇÃO:** A *Salmonella enterica* faz parte da microbiota gastrointestinal das aves, entretanto quando ocorre a disbiose a mesma, assim como outros tipos de bactéria, se encontram em alta concentração resultando em contaminação da carne e sendo detectada no interior de ovos e na casca. A fagoterapia é utilizada como tratamento para doenças causadas por bactéria, sendo um avanço na área de tratamento de superbactérias resistentes a antibióticos. A terapia com bacteriófagos é considerada uma ferramenta promissora para controlar a *Salmonella enterica* em aves de capoeira. Neste estudo preparou-se um coquetel de dois fagos líticos, o qual foi encapsulado (a diferentes valores de MOI) no interior de micropartículas de alginato de cálcio revestidas com quitosana. **OBJETIVOS:** Objetivou-se a imobilização de bacteriófagos líticos para *Salmonella enterica* por microencapsulação em partículas de alginato de cálcio revestidas por quitosana, e avaliações de sua eficiência lítica de acordo com as formulações (MOI 1, 10, 100 e 1000, e controle) contendo um coquetel fágico com bacteriófagos já caracterizados, 1L e 1T, visando incorporação em rações para o controle da bactéria *Salmonella enterica* de forma eficiente. **MÉTODOS:** A técnica utilizada consistiu em gotejar a solução que contém bacteriófagos na concentração desejada para 10 ml, gelatina e alginato de sódio 2%, numa outra solução que possui cloreto de cálcio e quitosana 0,3%, sendo finalizado com controle de pH para 5,5 na solução final. **RESULTADOS:** Foi desenvolvida uma micropartícula com coquetel fágico eficaz em diferentes concentrações, demonstrando um potencial lítico alto para o biocontrole da bactéria alvo. O MOI que possuiu uma maior eficiência no controle bacteriano foi o 1000, demonstrando a formação de um halo lítico perceptível. **CONCLUSÃO:** Foi possível concluir que a formulação das micropartículas contendo coquetel fágico se mostrou viável e com potencial para serem utilizadas em rações de aves de capoeira visando o biocontrole de *Salmonella enterica*.

**Palavras-chave:** Bacteriófagos, *Salmonella enterica*, Microencapsulação, Aves de capoeira, Biocontrole.



## COMPARAÇÃO DOS VALORES DE DQO EM EFLUENTES DE CURTUME ANTES E APÓS O TRATAMENTO

EVELINE CUNHA LIMA; ERIKA DE ALMEIDA SAMPAIO BRAGA; FERNANDO HENRIQUE LIMA SOUSA; LUZIA SUERLANGE ARAÚJO DOS SANTOS MENDES; ANDREA LOPES DE OLIVEIRA FERREIRA

**INTRODUÇÃO:** Os efluentes de curtume caracterizam-se por possuírem uma carga orgânica elevada e o lançamento desses efluentes nos recursos hídricos, podem causar sérios impactos ambientais. A Resolução nº 02/2017 (COEMA) do estado do Ceará, estabelece no Art. 3º que os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos receptores após o devido tratamento e atendimento às condições, padrões e exigências dispostos nas legislações aplicáveis. O valor máximo permitido de Demanda Química de Oxigênio (DQO) para efluentes industriais é  $200,0 \text{ mgO}_2\text{L}^{-1}$ . **OBJETIVO:** O objetivo do estudo foi comparar os valores de DQO em efluentes de curtume brutos e tratados e a eficiência da remoção da carga orgânica (DQO), depois do processo de redução de sulfato em reatores de fluxo ascendente e manta de lodo (UASB) como uma alternativa promissora para o tratamento dos efluentes de curtume, visando atender os limites de lançamento impostos pelos órgãos ambientais. **METODOLOGIA:** Os efluentes brutos foram coletados em Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) de curtume localizado no distrito industrial da região metropolitana de Fortaleza. A determinação da DQO, foi realizada de acordo com os procedimentos do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. **RESULTADOS:** Os melhores resultados obtidos em ( $\text{mgDQO.L}^{-1}$ ) nos reatores (R1) e (R2) para um tempo de detenção de 24 horas para os diversos parâmetros operacionais testados: (R1)  $\text{DQO}_{\text{bruto}} = 2.116,0 \pm 723,0$  e  $\text{DQO}_{\text{tratado}} = 1.232,3 \pm 347,5$  e nas diversas fases testadas no (R2)  $\text{DQO}_{\text{bruto}} = 1.617,9 \pm 907,7$  e  $\text{DQO}_{\text{tratado}} = 711,2 \pm 566,2$ ;  $\text{DQO}_{\text{bruto}} = 2.080,4 \pm 690,9$  e  $\text{DQO}_{\text{tratado}} = 1.042,2 \pm 365,0$ ;  $\text{DQO}_{\text{bruto}} = 3.671,6 \pm 1.201,3$  e  $\text{DQO}_{\text{tratado}} = 2.996,7 \pm 991,7$ ;  $\text{DQO}_{\text{bruto}} = 2.792,0 \pm 674,2$  e  $\text{DQO}_{\text{tratado}} = 1.835,5 \pm 557,5$ . Os altos valores de desvio padrão estão relacionados com a variação das composições dos efluentes. Os valores da eficiência da remoção da DQO foram 66,5; 76,2; 62,0; 39,7 e 59,17 % respectivamente. **CONCLUSÃO:** Com base nos valores percentuais da remoção, conclui-se que, o emprego da tecnologia anaeróbia de redução de sulfato em efluentes da indústria de curtume apresenta resultados significativos na remoção de DQO, sendo uma alternativa para o pré-tratamento de efluentes de curtume, com propósito de adequar os efluentes aos limites de lançamento impostos pelos órgãos ambientais.

**Palavras-chave:** Demanda química de oxigênio, Efluente de curtume, Legislação, Estação de tratamento de efluente, Etc.



## AS VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DE MEIOS SEM SORO ANIMAL EM CULTIVO CELULAR

LIS MARIANA DA SILVA MENEZES; LILIANE RODRIGUES GARCIA

**INTRODUÇÃO:** O cultivo celular é uma prática adotada em vários laboratórios, sendo utilizada principalmente para realização de testes *in vitro* como alternativa ao uso de animais para testes de segurabilidades de produtos. Com a necessidade de padronização dos meios de cultivo surgiu opções isentas de soro animal, como uma tendência de retirar qualquer produto de origem animal desses testes. **OBJETIVOS:** Descrever as vantagens da utilização de meios de cultivo celular isentos de soro animal. **METODOLOGIA:** Este estudo é uma revisão bibliográfica com base em trabalhos publicados entre 2016-2022, em português e inglês, nas bases de dados PubMed, Scielo e Google Acadêmico. **RESULTADOS:** Entre as vantagens desse tipo de meio estão a completa definição e padronização do meio, sabendo a concentração de todas as substâncias que o compõe, pois em meios com soro animal, isso não poderia ocorrer, tendo em vista que não tem como saber a total constituição do mesmo. O soro também apresenta grande variabilidade de um lote para outro, tornando o controle de qualidade difícil, requerendo testes extensivos para garantir que a mudança de lote por outro não irá causar problemas na cultura. Outra vantagem é o maior controle sobre a atividade promotora de crescimento proporcionada pelas novas formulações, podendo tornar esses meios seletivos para certos tipos celulares. Com isso, ocorre uma melhor regulação da proliferação e diferenciação, devido a substituição do soro por fatores de crescimento e outros indutores. Outrossim, uma das desvantagens do soro, que fazem crescer essa motivação por sua substituição, é o problema com a sua disponibilidade e custo elevado; periodicamente o fornecimento desse produto é restringido em razão de seca nas áreas de criação de gado, disseminação de doenças entre os animais, ou por crises econômicas e políticas. **CONCLUSÃO:** Há uma pressão crescente das autoridades reguladoras para remover os produtos de origem animal do cultivo de células, em ordem de fazer essa retirada, é importante que meios isentos de soro animal sejam cada vez mais adotados pelos laboratórios, o que pode levar ao barateamento dos substituintes de soro, tornando este meio com custo menor que os atuais com o soro.

**Palavras-chave:** Cultura celular, Soro animal, Soro bovino fetal, Testes *in vitro*, Bioética.



## COMPARAÇÃO DE HIDROFILICIDADE DE MEMBRANAS DE QUITOSANA DE DIFERENTES GRAUS DE DESACETILAÇÃO E PREPARADAS COM ÁCIDO ACÉTICO E ÁCIDO LÁTICO

ALEX LEVY DA SILVA SOUSA; HAROLDO REIS ALVES DE MACÊDO; MARINA DE OLIVEIRA CARDOSO MACÊDO

**INTRODUÇÃO:** A pele é um órgão importante para o corpo, cujo um de seus papéis é fornecer proteção contra o ambiente externo e contra possíveis infecções que este pode fornecer. Tratá-la caso lesionada é de interesse médico. Nesse sentido, curativos à base de biopolímeros tem sido explorado, e dentre eles está a quitosana, derivada da quitina por desacetilação. Esse biopolímero possui boas propriedades que o permite ser utilizado em lesões epiteliais, como sendo ele biodegradável, pouco tóxico, biocompatível e efeito cicatrizante. Além dessas propriedades, a quitosana também possui caráter hidrofílico, que pode variar dependendo do seu grau de desacetilação. **OBJETIVO:** O presente trabalho teve por objetivo preparar membranas com diferentes graus de desacetilação, 85% e 92,6%, com diferentes ácidos para a sua dissolução, ácido acético e lático, e uma porção com a incorporação do extrato hidroetanólico da casca do caule *Anacardium microcarpum* Ducke, caracterizá-las quanto seus aspectos macroscópicos, espessura e molhabilidade por ângulo de contato, e comparar a hidrofilicidade das membranas. **METODOLOGIA:** Foram preparados 4 recipientes de quitosana, quitosana 85% e ácido áceito, quitosana 85% e ácido lático, quitosana 92,6% e ácido acético, e quitosana 92,6% e ácido lático, tirou-se uma porção de cada para a adição do extrato em três concentrações diferentes e foram distribuídas em placas de petri, secadas, neutralizadas, secadas novamente e armazenadas para as caracterizações. **RESULTADOS:** As membranas apresentaram coloração amarelo creme, as com extrato tiveram a coloração tendendo para âmbar, mostraram-se homogêneas, transparentes e flexíveis, com espessura média de 5,5 µm. Quanto à molhabilidade, todas as membranas mostraram-se hidrofílicas, porém, as feitas com a quitosana 92,6% desacetilada e ácido acética mostrou-se mais hidrofílica que as demais membranas. A adição do extrato contribuiu para o aumento de hidrofilicidade. **CONCLUSÃO:** As membranas preparadas com a quitosana 92,6% desacetilada e ácido acético mostrou-se mais hidrofílica e a adição do extrato também contribuiu para o aumento de hidrofilicidade.

**Palavras-chave:** Quitosana, Desacetilação, Hidrofilicidade, ácido acético, ácido lático.



## PRODUÇÃO DE BIOSURFACTANTE POR DELFTIA ACIDOVORANS UTILIZANDO RESÍDUOS INDUSTRIAIS

RAYANNE NASCIMENTO ROCHA BARBOSA SIMÕES; RENATA RAIANNY DA SILVA;  
MARIA CATARINA DE FARIAS CALDAS; LEONIE ASFORA SARUBBO;  
JULIANA MOURA DE LUNA

**INTRODUÇÃO:** A produção de biossurfactantes têm sido intensivamente estudada nos últimos anos, uma vez que estes agentes são biodegradáveis e possuem aplicação em diversos setores industriais, além de serem ecologicamente compatíveis e promissores. **OBJETIVOS:** Esse trabalho tem como objetivo, a produção de biossurfactante por *Delftia acidovorans* CCT 5040 utilizando resíduos industriais e caracterização das propriedades tensoativas e emulsificantes. **METODOLOGIA:** O biossurfactante foi produzido em dois meios contendo: Condição 1: água destilada suplementada com 2,5% de melão de cana, 3% de milhocina e 1% de resíduo de óleo vegetal e na Condição 2: água destilada suplementada com 4% de borra de óleo residual, 3% de milhocina e 0,5% de resíduo de óleo de soja. Os meios foram mantidos em agitação orbital em 200 rpm, a uma temperatura de 28°C, durante 144 horas. Após esse período os meios foram centrifugados sob agitação de 4500 rpm durante 15 minutos para a obtenção do líquido metabólico livre de células. Em seguida foram avaliadas as propriedades tensoativas e emulsificantes do biossurfactante. Para a realização de teste de emulsificação, foram utilizados os óleos de motor residual, girassol e soja. **RESULTADOS:** De acordo com os resultados obtidos, pode-se observar que valores da tensão superficial na Condição 1, indicou uma redução na tensão da água de 72 para 30 N/m e na Condição 2, o valor da tensão superficial reduziu para 25 mN/m. Com relação ao Índice de emulsificação, o melhor resultado de emulsificação foi obtido para o óleo de motor com emulsão de 90% na Condição 1 e 53% de emulsificação para a Condição 2. **CONCLUSÃO:** O presente estudo demonstrou, que o biossurfactante produzido a partir da *Delftia acidovorans* utilizando resíduos industriais de baixo custo, apresentou propriedades promissoras na redução da tensão superficial e na capacidade de emulsificação.

**Palavras-chave:** Biossurfactantes, *Delftia acidovorans*, Resíduos industriais, Tensão superficial, Emulsificação.



## POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DE LICHTHEIMIA HYALOSPORA NA DESCOLORAÇÃO DE CORANTES TÊXTEIS

CARLOS VINICIUS ALVES DE LIMA; HOZANA DE SOUZA FERREIRA; LEONIE ASFORA  
SARUBBO; MARIA CATARINA FARIAS CALDAS; JULIANA MOURA DE LUNA

**INTRODUÇÃO:** A indústria têxtil é uma produtora em potencial de efluentes, os quais contêm na sua composição principalmente corantes, sais, compostos de cloro e sódio suspenso. Por conter todas essas substâncias potencialmente tóxicas ao ambiente, observamos os corantes, estão entre os principais poluentes ambientais, trazendo consequências devastadoras para a biodiversidade dos locais. **OBJETIVOS:** Avaliar a capacidade de descoloração de corantes têxtil utilizando Lichtheimia hyalospora. **METODOLOGIA:** Para o teste de descoloração foi utilizado o fungo filamentosso Lichtheimia hyalospora. Foi inoculado 10 discos e adicionados a frascos Erlenmeyer de 250 ml contendo 50 ml de meio Sabouraud Dextrose Broth (SDB) mais 200 µL da solução estoque do corante azul marinho em 1% diluído em água estéril. O experimento foi conduzido com um controle abiótico (meio de cultura + corante, sem inóculo) e com um controle biótico (meio de cultura + inóculo, sem corante) para cada tratamento. Os frascos foram mantidos sob agitação a 120 rpm e temperatura de 28°C por 7 dias. No final do período, amostras foram retiradas e as células foram separadas por centrifugação a 20.000 g por 15 minutos a 4°C. Foi utilizado 1 ml do sobrenadante para análise da descoloração em espectrofotômetro UV/VIS através da redução da absorbância. **RESULTADOS:** No teste de descoloração o controle negativo (meio de cultivo + corante, sem inóculo) mantiveram sua coloração original durante os 7 dias de incubação, enquanto os frascos contendo o fungo apresentou uma excelente taxa de descoloração em 89% durante 7 dias de cultivo. **CONCLUSÃO:** O fungo Lichtheimia hyalospora demonstrou potencial no biotratamento de efluentes têxteis contaminados por corantes.

**Palavras-chave:** Fungos, Descoloração, Efluentes, Corantes, Industria textil.



## PRODUÇÃO DE BIOSURFACTANTE A PARTIR DE EXTRATOS VEGETAIS E AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES EMULSIFICANTES E SURFACTANTES

HOZANA DE SOUZA FERREIRA; HUGO MORAIS MEIRA; CARLOS VINÍCIOS ALVES DE LIMA; LEONIE ASFORA SARUBBO; JULIANA MOURA DE LUNA

**INTRODUÇÃO:** Os surfactantes são moléculas anfipáticas que possuem dentre suas principais propriedades, a capacidade espumante, de detergência, formação de emulsões entre outros. Como a grande maioria dos surfactantes comerciais são de origem petroquímica, tem-se investido em alternativas naturais, com isso, a procura por surfactantes naturais tem aumentado significativamente, por serem biocompatíveis e possuírem um alto valor agregado. **OBJETIVOS:** Extrair um biosurfactante natural a partir de um extrato vegetal e avaliar suas propriedades surfactantes e emulsificantes. **METODOLOGIA :** Os materiais residuais da *Citrus reticulata* (tangerina) foram coletados na Central de Abastecimento e Logística de Pernambuco - CEASA. No laboratório 350g da casca da tangerina foram trituradas e adicionadas a 1 L de álcool a 70% durante 72h. Em seguida, o material foi filtrado e submetido a evaporação. A tensão superficial foi medida em tensiômetro automático KSV Sigma 70 (Finland), e para a emulsificação, utilizou-se 2 ml do extrato e 2 ml de óleo de motor queimado em um tubo de ensaio, agitado em vórtex por 2 minuto em triplicata, em que a estabilidade da emulsificação foi determinada após 24h. **RESULTADOS:** Os fatores determinantes da eficiência de um biosurfactante são a tensão e a emulsificação. Com isso, o extrato vegetal obtido reduziu a tensão de 72 mN/m da água para 34 mN/m, se mostrando um excelente tensoativo. Com relação, a emulsificação, apresentou um resultado de 100% para o óleo de motor, confirmando sua propriedade emulsificante. **CONCLUSÃO:** Pode-se concluir que o biosurfactante obtido através desse extrato vegetal é uma alternativa promissora na substituição dos surfactantes sintéticos, onde mais estudos podem ser desenvolvidos para assegurar sua eficiência.

**Palavras-chave:** Biosurfactante vegetal, Surfactante verde, Tensoativo, Extrato vegetal, Emulssificante.



## PRODUÇÃO DE BIOSURFACANTE POR *PSEUDOMONA PICKETTII* E AVALIAÇÃO DE SUAS PROPRIEDADES TENSOATIVAS E EMULSIFICANTE

RENATA RAIANNY DA SILVA; MARIA CATARINA DE FARIAS CALDAS; HOZANA DE SOUZA FERREIRA; LEONIE ASFORA SARUBBO; JULIANA MOURA DE LUNA

**INTRODUÇÃO:** Os biossurfactantes são biomoléculas de superfície-ativa produzidas por microrganismos e possuem uma ampla variedade de usos. Bactérias, leveduras e fungos filamentosos são capazes de produzir biossurfactantes e as espécies de *Pseudomonas* são muito utilizadas na produção desses compostos. Devido à crescente demanda por biossurfactantes, novos substratos têm sido avaliados para que possam ser utilizados em sua produção, esses materiais de baixo custo são empregados para reduzir os custos de fabricação e fornecer serviços de gerenciamento de resíduos. Os biossurfactantes são produtos biodegradáveis e apresentam baixa toxicidade, o que os tornam atraentes e muito úteis nas mais diferentes indústrias. Além disso, possuem muitas propriedades e características, como excelente atividade de superfície, alta seletividade, grande capacidade de formação de espuma, são biocompatíveis, ecologicamente corretos e funcionam efetivamente em ambientes extremos. **OBJETIVOS:** Nesse sentido, este trabalho objetivou-se em produzir e avaliar as propriedades tensoativas e emulsificante do biossurfactante produzido por *Pseudomonas pickettii*. **METODOLOGIA:** A bactéria *Pseudomonas pickettii* foi cultivada em meio de baixo custo contendo água destilada suplementada com 4 % de borra, 3 % de milhocina e 0,5 % de óleo de fritura residual, durante 144 horas à 200 rpm. Após a produção, o biossurfactante foi avaliado quanto as suas propriedades tensoativas e emulsificante. Foram realizados testes de determinação da tensão superficial, medida em tensiômetro KSV Sigma 700 (Finland), utilizando-se anel de NUOY. Para os testes de atividade de emulsificação, 2 mL de um hidrocarboneto foram adicionados à 2 mL do líquido metabólico livre de células em um tubo de ensaio e agitado em vórtex durante 2 minutos. O ensaio foi conduzido em triplicata e a estabilidade da emulsão foi determinada após 24 horas. **RESULTADOS:** O biossurfactante formulado apresentou excelente capacidade na redução da tensão superficial da água de 72 mN/m para 26 mN/m, e demonstrou bom desempenho na atividade de emulsificação sob os hidrocarbonetos testados, com resultados de 100 % de emulsificação para óleo de motor, 56 % para óleo de girassol e 48 % para óleo de soja. **CONCLUSÃO:** Portanto, o biossurfactante produzido pela bactéria *Pseudomonas pickettii* mostrou-se uma biomolécula com propriedades promissoras demonstrando excelente capacidade tensoativa e emulsificante.

**Palavras-chave:** Biossurfactante, *Pseudomonas pickettii*, Tensão superficial, Emulsificação, Hidrocarboneto.



## ESTUDO COMPARATIVO DE GERMINAÇÃO IN VITRO DE EPIDENDRUM CARPOPHORUM BARB. E DIMERANDRA EMARGINATA (G. MEYER) RODR

JESSICA BIANCA REIS DE BRITO; SARA CRISTINE FARIAS DE OLIVEIRA; VICENTE SAVONITTI MIRANDA; JOANNE MORAES DE MELO SOUZA; PEDRO CAMILLO SIQUEIRA DOS SANTOS

**INTRODUÇÃO:** A família Orchidaceae conhecida mundialmente pela sua beleza e alto valor comercial, destacando-se como plantas ornamentais que mais contribuem com a economia brasileira. Entretanto, a conservação e uso racional destas espécies representam um desafio importante quanto à sua sustentabilidade. A utilização das técnicas de micropropagação é uma das ferramentas da biotecnologia pode ser uma das alternativas para reverter os riscos de extinção. **OBJETIVOS:** O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo comparativo de germinação *in vitro* das espécies *Epidendrum carpoporum Barb. e Dimerandra Emarginata* (G. MEYER) Rodr. sob mesma condição de cultivo. **METODOLOGIA:** O presente estudo foi realizado no Laboratório de Biotecnologia da Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Belém – PA. As cápsulas fechadas imaturas de *E. carpoporum Barb. e D. Emarginata* (G. MEYER) Rodr. foram coletadas no Orquidário do Bosque Rodrigues Alves e levadas para o laboratório, onde passaram pelo processo de desinfestação e foram inoculadas em frascos contendo 30mL de meio de cultura com metade dos sais de MS (Murashige & Skoog, 1962; ½MS), suplementados com 20g L<sup>-1</sup> de sacarose, solidificado com 2,5g L<sup>-1</sup> de Phytigel®, pH ajustado a 5,8 antes da autoclavagem por 20 min a 121°C e 1 Kgf.cm<sup>2</sup>. Após 60 dias foram avaliados porcentagem de contaminação e germinação *in vitro*. Foram consideradas sementes germinadas aquelas que apresentarem protocormos de coloração verde. **RESULTADOS:** Após 60 dias, pôde-se observar que a espécie *Epidendrum carpoporum Barb.* apresentou os protocormos desenvolvidos, verdes e com formação de primórdios foliares em sua maioria enquanto a espécie *Dimerandra Emarginata* (G. MEYER) Rodr. apresentou protocormos em estágios iniciais globulares sem evidência de primórdios foliares. Ambas espécies obtiveram 100 % de germinação e a contaminação neste experimento foi baixa. **CONCLUSÃO:** A família Orchidaceae é caracterizada pelo seu lento desenvolvimento, e os resultados obtidos indicam que as respostas germinativas e desenvolvimento podem variar consideravelmente entre diferentes gêneros e até mesmo entre espécies de um mesmo gênero.

**Palavras-chave:** Biotecnologia, Micropropagação, *Epidendrum carpoporum barb*, *Dimerandra emarginata* (g. meyer) rodr, Orchidaceae.



## **PRODUÇÃO DE SURFACTANTE MICROBIANO PELA LEVEDURA CANDIDA TROPICALIS: AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES TENSOATIVAS E EMULSIFICANTES**

MARIA CATARINA DE FARIAS CALDAS; RENATA RAIANNY DA SILVA; RAYANNE NASCIMENTO ROCHA BARBOSA SIMÕES; LEONIE ASFORA SARUBBO; JULIANA MOURA DE LUNA

**INTRODUÇÃO:** Os biossurfactantes são moléculas anfipáticas que podem ser produzidas por bactérias, leveduras e fungos filamentosos capazes de produzir estes tensoativos. O gênero *Candida* é amplamente utilizado para produzir esses compostos. A *Candida tropicalis* vem sendo estudada por diversos pesquisadores como uma potente linhagem com a habilidade de biodegradação. A procura por biossurfactantes vem se intensificando uma vez que estes são uma alternativa de substituição aos surfactantes sintéticos. Os biossurfactantes oferecem diversas vantagens sobre os sintéticos, possuindo propriedades como baixa toxicidade, alta biodegradabilidade e capacidade de emulsificação, estabilidade sobre uma ampla faixa de pH e temperatura, e aceitabilidade ecológica. **OBJETIVOS:** Neste contexto, este trabalho teve como objetivo produzir e avaliar as propriedades tensoativas e emulsificantes do biossurfactante produzido pela levedura *Candida tropicalis*. **METODOLOGIA:** A levedura foi cultivada em meio de resíduos de baixo custo contendo água destilada, 5% de borra, 3% de milho e 0,5% de óleo de fritura residual durante 144 horas à 200 rpm. Em seguida, o biossurfactante produzido foi avaliado acerca de suas propriedades tensoativas e emulsificantes. Testes foram realizados para determinar a tensão superficial, que foi medida em tensiômetro KSV Sigma 700 (Finland), utilizando um anel de NUOY. Quanto aos testes de atividade de emulsificação, 2 mL de um hidrocarboneto foram adicionados a 2 mL do líquido metabólico livre de células em um tubo de ensaio, que em seguida foi agitado em vórtex durante 2 minutos. O ensaio foi realizado em triplicatas e a estabilidade da emulsão foi determinada após 24 horas. **RESULTADOS:** Por conseguinte, o biossurfactante desenvolvido apresentou capacidade na redução da tensão superficial da água de 72 mN/m para 26 mN/m, e apresentou ótimo desempenho na atividade de emulsificação sob os hidrocarbonetos testados, com resultados de 100% para óleo de motor, 50% para óleo de girassol e 50% para óleo de soja. **CONCLUSÃO:** Em vista disso, o biossurfactante produzido pela levedura *Candida tropicalis* apresentou-se como uma biomolécula com excelentes propriedades tensoativas e emulsificantes.

**Palavras-chave:** Levedura, Hidrocarbonetos, Biodegradação, Biossurfactante, Tensão superficial.



## A UTILIZAÇÃO DA BIOINFORMÁTICA COMO SUBSTITUTA DE ANIMAIS EM TESTES PARA A CRIAÇÃO DE NOVOS COSMÉTICOS

LILIANE RODRIGUES GARCIA; LIS MARIANA DA SILVA MENEZES

**INTRODUÇÃO:** A indústria cosmética é uma gigante da era moderna, produzindo em larga escala produtos para fins de higiene e/ou embelezamento. Porém, antes de serem aprovados para o mercado, os produtos devem ser avaliados toxicologicamente garantindo segurança para a saúde humana. **OBJETIVOS:** Demonstrar como a bioinformática pode substituir os animais em testes na criação de novos cosméticos. **METODOLOGIA:** Este estudo é uma revisão bibliográfica embasada em artigos disponíveis nas plataformas PubMed, Scielo e Google Acadêmico, publicados entre 2019 e 2023. **RESULTADOS:** Em 2020 era estimado que cerca de 115 milhões de animais fossem usados em experimentos cosméticos todos os anos no mundo. No dia 1/03/2023 uma resolução do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal proibiu no Brasil o uso de animais vertebrados, exceto seres humanos, em pesquisa científica e no desenvolvimento e controle da qualidade de produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes, que utilizem em suas formulações ingredientes ou compostos com segurança e eficácia já comprovadas cientificamente, porém, esta determinação gera discussão quando se trata de novas substâncias que ainda não tem comprovação científica. Há muito tempo, órgãos de proteção e comunidades científicas buscam alternativas para minimizar os danos sofrido pelos animais em testes de laboratório, com isso surgiu o princípio dos 3Rs (redução, refinamento e substituição) a fim de garantir que testes *in vivo* sejam realizados somente quando não houver método alternativo. Uma estratégia promissora para substituir testes em animais, são os testes *in silico* utilizando ferramentas computacionais como a bioinformática. Além de avaliar a segurança, através da bioinformática é possível explorar a relação entre sistemas químicos e biológicos no desenvolvimento de produtos, podendo prever as propriedades de absorção, distribuição, metabolismo e excreção/toxicidade das estruturas dos produtos de interesse antes mesmo da síntese. Ferramentas de predição em estudos de toxicidade, como docking molecular, eTOX 3 e eTRANSAFE; ensaios quantitativos de relação estrutura-atividade (QSAR); e simulações de dinâmica molecular, podem ser empregados nos testes *in silicos*. **CONCLUSÃO:** É indiscutível que a bioinformática veio para otimizar, baratear e acelerar muitos processos envolvendo novas pesquisas, sendo uma alternativa promissora para substituição dos testes em animais não humanos.

**Palavras-chave:** Bioinformática, Cosméticos, Animais, Testes, Laboratório.



## **AVALIAÇÃO COMPORTAMENTAL DE LINHAGENS DE LEVEDURAS SUBMETIDAS A AGENTES DE ESTRESSE OSMÓTICO (ETANOL 0%, 6%, 8%, 10%, 12%, 15%)**

IVAN LUIZ SANTOS DA CRUZ; JAMES MORAES DE MOURA

**INTRODUÇÃO:** No ambiente natural, as leveduras podem participar de inúmeras interações simbióticas com diversos grupos de organismos. Elas conseguem sobreviver na natureza, podendo ser encontrados em diversos substratos como folhas, frutos, solo, ar, ambientes aquáticos ou ainda habitando o interior de insetos e animais, preferencialmente nos sistemas gastrointestinal, onde elas conseguem encontrar substratos que possuem açúcares e outras fontes de carbono de fácil assimilação.

**OBJETIVOS:** Dito isso, o intuito deste projeto é compreender as características fisiológicas das leveduras, tendo como objetivo avaliar o comportamento das linhagens de leveduras submetidas ao agente de estresse osmótico (concentrações de 0%, 6%, 8%, 10%, 12% e 15% de etanol) e relacionar as leveduras com perfis desejáveis aos produtos economicamente biotecnológicos. **MATERIAIS E MÉTODOS:**

As cepas foram cultivadas em vidros com meio YPD (Yeast Dextrose Peptone) líquido e após seu crescimento, inoculadas em triplicatas em placas com 96 poços juntamente com a cepa referência (*Saccharomyces cerevisiae* US/05) e analisadas de 12h em 12h durante 120h em um espectrofotômetro a 570 nm. **RESULTADOS:** Os tratamentos em etanol demonstraram que uma cepa se aproximou da cepa referência, mantendo picos de fermentação mais altos que a referência nas porcentagens baixas de etanol, porém superada pela referência na maior porcentagem de etanol.

**CONCLUSÃO:** Em conclusão, os resultados obtidos nos tratamentos com etanol sugerem que a cepa estudada apresenta um potencial promissor para uso na produção de cerveja, especialmente em concentrações de etanol abaixo de 15%. A cepa demonstrou desempenho superior em comparação com a cepa de referência, destacando-se positivamente em todas as porcentagens de etanol testadas. Considerando a eficiência da cepa em altas concentrações de etanol, futuros estudos podem explorar a fisiologia e a morfologia da cepa quando exposta a outros tipos de agentes estressantes, a fim de identificar suas principais características e aprimorar sua aplicação na produção de cerveja.

**Palavras-chave:** Cerveja, *Saccharomyces cerevisiae*, Biotecnologia, Fermentação, Fisiologia.



## OBTENÇÃO DO ÓXIDO DE CÁLCIO (CaO), DE ORIGEM NATURAL, PARA APLICAÇÃO COMO CATALISADOR NA PRODUÇÃO DE BIODIESEL ETÍLICO DE SOJA

CAMILA DE JESUS FONSECA BORGES; RAFAEL WENDEL RODRIGUES SANTANA; GILZA DE MARIA PIEDADE PRAZERES; ADEILTON PEREIRA MACIEL; MARCIO AURÉLIO PINHEIRO ALMEIDA; FERNANDO CARVALHO SILVA; CÁRITAS DE JESUS SILVA MENDONÇA.

### RESUMO

As preocupantes questões ambientais nos decorrentes dias, leva-nos a refletir sobre a urgência pela busca de formas alternativas de energia, que sejam sustentáveis, renováveis, e de baixo custo. Cada dia torna-se evidente a relevância da produção de biocombustíveis, com a finalidade de reduzir a emissão de poluentes na atmosfera. Este estudo teve por objetivo obter um catalisador de fonte natural, eficiente, acessível, e sobretudo econômico, para aplicação na reação de transesterificação, pela rota etílica com óleo de soja, uma das principais oleaginosas para produção de biodiesel no Brasil, em que essa conversão está diretamente associada aos ácidos graxos da sua composição, como: palmítico, esteárico, oleico, linoleico e linolênico e o álcool oriundo de biomassa que produz combustível 100 % renovável. O óxido de cálcio (CaO) extraído do pó de conchas de ostras foi calcinado na temperatura de 950°C durante 4h, em seguida foi caracterizado pelas técnicas de Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR) e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Após a caracterização do catalisador foram realizados ensaios catalíticos em duplicatas, para produção do biodiesel etílico de soja, de acordo com os parâmetros reacionais: razão molar (1:9, óleo/álcool), tempo de reação (6h), temperatura (80°C) e quantidade de catalisador (3%). Os ésteres etílicos de soja foram identificados e quantificados em cromatógrafo a Gás (CG-2010) acoplada a Espectrometria de Massas (CG-EM QP2010 Plus). O produto da reação do pó de conchas das ostras calcinado a 950°, revelou a formação dos ésteres etílicos de soja, com teor médio de 79,2%, confirmando a eficiência do CaO, na superfície do material calcinado.

**Palavras-chave:** Pó de conchas de ostra. Combustível. Catálise heterogênea. Biocombustível. Sustentável.

### 1 INTRODUÇÃO

O biodiesel é um bom exemplo de biocombustível pois atende aos critérios exigidos, de ser sustentável, renovável, e de baixo custo, além disso, é o principal substituto do petróleo.

O seu uso atualmente é crescente e ideal em nossa sociedade, uma vez que, quando comparado aos combustíveis fósseis, apresenta uma melhor sustentabilidade ambiental por ter fontes reutilizáveis, pois a matéria-prima passível de ser convertida são óleos vegetais e gorduras animais (RAMOS et al., 2017).

Para que haja a conversão dos lipídios em produtos de ésteres de ácidos graxos, ésteres de alquila (metila, etila ou propila) de ácidos carboxílicos de cadeia longa, é necessário o mecanismo de reação transesterificação dos óleos vegetais com álcool na presença de um

catalisador (SANTOS et al., 2017). Estes catalisadores podem ser: homogêneos, heterogêneos ou enzimáticos. E os principais álcoois a serem utilizados neste fim, são o metanol e etanol.

A síntese do biodiesel através da catálise homogênea, representa um sistema monofásico, em que reagentes, e catalisadores estão na mesma fase; o que aponta algumas desvantagens desta técnica, pois quando expostos na presença de água, catalisa a reação secundária indesejada, há saponificação e gera efluentes alcalinos, que nada mais são, que águas residuais com elevado grau de toxicidade proveniente do processo de lavagem para a purificação do biodiesel poderá causar problemas de corrosão nos equipamentos, por proporcionar um meio reacional fortemente básico (SOARES, 2018).

Em virtude disso, o uso de catalisadores heterogêneos, possibilita a reutilização do material, facilitando a purificação do biodiesel ao viabilizar a recuperação e a purificação da glicerina, além da geração de efluentes. Ressaltando também, a diminuição nos custos operacionais na produção de combustíveis (CORDEIRO et al., 2011).

Segundo Reyer et al. (2013), a mudança da catalise homogênea para a heterogênea é uma oportunidade de beneficiar a produção de biodiesel nos aspectos econômicos e ambientais. Porém, do ponto de vista econômico, a aplicação de catalisadores heterogêneos na produção de biodiesel, na maioria dos casos, apresenta-se inviável, devido ao alto custo no desenvolvimento e obtenção desses materiais. Assim, a procura por materiais que possam ser obtidos pela reutilização de rejeitos e resíduos descartados de forma irregular, no meio ambiente, torna-se interessante para síntese de catalisadores heterogêneos básicos (SOARES, 2012).

Nos últimos anos diversos trabalhos são descritos na literatura ressaltando o uso de catalisadores heterogêneos, obtidos de fontes naturais, para produção de biodiesel. Dentre estes o Óxido de Cálcio (CaO) figura como um dos mais promissores, uma vez que pode ter como precursor catalítico, resíduos de casca de ovo, cascas de caranguejo, moluscos, conchas de ostra, casca de arroz e calcário (CARDOSO et al., 2020; MENDONÇA et al., 2017; VIANA e SOUSA 2016; SOARES et al., 2012).

O CaO, destaca-se principalmente por sua força básica e sua baixa solubilidade em metanol, quando utilizado na rota metílica (BOEY et al., 2011). Um outro aspecto, importante que vale ser ressaltado, é que o CaO tem sido utilizado como catalisador, nas transformações químicas do glicerol (coproduto da reação de transesterificação) para a produção de acetais, éteres e carbonato de glicerol, que podem ser utilizados como aditivos para combustíveis. (MENDONÇA et al., 2017, 2018 e 2019).

Perante o exposto, o presente trabalho teve como proposta, avaliar o comportamento do óxido de cálcio, extraído do pó das conchas de ostra (*Crassostrea gigas*) como catalisador em reações de transesterificação do óleo de soja, seguindo a rota etanólica.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Núcleo de Combustíveis, Catalise e Ambiental (NCCA) da Universidade Federal do Maranhão assim como as análises de Espectroscopia na Região do Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR); Cromatografia a Gás acoplada ao Espectrômetro de Massas e Cromatografia a Gás com Detector de Ionização em Chama (GCFID). A Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) foi realizada no laboratório BIOMMA – UFMA.

### 2.1 Obtenção e ativação do catalisador – CaO

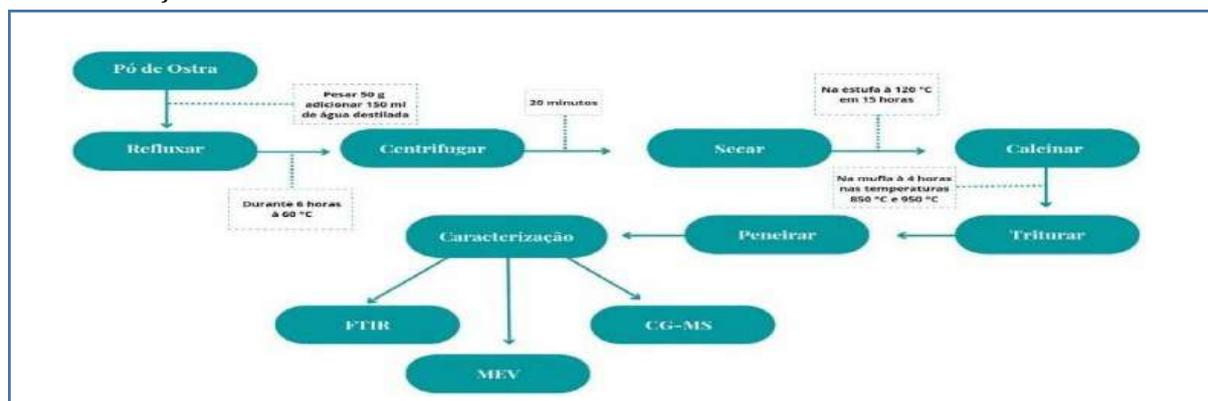
O catalisador foi obtido pela decomposição térmica, em mufla, do pó de conchas de ostra na temperatura de 950 °C, por 4 horas. O processo de calcinação é endotérmico e ocorre

de acordo com a Reação 1, produzindo o óxido de cálcio e dióxido de carbono.



A ativação catalítica do óxido de cálcio e o procedimento para caracterização estão descritas na Figura 1:

**Figura 1 – Fluxograma de ativação do CaO extraído do pó de conchas de ostras e sua caracterização**



fonte: a autora (2022)

## 2.2 Espectroscopia na Região do Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR)

O pó de ostra in natura e calcinado (950 °C) foram analisados através da Espectroscopia na Região do Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR-Prestige – 21) da Marca Shimadzu, utilizando como suporte pastilhas de KBr (previamente seco em estufa a 100 °C, por 1 hora). Ainda foram feitas pastilhas com óxido de cálcio comercial e o carbonado de cálcio, para compará-los com o óxido de cálcio. Todos com medidas na região de 4000 a 400 cm<sup>-1</sup>.

## 2.3 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

Para caracterização morfológica do pó de ostra in natura e calcinado (850 °C e 950 °C) foram obtidas micrografias em um Microscópio Eletrônico de Varredura da Marca HITACHI TM3, equipado com um Espectrômetro de Energia Dispersiva de raios X (EDX) para análise elementar, com ampliações em 100, 500, 1000, 2000 e 5000x.

## 2.4 Cromatografia a Gás acoplada a Espectrometria de Massas (CG-MS)

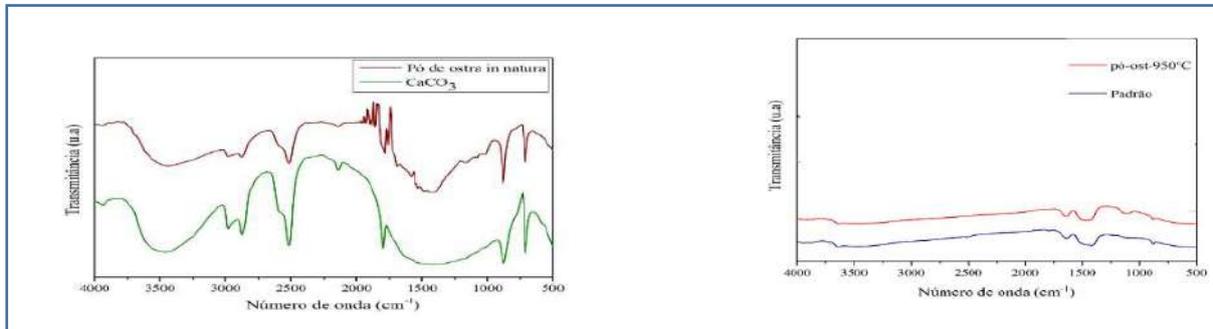
Posteriormente o produto da reação de transesterificação, foi analisado em um Cromatógrafo de Gás (CG-2010) acoplado ao Espectrômetro de Massas (CG-EM QP2010 Plus), ambos da Shimadzu, utilizando uma coluna capilar ZB-FFAP (30m x 0,25 mm x 0,25 µm). Manuseou-se o fluxo de gás de arraste com Hélio numa velocidade linear de 30 cm/sec e fluxo da coluna 1,0 mL/min.

# 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 3.1 Espectroscopia na Região do Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR) do Pó de Ostra

Os espectros de FTIR do pó de conchas de ostras *in natura*, pó de ostra calcinado a 950°C, 4 h, respectivamente; estão demonstrados na Figura 2.

**Figura 2 – Espectros de FTIR para o pó de ostra *in natura* sobreposto ao espectro do carbonato de cálcio (A) e os espectros calcinado à 950° C sobreposto ao CaO comercial (B), Referência.**



fonte: a autora (2022)

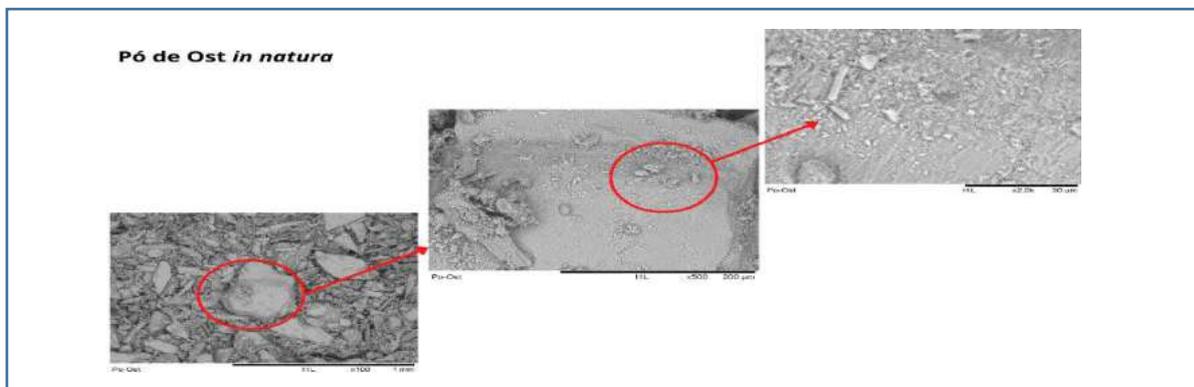
A Figura 2 (A) mostra nos primeiros espectros os modos vibracionais na faixa de 1600 -1400  $\text{cm}^{-1}$ , que correspondem aos estiramentos da ligação (C=O) para o carbonato de cálcio confirmados também em estudos de (CORREIA et al, 2015), isso é justificado pela absorção de dióxido de carbono, presente no ar atmosférico.

Para o segundo espectros (B), o CaO presente na amostra calcinada a 950°C revela que a presença dos estiramentos que equivalem a Hidroxila (O-H) desaparecem, e assume o comportamento similar ao do CaO comercial que temos como padrão, possuindo banda fraca em torno de 800  $\text{cm}^{-1}$  atribuída as vibrações de estiramento simétrico e assimétrico das ligações O-C-O. (SOARES, 2018).

### 3.2 Microscopia Eletrônica De Varredura (MEV) do Pó de Ostra

A morfologia do pó de ostra *in natura* e calcinado nas temperaturas de 950°C, foi determinada por microscopia eletrônica de varredura e encontram-se reveladas nas Figuras 3 e 4 respectivamente. O objetivo da análise foi visualizar as modificações na superfície do material, utilizado como suporte, para obtenção do catalisador óxido de cálcio.

**Figura 3 – MEV do Pó de conchas de ostra *in natura***

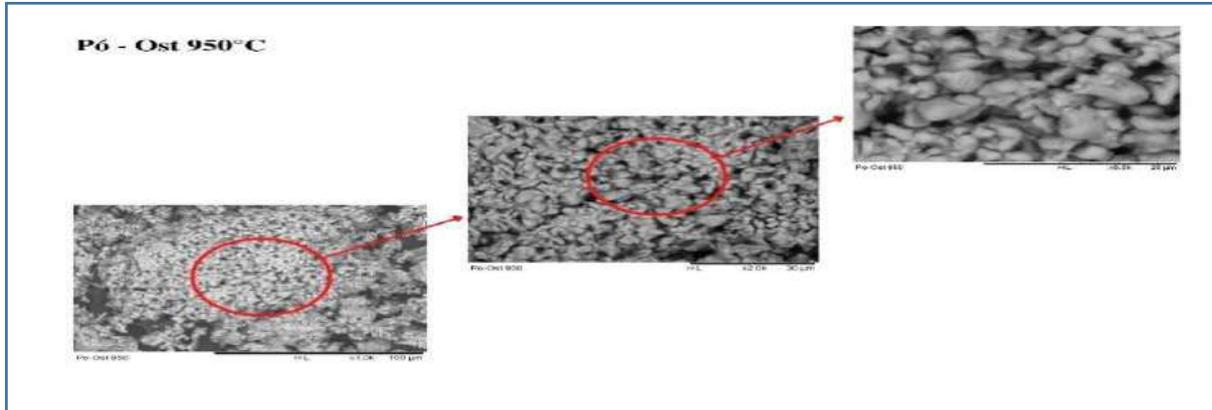


fonte: a autora (2022)

Analisando a micrografia Figura 3, foi possível visualizar as modificações na superfície do pó de conchas de ostras, utilizado como suporte para obtenção do catalisador óxido de cálcio. Este apresenta distinção variada em sua morfologia, composta por aglomerados de grãos

porosos e blocos densos atribuídos a presença de  $\text{CaCO}_3$ , conforme estudos Silva e colaboradores (2010) as fraturas no corpo das conchas in natura, exibe camadas internas em forma de lamelas, que compõem as estruturas cristalina das conchas, basicamente calcita na forma de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ).

**Figura 4 – MEV das amostras calcinadas á 950°C**



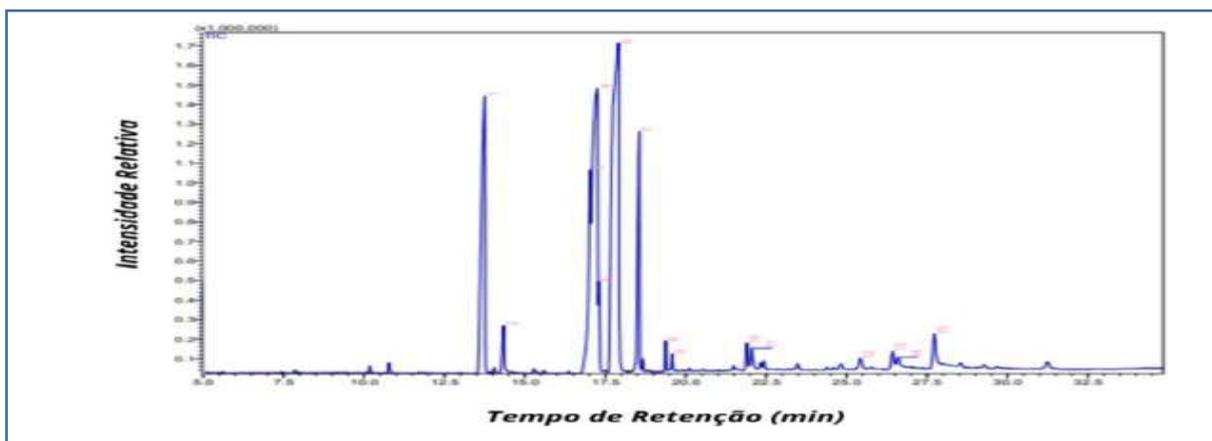
fonte: a autora (2022)

Na Figura 4, é possível visualizar uma mudança significativa na morfologia das amostras, com aglomerados de diversos tamanhos e partículas de  $\text{Ca}^{2+}$  distribuídos na superfície do material. Confirmando, assim a presença de  $\text{CaO}$ , na superfície do material.

### 3.3 Análise do Perfil Cromatográfico do Biodiesel (CG-MS)

Na Figura 5, observamos o Cromatograma de Íons Totais da Reação com  $\text{CaO}$ , 950 °C a 3% de catalisador, por CG-MS.

**Figura 5 – Perfil Cromatográfico do Biodiesel Etilico de Soja para R-950°C**



fonte: a autora (2022)

Cada pico do perfil cromatográfico da Figura 5 corresponde a um éster de ácido graxo presente no biodiesel etílico de soja (BES). De acordo com o cromatograma de íons totais (Figura 5) e (Tabela 1), foi possível identificar na biblioteca (NIST08) do CG-MS, os ésteres linoleato, seguido do oleato e palmitato de soja, como majoritários. A presença desses ésteres já era esperada, uma vez que, os ácidos graxos correspondentes compõem o perfil químico do óleo de soja.

**Tabela 1 – Componentes majoritários do BES obtidos no CG-MS (R3 950 °C, CAT 3%)**

Pico	RT	Área	Área (%)	COMPOSTOS – BIBLIOTECA DO EQUIPAMENTO - NIST08
1	13.754	11207344	15,84	Palmitato de Etila (C18:1)
3	17.032	5798647	8,20	Estearato de Etila (C18:0)
4	17.251	17430838	24,64	Oleato de Etila (C18:1)
6	17.915	24343066	34,40	Linoleato de Etila (C18:2)
7	18.555	5354188	7,57	Linolenato de Etila (C18:3)

**Fonte:** a autora (2022)

De acordo com Macedo e Nogueira (2004), a transesterificação pela rota etílica é mais complexa quando comparada com a metílica e isso pode ser explicado, devido ao aumento da cadeia carbônica do álcool, que dificulta a formação dos ésteres por causa do impedimento espacial entre os dois (álcool e os triglicerídeos).

#### 4 CONCLUSÃO

Com base nos objetivos da pesquisa, obtivemos o catalisador óxido de cálcio (CaO), extraído do pó de conchas que se destacou como catalisador heterogêneo sólido, por mostrar resultados eficientes para reação de biodieseis quando calcinado a 950 °C, e aplicado nas reações de transesterificação; pelas caracterizações (FTIR, MEV) em que verificou-se que o tratamento térmico dispôs as caracterizações estruturais e morfológicas mostram a presença significativa da fase cúbica atribuída ao CaO.

Todavia é necessário pontuar o uso do álcool etílico nas reações de transesterificação, que geram dificuldade na separação por ter uma cadeia mais longa, os ésteres etílicos tendem a possuir uma grande afinidade com a glicerina, interferindo assim, na quantidade de rendimento do teor de ésteres, contudo o óxido de cálcio mostrou ótimo desempenho nas alcoolize pela rota etílica com óleo de soja. O pó de ostra calcinado a 950°C, utilizado nos ensaios catalíticos na porcentagem de 3%, favoreceu a formação dos ésteres etílicos de soja, apresentando um valor médio de 79,2 %.

#### REFERÊNCIAS

CARDOSO, T.; et al. **Uma revisão da utilização de catalisadores heterogêneos para a produção de biodiesel.** Braz. Ap. Sci. Rev. Vol. 4. No. 1. Pag. 240-276. 2020.

CORDEIRO, et al. **Catalisadores heterogêneos para a produção de monoésteres graxos (biodiesel).** Revista Química Nova. Vol. 34. No. 3. Pag. 477-486. 2011.

CORREIA, L. M. et al. **Characterization and application of dolomite as catalytic precursor for canola and sunflower oils for biodiesel production.** Chemical Engineering Journal. Vol. 269. Pag. 35–43. 2015.

MACEDO, I.; NOGUEIRA, L. **Assessment of ethanol production expansion in Brazil.** Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Brasília, DF, Brazil (in Portuguese, with abstract in

English). 2004.

MENDONÇA, C.; et al. **Transesterificação do óleo de babaçu utilizando pó de conchas de ostra de mangue (*crassostrea sp*) como catalisador**. Congresso Brasileiro de Química, 57. Gramado. 2017.

RAMOS, A.; et al. **Tecnologias de Produção de Biodiesel**. Revista Virtual da Química. Vol. 3. No. 5. Pag. 385 – 405. 2017.

REYERO, I.; VELASCO, I.; SANZ, O.; MONTES, M.; ARZAMENDI, G.; GANDÍA, L. M. **Structured catalysts based on Mg–Al hydrotalcite for the synthesis of biodiesel**. Catal. Today. vol. 216, p. 211-219, 2013.

SANTOS, M. et al. **Produção de biodiesel por transesterificação utilizando catalisador heterogêneo (KOH/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)**. Revista Holos. Ano 33. Vol. 01. 2017.

SILVA, D.; et al. **Caracterização físico-química e microestrutural de conchas de moluscos bivalves provenientes de cultivos da região litorânea da ilha de Santa Catarina**. Revista Química Nova. Vol. 33. No. 05. 2010.

SOARES, T. **Estudo da adição de lítio a nanocatalisadores de óxido de cálcio para a produção de biodiesel**. Tese (Mestrado em Engenharia Química) Universidade Federal do Espírito Santo. 2018.

VIANA, S. M., SOUSA, M. N. **Produção de biodiesel através de catálise heterogênea com óxido de cálcio**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 2016, Fortaleza. Disponível em: . Acesso em: 15 nov. 2017.



## SCHINUS TEREBINTHIFOLIUS COMO ALTERNATIVA DE FONTE DE NOVOS ANTIMICROBIANOS

RODOLFO MOREIRA BAPTISTA; ISABELA DADDA DOS REIS; MANUEL MACEDO DE  
SOUZA; CÉSAR SERRA BONIFÁCIO COSTA; DANIELA FERNANDES RAMOS

**Introdução:** Cerca de 80% dos fármacos comercializados nas farmácias são derivados de produtos naturais. Apesar disso, pouco se sabe sobre as potencialidades biotecnológicas de produtos naturais de diversos ecossistemas, como o ambiente costeiro. A planta halófito *Schinus terebinthifolius* (aroeira) se desenvolve fácil e rapidamente em ambientes costeiros brasileiros e tem sido destaque devido a suas propriedades na culinária e na medicina, como agente antimicrobiano. **Objetivos:** Este estudo teve como objetivo caracterizar extratos de *Schinus terebinthifolius* e avaliar a atividade antimicrobiana em espécies de bactérias patogênicas. **Materiais e Métodos:** As folhas de *S. terebinthifolius* foram coletadas na região costeira da Lagoa dos Patos, Rio Grande, RS em abril de 2022, onde o material foi seco em estufa e moído em moinho de facas. A droga vegetal foi utilizada para os testes qualitativos de detecção de flavonoides, taninos, cumarinas e quinonas. Após, os compostos bioativos foram extraídos em banho ultrasônico com diferentes solventes (metanol, clorofórmio-metanol (2-1), acetona e hexano) posteriormente rotaevaporados. Para avaliação antimicrobiana, utilizou-se concentrações entre 0,8 e 0,1 mg/mL, frente a seis espécies bacterianas de importância clínica: *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Vibrio cholerae*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, e *Salmonella sp.*, a fim de definir a concentração inibitória mínima (CIM). **Resultados:** Flavonoides e taninos foram encontrados em *S. terebinthifolius* e os extratos resultaram em rendimentos (em p/p) de 19% em metanol, 24% em clorofórmio-metanol, 8,1% em acetona e 10% em hexano. O extrato hexânico apresentou atividade antimicrobiana, frente a todas as espécies de bactérias avaliadas, sendo as menores CIM encontradas frente a *S. aureus* e *E. coli* (0,4 mg/mL). Os resultados encontrados assemelham-se com estudos realizados na Ásia, os quais atribuem essa variedade de compostos e seus efeitos não somente a halófito, mas nas interações de microrganismos endofíticos, uma vez que esses habitats favorecem o desenvolvimento de metabólitos únicos e pouco explorados que beneficiam a planta, e conseqüentemente, podem desempenhar papel importante frente a microrganismos patogênicos. **Conclusão:** O estudo reforça a relevância da pesquisa de produtos naturais antimicrobianos em diferentes ecossistemas ainda inexplorados pelo homem na busca de novos avanços biotecnológicos na pesquisa de novos fármacos.

**Palavras-chave:** Produtos naturais costeiros, Plantas halófitas, Avaliação antimicrobiana, Novos fármacos, Biotecnologia de produtos naturais.



## **BIOPROSPECÇÃO DE ANTIOXIDANTES DE POLYPORALES DO PARQUE ESTADUAL DO UTINGA CAMILLO VIANNA, BELÉM/PA**

ANTONIO SERGIO COSTA CARVALHO; EVELYN CAROLINE SILVA SOUSA

**INTRODUÇÃO:** O Parque Estadual do Utinga Camillo Vianna (PEUt), é uma área de preservação e diversidade ecológica da Amazônia Oriental, localizado na região metropolitana de Belém, que abriga inúmeras espécies Fúngicas do filo Basidiomycota desconhecidos. Particularmente, as espécies que pertencem a ordem das Polyporales são objetos de estudos neste trabalho por serem potenciais produtores de antioxidantes. **OBJETIVO:** Bioprospectar compostos bioativos com propriedades antioxidantes oriundos de Polyporales encontrados no PEUt com potencial de atividade antioxidante avaliada pelo FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power). **MATERIAIS E MÉTODOS:** Foram coletadas, isoladas e espécies. Foram crescidas em meio BDA ágar. Após crescimento da biomassa em meio estático submerso. Foi utilizado o método FRAP para monitorar a produção de antioxidantes no meio de cultura. **RESULTADOS:** Entre as diferentes espécies estudadas, destacou-se a FCPU-07 que apresentou altos valores em diferentes condições, quando cultivada em meio semissólido com a presença da CCB, em exposição a luminosidade, 3755 µg/mL e 2275 µg/mL na ausência de luz; o cultivo em MSS sem a presença da CCB e exposição a luz foi de 3049 µg/mL, sem luminosidade apresentou 3445 µg/mL. **CONCLUSÃO:** Foi possível concluir que os Polyporales, obtidos da biodiversidade de Polyporales (Basidiomycota) do Parque Estadual do Utinga Camillo Vianna, Belém /Pa, apresentaram cultivados em meio semissólido com indutor lignocelulítico em exposição a luz, também pode ser utilizado para crescimento e excreção de metabólitos com potencial antioxidante. A metodologia de FRAP foi satisfatória para monitoramento de antioxidantes extracelulares acumulados em meio de cultura. Os fungos apresentaram potencial de produção de antioxidantes.

**Palavras-chave:** Polyporales, Método frap, Utinga, Meio estático, Bioprospecção.



## **BIOTRANSFORMAÇÃO DO ACETAMINOFENO EM COLUNA DE LEITO FIXO POR PEROXIDASES IMOBILIZADAS EM RESÍDUO AGROINDUSTRIAL**

ANTONIO SERGIO COSTA CARVALHO; SALOMÃO FERREIRA DA SILVA

**INTRODUÇÃO:** A Amazônia Oriental apresenta uma grande biodiversidade de fontes de enzimas com aplicação tecnologia ainda pouco explorada. Assim, para o desenvolvimento de diversas pesquisas em diferentes áreas do conhecimento, e dentre elas está o campo dos Bioprocessos, este trabalho tem como objeto a biotransformação do paracetamol (acetaminofeno). **OBJETIVO:** Realizar a biotransformação do acetaminofeno utilizando peroxidases obtidas a partir de fontes amazônicas, imobilizadas pelo método de adsorção física na fibra do coco como suporte orgânico. **MATERIAIS E METODOS:** As metodologias utilizadas foram as análises de proteínas com o reagente de Bradford, teste de atividade com guaiacol, metodologia de imobilização de enzimas em casca de coco e confecção da coluna de leito fixo. **RESULTADOS:** Como resultado, obteve-se um caldo com concentração total de proteínas 230µg/ml, e uma quantidade de proteínas totais de 1,150µg. A atividade enzimática foi avaliada com tampão fosfato pH:6,5 e guaiacol, realizando uma leitura no espectrofotômetro a 479nm, resultando em uma atividade específica de 63,5 U/ml, uma atividade total de 317,5U e uma atividade enzimática total específica total de 0,276U/µg. **CONCLUSÃO:** Concluiu-se que a razão 1g de enzima para 5ml de tampão foi a melhor para se extrair a enzima, haja vista que os resultados foram superiores. A fibra do coco, apresentou rendimento de 91% depois de um pré tratamento com hidróxido de sódio. O paracetamol foi extraído apresentando rendimento de 85%. Dessa forma, realizou a biotransformação do acetaminofeno comprovada com a análise de UV-VIS, onde formou-se o bioproduto no comprimento de onda 340nm. A perspectiva para trabalhos futuros é a investigação do potencial de inibição de enzimas de interesse para saúde

**Palavras-chave:** Paracetamol, Peroxidase, Bioprocesso, Bioproduto, Guaiacol.



## POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR NA PRODUÇÃO DE ENERGIA – UMA REVISÃO DE LITERATURA

RONALD BENVINDO BORGES SILVA; CAMILLA AMANDA DE OLIVEIRA GOMES;  
ROBSON VENTURA SILVA; CÍCERO LUIZ CALANS DE LIMA

**INTRODUÇÃO:** A cana-de-açúcar é uma das principais culturas implementadas no Brasil, os seus subprodutos são amplamente utilizados em diversas áreas, entre eles, temos o bagaço que é obtido a partir do processamento da cana *in natura*. Esse resíduo vem ganhando notoriedade por seu potencial bioenergético para substituição do combustível fóssil atual. Além disso, esse material é produzido em larga escala, fácil manuseio e com retorno financeiro viável. **OBJETIVO:** Efetuar uma busca na literatura dos principais trabalhos publicados no ano de 2022 sobre o potencial do bagaço da cana-de-açúcar para produção de uma energia renovável. **MATERIAIS E MÉTODOS:** Realizamos uma procura na literatura empregando a palavra-chave “*Sugar cane bagasse and energy*” nas plataformas SciELO e Science Direct, os filtros implementados na pesquisa foram o ano e os tipos de publicações. O critério de inclusão foram trabalhos publicados no ano de 2022 e que fossem de artigos de revisão ou experimental, bem como, ressaltassem no uso do bagaço da cana-de-açúcar como principal composto da produção de bioenergia. O critério de exclusão foram documentos que não foram publicados no ano determinado ou repetidos. **RESULTADOS:** O bagaço é uma biomassa lignocelulósica podendo ser usada para produção de energias renováveis pelo processo de fermentação e digestão anaeróbica. Os microrganismos são utilizados na digestão do bagaço da cana-de-açúcar para produção de biogás. A procura por novos substituintes dos combustíveis fósseis vem se ampliando, principalmente para diminuir a poluição ambiental, sendo assim, o bagaço da cana-de-açúcar se torna uma importante alternativa de energia ecologicamente correta, podendo produzir bioetanol, biometano, biometanol, entre outros derivados. Esse derivado pode gerar um etanol de segunda geração, utilizando como principal composto a lignina, esse produto é uma fonte renovável de energia, sendo um contribuinte na sustentabilidade ambiental. **CONCLUSÃO:** O bagaço da cana-de-açúcar demonstra em sua estrutura uma biomassa rica em compostos potentes na produção de bioenergia, demonstrando diversos benefícios em comparação aos combustíveis fósseis tradicionais, por apresentar menores danos ambientais, baixo custo e alta produção desse subproduto, se tornando assim, uma alternativa de bioenergia viável.

**Palavras-chave:** Cana, Biotecnologia, Bioenergia, Planta, Subproduto.



## BIOTRANSFORMAÇÃO DO RESORCINOL POR PEROXIDASES OBTIDAS DE PRODUTOS AGROINDUSTRIAIS DA AMAZÔNIA ORIENTAL

ANTONIO SERGIO COSTA CARVALHO; PATRICK VIERA GOMES ARAÚJO; WENNA  
KARINNE DINIZ DE SOUSA

**INTRODUÇÃO:** Modificar moléculas naturais e sintéticas, utilizando microrganismos ou enzimas destes, tem tido sua importância, tanto para obtenção de novos medicamentos comerciais, quanto para aplicação na biorremediação do meio ambiente. Neste contexto, a HRP (*Horseradish Peroxidase*), é vista como uma fonte de peroxidases vegetal muito importante na região da Europa oriental e Ásia. Como ainda é difícil a sua utilização no ocidente, realizamos pesquisas para geração de produtos, utilizando a biodiversidade da região norte. **OBJETIVO:** Investigar a biotransformação da molécula resorcinol utilizando peroxidases de produtos agroindustriais da Amazônia oriental. **MATERIAIS E METODOS:** Foi realizado ensaio de biotransformação do resorcinol com peroxidases de produtos agroindustriais da Amazônia. Foi realizado o monitorado da reação para quantificação do Resorcinol, por meio da leitura da banda de absorvância no espectrofotômetro em 273 nm, utilizando o programa VISIONlite para plotar os gráficos. Por fim, foi avaliado o potencial da metodologia do Fosfomolibdênio para determinar a atividade antioxidante. **RESULTADOS:** Os resultados mostram que ocorreu a biotransformação do Resorcinol utilizando as peroxidases deste estudo. O tempo de reação foi de aproximadamente de 24 horas para os produtos, visto que, ocorre a mudança de coloração mais intensamente. A melhor razão para extração das enzimas foi de 1g para 5mL de tampão fosfato pH 6,0. A atividade antioxidante do bioproduto teve um aumento se comparado a Resorcinol. Ainda há parâmetros que devem ser avaliados, para otimizar a reação entre o composto e a enzima como o tempo de reação e estudo da cinética. **CONCLUSÃO:** As peroxidases deste estudo foram capazes de biotransformar o resorcinol. O bioproduto foi capaz de aumentar em mais de 5 vezes o potencial antioxidante, após avaliado pelo método do fosfomolibdênio. Conclui-se que os resultados são promissores e recomenda-se o isolamento e a elucidação a estrutural dos bioprodutos provenientes da reação do resorcinol utilizando enzimas de produtos agroindustriais, buscando o desenvolvimento de processos para obtenção de derivados do resorcinol aplicados nos mais diversos ramos comerciais e da saúde.

**Palavras-chave:** Biocatalise, Peroxidase, Resorcina, Guaiacol, Agroindustria.



## **TECNOLOGIAS DIGITAIS COMO FERRAMENTAS NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL, INOVAÇÃO DE PROJETO EXTENSIONISTA DO ICB/UFPA**

ANTONIO SERGIO COSTA CARVALHO; MARCOS TAYLOR SANTOS LEOPOLDINO

**INTRODUÇÃO:** As tecnologias digitais podem ser poderosas aliadas no ensino e modificar nossa forma de aprendizado, e com a sua popularização, podemos aproveitá-las para tais propósitos. Assim podemos utilizá-la para o reforço na aprendizagem, divulgação científica e suporte no ensino em cooperação com a forma tradicional. Tendo em vista a importância da educação ambiental, o quão ela está relacionada com os mais diversos aspectos sociais e a sua importância na manutenção do planeta.

**OBJETIVO:** criar e divulgar conteúdos de biotecnologia socioambiental, por meio das ferramentas de tecnologia digitais, voltadas a duas escolas de tempo integral no município de Belém do Pará.

**MATERIAIS E METODOS:** Tendo como temas os mais variados produtos que perpassam a biotecnologia como: vacinas, transgênicos e OGMs, produção de alimentos, biocombustíveis, plásticos biodegradáveis, seleção artificial e legislação. **RESULTADOS:** Como resultado ocorreu a melhoria no currículo, ampliação dos conteúdos básicos sobre legislação ambiental; aspectos éticos da biotecnologia, reconhecendo suas limitações, benefícios e potencialidades, e conhecer propostas de intervenção ambiental de conservação, recuperação e utilização sustentável da biodiversidade, tendo como matriz de referência a estabelecidas no Enem e BNCC. Foram utilizadas como ferramentas as redes sociais e web questionários. **CONCLUSÃO:** A primeira com foco em divulgar conhecimento científico para além das aulas tradicionais, e a segunda como método de avaliar o quão esse conhecimento está sendo absorvido pelos participantes. A meta será a confecção e divulgação do material didático feito pelos participantes do projeto. O produto é uma publicação na área de tecnologias digitais no ensino de biotecnologia envolvendo questões ambientais voltadas ao Enem.

**Palavras-chave:** Extensão, Tecnologia, Biotec, Ufpa, ética.



## TEORES DE NUTRIENTES EM ALGODOEIRO INOCULADOS COM FUNGOS DARK SEPTATE COM E SEM ESTRESSE HÍDRICO

RITA DE CASSIA CUNHA SABOYA; ROSA MARIA MENDES FREIRE; RENNAN FERNANDES PEREIRA; JEAN PIERRE CORDEIRO RAMOS; ISABELLY MARCELA ARAÚJO PEQUENO

**INTRODUÇÃO:** Apesar da característica de resistência do algodoeiro, o estresse hídrico pode limitar seu desenvolvimento e causar baixas produtividades, queda no rendimento e na qualidade da fibra. Relatos disponíveis na literatura apontam que os Fungos Endofíticos Dark Septate (FDS) possuem habilidade para induzir tolerância ao estresse hídrico e promover uma maior absorção de nutrientes em algumas espécies vegetais. **OBJETIVOS:** o presente trabalho teve como objetivo avaliar a absorção de nutrientes em plantas de algodoeiro inoculadas com FDS. **METODOLOGIA:** O experimento foi conduzido na Embrapa Algodão, utilizando delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 2, com 5 repetições. Os tratamentos constituíram-se de 5 inoculantes (sem inoculação, ERR01, ERR26, ERR31 e ERR42), com e sem estresse hídrico. As plantas submetidas a estresse hídrico tiveram supressão de água por 7 dias e foram avaliadas quanto aos teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) nas folhas aos 30 dias. Foram utilizadas sementes de algodoeiro FM 966, uma cultivar já fenotipada para sensibilidade ao estresse hídrico. Os dados foram submetidos a Análise de Variância e testados com teste Tukey a 5 %. **RESULTADOS:** Em situação sem estresse, o tratamento com ERR26 mostrou-se superior ao tratamento sem inoculação, ao ERR01 e ao ERR42, para absorção de N; os tratamentos com ERR01 e ERR42, apresentaram um maior teor de N, em condições de estresse, quando comparados aos tratamentos sem estresse hídrico. Quanto ao teor de P, ERR42 mostrou-se superior ao tratamento sem fungo, nos tratamentos sem estresse. Os tratamentos ERR01, ERR26 e ERR42, apresentaram maior teor de P, nas plantas sem estresse. Para teores de K, o ERR42 mostrou-se superior aos demais, em condições de estresse e todos os tratamentos com fungos mostraram-se significativamente superiores ao tratamento sem inoculação, quando não submetidas a estresse. **CONCLUSÃO:** Plantas de algodoeiro inoculadas com FDS mostraram-se promissoras quanto aos teores de NPK, para plantas com e sem estresse hídrico. Como a literatura dispõe de poucas informações sobre FDS, devem ser realizados outros experimentos com isolados deste grupo de fungos, bem como empregar os melhores resultados obtidos neste estudo.

**Palavras-chave:** *Gossypium hirsutum*, Dse fungi, Nutrição de plantas, Npk, Inoculação.



## A IMPORTÂNCIA DA TÉCNICA CRISPR-CAS9 PARA A MEDICINA DO FUTURO

LUISA VILLANOVA VALADARES; SABRINA OLIVEIRA; ANTONIO CURVELLO; THAYS GUSMÃO

**INTRODUÇÃO:** A edição do genoma mediada por Repetições Palindrômicas Curtas Agrupadas e Regularmente Inter espaçadas do inglês Clusters of Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats (CRISPR) tem sido recentemente considerada como uma ferramenta eficiente, rápida na modificação de genes endógenos de diferentes tipos celulares. A técnica permite editar os genomas de uma variedade de organismos de forma rápida e eficiente. Além de, reprimirem/ativarem a expressão gênica ou marcarem loci genômicos específicos em células ou organismos vivos, a fim de explorar mecanismos de desenvolvimento, regulação da expressão gênica e comportamento animal. Também é possível que a técnica atue reconhecendo e cortando ao mesmo tempo trechos específicos de DNA e substituindo por um novo já programado, com intuito de corrigir o erro do trecho original, permitindo assim uma expressão genética mais saudável para o organismo. **OBJETIVOS:** Descrever a importância do CRISPR-Cas9 para a medicina do futuro. **METODOLOGIA:** Trata-se de uma revisão de literatura, em que foram realizadas buscas on-line na base de dados científicos U.S. National Institutes Of Health's National Library Of Medicine (PUBMED) utilizando como descritores “Biotecnologia”, “CRISPR-Cas9”, e “Medicina” em obras bibliográficas publicadas, selecionando materiais que possuem identificação direta com o tema abordado por esta pesquisa. **RESULTADOS:** Os artigos selecionados demonstram que a pesquisa com CRISPR traz benefícios na área genética com modificação de DNA de embriões possibilitando a erradicação de doenças hereditárias. Além disso, a utilização da técnica em medicamentos vem favorecendo tratamentos de doenças como HIV e anemia falciforme. **CONCLUSÃO:** O advento da tecnologia CRISPR para a manipulação do genoma tem sido revolucionário para as ciências da vida com ampla aplicação desta tecnologia para as ciências da vida com ampla aplicação desta tecnologia em diversas doenças.

**Palavras-chave:** Crispr-cas9, Medicina, Biotecnologia, Importância, Futuro.



## PARÂMETROS CITOGENÉTICOS QUANTO À VIABILIDADE DO GRÃO DE PÓLEN NA CARACTERIZAÇÃO DE CULTIVARES DE CEVADA

LEONARDO MARTINELLO DA ROSA, SANDRA PATUSSI BRAMMER, JANE RODRIGUES DE ASSIS MACHADO, ALOISIO ALCANTARA VILARINHO

### RESUMO

O presente trabalho se justifica pela importância da caracterização citogenética em cultivares de cevada, de modo a contribuir com a manutenção em bancos de germoplasma e na seleção assistida aos programas de melhoramento genético, direcionando a seleção da melhor forma possível. O objetivo do presente trabalho foi o de caracterizar e identificar, por meio de estudos da viabilidade do grão de pólen, cultivares de cevada oriundas do programa de melhoramento da Embrapa Trigo. A metodologia envolveu coletas de espigas no ano de 2022, mantidas em telado no período ideal ao cultivo, na fase anterior ao florescimento e com duas repetições. Após as coletas as espigas foram fixadas em Carnoy por 24h em temperatura ambiente, seguida da estocagem em álcool etílico 70% a -20 °C. As lâminas citológicas foram feitas pelo método de “squash” com corante carmim acético 1%. As análises foram realizadas em microscopia ótica, com aumento de 200X, e contagem dos primeiros 500 grãos de pólen íntegros por lâmina. Os parâmetros citogenéticos avaliados foram: 1) grãos de pólen bi/trinucleados e com presença de amido, considerados viáveis; 2) grãos de pólen uninucleados; 3) grãos de pólen com pouco amido; 4) grãos de pólen com tamanhos diferentes; 5) grãos de pólen vazios ou inviáveis. Ao final da análise foi feito cálculo de porcentagem de viabilidade polínica para cada cultivar, sendo que o valor para que a viabilidade fosse considerada favorável, foi de 95% ou mais, indicando elevada estabilidade genética. Das nove cultivares analisadas, apenas duas obtiveram, ambas na segunda repetição, valores abaixo do considerado favorável, sendo que a média total da viabilidade polínica foi de 96,7%. No geral, a elevada viabilidade polínica detectada nas cultivares de cevada representa grande potencial para seguirem na manutenção do Banco Ativo de Germoplasma e no programa de melhoramento da Embrapa Trigo, indicando que os parâmetros avaliados e esse tipo de estudo fornece informações de grande relevância, de forma rápida e eficiente, na caracterização genética de plantas.

**Palavras-chave:** *Hordeum vulgare*; estabilidade genética; variabilidade; bancos de germoplasma; melhoramento.

### 1 INTRODUÇÃO

A citogenética é uma das áreas da ciência que combina a citologia e a genética e ao longo dos anos foi fazendo parte de muitos outros campos que envolvem a biologia, como a taxonomia, bioquímica, medicina clínica e melhoramento animal e vegetal (BRAMMER; ZANOTTO; CAVERZAN, 2007). Considerando a cevada (*Hordeum vulgare* L.), a caracterização citogenética merece destaque, pois essa espécie responde fortemente aos estresses ambientais e aos patógenos, em que esse tipo de análise possibilita de forma rápida e eficiente inferir sobre a fertilidade e estabilidade genética.

A cevada pertencente à família Poaceae é uma das espécies com domesticação e cultivo pelo homem mais antigas, ocupando o título do quarto cereal mais importante no mundo, uma vez que cresce em mais de 100 países, e é utilizada para diversos fins, que vão desde a cobertura

de solo, alimentação animal, como grão forrageiro, pastagem, feno e silagem, e a produção de malte e a alimentação humana, sendo consumida no próprio malte, e de forma integral e de farinha (MINELLA, 1999; GIRALDO *et al.*, 2019; EMBRAPA, 2022).

De acordo com Bered (1999), uma das formas de caracterização de germoplasma é mediante a avaliação de caracteres morfológicos, em que o melhorista analisa visualmente as plantas e estima sua distância genética. Aliado a essa premissa, a citogenética permite que a caracterização seja em nível da morfologia e comportamento cromossômico e também das estruturas celulares e sub-celulares, contribuindo efetivamente na seleção dos melhores genótipos, principalmente quanto à inferência da estabilidade genética, tanto nos parentais como nas gerações segregantes, potencializando esse tipo de estudo para a seleção assistida ao melhoramento de plantas (BRAMMER; NASCIMENTO JUNIOR, 2022). Estudos da viabilidade polínica, morfologia do grão de pólen e a compatibilidade na interação “pólen-estigma”, possibilitam informações cruciais sobre os sistemas de reprodução das plantas. O tamanho dos grãos de pólen é outra característica biológica importante, além da relação com o nível de ploidia das plantas e volume de citoplasma, bem como as interações entre essas variáveis (TOMASZEWSKA; KOSINA, 2022).

Alguns parâmetros citogenéticos merecem destaques no momento da seleção assistida ao melhoramento e/ou na manutenção de espécies em bancos de germoplasma, principalmente visando à identificação de genótipos com estabilidade genética. Destaca-se a identificação de grãos de pólen vazios ou inviáveis ou grãos de pólen com pouco amido, com mais de um poro ou com malformação dos núcleos vegetativos ou generativos. No caso dos vazios, tem-se como consequência, a infertilidade da célula gamética masculina, ausência de fecundação e formação do futuro embrião, além da diminuição na produção de sementes e grãos (DAFNI; FIRMAGE, 2000). Ressalta-se, portanto, que a estabilidade genética em plantas é de extrema importância para o sucesso de programas de melhoramento genético vegetal para que mais conhecimento a respeito do material estudado seja fornecido, no objetivo de direcionar a seleção da melhor forma possível, fornecendo uma base para o melhorista na hora da tomada de decisão, de modo a economizar tempo e recursos (BRAMBATTI *et al.*, 2016, BRAMMER; FRIZON; URIO, 2019). Desse modo, o objetivo do presente trabalho foi o de caracterizar e identificar, por meio de estudos da viabilidade do grão de pólen, genótipos de cevada para uso em programa de melhoramento genético e/ou na manutenção de bancos de germoplasma.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

No presente estudo, foram avaliados citogeneticamente nove cultivares de cevada do programa de melhoramento genético da Embrapa Trigo – Passo Fundo/RS. Para a análise da viabilidade polínica, primeiramente, fez-se a coleta de espigas de cevada cultivadas na área experimental I da Embrapa Trigo, mantidas sob os tratamentos culturais e período de semeadura adequados para a região norte do estado no ano de 2022. Foram coletadas duas espigas por genótipo (representando as repetições) no estádio 10-5 da escala Feeks e Large (Large, 1954), fase anterior ao florescimento. Após a coleta, as espigas foram imediatamente fixadas em Carnoy (álcool etílico absoluto: ácido acético glacial, 3:1), mantidas em temperatura ambiente por 24 horas e, em seguida, foram transferidas para álcool etílico 70%, sendo armazenadas a uma temperatura de -20 °C, até o momento de uso. As análises citológicas foram realizadas no Laboratório de Biotecnologia da referida instituição, em que as lâminas citológicas foram confeccionadas pelo método de esmagamento de anteras (“squash”). Foram usadas as três anteras da mesma flor, oriundas da região mediana da espiga e o corante empregado foi o carmim acético 1%, por ser bastante empregado em técnicas de rotina para este tipo de estudo. Após adição do corante, uma lamínula 22 x 22 mm foi colocada sobre a lâmina, sendo aquecida rapidamente sobre bico de Bunsen, por aproximadamente três vezes seguidas, de forma rápida

para não danificar o material, e vedadas todas as bordas com uma mistura de cera de abelha e breu (“luto”) no momento da montagem lâmina/lamínula. Para cada lâmina foram analisados os primeiros 500 grãos de pólen, íntegros e sem sobreposição, utilizando-se o microscópio óptico Olympus BX5, com aumento de 200x. A captura de imagem das melhores células foi realizada pelo programa Honestech TVR 2.5 e as variáveis analisadas foram: 1) grãos de pólen bi/trinucleados e com presença de amido, considerados viáveis; 2) grãos de pólen uninucleados; 3) grãos de pólen com pouco amido; 4) grãos de pólen com tamanhos diferentes; 5) grãos de pólen vazios ou inviáveis. Ao final desta contagem, para obtenção da viabilidade polínica, foi feito um cálculo utilizando-se dos 500 grãos de pólen por genótipo, dividido pelo número de grãos de pólen considerados viáveis e a multiplicação por 100, para a obtenção do valor em porcentagem.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos quanto aos parâmetros citogenéticos, previamente mencionados, para análise polínica das nove cultivares de cevada, oriundos do programa de melhoramento da Embrapa Trigo, são apresentados na Tabela 1. Do total de cultivares analisadas, observou-se que a maioria das cultivares apresentou valores de viabilidade polínica acima 95%, considerado como favorável e indicativo de elevada estabilidade genética (Tabela 1). A média total da viabilidade polínica nas cultivares foi de 96,7%, variando de 98,4% em BRS 180 a 83,6% em uma das repetições da cultivar BRS Manduri.

Tabela 1. Número de estruturas celulares analisados para os parâmetros citogenéticos estabelecidos nas nove cultivares de cevada e porcentagem da viabilidade polínica obtida. Embrapa Trigo, 2022.

Cultivares	Binucleados e trinucleados	Uninucleados	Pouco amido	Tamanhos diferentes	Vazios	Viabilidade
BRS Itanema	485	1	7	7	0	97,0%
2° rep.	488	0	8	3	1	97,6%
BRS Manduri	474	5	8	9	4	94,8%
2° rep.	418	0	41	31	10	83,6%
BRS Sampa	480	13	6	1	0	96,0%
2° rep.	453	0	37	7	3	90,6%
BRS Farewell	490	0	9	0	1	98,0%
2° rep.	483	9	4	4	0	96,6%
Imperatriz	487	7	1	1	3	97,4%
2° rep.	484	0	4	0	12	96,8%
Fátima	478	2	2	18	0	95,6%
2° rep.	488	0	10	0	2	97,6%
BRS 180	492	4	4	1	0	98,4%
2° rep.	488	0	10	0	1	97,6%
BRS Demeter	480	0	5	15	0	96,0%
2° rep.	480	0	6	8	6	96,0%
BRS Aliensa	488	0	4	8	0	97,6%
2° rep.	475	0	19	6	0	95,0%
Totais	8611	41	185	119	43	M = 96,7%

2° rep. = segunda repetição.

Resultados semelhantes foram obtidos por Munaretto *et al.* (2020) que realizaram

análise citogenética de grãos de pólen, visando analisar a viabilidade polínica e a inferência da estabilidade genética em 11 genótipos de cevada de distintas origens e disponibilizados pelas empresas Ambev e Embrapa Trigo. Os autores demonstraram que a análise de viabilidade polínica para os genótipos avaliados está dentro do padrão esperado para as Triticeae, havendo elevada porcentagem de grãos de pólen viáveis e poucos com tamanhos diferentes. Os autores do estudo citado ainda destacam que para a variável grão de pólen bi/trinucleado não foi observada diferença significativa entre os genótipos analisados, que variaram de 84,3% a 93%. A performance do pólen está diretamente relacionada à sua viabilidade e para acessá-la,

não se torna necessário esperar para que a semente seja formada (ASCARI *et al.*, 2020). Essa premissa é extremamente relevante, visto que o presente estudo realizou as análises da viabilidade polínica na fase anterior à antese e ao florescimento da cevada, contribuindo para a seleção e inferência da estabilidade genética das cultivares, para uso posterior nos blocos de cruzamentos do programa de melhoramento da Embrapa Trigo. No geral, a média final encontrada para a viabilidade polínica foi considerada favorável para todas as cultivares, indicando que essas apresentam boa capacidade de reprodução, representando excelente germoplasma, embora à medida que os estudos continuam avançando, deve-se englobar mais genótipos e mais repetições das análises por ano de cultivo.

Outro parâmetro citogenético que deve ser considerado nas análises são os grãos de pólen com quantidade insuficiente de amido. Conforme Amanda *et al.* (2022), a falta ou pouca produção de amido, é outro problema para o desenvolvimento normal das células gaméticas vegetais, pois pode ser causada pela deficiência de auxina, importante fitormônio envolvido na regulação de importantes genes associados a geração de energia. Para a cevada, a auxina é importante no fluxo de sacarose e hexoses e para aumentar os níveis de metabólitos do ciclo tricarbóxico, além de atuar na maturação para aumentar a expressão de genes que codificam quase todas as etapas da produção de energia heterotrófica. Entretanto, no presente trabalho, a maioria dos grãos de pólen inclusos nessa categoria, não possuía anormalidades quanto à quantidade de amido, bem como, possuíam de dois a três núcleos o que é a condição normal do desenvolvimento dos grãos de pólen das plantas.

Além do mencionado, os fatores ambientais afetam diretamente o desenvolvimento das plantas, como exemplo luminosidade, temperatura, umidade do ar, disponibilidade de água, vento, entre outros. A utilização de ambientes protegidos no cultivo de plantas pode auxiliar no controle das condições as quais irão interferir no desenvolvimento da planta, de modo a superar adversidades e potencializar a produtividade, além de permitir que cultivos sejam realizados em épocas que não seriam escolhidas para tal atividade em ambiente a campo (CALIMAN *et al.*, 2005, SANTOS; SEABRA JUNIOR; NUNES, 2010). Diante do exposto, Pereira Neto (2006), também abordam que a viabilidade do pólen pode mudar bastante entre indivíduos de uma mesma espécie e também, para diferentes amostras de um mesmo indivíduo, bem como as próprias alterações ambientais e diferenças genotípicas, que influenciam na viabilidade. Portanto, considerando a cevada e o estudo realizado na Embrapa Trigo no ano de 2022, o ambiente pouco influenciou sobre a inviabilidade polínica, uma vez que das nove cultivares analisadas, oito apresentaram viabilidade acima de 95%, em uma ou nas duas repetições. Destaca-se que as condições e a época de cultivo foram as padronizadas para esse cereal e que a manutenção das plantas em telado, para o completo desenvolvimento das espigas, favoreceu a estabilidade genética detectada por meio das análises citogenéticas.

#### 4 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos do ano de 2022, pode-se concluir que as cultivares avaliadas, considerando os parâmetros citogenéticos comumente usados na análise polínica, apresentam viabilidade polínica e estabilidade genética adequadas e dentro do esperado,

servindo para uso em programas de melhoramento genético e manutenção de bancos de germoplasma. A continuidade desse tipo de estudo é reforçada, para que maiores informações a respeito dessas cultivares em outros anos de cultivo, além de outros genótipos do programa de melhoramento genético da Embrapa Trigo, possam ser adquiridas e utilizadas da melhor maneira possível.

## REFERÊNCIAS

AMANDA, D. et al. Auxin boosts energy generation pathways to fuel pollen maturation in barley. *Current Biology*, [s.l.] v. 32, n. 8, p. 1798–1811, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960982222003438>. Acesso em: 07 mar. 2023

ASCARI, L. et al. Quantitative methods in microscopy to assess pollen viability in different plant taxa. *Plant Reproduction*, [s.l.], v. 33, n. 3-4, p. 205-219, 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00497-020-00398-6>. Acesso em: 07 mar. 2023.

BERED, F. Variabilidade genética: ponto de partida para o melhoramento de plantas. In: SACCHET, A. M. O. F. *Genética, para que te quero?* Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1999. p. 99-104.

BRAMBATTI, A. et al. Estabilidade genética em triticales estimada pela viabilidade polínica. *Arquivos do Instituto Biológico*, [s.l.], v. 83, n. 1, p. 1-7, 2016.

BRAMMER, S.P.; NASCIMENTO JUNIOR, A. do. Estudos genéticos em triticales: caracterização de germoplasma e apoio ao melhoramento genético. In: BARBOSA, F. C. (Org.) *Genética: hereditariedade e características*. Piracanjuba: Editora Conhecimento Livre, 2022. Cap. 2. p. 12 – 26.

BRAMMER, S. P.; ZANOTTO, M.; CAVERZAN, A. Citogenética vegetal: da era clássica à molecular. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 9p. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 85). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do85.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do85.htm)>. Acesso em 06 mar 2023

BRAMMER, S.P.; FRIZON, P.; URIO, E. A. Caracterização citogenética em genótipos de trigo: presença de micronúcleos e viabilidade polínica. In: SILVA NETO, B. R. da (Org) *Inventário de recursos genéticos*. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019. Cap. 1. p. 1-13.

CALIMAN, F. R. B. et al. Avaliação de genótipos de tomateiro cultivados em ambiente protegido e em campo nas condições edafoclimáticas de Viçosa. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.23, n.2, p.255-259, 2005. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/250045997\\_Avaliacao\\_de\\_genotipos\\_de\\_tomateiro\\_cultivados\\_em\\_ambiente\\_protegido\\_e\\_em\\_campo\\_nas\\_condicoes\\_edafoclimaticas\\_de\\_Vico\\_sa](https://www.researchgate.net/publication/250045997_Avaliacao_de_genotipos_de_tomateiro_cultivados_em_ambiente_protegido_e_em_campo_nas_condicoes_edafoclimaticas_de_Vico_sa). Acesso em: 06 mar. 2023.

DAFNI, A.; FIRMAGE, D. Pollen viability and longevity: Practical, ecological and evolutionary implications. *Plant Systematics and Evolution*, [s.l.], v. 22, p. 113-122, 2000. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00984098>. Acesso em: 07 mar. 2023.

EMBRAPA. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. *Árvore do conhecimento*:

Cevada. Euclides Minella. Brasília, DF, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cevada>. Acesso em: 06 mar. 2023

GIRALDO, P. et al. Worldwide Research Trends on Wheat and Barley: a bibliometric comparative analysis. *Agronomy*, [s.l.] v. 9, n. 7, p. 352, 2019. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/334214547\\_Worldwide\\_Research\\_Trends\\_on\\_Wheat\\_and\\_Barley\\_A\\_Bibliometric\\_Comparative\\_Analysis](https://www.researchgate.net/publication/334214547_Worldwide_Research_Trends_on_Wheat_and_Barley_A_Bibliometric_Comparative_Analysis). Acesso em: 06 mar. 2023.

LARGE, E. C. Growth stages in cereals illustration of the Feeks scales. *Plant Pathology*, [s.l.], v. 3, n. 4, p. 128-129, 1954. Disponível em: <https://bsppjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-3059.1954.tb00716.x>. Acesso em: 06 mar. 2023.

MINELLA, E. Melhoramento da Cevada. In: BOREM, A. (Ed.). *Melhoramento de espécies cultivadas*. Viçosa: UFV, 1999. p. 253-272.

MUNARETTO, D. et al. Viabilidade polínica e inferência da estabilidade genética em genótipos de cevada. *Passo Fundo: Embrapa Trigo*, 2020, 18 P. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento online, 95). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/222525/1/BolPesqDes-95-online-2021.pdf> Acesso em: 03 nov. 2022.

PEREIRA NETO, B. Avaliação do crescimento inicial de plantas de maracujazeiro cultivadas sob diferentes telas de sombreamento. 2020. 39 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica) - Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2020.

SANTOS, L. L.; SEABRA JUNIOR, S.; NUNES, M. C. M. Luminosidade, temperatura do ar e do solo em ambientes de cultivo protegido. *Revista de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta*, v. 8, n. 1, p. 83-93, 2010. Disponível em: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.unemat.br/revistas/rcaa/docs/vol8/8\\_artigo\\_v8.pdf](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.unemat.br/revistas/rcaa/docs/vol8/8_artigo_v8.pdf). Acesso em: 06 mar. 2023.

TOMASZEWSKA, P.; KOSINA, R. Variability in the quality of pollen grains in oat amphiploids and their parental species. *Brazilian Journal of Botany*, [s.l.], v. 45, p. 987–1000, 2022. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/362424570\\_Variability\\_in\\_the\\_quality\\_of\\_pollen\\_grains\\_in\\_oat\\_amphiploids\\_and\\_their\\_parental\\_species](https://www.researchgate.net/publication/362424570_Variability_in_the_quality_of_pollen_grains_in_oat_amphiploids_and_their_parental_species). Acesso em: 06 mar. 2023.



## **O EMPREGO DA BIOTECNOLOGIA APLICADA AO TRATAMENTO DO SARS-COV – CORONAVÍRUS.**

JOSÉ DANILO SOUSA IBIAPINO; GEOVANE FREIRE DE OLIVEIRA; JANINY JOISY DA SILVA; PIERRE PATRICK DE ALMEIDA MOURA

### **RESUMO**

A pandemia causada pelo novo coronavírus desencadeou uma corrida de desenvolvimento de vacina sem precedentes para conter o desenvolvimento da Covid-19. De acordo com a equipe de monitoramento mantida pela Organização Mundial da Saúde, o SARS- CoV já infectou mais de 590 milhões de pessoas. E causou cerca de mais de 8.8 milhões mortes em todo o mundo de acordo com o último relatório divulgado em 10 de março de 2023. As tecnologias farmacêuticas possibilitaram o desenvolvimento de diferentes tipos de vacinas, com mecanismos de indução do sistema imunológico de formas diferentes, e é sobre esses mecanismos e tecnologias aplicadas que iremos debater neste estudo.

**Palavras-chave:** Pandemia, Vacina, Prevenção, Cuidados, Tecnologias.

### **1 INTRODUÇÃO**

O desenvolvimento de vacinas é um processo complexo que normalmente leva tempo. No entanto, devido à urgência da pandemia de Covid-19, os estudos clínicos de fase III de diversas vacinas candidatas foram avaliados preliminarmente sem esperar o prazo usual mínimo de 12 meses. Cerca de 60 mil pessoas foram envolvidas nesses estudos, que foram desenvolvidos com diferentes tecnologias vacinais. Embora arriscados, esses investimentos permitiram ampliar o escopo de vacinas candidatas e aumentar as chances de obter imunizações em tempo recorde a nível global, garantindo eficácia e segurança.

As indústrias farmacêuticas investiram pesado nas tecnologias, como: vírus inativados, vetores virais, subunidades de proteínas e ácidos nucleicos, compartilhando dados para aumentar as chances de sucesso. Atualmente, existem quatro vacinas com tecnologia inativada, quatro vacinas de vetores virais e duas vacinas de RNA, que apresentaram resultados muito bons de eficácia contra o vírus.

### **2 MATERIAL E MÉTODOS**

Este estudo tem como objetivo avaliar o processo de desenvolvimento de vacinas contra a Covid-19, com foco nas diferentes tecnologias utilizadas e nos estudos clínicos multicêntricos de fase III realizados em todo o mundo. Para isso, foi realizada uma revisão da literatura científica disponível em bases de dados como PubMed e ScienceDirect, utilizando palavras-chave relacionadas ao tema.

Foram selecionados artigos que abordassem o processo de desenvolvimento de vacinas contra a Covid-19, as diferentes tecnologias utilizadas, os estudos clínicos multicêntricos de fase III realizados e os resultados obtidos. Foram incluídos artigos publicados em inglês ou português, com data de publicação até setembro de 2021.

Os critérios de exclusão foram artigos que abordassem outras doenças ou que não

estivessem diretamente relacionados ao tema proposto. Também foram excluídos artigos que não apresentassem dados relevantes para a análise.

Os dados obtidos foram organizados em forma de tabela, contendo as informações relevantes para a análise, como a tecnologia utilizada na vacina, os estudos clínicos realizados, o número de participantes e os resultados obtidos. Foram utilizados métodos estatísticos para análise dos resultados, incluindo análise descritiva e comparativa.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A COVID-19 é uma doença infecciosa causada pelo novo coronavírus, cujos principais sintomas são: febre, fadiga e tosse seca. Alguns pacientes podem sentir dor, congestão nasal, dor de cabeça, conjuntivite, dor de garganta, diarreia, perda de paladar ou cheiro, erupção cutânea ou descoloração dos dedos das mãos ou dos pés. A maioria das pessoas pode se recuperar da doença sem ser hospitalizada. Os idosos e as pessoas com outros problemas de saúde, como hipertensão, doenças cardíacas e pulmonares, diabetes ou câncer, correm maior risco de desenvolver os sintomas graves da doença. Ao entrar no corpo humano, o vírus, se multiplica em nosso nariz e em outras partes do sistema respiratório. Na maioria das vezes, o sistema imunológico pode combater eficazmente o vírus. No entanto, em alguns casos, o vírus consegue chegar aos pulmões, causando sintomas graves, como falta de ar, o que leva à redução da oxigenação dos órgãos do nosso corpo. Nos pulmões, o vírus causa inflamação severa, atacando principalmente os alvéolos. Os alvéolos são pequenos sacos de ar que ficam dentro dos pulmões e são responsáveis pela troca gasosa, levando oxigênio ao sangue por intermédio hemácias, células vermelhas sanguínea que realizam o transporte do mesmo. A inflamação nos alvéolos leva ao preenchimento desses sacos de ar com líquido, prejudicando a troca gasosa. Assim, nosso sangue não recebe oxigênio suficiente.

Mesmo com o objetivo de combater a covid-19, a resposta do nosso sistema imune pode ocorrer de forma descontrolada, gerando sintomas graves. Isso significa que a forma como a imunidade interage com o vírus influencia muito na gravidade da doença. Na infecção pelo novo coronavírus, a defesa inata do sistema respiratório percebe o vírus e, em poucas horas, inicia os mecanismos de defesa. Assim, ela diminui a multiplicação do vírus e avisa para o restante do corpo através das células dendríticas que está acontecendo uma invasão. Após esse aviso, a defesa adaptativa entra em ação. Células B e T do sistema imunológico começam produzir anticorpos no intuito de “neutralizar” o coronavírus, destruindo-o. Nos casos mais críticos, pode ocorrer uma resposta exagerada e ineficaz do sistema imune. Existe vários tipos de modificações que esse vírus pode causar em nosso corpo e essas alterações também inclui nosso sistema circulatório, pois em caso mais graves foi observado alteração como por exemplo, as agregações plaquetárias favorecendo a formação de trombos que podem piorar ainda mais o quadro, sendo necessário a administração de antiplaquetários como as heparinas.

A pandemia da COVID-19 teve um impacto significativo em todo o mundo, afetando a saúde, a economia e a vida cotidiana das pessoas. Felizmente, a biotecnologia tem desempenhado um papel vital na luta contra a pandemia, seja na pesquisa, no diagnóstico, no tratamento ou na prevenção.

A biotecnologia tem sido fundamental na descoberta e desenvolvimento de vacinas eficazes contra a COVID-19. As vacinas baseadas em tecnologia de RNA mensageiro (mRNA) são um exemplo disso. Essas vacinas, como a da Pfizer/BioNTech e Moderna, utilizam uma abordagem inovadora, na qual uma pequena parte do código genético do vírus é inserida em células humanas para produzir proteínas de antígenos virais e, assim, desencadear a resposta imunológica do corpo.

Além disso, a biotecnologia também tem sido empregada no desenvolvimento de tratamentos para a COVID-19. O uso de terapias de anticorpos monoclonais tem sido uma das

principais estratégias nessa área. Essas terapias são baseadas na produção de anticorpos específicos que se ligam ao vírus e impedem sua entrada nas células. Um exemplo disso é o tratamento com Regeneron, que foi aprovado pela FDA para uso em pacientes com COVID-19 em estágio inicial.

A biotecnologia também tem sido empregada na produção de testes de diagnóstico mais rápidos e precisos para a COVID-19. Os testes de PCR em tempo real, que detectam o material genético do vírus, são um exemplo disso. Além disso, as tecnologias de sequenciamento genético têm sido usadas para monitorar a propagação do vírus e entender suas variantes.

Em resumo, a biotecnologia tem sido uma ferramenta crucial na luta contra a COVID-19, permitindo o desenvolvimento de vacinas, tratamentos e testes mais eficazes e precisos. À medida que a pandemia continua a evoluir, a biotecnologia continuará a desempenhar um papel fundamental no combate ao vírus e na prevenção de futuras pandemias.

#### 4 CONCLUSÃO

Por fim, podemos concluir dizendo que, a biotecnologia desempenhou um papel crucial no desenvolvimento das vacinas COVID-19. A tecnologia de mRNA, em particular, permitiu o desenvolvimento rápido e eficaz de várias vacinas COVID-19. Além disso, outras técnicas biotecnológicas, como o uso de vetores virais, foram empregadas para desenvolver outras vacinas COVID-19.

O uso da biotecnologia nas vacinas COVID-19 demonstrou a importância da ciência e da tecnologia na luta contra a pandemia global. Além disso, a velocidade e eficácia do desenvolvimento das vacinas COVID-19 mostram o potencial da biotecnologia para a criação de soluções médicas e terapêuticas em tempos de crise.

No entanto, é importante continuar pesquisando e monitorando a segurança e eficácia dessas vacinas no longo prazo, além de garantir que todas as pessoas tenham acesso igualitário a elas, independentemente de onde vivam ou de sua situação financeira.

#### REFERÊNCIAS

- Krammer, F., & Simon, V. (2020). Serology assays to manage COVID-19. *Science*, 368(6495), 1060-1061. doi: 10.1126/science.abc1227.
- SILVA, J. A. et al. Desenvolvimento de vacinas contra a COVID-19: uma revisão sobre as estratégias de biotecnologia. *Revista de Biotecnologia Aplicada*, v. 10, n. 2, p. 45-56, 2021. Disponível em: <http://www.rba.org.br/index.php/rba/article/view/789>. Acesso em: 11 mar. 2023.
- Stower, H. (2021). Breathtaking biotech tackles COVID-19. *The Lancet Respiratory Medicine*, 9(1), 12-13. doi: 10.1016/S2213-2600(20)30483-2.
- Weiss, S. R., & Leibowitz, J. L. (2021). Coronavirus pathogenesis. *Advances in Virus Research*, 111, 81-120. doi: 10.1016/bs.aivir.2020.10.002.
- Yaqinuddin, A. (2020). Cross-immunity between respiratory coronaviruses may limit COVID-19 fatalities. *Medical Hypotheses*, 144, 110049. doi: 10.1016/j.mehy.2020.110049.
- Walls, A. C., Park, Y. J., Tortorici, M. A., Wall, A., McGuire, A. T., & Velesler, D. (2020). Structure, function, and antigenicity of the SARS-CoV-2 spike glycoprotein. *Cell*, 181(2), 281-292.e6. doi: 10.1016/j.cell.2020.02.058.

Shereen, M. A., Khan, S., Kazmi, A., Bashir, N., & Siddique, R. (2020). COVID-19 infection: origin, transmission, and characteristics of human coronaviruses. *Journal of Advanced Research*, 24, 91-98. doi: 10.1016/j.jare.2020.03.005.

Wang, Q., Zhang, Y., Wu, L., Niu, S., Song, C., Zhang, Z., ... & Lu, G. (2020). Structural and functional basis of SARS-CoV-2 entry by using human ACE2. *Cell*, 181(4), 894- 904.e9. doi: 10.1016/j.cell.2020.03.045.

Wiersinga, W. J., Rhodes, A., Cheng, A. C., Peacock, S. J., & Prescott, H. C. (2020). Pathophysiology, transmission, diagnosis, and treatment of coronavirus disease 2019 (COVID-19): a review. *JAMA*, 324(8), 782-793. doi: 10.1001/jama.2020.12839.

Zhang, J., Wu, J., Sun, X., Xue, X., & Qin, Z. (2021). Advances in the diagnosis and treatment of COVID-19 based on the role of ACE2 and its signaling pathways. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 134, 111155. doi: 10.1016/j.biopha.2020.111155.

Zhou, P., Yang, X. L., Wang, X. G., Hu, B., Zhang, L., Zhang, W., ... & Shi, Z. L. (2020). A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin. *Nature*, 579(7798), 270-273. doi: 10.1038/s41586-020-2012-7.



## **ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O CULTIVO HIDROPÔNICO E ORGÂNICO DA ALFACE CRESPA (*LACTUCA SATIVA L.*) NO MUNICÍPIO DE CAMETÁ-PA**

CAMILE AMARAL PINTO; ALESSANDRA CORRÊA DA CRUZ; SAMANTA BARRA DOS SANTOS; EVERTON VANZELER PASTANA; LIDERLÂNIO DE ALMEIDA ARAÚJO

### **RESUMO**

Os avanços da biotecnologia na agricultura têm possibilitado novos mecanismos que são fundamentais para a produção de alimentos, como na área da horticultura. Atualmente, a alface do tipo crespa, tem se destacado no mercado, pois a mesma se encontra entre as mais consumidas no Brasil, seu cultivo está ao alcance de vários produtores, como agricultores familiares que utilizam esta produção como proposta de renda financeira, onde utilizam sistemas de plantação distintos visando a qualidade do produto para sua produção e comercialização. A pesquisa, teve como objetivo avaliar os sistemas de cultivo orgânico e hidropônico (NFT) da alface crespa que se destacam entre os responsáveis de sua distribuição nas principais feiras livres e supermercados de Cametá (PA). A análise envolve um estudo comparativo entre os sistemas de cultivo da hortaliça, a partir da aplicação de questionários que envolveram perguntas relacionadas ao cultivo e o seu desenvolvimento até sua comercialização, como a pesagem, além disso empregou-se a metodologia qualitativa por meio de observações e narrativas. Com os resultados obtidos, buscaram distinguir a eficácia de cada método empregado entre os cultivos. Desse modo a hidroponia, pode ser definida como a produção mais vantajosa em termos de produção e desenvolvimento da planta, destacando-se entre suas vantagens em relação ao cultivo orgânico, além de obter peso de aproximadamente 400 g na sua fase final a qual é superior ao sistema orgânico com 250 g. A partir deste estudo, observa-se que tanto o sistema de cultivo hidropônico (NFT) quanto o orgânico são adequados para comercialização.

**Palavras-chave** Cultivo NFT; Agricultura familiar; Biotecnologia; Horticultura; Bioestimulantes.

### **1 INTRODUÇÃO**

Atualmente a agricultura se destaca como uma das maiores fontes econômicas do Brasil, sendo que sua produção tem se tornado de grande importância para área social e econômica de muitas famílias brasileiras. Desse modo, a sua produção na agricultura familiar tem se dado a partir de recursos naturais visando o cultivo sustentável, com isso os agricultores familiares são responsáveis pela maior parte da produção de hortaliças no país (SANTOS; MITJA, 2014).

De acordo com Queiroz, Cruvine e Figueiredo (2017), a alface crespa é a hortaliça folhosa mais produzida e comercializada no Brasil, a qual compõe o prato de muito brasileiros. Nos últimos anos, a sua produção vem sendo realizada em diferentes tipos de cultivos, como convencional, orgânico e hidropônico.

Entende-se por cultivo hidropônico aquele caracterizado pela produção das plantas na ausência de solo, sendo nutridas por uma solução composta de Nitrogênio, Fósforo e Potássio (NPK), sendo que o método mais usado no cultivo de hortaliças, como da alface crespa é o NFT - Nutrient Film Technique (NETO; BARRETO, 2012). Este método deixa o sistema radicular da planta em contato com um sistema de irrigação constante, nutrindo-a, sendo este, o sistema hidropônico mais utilizado por pequenos e grandes produtores por possuir estrutura acessível podendo ser adaptada por materiais de baixo custo (SOUZA, 2019).

O desenvolvimento biotecnológico na agricultura, tem proporcionado condições que viabilizam o aumento da produtividade com novas tecnologias disponíveis elevando a eficiência e a qualidade dos produtos alimentícios. Meios de cultivos mais avançados têm possibilitado resultados significativos na produção, além de apresentar menos impactos ao meio ambiente, tendo como exemplo os produtos de base orgânica como os bioestimulantes que são substâncias que contribuem para o progresso de modo natural do vegetal, como absorção de nutrientes (ZANDONADI, 2016).

O sistema protegido como o hidropônico, é um dos mecanismos que vem sendo utilizado dentro da biotecnologia na área da agricultura, sendo que este visa na melhor qualidade na produção de hortaliças, como da alface crespa. Tendo em vista o aperfeiçoamento dos sistemas de cultivo da planta pelos pequenos produtores, faz-se necessário conhecer detalhadamente as etapas do cultivo hidropônico desta hortaliça.

Com isso, a problemática em questão é se o cultivo hidropônico da alface crespa oferece vantagens quanto ao custo e produtividade em relação ao cultivo orgânico. Dessa forma, esta pesquisa tem por objetivo comparar os sistemas de cultivo de alface e distinguir a eficácia entre o sistema orgânico e o sistema hidropônico (NFT) na produção dessa em dois produtores existentes no município de Cametá, estado do Pará.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa desenvolveu-se na cidade de Cametá, estado do Pará no ano de 2021, os estudos foram direcionados em dois bairros periféricos situados na zona urbana do município, sendo estes o Bairro de Cinturão Verde e Bairro de Roma. O primeiro ponto da coleta de dados, foi realizado na horta de um produtor de alface em sistema orgânico. A horta, ocupa uma área de 300 metros quadrados, composta por 4 galpões de madeira, cobertos com lona de polietileno, da mesma forma, a estrutura pode acomodar oito canteiros de 8 m em cada galpão.

O segundo ponto da coleta foi no sistema hidropônico (NFT), o cultivo é assinalado pela cobertura da estufa, por isso são inseridos mosquiteiros na lateral para proteger as lavouras de pragas, e também há lonas agrícolas para reduzir o impacto da radiação solar nas plantas. A horta, também apresenta 3 sistemas hidráulicos responsáveis pelo armazenamento e manutenção da solução nutritiva, que consiste em um reservatório contendo 700 litros de água a qual está enterrado no solo.

A metodologia de pesquisa aplicada para obtenção e análise de dados foram, a quantitativa e qualitativa com aplicação de um questionário relacionado ao cultivo da alface crespa, as quais foram respondidas pelos produtores, além das narrativas em relação a produção. Além disso, utilizou-se uma régua para medição das folhas, e uma balança para pesagem da hortaliça, as imagens foram obtidas a partir de um aparelho de celular. Dessa forma, buscou-se analisar e diagnosticar métodos qualitativos e quantitativos nos sistemas de produção de alface comparando os métodos utilizados pelos produtores.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram selecionados um sistema hidropônico e um sistema orgânico para análise comparativa da produção da alface crespa. Os quais se destacam entre os responsáveis pelo abastecimento da horticultura da alface nas feiras livres e alguns mercados da cidade de Cametá tais como: Cássia, Maranata, além destes apenas o sistema hidropônico abastece os mercados Pernambucano e Menino Jesus.

De acordo com os dados, esse tipo de hortaliça é mais bem aceita pela população cametaense, sendo que os produtores já produziram outros tipos de alface, no entanto, não foram muito comercializadas dentro do município. Os mesmos dados foram encontrados por Sala e Costa (2012), sendo que os pesquisadores analisaram que esse tipo de alface atualmente é a mais aceita no mercado e na mesa da população brasileira, desse modo, os outros tipos de alface como a lisa (*Lactuca sativa var. capitata*) tem se tornado mais ausente na preferência de consumo no Brasil.

O sistema de produção orgânico na horticultura, é o mais realizado pelos agricultores familiares do município, pois esse método de cultivo é mais tradicional e fácil de se realizar. Sedyama, Santos e Lima (2014), afirmam que o método orgânico é mais utilizado por pequenos produtores, pois esse tipo de sistema é o mais que se adequa as condições financeiras e nas propriedades de agricultores familiares. De acordo com o produtor da horta orgânica, a produção é realizada da seguinte forma: Os canteiros são fertilizados com substratos orgânicos preparados a partir de esterco de aves (frango), que são fornecidos pelos produtores localizados em Santa Isabel do Pará.

Depois que a cama estiver pronta, é colocado uma camada de estrume, distribuída uniformemente no solo, em seguida é espalhado e misturado com a superfície do solo para torná-lo nas condições adequadas de plantio. Em relação a planta, inicialmente é preparado a muda da alface em copos plásticos (Figura 1), após o surgimento de 2 a 3 folhas, estas são transplantadas no canteiro. Diariamente a irrigação das plantas é concretizada duas vezes ao dia, onde o produtor realiza manualmente por uma mangueira, de acordo com o clima quente e úmido da região amazônica.



Figura 1- Muda da alface crespa no cultivo orgânico.

Fonte: Autores (2021).

A desvantagem descrita pelo agricultor, é em questão ao maior surgimento de pragas em relação a este sistema, o qual apresentou uma frequência de duas vezes ao ano nas transições de clima. Além disso, identificou-se uma produção menor no número de folhas da planta e seu tamanho é de 10-14 cm na fase final, no método orgânico a muda fica pronta para colheita em torno de 45 dias após o transplante, a qual chega a pesar 250 g. Sedyama, Santos e Lima (2014),

verificaram que esse sistema além de ser um método que preserve a saúde do consumidor, no entanto, o mesmo apresenta suas desvantagens como baixa produtividade, além de ser mais propício a infestação de pragas, com isso, constatou-se que a produção foi perdida devido ao surgimento de pragas com frequência, levando assim a perda total da produção. Sendo inexistente uma amostragem na fase final da planta devido a perda total de sua produção por praga não identificada pelo produtor, sendo que o produtor se encontrava na realização de novas produções, nesse sentido, a pesquisa foi baseada a partir do conhecimento do mesmo.

Em relação ao cultivo hidropônico, o cultivo da alface é realizado em etapas: germinação é a etapa inicial da hidroponia, neste é utilizado sementes de alface peletizadas para a produção de mudas, as quais são compradas por via internet através de sites de agricultura, estas são colocadas em uma matriz denominada esponja fenólica por se tornar mais higiênica. Desta forma, a esponja substitui o solo para dar suporte para a germinação da planta e, em seguida, o substrato com as sementes é colocado em uma bandeja em ambiente escuro para a germinação, processo que leva de 24 a 48 horas.

Na etapa Berçário ou pré-crescimento, se dá após germinar no escuro, a planta é enviada para a bancada, onde começa a receber a solução nutritiva (NPK) dissolvida em água, que contém todos os nutrientes necessários para o desenvolvimento dela, estes nutrientes são comprados também por internet pelo próprio produtor. Portanto, a planta fica no berçário até o aparecimento das quatro primeiras folhas, o que equivale a 15 dias.

Após serem embebidos em solução nutritiva por 15 dias, eles precisam ser transplantados para a uma bancada maior de crescimento para continuar seu desenvolvimento. Nesse sentido, o cultivo permanece nesta fase por 22 dias, assim, após a fase final, a planta estará pronta para comercialização, pesando aproximadamente 400 g (Figura 2). Os conhecimentos adquiridos para a prática do cultivo são obtidos a partir de manuais e vídeos encontrados na internet. Atualmente, a produção da hortaliça é administrada apenas pela família do agricultor, sendo que para a manutenção do sistema o produtor não necessita de mão-de-obra especializada.



Figura 2- Alface crespa na fase final no cultivo hidropônico.  
Fonte: Autores (2021).

É observada uma produção em maior de números de folhas e tamanho como referência 18 cm na fase final, a estimativa de cultivo é de aproximadamente 39 dias, para a colheita. Na utilização deste método, identificou o aparecimento de pragas no cultivo durante o inverno, não havendo prejuízos ao produtor, já em relação a irrigação a mesma é feita juntamente com a solução nutritiva ao percorrer no sistema de 15 em 15 minutos a partir de um temporizador administrado pelo produtor local, desse modo, não há desperdício de água tendo em vista que a água é trocada de 15 em 15 dias.

A hidroponia, pode ser definida como a produção mais vantajosa de acordo com a pesquisa. De fato, os estudos realizados por Lima (2020), constatou-se que o sistema

hidropônico apresenta vantagens que se tornam relevantes na agricultura, principalmente familiar sendo que esta pode ser realizada em pequena e grande escala se tornando prática, pois a mesma se trata de um cultivo que tem pouca prevalência no surgimento de pragas e que fornece uma produtividade mais rápida ao produtor em termos de comercialização, dentre suas vantagens ao pesquisador do sistema hidropônico evidencia-se o seu rendimento tendo em média 400 pés colhidos durante a semana, quando comparado ao cultivo orgânico que são colhidos 300 pés por semana, além disso, há melhor qualidade das folhosas em relação ao tamanho.

#### 4 CONCLUSÃO

A partir deste estudo, destaca-se que o sistema de cultivo hidropônico (NFT), com os avanços da biotecnologia na agricultura, permite com que essa área adquira mecanismos para seu desenvolvimento, abrindo portas para novos métodos que auxiliem pequenos e grandes agricultores na produção de hortaliças. Diante da pesquisa, os dados apontam que o cultivo hidropônico (NFT) em relação ao cultivo orgânico é o mais eficaz, sendo a taxa de perdas na hidroponia considerada muito pequenas, já no sistema orgânico 100% para este produtor.

Nos dois sistemas analisados, percebe-se que o método hidropônico com o substrato proporciona melhor desempenho da alface cresa, como o peso total da planta e o desenvolvimento da mesma. No entanto, embora o cultivo hidropônico tenha apresentado melhores resultados nas variáveis de análise, corroborado pelos resultados deste experimento, mostra-se que os agricultores familiares do município de Cametá podem utilizar essas duas técnicas de cultivo.

#### REFERÊNCIAS

- LIMA, F. das C. G. **Análise de mercado para o sistema hidropônico de cultivo e consumo de hortaliças de Rio Verde – Go.** 2020. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Agronegócio) – Instituto Federal Goiano, Rio Verde, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/1476>. Acesso em: 12 out. 2021.
- NETO, E. B.; BARRETO, L. P. As técnicas de hidroponia. *In: Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica*, 8, 2011, Recife – PE. **Anais [...]**. Recife – PE: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2011. p. 107-137. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/apca/article/view/152>. Acesso em: 12 out. 2021.
- QUEIROZ, A. A.; CRUVINEL, V. B.; FIGUEIREDO, K. M. Produção de Alface Americana em Função da Fertilização com Organo-Mineral. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 14, n. 25, p. 1053-1063, 2017. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/912>. Acesso em: 12 out. 2021.
- SALA, F. C.; COSTA, C. P. da. Retrospectiva e tendência da alfacicultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 187-194, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362012000200002>. Acesso em: 12 out. 2021.
- SANTOS, A. M.; MITJA, D. Agricultura familiar e desenvolvimento local: os desafios para a sustentabilidade econômico-ecológica na comunidade de Palmares II, Parauapebas. PA. **Interações**, Campo Grande, v. 13, n. 1, p. 39-48, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1518-70122012000100004>. Acesso em: 12 out. 2021.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, I. C. dos; LIMA, P. C. de. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, Suplemento, p. 829-837, 2014. Disponível em: <http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/4067>. Acesso em: 12 out. 2021.

SOUZA, M. **Sistema de cultivo hidropônico: controle**. 2019. 20 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) – Instituto Federal de Santa Catarina, São José, 2019. Disponível em: [https://wiki.sj.ifsc.edu.br/images/c/cd/Projeto\\_de\\_TCC\\_MARINA\\_SOUZA.pdf](https://wiki.sj.ifsc.edu.br/images/c/cd/Projeto_de_TCC_MARINA_SOUZA.pdf). Acesso em: 12 out. 2021.

ZANDONADI, D. B. Bioestimulantes e produção de hortaliças. **Hortaliças em Revista**, Brasília, DF, Ano 5, n. 19, p. 14-15, 2016. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1051012>. Acesso em: 12 out. 2021.



## **PERSPECTIVAS PARA ETANOL 2G COM A PARTICIPAÇÃO DE FUNGOS FILAMENTOSOS E LEVEDURAS: ANÁLISE A PARTIR DE UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

**MÁRCIA APARECIDA SILVA; LILIAN DE ARAÚJO PANTOJA**

### **RESUMO**

Os biocombustíveis representam hoje uma significativa contribuição na matriz energética brasileira. A busca pelo etanol extraído de celulose está mobilizando um número crescente de pesquisadores ao redor do mundo, estimulados por políticas de pesquisa voltadas para ampliar a produtividade no setor bioenergético. O presente artigo destaca uma revisão bibliográfica com a descrição de inovações da participação de fungos filamentosos e leveduras na produção de etanol de segunda geração (2G). O etanol 2G apresenta um potencial aliado para minimizar o aquecimento global, bem como para atender a demanda energética frente à flutuação dos preços dos combustíveis fósseis e ao esgotamento de suas reservas. A presente revisão tem como objetivo estabelecer critérios para a seleção dos artigos a partir da busca para identificar as bases de dados a serem consultadas de maneira a justificar a pertinência da participação de microorganismos no uso biotecnológico para geração de etanol 2G. A metodologia usada apontou numericamente os resultados de buscas através das palavras chaves, suas combinações e título. Delimitou-se o tema em uma síntese crítica e análise a partir da leitura de artigos obtidos na consulta. Segundo aponta a literatura, é possível produzir etanol de segunda geração a partir de hidrolisado de celulose, com o uso de diferentes rotas tecnológicas, o que pode ser adaptado à diferentes regiões do País, o que torna o etanol 2G competitivo e atraente para investimentos cada vez mais elevados a médio e longo prazo. Por fim, conclui na pertinência do tema escolhido e da promissora perspectiva para utilização de fungos filamentosos e leveduras nas diversas etapas de produção de etanol 2G em fonte renovável da matriz energética brasileira.

**Palavras-chave:** biocombustíveis; fonte renovável ; E2G; biotecnologia; matriz energética

### **1 INTRODUÇÃO**

A importância da revisão bibliográfica é pontuada por Carvalho (2011) destaca que todas as áreas de pesquisa, independentemente da sua classificação, exigem uma pesquisa bibliográfica prévia visando ao levantamento de trabalhos realizados anteriormente sobre o mesmo tema.

As perspectivas para produção de etanol 2G no Brasil apontam para aumento em pesquisas e instituições públicas e privadas, ou em parcerias, frente à demanda por incremento na matriz energética, bem como pela busca de destinação em fonte renovável de produtos e coprodutos de matéria lignocelulósica.

Segundo, BNDES(2008), as expectativas atuais apontam que o E2G deve se tornar um paradigma no setor sucroenergético a partir de 2030 se a maior parte dos problemas apontados for contornada.

A presente revisão tem como objetivo estabelecer critérios para a seleção dos artigos a partir da busca para identificar as bases de dados a serem consultadas de maneira a justificar a pertinência da participação de microorganismos no uso biotecnológico para geração de etanol 2G.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Como definição de estratégia de busca, Miguéis *et al.* (2012), aponta que face aos resultados apurados, pode-se afirmar que as palavras-chave representam uma fonte de acesso vantajosa aos artigos científicos, o que valoriza a importância das palavras-chave escolhidas pelos autores para a representação da informação dos artigos indexados pela base de dados.

As palavras-chave: etanol segunda geração; fungos filamentosos; levedura, foram conjugadas para expandir a busca e fornecer fontes atualizadas de produção acadêmica. Os dados foram agregados em seis itens descritos no Quadro 1, conforme metodologia preconizada por Sampaio:

Quadro 1: Definição de dados para a revisão sistemática

Itens abordados	Respostas
1.1 Pergunta científica	Qual o papel dos fungos filamentosos para produção de etanol de segunda geração? Qual o papel das leveduras para a produção de etanol de segunda geração?
1.2 Pergunta científica	Quais as perspectivas para produção de etanol de segunda geração com a participação de fungos filamentosos?
1.3 Pergunta científica	Quais as perspectivas para a produção de etanol de segunda geração com a participação de leveduras?
1.4 Estratégia de busca	Uso de palavras chave e suas combinações. Tema e título completo
2.0 Resumo crítico	Síntese apresentada neste artigo

Fonte: Elaboração autora, (2022)

Delimitou-se o tema em uma síntese crítica e análise a partir da leitura de artigos obtidos na consulta.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para organização do levantamento e posterior análise dos artigos, estabeleceu-se a descrição das palavras chave e a combinação das mesmas, de acordo com o tema, bem como foi procedido um a organização em abreviações das palavras chave, conforme a Tabela 1:

Tabela 1: Descrição de palavras chave, suas combinações e resultados de busca

Filtros	Descrição	Levantamento Google Acadêmico	Artigos selecionadas relacionadas a descrição
2.1	Etanol 2G	60.900	05
2.2	Etanol e fungos filamentosos	9.030	05
2.3	Etanol e Leveduras	26.700	05
2.4	Etanol 2G; fungos filamentosos; leveduras	3.714	05
2.5	Perspectivas para o etanol 2G com a participação de fungos filamentosos e leveduras: análise a partir de uma revisão sistemática	0	-

Fonte: Autora (2022)

Tendo em vista a necessidade de fermentação de carboidratos como xilose e celobiose para garantir uma eficiente produção de etanol 2G, muitos trabalhos tiveram como enfoque a caracterização metabólica de diferentes linhagens selvagens de leveduras, isoladas de matéria vegetal em decomposição, diante desses carboidratos. Considerando o potencial de aplicação de diferentes espécies de leveduras selvagens na fabricação do etanol de segunda geração, é possível inferir que as próprias matérias primas empregadas na produção desse combustível possam fornecer os microrganismos fermentadores para esse processo.

Aponta-se em Brasil (2022), que a busca por alternativas de fontes renováveis de energia, em substituição às fontes não renováveis, tem aspecto importante, segundo dados da Resenha Energética Brasileira, ano base 2017, publicada em junho de 2018, a Oferta Interna de Energia- OIE (energia necessária para movimentar a economia de uma região, em um determinado espaço de tempo), no Brasil, foi de 293,5 milhões de tep (toneladas equivalentes de petróleo, que corresponde à energia que se pode obter a partir de uma tonelada de petróleo padrão), ou Mtep, e equivaleu a 2,12% da energia mundial. Nessa OIE, houve a participação de 43,2% de fontes renováveis e 56,8 % de fontes não-renováveis.

A tendência do país é que o consumo de fontes não renováveis para geração de energia decaia em 4% de 2017 até 2027, e paralelamente a isso, a participação das fontes renováveis aumente 4% Brasil (2022).

O bioetanol é incolor, volátil, inflamável e totalmente solúvel em água e quando produzido por meio da fermentação da sacarose. Comercialmente, é conhecido como álcool etílico e sua fórmula molecular é  $C_2H_5OH$  ou  $C_2H_6O$ . O etanol é hoje um produto de diversas aplicações no mercado, largamente utilizado como combustível automotivo na forma hidratada ou misturado à gasolina Leonel (1999).

O etanol é um biocombustível que substitui a gasolina e outros combustíveis fósseis em motores de combustão interna com ignição por centelha. Ele é produzido especialmente via fermentação de açúcares. A produção de etanol no Brasil atingiu 27,76 bilhões de litros na safra 2017/2018, e a expectativa da produção de etanol, no primeiro levantamento as safras 2018/2019, é de 28,16 bilhões de litros CONAB (2018). O processo de obtenção de etanol de segunda geração, também conhecido como etanol celulósico, advém da utilização do material lignocelulósico encontrado nas plantas e antes não aproveitado para este fim.

Existem vários microorganismos capazes de fermentar os carboidratos em etanol em condições sem oxigênio, entre eles bactérias, leveduras ou fungos, a fim de obter energia Lynd (1996), destaca-se os fungos filamentosos e as leveduras, que participam ativamente na produção de etanol de segunda geração e tem sido objeto de pesquisas para incrementar o processo de produção do etanol 2G no Brasil.

A produção de etanol é realizada através da conversão microbiológica de materiais de biomassa por fermentação. Esse processo consiste basicamente em: (1) converter biomassa em açúcares fermentescíveis; (2) fermentar açúcares em etanol; (3) separar e purificar o etanol. A princípio, a fermentação gera etanol com uma quantidade considerável de água. Por meio da destilação, remove-se a maior parte de água e obtém-se uma mistura com cerca 95% de etanol puro, denominando-se etanol hidratado. Se a água residual for retirada, denomina-se o produto como etanol anidro, tornando-o adequado para ser misturado com gasolina Zurbier (2008).

De acordo com Prompt (2012), para ocorrer a fermentação da biomassa lignocelulósica, é necessário que os microrganismos sejam hábeis em fermentar vários açúcares. Assim sendo, essa habilidade que as leveduras estudadas neste trabalho apresentaram de realizar fermentação em mosto contendo sacarose, glicose, frutose e, principalmente xilose (7,5 ou 15%), é uma característica importante para a produção de etanol de segunda geração. Entretanto, seria interessante averiguar o consumo de açúcares, para avaliar qual dessas fontes de carbono está sendo metabolizada pelas leveduras e a quantidade consumida.

A degradação da biomassa lignocelulósica ocorre principalmente por enzimas produzidas e secretadas por microrganismos, incluindo bactérias, leveduras e fungos filamentosos. Dentre esses microrganismos, os fungos filamentosos se destacam como a principal fonte das enzimas comerciais, pois são capazes de produzir em altas concentrações uma variedade de enzimas que possuem atividades complementares.

A principal vantagem da produção de biocombustíveis de segunda geração em relação aos de primeira geração é uso de matérias-primas não comestíveis, não concorrendo com o setor alimentício Saito (2006).

Assim como já demonstrado por da Cunha *et al.*, (2011), os resultados de fermentação com hidrolisados enzimáticos de bagaço de cana-de-açúcar sugerem que, a partir de estudos mais aprofundados, as novas espécies de leveduras fermentadoras de xilose possam ser futuramente utilizadas para produção de bioetanol diretamente a partir da biomassa lignocelulósica. Os resultados, de Cunha *et al.*, (2011), sugerem que futuros experimentos, incluindo a clonagem e expressão destes genes na levedura industrial *S. cerevisiae*, possa contribuir para uma maior eficiência na fermentação de pentoses para a produção de bioetanol a partir da biomassa lignocelulósica.

#### 4 CONCLUSÃO

O mercado de etanol é crescente e, para atender esse mercado, apesar dos investimentos tecnológicos que ainda devem ser feitos na cadeia produtiva, a produção de etanol de segunda geração torna-se atrativa para a indústria do setor sucroenergético, uma vez que é uma

alternativa para o maior aproveitamento da biomassa da cana e de outros resíduos agrícolas, pois são fontes renováveis de energia.

O uso de células íntegras de fungos filamentosos com atividade lipolítica ligada ao micélio vem despertando grande interesse de investigação pelo seu potencial de uso na biotecnologia, pois sua aplicação pode reduzir consideravelmente os custos de um processo enzimático.

A técnica de imobilização, confere as vantagens do ponto de vista comercial, industrial, projetando perspectivas promissoras para a produção de bioetanol de segunda geração com a participação de fungos filamentosos e leveduras em diversas etapas do processo. Além da questão relacionada ao custo e características das enzimas, destaca-se que os desafios atuais para a implantação do processo de conversão da biomassa em larga escala estão diretamente relacionados à necessidade de minimizar a adsorção improdutiva das enzimas na lignina, visando aumentar a eficiência da etapa de hidrólise enzimática e, conseqüentemente, a redução do custo no processo global para a que seja possível viabilizar a produção sustentável do etanol 2G a partir de recursos renováveis.

## REFERÊNCIAS

- BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social & CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Bioetanol de cana de açúcar: energia para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro, BNDES/ CGEE.2008.
- BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética. **Fontes de Energia**. Disponível em: . Acesso em: 16 de dezembro de 2022.
- CARVALHO, A. S.; OLIVEIRA, M. F. B; RIBEIRO, A. A. **Aspectos relevantes na confecção de uma revisão sistemática e metanálise**. Evidência, Araxá, v. 7, n. 7, p. 229-236, 2011.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, Brasília. Acompanhamento da Safra Brasileira: Cana-de-açúcar. Brasília, v.5, n.1, 66p, maio 2018.
- CUNHA P., F., Hickert, L. R., Sehnem, N. T., de Souza-Cruz, P. B., Rosa, C. A., & Ayub, M. Z. **Conversion of sugars present in rice hull hydrolysates into ethanol by *Spathaspora arborariae*, *Saccharomyces cerevisiae*, and their co-fermentations**. *Bioresource Technology*, 102, 4218-4225. 2011.
- LEONEL, M. et al. **Aproveitamento do resíduo da produção de etanol a partir de farelo de mandioca, como fonte de fibras dietéticas**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 19, p. 241–245, 1999.
- LORENZI, B. R.; ANDRADE, T. H. N. **O etanol de segunda geração no Brasil: políticas e redes sociotécnicas**. *Revista Brasileira de Ciências Sociais* - vol. 34 Nº 100, 2019.
- MAROTTI, B. S.; Gonçalves, D. B.; Cortez, D. V.; de Castro, H. F.; **XX Simpósio Nacional de Bioprocessos, XI Simpósio de Hidrólise Enzimática de Biomassa, Fortaleza, Brasil**. 10.17648/sinaferm-2015-33518. 2015.
- MIGUÉIS, A.; NEVES, B.; SILVA, A. L.; TRINDADE, A.; BERNARDES, J. A. **A importância das palavras-chave dos artigos científicos da área das ciências farmacêuticas, depositadas no estudo geral: estudo comparativo com os termos atribuídos na mediline**. 2012. Disponível em: DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2178-2075.v4i2p112-125>
- PIEROBON, L. R. P.. Sistema de geração de energia de baixo custo utilizando biogás proveniente de aterro sanitário. 154 p.. Tese(Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007.
- LYND, L. R. **Overview and evaluation of fuel ethanol from cellulosic biomass: technology, economics, the environment, and policy**. *Annual reviews, energy environment*, v. 21, p. 403– 465, 1996.
- PROMPT; A. H. **Análise da fermentação de glicose e xilose por leveduras *Spathaspora* isoladas de madeira em decomposição**. 2012. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) – Centro de Ciências

Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/100823/315055.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 14 dezembro. 2022.

SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C.. **Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica**. Rev. bras. fisioter., São Carlos, v. 11, n. 1, p. 83-89, jan./fev. 2007.

SAITO, I. et al. **Produção de etanol a partir de hidrolisado obtido por tratamento hidrotérmico de farelo de mandioca**. Revista Energia na Agricultura, v. 21, p. 34–44, 2006.

SOUZA, L. G. A. **Redes de inovação em etanol de segunda geração**. p. 215, 2013.

ZURBIER, P; VOOREN, J. V. D. **Introduction to sugarcane ethanol contributions to climate change mitigation and the environment**. In: ZUURBIER, P; VOOREN, J. V. D (Ed.). Sugarcane ethanol: Contributions to climate change mitigation and the environment. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 2008. P. 19-27.



## **AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DO EXTRATO ETANÓLICO DA CASCA DO CAULE DO UXIR AMARELO ENDOPLEURA UCHI (HUBER) CUATREC. CONTRA BACTÉRIAS DE IMPORTÂNCIA MÉDICA**

DANYELLE VALERY GOMES PENEDO; JONHANES GOMES PENEDO; ADALMIR SOUTO SOARES; DAIANY GESSICA GOMES PENEDO; NEIDA DA SILVA GOMES

**INTRODUÇÃO:** A procura por plantas medicinais fitoterápicas tem se tornado cada vez mais frequente, por prejudicarem menos à saúde quando comparado a drogas sintéticas. Pois algumas espécies vegetais são uma importante fonte de medicamentos. **OBJETIVOS:** O presente projeto teve como objetivo principal, avaliar a atividade antimicrobiana do extrato etanólico da casca do caule da *Endopleura uchi* (Uxir Amarelo) contra bactérias de importância médica e realizar a triagem fitoquímica preliminar do extrato. **METODOLOGIA:** O material vegetal foi adquirido comercialmente, em seguida submetido a extração pelo método de maceração a frio. A triagem fitoquímica preliminar foi realizada por colorimetria. O método de disco-difusão foi usado para avaliar atividade antimicrobiana do extrato etanólico da casca do caule da *E. uchi*. **RESULTADOS:** O rendimento do extrato foi de 21.2g. As seguintes classes de metabólitos identificadas na triagem fitoquímica preliminar foram: saponinas, taninos, flavononós, flavononas, antocianinas, antocianidinas, quinonas e leucoantocianidinas. Os resultados dos halos de inibição do extrato etanólico da casca do caule da *E. uchi* frente as bactérias, foram (*Shigella flexneri* [750mg/mL] = 9.66mm, [850mg/mL] =10.33mm, [950mg/mL]=11.00mm), e *Enterococcus faecalis* ([750 mg/mL]= 10,66mm; [850mg/mL]=10.88mm; [950 mg/mL]=11.88mm). **CONCLUSÃO:** A bactéria *Pseudomonas aeruginosa* não apresentou halo de inibição do extrato. Portanto foi possível notar o potencial da atividade antimicrobiana da casca do caule do *E. uchi* frente a bactérias de importância médica, o que torna este tema relevante para a pesquisa científica. Contribuindo assim para a valorização desta espécie através da divulgação da sua atividade biológica. Acredito que esse trabalho pode contribuir com ciência biotecnológica, porém estudos mais aprofundados se fazem necessários.

**Palavras-chave:** Antibacteriano, Fitoterápico, Planta medicinal, Extrato vegetal, Bactérias.



## A BIOTECNOLOGIA NO NOVO ENSINO MÉDIO: PRÁTICAS PEDAGÓGICAS PARA ALUNOS DO 2º ANO NAS AULAS DE QUÍMICA

ANDRE HENRIQUE ARAUJO REIS

### RESUMO

O projeto em questão se relaciona com uma pesquisa conduzida no ambiente escolar com estudantes do segundo ano do novo currículo do ensino médio na escola estadual Mário Silva D'Almeida, localizada na zona rural de Manacapuru-AM. O objetivo deste estudo foi desenvolver e implementar práticas pedagógicas de Biotecnologia no ensino de Química. As abordagens pedagógicas referem-se a ações conscientes e participativas que buscam atender às expectativas educacionais de uma determinada comunidade, neste caso, no contexto escolar. A Biotecnologia é uma ciência abrangente e promissora, com impacto em diversos setores da sociedade. A promoção da divulgação da biotecnologia no âmbito escolar contribui para a formação de uma cultura científica e tecnológica nos alunos, o que é fundamental para seu desenvolvimento integral. Portanto, é evidente a importância de estabelecer uma relação estreita entre a biotecnologia e o ensino de química. A pesquisa foi realizada como um estudo qualitativo, utilizando-se um questionário impresso semiestruturado com perguntas de múltipla escolha. A análise e discussão dos dados coletados na pesquisa permitiram verificar se os alunos já tinham conhecimento prévio sobre a biotecnologia, seu conceito e se já haviam estudado algum tema relacionado a esse assunto na escola, além de investigar a relação entre a biotecnologia e a química. Com base nessas informações, foi possível identificar maneiras de abordar esse tema nas aulas de química. Em seguida, foram propostas e implementadas práticas pedagógicas de biotecnologia no novo ensino médio para alunos do 2º ano nas aulas de química. No entanto, a identificação de erros e acertos permitirá a formulação de novas propostas e práticas pedagógicas que contribuam para a reflexão e impulsionem de forma favorável ao desenvolvimento da biotecnologia no âmbito do novo currículo do ensino médio, especificamente nas aulas de química.

**Palavras-chave:** Cultura científica; Novo currículo; Pesquisa educacional; Práticas interdisciplinares; Reflexão pedagógica.

### 1. INTRODUÇÃO

Segundo Souza e Conte (2020), é relevante disseminar a informação sobre biotecnologia no contexto escolar e promover a alfabetização científica dos alunos. A educação desempenha um papel fundamental ao incentivar os estudantes a se envolverem com tópicos relacionados à biotecnologia e refletirem sobre questões sociais. Isso é respaldado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e estudos científicos (Brasil, 2018).

A biotecnologia abrange diversas disciplinas e é subdividida em áreas como engenharia bioquímica, química industrial e biologia molecular (Pelizzari et al., 2022). As abordagens pedagógicas interdisciplinares vão além da prática didática, abrangendo circunstâncias de formação, ambientes escolares, escolhas organizacionais e expectativas dos professores (Franco, 2016).

Estudos discutem a necessidade de embasamento conceitual na prática pedagógica de

professores de química que lidam com temas interdisciplinares (Souza e Santos, 2018). A aplicação da teoria e prática no ensino de ciências é investigada para avaliar interações discursivas dos professores (Santos et al., 2014).

Alves (2020) destaca a importância de práticas pedagógicas inovadoras para promover a participação dos alunos e sua compreensão dos conteúdos. A biotecnologia é considerada uma tecnologia social com aplicações práticas na vida dos estudantes (Pelizzari et al., 2022).

A biotecnologia vai além dos conhecimentos químicos, incorporando conceitos de diversas áreas. Ela configura um tema transdisciplinar em potencial, que integra todas as ciências envolvidas (Silva, 2004). É considerada uma "revolução científica" e deve ser trabalhada no ensino médio, especialmente na disciplina de química (Freire, 2014). Há escassez de pesquisas sobre a presença da biotecnologia no ensino de química, sendo necessário aprofundar reflexões e práticas nessa área (Marcelino e Marques, 2017).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) propõe a abordagem das biotecnologias nas Ciências da Natureza e suas Tecnologias, oferecendo possibilidades para uma educação democrática e participativa (Brasil, 2018). O presente trabalho contribuiu para o desenvolvimento de práticas interdisciplinares de biotecnologia no ensino de química, promovendo a compreensão e formação dos alunos.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Para desenvolver a biotecnologia no ensino de química, adotou-se a metodologia de ensino por investigação, alinhada às Diretrizes Curriculares da educação básica (Munford e Lima, 2007). Essa abordagem enfatiza a problematização, elaboração e teste de hipóteses por meio de pesquisa e experimentação, podendo ou não envolver atividades experimentais.

Segundo Ponte (2003), a investigação requer uma atitude de perceber, questionar, ver as coisas de outra maneira e desafiar o que parecia certo. Ela envolve as atividades de estudar, conversar e escrever.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) no Novo Ensino Médio propõe a dimensão investigativa nas Ciências da Natureza, aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação, como identificar problemas, formular questões, testar hipóteses, elaborar argumentos, realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, comunicar conclusões, entre outros (Brasil, 2018). Carvalho (2018) destaca que o ensino por investigação pode ser realizado por meio de diversas estratégias, desde que o aluno participe ativamente do processo.

Para a pesquisa realizada na Escola Estadual Mário Silva D'Almeida, utilizou-se o plano pedagógico da escola como base e realizou-se revisão bibliográfica e aplicação de um questionário para identificar o estado da arte da biotecnologia no ambiente escolar. A amostra foi composta por alunos do 2º ano, nos turnos da manhã e tarde.

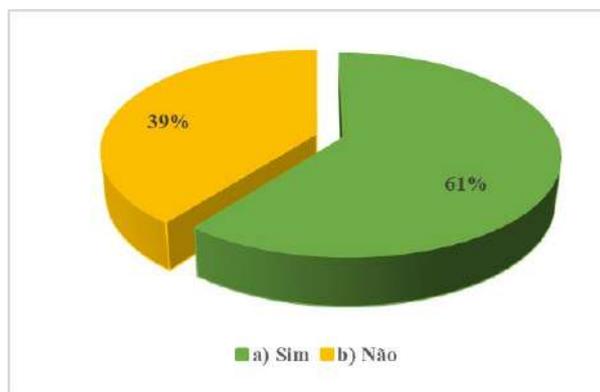
A pesquisa seguiu a abordagem qualitativa, focando na interpretação e contexto, e utilizou entrevistas como instrumento de coleta de dados (Moreira, 2004; Batista et al., 2017). Através das entrevistas, foi possível verificar a percepção dos estudantes em relação à biotecnologia e ao ensino de química, bem como sua realidade.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os participantes da pesquisa foram 71 alunos do 2º ano do ensino médio da Escola Estadual Mário Silva D'Almeida, localizada na zona rural de Manacapuru, Amazonas. Do total, 36 alunos eram do turno matutino e 35 do turno vespertino, sendo 54% do sexo feminino e 46% do sexo masculino, com idades entre 15 e 17 anos.

No questionário, os alunos foram perguntados se já tinham ouvido falar em

Biotecnologia. De acordo com a Figura 1, a maioria dos estudantes (61%) já tinha conhecimento sobre o tema, enquanto uma minoria (39%) demonstrou desconhecer o termo, embora as temáticas da biotecnologia estejam presentes no currículo da Educação Básica (Brasil, 2018).



**Figura 1.** Respostas dos estudantes se já ouviam falar de Biotecnologia.

Para os alunos que afirmaram ter ouvido falar de Biotecnologia, foi solicitado que indicassem o seu significado. Conforme mostrado na Figura 2, a maioria dos estudantes (47%) associou a Biotecnologia à aplicação de tecnologia para desenvolver novos dispositivos eletrônicos. Uma pequena parte dos alunos (14%) mencionou que é a utilização de organismos ou partes deles para criar ou melhorar produtos úteis, o que corresponde à definição mais precisa segundo Pelizzari (2022).

É importante ressaltar que a maioria dos alunos demonstrou desconhecimento em relação ao termo Biotecnologia, mesmo que as temáticas relacionadas estejam presentes no currículo da Educação Básica (Brasil, 2018).

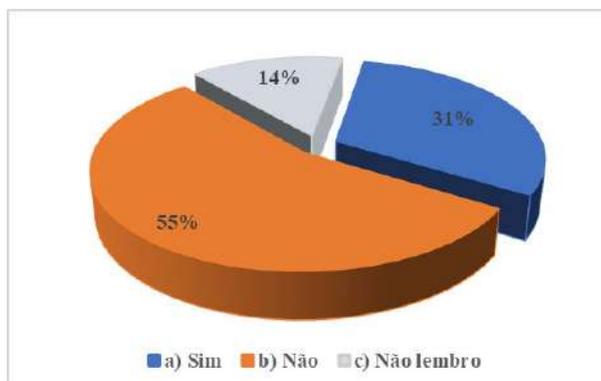


**Figura 2.** Respostas dos estudantes sobre o conceito de Biotecnologia.

Ao questionar se os estudantes já haviam estudado algum assunto relacionado à Biotecnologia na escola, a fim de verificar o reconhecimento das práticas biotecnológicas em diferentes contextos, a maioria dos alunos (55%) respondeu negativamente, como mostrado na Figura 3. Essa constatação é preocupante, considerando que o tema é abordado tanto no currículo do Ensino Fundamental quanto no currículo do Ensino Médio. No Ensino Fundamental, os temas da Biotecnologia costumam ser apresentados no 8º ano, na disciplina de Ciências, no contexto do estudo da Genética. Já no Ensino Médio, a Biotecnologia é abordada na disciplina de Biologia, especificamente na temática "Aplicações da Genética",

geralmente explorada no 3º ano (Brasil, 2002, 2018).

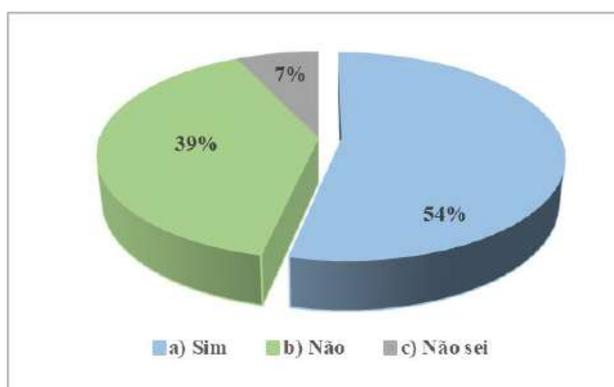
Esses resultados evidenciam a necessidade de reformulação dos materiais didáticos e da abordagem metodológica do tema, além da proposição de práticas interdisciplinares de Biotecnologia para os alunos do novo ensino médio. Isso se faz necessário, uma vez que os produtos e serviços derivados da Biotecnologia fazem parte do cotidiano de toda a população em geral (Fonseca e Bobrowski, 2015).



**Figura 3.** Respostas dos estudantes referentes a eles terem estudado, ou não, Biotecnologia na escola.

Na Figura 4, foi questionado aos alunos se a Biotecnologia tem alguma relação com a Química, uma vez que o objetivo da pesquisa é propor práticas pedagógicas de Biotecnologia no ensino de Química para os alunos do novo ensino médio. De acordo com os resultados obtidos, 54 % dos estudantes afirmaram que existe uma relação entre as duas áreas, enquanto 39% dos entrevistados indicaram que não há essa conexão.

Esses dados evidenciam a importância de abordar o tema da Biotecnologia nas aulas de Química, uma vez que a Biotecnologia é uma área interdisciplinar que engloba disciplinas como Engenharia, Química, Biologia, Geografia, entre outras (Pelizzari et al., 2022).



**Figura 4.** Respostas dos estudantes se a Biotecnologia tem alguma relação com a Química.

Com base nos dados coletados e analisados pode-se desenvolver e aplicar práticas interdisciplinares de Biotecnologia no ensino de Química para alunos no 2º ano do novo ensino médio na Escola Estadual Mário Silva D’Almeida na zona rural no município de Manacapuru-Am. Veja alguns exemplos de práticas elaboradas na tabela 1.

**Tabela 1.** Propostas Pedagógica.

Série	Disciplina	Práticas Pedagógicas	Descrição
2º Ano	Química	Produção de Adubos NPK no estado líquido	A matéria prima para a produção do NPK foi coletado na escola. Cascas de ovos, cascas de bananas e borra de café que seriam jogados no lixo.
		Inseticida orgânico à base de casca de laranja	Retirou-se a óleo essencial da casca da laranja para se fazer uma mistura homogenia usando como princípio ativo no inseticida orgânico.

A *produção de adubos NPK no estado líquido* nas aulas de química pode ser considerada uma prática pedagógica. Essa atividade envolve a aplicação de conceitos químicos e técnicas laboratoriais para a produção de um adubo específico, o qual pode ser utilizado na agricultura. Essa prática pedagógica permite que os alunos desenvolvam habilidades práticas, como a manipulação de reagentes e equipamentos de laboratório, a medição de volumes e a realização de cálculos para obter a concentração adequada dos nutrientes do adubo. Além disso, os alunos podem compreender os princípios da nutrição das plantas, a importância dos nutrientes NPK (nitrogênio, fósforo e potássio) e os impactos da fertilização no crescimento das plantas. Ao realizar essa atividade, os alunos também podem explorar conceitos relacionados à solubilidade, reações químicas, estequiometria e outras propriedades dos compostos envolvidos na produção do adubo líquido. Dessa forma, a prática pedagógica da produção de adubos NPK no estado líquido contribui para a aprendizagem dos alunos, promovendo a integração entre teoria e prática, além de despertar o interesse pela química aplicada no contexto agrícola.

A *produção de inseticida orgânico à base de casca de laranja* nas aulas de química pode ser considerada uma prática pedagógica. Essa atividade envolve a aplicação de conceitos químicos e técnicas laboratoriais para a produção de um inseticida natural, que utiliza cascas de laranja como ingrediente principal. Essa prática pedagógica permite que os alunos compreendam os princípios da extração de compostos orgânicos presentes na casca de laranja, como os óleos essenciais. Os alunos também podem explorar conceitos relacionados à solubilidade, extração, destilação e outros processos químicos envolvidos na produção do inseticida.

Além disso, ao realizar essa atividade, os alunos podem discutir os impactos ambientais dos inseticidas convencionais e a importância de alternativas mais sustentáveis, como os inseticidas orgânicos. Eles também podem aprender sobre os princípios de controle de pragas e a utilização segura de inseticidas. Essa prática pedagógica proporciona aos alunos a oportunidade de desenvolver habilidades práticas, como a manipulação de materiais e reagentes, o planejamento experimental e a análise dos resultados obtidos. Além disso, eles podem compreender a importância da química no desenvolvimento de soluções sustentáveis para problemas do cotidiano.

Portanto, a produção de inseticida orgânico à base de casca de laranja nas aulas de química é uma prática pedagógica que promove a integração entre teoria e prática, despertando o interesse dos alunos pela química e pela busca de soluções mais sustentáveis.

#### 4. CONCLUSÃO

Portanto, integrar a Biotecnologia no ensino de química e outras ciências é desafiador e requer uma mudança na forma como a educação é percebida. A pesquisa revelou que a maioria

dos estudantes já ouviu falar sobre Biotecnologia, mas não compreende completamente o conceito. Apesar disso, não há um ensino específico sobre Biotecnologia no currículo, embora os alunos identifiquem sua relação com a disciplina de química. A revisão bibliográfica permitiu o desenvolvimento de práticas interdisciplinares, incorporando-as ao ensino de química por meio da resolução de problemas locais.

Essa situação exige uma investigação dos efeitos da introdução da Biotecnologia no ensino de química no novo ensino médio, com reflexão e avaliação contínuas, buscando identificar as mudanças necessárias. Essa discussão deve envolver professores e alunos em diferentes níveis.

Inserir a Biotecnologia na escola implica em adotar uma nova abordagem pedagógica, proporcionando uma educação renovada para alunos, professores e comunidade. Essa iniciativa visa ampliar a compreensão do mundo e buscar melhorias para todas as formas de vida em suas interações com o meio ambiente.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço imensamente a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas - FAPEAM (EDITAL N.º 002/2023 - PROGRAMA CIÊNCIA NA ESCOLA – PCE) pela Bolsa de estudo concedida.

## **REFERÊNCIAS**

- ALVES, Leonardo Carvalho. O ensino da biotecnologia na UFAM. 122 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Humanidades) – Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente, Universidade Federal do Amazonas, 2020.
- BATISTA, Eraldo Carlos. MATOS, Luís Alberto Lourenço. NASCIMENTO, Alessandra Bertasi. A entrevista como técnica de investigação na pesquisa qualitativa. *Revista Interdisciplinar Científica Aplicada*, Blumenau, v.11, n.3, p.23-38, TRI III 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular - BNCC. Brasília, 2018, p. 547, 548, 550.
- BRASIL. Ministério da Educação. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros curriculares Nacionais (Ensino Médio) – PCN+, Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília, DF: MEC, 2002.
- CARVALHO, A. M. P. de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 765–794, 2018.
- FONSECA, V. B.; BOBROWSKI, V. L. Biotecnologia na escola: a inserção do tema nos livros didáticos. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, Canoas, v. 17, n. 2, p. 496-509, 2015.
- FRANCO, Maria A. R. S. Prática pedagógica e docência: um olhar a partir da epistemologia do conceito. *Rev. bras. Estud. pedagog.* (on-line), Brasília, v. 97, n. 247, p. 534-551, 2016
- FREIRE, Carlos Eduardo Torres. Biotecnologia no Brasil: uma atividade econômica baseada em empresa, academia e Estado. 2014. Tese (Doutorado em Sociologia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

MARCELINO, L. V.; MARQUES, C. A. ABORDAGENS EDUCACIONAIS DAS BIOTECNOLOGIAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS ATRAVÉS DE UMA ANÁLISE EM PERIÓDICOS DA ÁREA. *Investigações em Ensino de Ciências*, [S. l.], v. 22, n. 1, p. 61–77, 2017.

MOREIRA, D.A. O método fenomenológico na pesquisa. São Paulo: Pioneira Thomson Learnig, 2004.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. DE C. E. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? *Revista Ensaio*, v.9, n.01, p.89-111, 2007.

PELIZZARI, A.; SANTOS DA SILVA, I. .; SOARES FELIPE, M. S. Ensino da Biotecnologia no Itinerário Formativo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Novo Ensino Médio. *Concilium*, [S. l.], v. 22, n. 4, p. 230–247, 2022.

PONTE, J. P. M. DE. Investigar, ensinar e aprender. *Actas do ProfMat*. Lisboa, 2003.

SANTOS, Bruno Ferreira dos; SANTOS, Karina Novaes dos; SILVA, Eliana Sardinha da. Interações discursivas em aulas de química ao redor de atividades experimentais: uma análise sociológica. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 16, n. 3, p. 227-246, 2014.

SILVA, Í. B. Uma pedagogia multidisciplinar, interdisciplinar ou transdisciplinar para o Ensino/Aprendizagem de Física. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA, 2., Belo Horizonte, 2004. *Anais...* Belo Horizonte, 2004.

SOUZA, A. M.; CONTE, H. Ciência acessível: o ensino de biotecnologia para estudantes do Ensino Médio através de projetos de extensão universitária. *Saber Científico*, n. 1, v. 9, p. 152-159, 2020.

SOUZA, Rosilene Ventura de; SANTOS, Bruno Ferreira dos. A exigência conceitual na prática pedagógica de dois professores de química que ensinam química e física. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 24, n. 4, p. 945-958, 2018.



## AÇÃO DE MICRORGANISMOS PROMOTORES DO CRESCIMENTO DE PLANTAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

ANTÔNIO TARCÍSIO DA SILVA QUEIROZ

**INTRODUÇÃO:** O uso de microrganismos que apresentam mecanismos de promoção de crescimento vegetal apresenta um papel importante no desenvolvimento da planta e na produção, tornado -se uma alternativa viável na busca por uma agricultura sustentável. As pesquisas com esses microrganismos têm ganhado destaque nos últimos anos dos quais visam reduzir os custos de produção, aumentar a produtividade e a rentabilidade das atividades agrícolas devido à grande demanda por práticas agrícolas podem se tornar ecologicamente mais sustentáveis. **OBJETIVOS:** Posto isso, o presente trabalho foi elaborado com o objetivo de revisar a literatura e proporcionar um breve estudo de caso sobre as pesquisas acerca dos mecanismos de ação dos microrganismos promotores de crescimento. **METODOLOGIA:** Trata-se neste trabalho de caráter teórico, através de uma revisão sistemática da literatura de caráter exploratório e abordagem qualitativa as pesquisas se basearam nos mecanismos de ação dos microrganismos promotores de crescimento de plantas. **RESULTADOS:** Os trabalhos pesquisados apresentaram a eficiência dos mecanismos de ação dos microrganismos, tais como, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Bradyrhizobium*, *Enterobacter*, *Mesorhizobium*, *Paenibacillus*, *Pantoea*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Serratia*, *Penicillium*, *Aspergillus* e fugos do gênero *Trichoderma*. Esses microrganismos agem principalmente na obtenção de nutrientes tais como aquisição de nitrogênio solubilização de micro e macro nutrientes como Cu, Fe, Zn, Mn, Ca, P e síntese de hormônios como o ácido idolacético e combate a patógenos. **CONCLUSÃO:** Os avanços tecnológicos decorrentes da industrialização e da era digital são os grandes responsáveis pelo impulso científico e tecnológico que impulsiona a agricultura e a produção agropecuária. Mas, por outro lado, prejudica a sustentabilidade das práticas agrícolas para a produção de alimentos. Portanto, os microrganismos promotores de crescimento de planta são vistos como tecnologias sustentáveis que afetam as plantas interna e externamente e aumentam a produção e a estabilidade do equilíbrio do agroecossistema.

**Palavras-chave:** Bactérias, Fungos, Solubilização de fosfato, Fixação de nitrogênio, Fitormônios.



## ACÚMULO DE NPK EM ALGODOEIRO INOCULADO COM FUNGOS ENDOFÍTICOS

RITA DE CASSIA CUNHA SABOYA; ROSA MARIA MENDES FREIRE; ROSEANE CAVALCANTI DOS SANTOS; RENNAN FERNANDES PEREIRA; JEAN PIERRE CORDEIRO RAMOS

**INTRODUÇÃO:** Fungos endofíticos atuam em algumas espécies vegetais promovendo uma maior eficiência da absorção de nutrientes nas plantas. Desta forma, pode-se reduzir o uso de fertilizantes, contribuindo para uma agricultura mais sustentável. **OBJETIVOS:** Avaliar o acúmulo de nutrientes em plantas de algodoeiro, inoculadas com fungos endofíticos. **METODOLOGIA:** O experimento foi conduzido na Embrapa Algodão, em Campina Grande, PB, em casa de vegetação, com a cultivar de algodão FM 966. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 5 tratamentos (F0, ERR16, ERR26, ERR31 e ERR42) e 3 repetições. As análises foram realizadas no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas. As folhas da cultivar FM 966, coletadas em casa de vegetação aos 7, 28 e 45 DAE foram desidratadas, trituradas em processador e pesadas em balança analítica para as análises. Foram feitas as determinações de nitrogênio (N), fósforo (P), e potássio (K) em digestão sulfúrica mais catalisadores. O N e P dosados por espectrometria e o K por fotometria de chama. Os dados foram submetidos à Análise de Variância, usando o teste de Tukey a 5% de probabilidade. **RESULTADOS:** Em plantas de algodão (FM 966), aos 7 DAE, início da fase vegetativa observou-se que, nenhum acesso FDS apresentou maior acúmulo de N. Em relação ao P, os acessos ERR16, ERR26 e ERR42, superaram o controle. Aos 28 DAE, para o P, o acesso ERR26 superou o controle em torno de 20%. Avaliando-se aos 45 DAE, no Início da fase reprodutiva (F1), observou-se que só dois isolados (ERR26 e ERR42) permitiram acúmulo de N nas plantas. Com relação ao P, os isolados ERR26 e ERR42 se destacaram desde o início da fase vegetativa até o início da floração, acumulando, em média 8% de P nas plantas. Até a fase estudada, nenhum benefício adicional foi verificado nas plantas relativo ao acúmulo de K. **CONCLUSÃO:** Entre os materiais avaliados, os isolados ERR26 e ERR42 apresentaram maior acúmulo de Nitrogenio e Fósforo, no período estudado.

**Palavras-chave:** *Gossypium hirsutum*, Microorganismos, Inoculação, Nutrientes, Bioinsumo.



## ANÁLISE ESPECTROFOTOMÉTRICA DE CORANTES NATURAIS PARA DETERMINAÇÃO DE SUAS PROPRIEDADES E APLICABILIDADE

VITÓRIA ROCHA DE OLIVEIRA, FRED AUGUSTO RIBEIRO NOGUEIRA

### RESUMO

Os corantes naturais têm sido empregados em produtos dermatológicos, cremes e medicamentos e podem ser benéficos para pessoas com sensibilidade ou alergias a corantes artificiais. Vários corantes naturais além de conferir cor possuem propriedades benéficas à saúde humana, devido às suas características antioxidantes, anti-inflamatórias e nutricionais. Dessa forma, o uso desses corantes naturais se mostra conveniente e interessante, pois melhoram ou modificam o aspecto visual do produto, além de promover benefícios à saúde de quem os consome. O trabalho tem como objetivo avaliar o comportamento dos corantes extraído das pétalas das flores *Catharanthus roseus* e *Portucala grandiflora* através da espectrofotometria na região UV/Visível para avaliar os comprimentos de absorbância máxima e o teor de antocianinas de cada flor. A extração do corante das pétalas das flores *Catharanthus roseus* e *Portucala grandiflora* foi realizada para otimizar as condições experimentais, considerando o tipo de solvente e o tempo de extração. Foram utilizados dois solventes: etanol e etanol acidificado com solução de ácido clorídrico 0,1 mol/L (pH = 2). Os processos de extração envolveram pétalas secas, com as pétalas imersas no solvente por 24 e 48 horas. Posteriormente, os corantes extraídos foram analisados por espectrofotometria na região do ultravioleta/visível (300-800 nm) utilizando um espectrofotômetro SHIMADZU MultiSpec-1501, com o objetivo de determinar os comprimentos de absorbância máxima. Com relação às condições de extração dos corantes das pétalas secas e frescas, verificou-se que ambas foram adequadas para a extração dos corantes, evidenciando que o processo de secagem não comprometeu a capacidade de extração das substâncias pigmentadas. Ambos os solventes, etanol e etanol:HCl foram eficazes na extração dos corantes das pétalas das flores. A acidificação do meio de extração favoreceu a extração de um maior número de grupos presentes nas pétalas das flores. Com relação aos tempos de extração, a flor PG apresentou uma melhor extração quando submetida a um tempo de imersão de 24 horas, enquanto a flor *Catharanthus roseus* obteve melhores resultados após 48 horas de extração. Os corantes naturais provenientes das duas flores apresentaram comportamentos distintos durante o processo de extração. Os resultados obtidos no trabalho contribuem para a otimização das condições experimentais visando a obtenção dos corantes naturais com propriedades benéficas às suas aplicações.

**Palavras-chave:** corantes naturais, flores, espectrofotometria, absorbância máxima, antocianinas

### 1 INTRODUÇÃO

Os corantes naturais fazem parte da história humana desde tempos antigos. Seja em manifestações culturais como pintar o corpo ou tingir os cabelos, seja em manifestações

artísticas e/ou religiosas, como as pinturas nas cavernas, a humanidade procurou, em seu meio ambiente, produtos e substâncias da flora e da fauna para obter padrões de cores para as mais diversas finalidades. Os corantes são constituídos por substâncias químicas (pigmentos) que absorvem a luz na região do visível. A cor está associada a uma estrutura molecular específica, o cromóforo. O cromóforo é o responsável pela absorção de energia que coloca a molécula em um estado excitado. A energia não absorvida é transmitida, refletida e/ou refratada e, capturada pelo olho, gera os impulsos que o cérebro interpreta como cor (DIAS et al., 2016).

Os corantes naturais encontrados em flores, frutas, folhas ou raízes de plantas podem ser obtidos por métodos simples de extração (CABRERA; FIGUEROA; RAMÍREZ-PÉREZ, 2017). Além disso, a completa biodegradação, atoxicidade e baixo custo são as vantagens para a sua aplicação em diversas áreas, tais como na produção de indicadores de pH (MOHD; KHAN; FAROOQUI, 2011), ingredientes para comidas (DWECK, 2002), cosméticos (FRICK, 2003) entre várias outras aplicações. Além disso, por serem naturalmente encontrados no meio ambiente, esses corantes causam menor impacto ambiental quando descartados (GUIMARÃES; ALVES; FILHO, 2012).

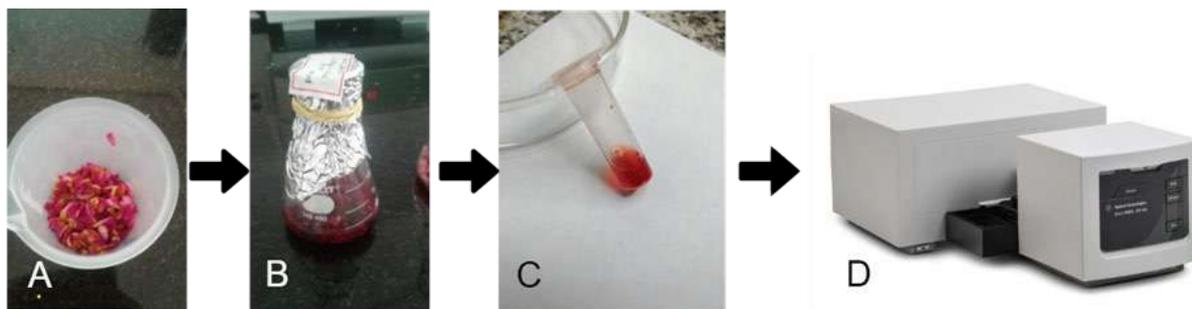
Os pigmentos naturais de plantas são encontrados em muitas formas, algumas de alta complexidade. Considerando uma base estrutural comum e sua base biosintética, os principais pigmentos são encontrados nas plantas em quatro grupos: as betalaínas, os carotenoides, a clorofila e os flavonoides (OBÓN; RIVERA, 2006). Dentre os flavonoides, as antocianinas são os pigmentos florais mais importantes para os tipos de aplicações propostas neste trabalho, possibilitando diferentes cores na região visível do espectro (DIAS et al., 2016)

O uso de corantes naturais vem assumindo uma posição de destaque nos dias atuais devido à preocupação em buscar produtos que sejam biodegradáveis e apresentam baixo custo para substituir, de forma efetiva, os corantes sintéticos. Dentre as fontes naturais que podem ser extraídos corantes, as flores se destacam por apresentarem ampla variedade e serem de fácil cultivo. O estudo de corantes de flores nativas contribui para uma melhor investigação dessas espécies, o que pode motivar novas descobertas científicas.

Este trabalho se insere em um projeto mais amplo, que visa estudar o comportamento de corantes naturais extraído das pétalas das flores *Catharanthus roseus* e *Portulaca grandiflora* através da espectrofotometria na região UV/Visível para avaliar os comprimentos de absorbância máxima e o teor de antocianinas de cada flor.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Para obtenção dos corantes das flores foram preparados extratos com concentração de 25% massa/volume em diferentes condições experimentais, com o intuito de verificar em qual condição o corante extraído apresenta o melhor desempenho. Os solventes utilizados para a extração dos corantes foram: etanol (95%) (pH = 4,5) e etanol acidificado com solução de ácido clorídrico 0,1 mol/L (pH = 2). A obtenção dos corantes foi realizada com as pétalas das flores à temperatura ambiente usando pétalas secas em estufa à 60 °C por 1 hora. No processo de extração as pétalas das flores ficaram imersas no solvente por 48 h onde foram retiradas alíquotas com tempo de 24h e 48h após o início do processo. Todos os corantes foram analisados por espectrofotometria na região do ultravioleta/visível (300-800 nm) em um espectrofotômetro SHIMADZU MultiSpec-1501 (Figura 1).



**Figura 1.** Processo de obtenção e análise dos corantes. Na figura: (A) pétalas (B) pétalas submersas no solvente, (C) alíquota do corante e (D) espectrofotômetro onde foram realizadas as análises.

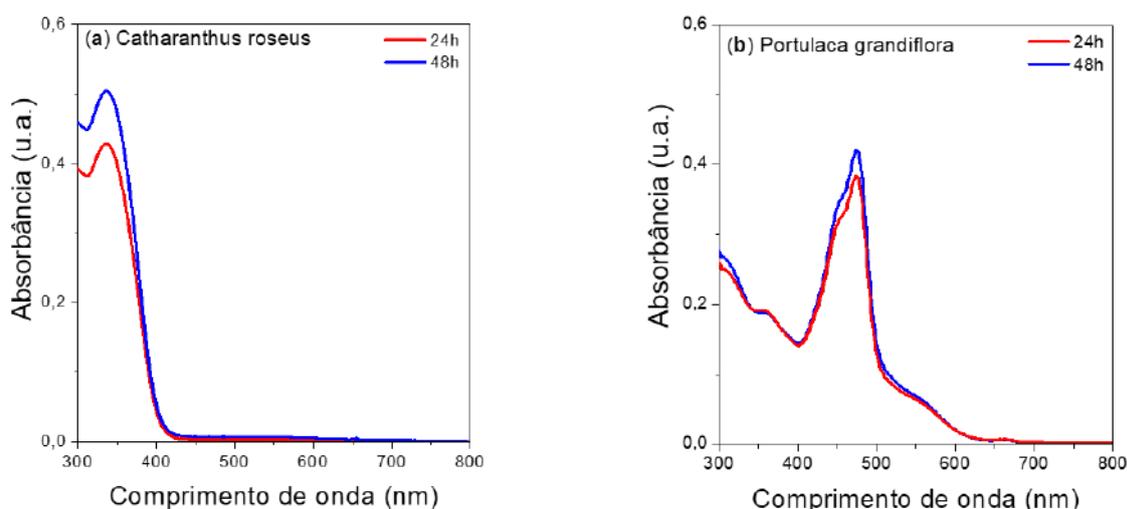
### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A escolha das flores *Portulaca grandiflora* (onze horas) e *Catharanthus roseus* (boa noite) (Figura 2) foi realizada levando em consideração o fato de serem de fácil obtenção na região nordeste, e por possuírem coloração que indica a presença de antocianinas em sua composição.



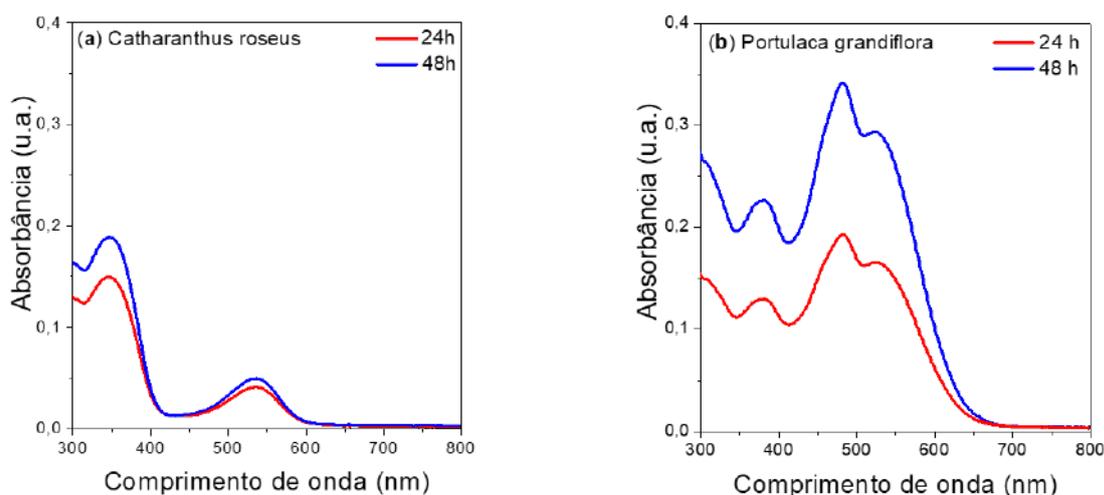
**Figura 2.** Foto das flores *Portulaca grandiflora* (A) e *Catharanthus roseus* (B).

A figura 3 apresenta os espectros de absorção dos corantes obtidos das pétalas das flores *Catharanthus roseus* (Figura 3a) e *Portulaca grandiflora* (Figura 3b) usando etanol como solvente (pH 4,5) em tempos de extração de 24 h (linha vermelha) e 48 h (linha azul). O corante da flor *Catharanthus roseus* apresentou uma única banda de absorção em 337 nm e um aumento de 15 % na absorção dessa banda quando o período de extração foi aumentado de 24h para 48h. Já o corante da flor *Portulaca grandiflora* apresentou duas bandas de absorção em 360 e 475 nm e um aumento de 8% na absorção, em 475 nm, quando o tempo de extração aumentou de 24h para 48h. Os corantes das flores *Catharanthus roseus* e *Portulaca grandiflora*, extraídos em etanol, não apresentam bandas de absorção características das antocianinas, que favorecem a aplicação em células solares sensibilizadas, visto que não possui bandas de absorção nos comprimentos de onda entre 500 e 550 nm.



**Figura 3.** Espectros de absorção dos corantes das flores *Catharanthus roseus* (a) e *Portulaca grandiflora* (b) extraídos com etanol em 24 e 48 horas.

A figura 4 mostra os espectros de absorção dos corantes das flores *Catharanthus roseus* (Figura 4a) e *Portulaca grandiflora* (Figura 4b) usando etanol acidificado com HCl como solvente (pH 2) nos tempos de extração de 24 e 48h. A extração dos corantes com etanol acidificado revelou mudanças no comportamento da flor *Catharanthus roseus* com duas bandas em 347 e 536 nm, e da flor *Portulaca grandiflora* com três bandas em 381, 483 e 527 nm, comparado à extração apenas com etanol. As bandas presentes nos corantes na faixa entre 500 a 550 nm são características das antocianinas (CAVALCANTE, SOUSA & FEITOSA, 2016), o que mostra que os corantes obtidos em etanol acidificado possuem essas substâncias em sua composição, entretanto o corante da flor *Portulaca grandiflora* (Figura 5b) demonstra o melhor comportamento, pois apresentou bandas de absorção na região das antocianinas com maiores intensidades que a flor *Catharanthus roseus*.



**Figura 4.** Espectros de absorção dos corantes das flores *Catharanthus roseus* (a) e *Portulaca grandiflora* (b) extraídos com etanol:HCl em 24 e 48 horas.

Na comparação dos solventes usados na extração dos corantes é possível verificar

que a posição e a intensidade das bandas variaram de acordo com o solvente utilizado. De acordo com CABRERA et al (2017), para uma melhor extração das antocianinas, o pH da solução deve se encontrar na faixa de 2 a 3,5, uma vez que estas são estáveis em pH ácido. WONGCHAREE, MEEYOO & CHAVADEJ (2007) realizaram um estudo onde corantes de antocianinas extraídos com diferentes valores de pH foram avaliados. Eles estudaram o pigmento de *rosella* e verificaram que em pH = 1 houve uma eficiência maior dos corantes que em pH = 3. Uma razão para esse aumento de eficiência é que para valores de pH menores que 2, a antocianina existe em sua forma estável como um íon flavílio. Quanto ao tempo de extração é favorável trabalhar com os corantes obtidos com tempo de 48h, devido ao aumento de material extraído comprovado pelo aumento da intensidade da absorbância (Figura 4b).

#### 4 CONCLUSÃO

As condições experimentais mais adequadas para obter uma melhor extração do corante foram a utilização do etanol acidificado como solvente, a extração tanto com pétalas frescas quanto secas e um tempo de extração 48 h.

#### REFERÊNCIAS

CABRERA, M.; FIGUEROA, J. G.; RAMÍREZ-PÉREZ, J. C. Celdas solares sensibilizadas con colorantes fotosensibles obtenidos de plantas de la región sur de Ecuador. **Química Nova**, v. 40, n. 3, p. 260–263, 2017.

DIAS, I. F. L. et al. Desenvolvimento de Dispositivos Fotovoltaicos e Diodos Emissores de Luz de Corantes Naturais: novos parâmetros de sustentabilidade. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 37, n. 2, p. 81, 2016.

DWECK, A. C. **Natural ingredients for colouring and styling**. International Journal of Cosmetic Science. **Anais...**2002

FRICK, D. The coloration of food. **Coloration Technology**, v. 33, p. 15–32, 2003.

FEITOSA, A. D. V.; SOUSA, J. H. D. A.; CAVALCANTE, F. S. Á. Células Solares Sensibilizadas Com Corantes Naturais Extraído Das Plantas Nerium Oleander E Portulaca Grandiflora. **Ciência e Natura**, v. 38, n. 3, p. 1191, 2016.

GUIMARÃES, W.; ALVES, M. I. R.; FILHO, N. R. A. Antocianinas em extratos vegetais: Aplicação em titulação ácido-base e identificação via cromatografia líquida/espectrometria de massas. **Química Nova**, v. 35, n. 8, p. 1673–1679, 2012.

MOHD, P.; KHAN, A.; FAROOQUI, M. Analytical Applications of Plant Extract as Natural pH Indicator: A Review. **Journal of Advanced Scientific Research**, v. 2, n. 4, p. 20–27, 2011.

OBÓN, C.; RIVERA, D. Plant Pigments and their manipulation. **Economic Botany**, v. 60, n. 1, p. 92–92, 2006.

WONGCHAREE, K.; MEEYOO, V.; CHAVADEJ, S. Dye-sensitized solar cell using natural dyes extracted from *rosella* and blue pea flowers. **Solar Energy Materials and Solar Cells**, v. 91, n. 7, p. 566–571, 2007.



## ATIVIDADE CITOTÓXICA *IN VITRO* DO EXTRATO HEXÂNICO DAS SEMENTES DE *AMBURANA CEARENSIS*

ISOLDA DA SILVA BARBOSA; ERWELLY BARROS DE OLIVEIRA; LÍVIA VICENTE DE OLIVEIRA; BRUNO VERAS DE OLIVEIRA; JACIANA DOS SANTOS AGUIAR

**INTRODUÇÃO:** A prospecção de recursos vegetais com potenciais terapêuticos é uma ferramenta importante dentro da Biotecnologia. Considerando isso, o presente estudo analisou a atividade citotóxica *in vitro* do extrato hexânico (ACHex) das sementes de *Amburana cearensis* nas linhagens celulares HL-60 (Leucemia Promielocítica Aguda (LPA)) e Vero (células de rins de macaco verde africano (*Cercopithecus aethiops*)). **OBJETIVOS:** Obter ACHex e avaliar a atividade citotóxica *in vitro* do extrato em culturas de células HL-60 e Vero. **METODOLOGIA:** O extrato foi obtido a partir das sementes moídas por maceração em hexano, depois o material foi filtrado e rotaevaporado a -600 mmHg e 45°C. As células HL-60 e Vero foram incubadas a 37°C em atmosfera enriquecida com 5% de CO<sub>2</sub> e mantidas nos meios RPMI 1640 e DMEM, respectivamente. Para os ensaios, foram utilizadas microplacas de 96 poços, com uma concentração de plaqueamento de 10<sup>5</sup> células/mL. Então, 10 µL do extrato foi adicionado aos poços a uma concentração final de 50 µg/mL e, como controle positivo, foi utilizado o paclitaxel (10 µg/mL). A atividade citotóxica foi realizada pelo método do MTT (brometo de 3-(4,5dimetiltiazol-2-il)-2,5-difeniltetrazólio) utilizando 25 µL de MTT (5 mg/mL). A presença de cristais de formazan nas placas possibilitou a análise colorimétrica da viabilidade celular, aplicando-se como solvente 100 µL de dimetilsulfóxido por poço. As absorbâncias foram lidas em espectrofotômetro UV a 560 nm e a análise do percentual de inibição do crescimento celular foi realizada no software GraphPad Prism 9.0 demo. **RESULTADOS:** Na linhagem HL-60, o ACHex apresentou percentual de inibição de 61,77 ± 2,75 e na linhagem Vero, 4,38 ± 0,33. O controle positivo apresentou percentuais de inibição de 75,48 ± 4,07 na linhagem HL-60 e de 75,33 ± 4,02 na linhagem Vero. **CONCLUSÃO:** O ACHex apresentou citotoxicidade moderada frente a LPA e baixa citotoxicidade frente a linhagem Vero. Assim, é possível observar afinidade do ACHex pela linhagem cancerígena em questão, porém é preciso elucidar melhor as atividades biológicas e potenciais farmacológicos da planta.

**Palavras-chave:** Amburana, Citotoxicidade, *In vitro*, Inibição, Leucemia.



## ATIVIDADE INIBITÓRIA DO QUORUM SENSING MEDIADA POR BACILLUS SP

ANA LUIZA PORTEZANI BRANDÃO; MARCUS ADONAI CASTRO DA SILVA

**INTRODUÇÃO:** A atividade inibitória do *quorum sensing* vem sendo estudada em diversas áreas de pesquisa, em especial pela sua capacidade de inibir o crescimento de biofilmes, sejam eles em organismos vivos, onde o crescimento de biofilmes está intimamente correlacionado com atividade virulenta e infecciosa de patógenos, ou em bioincrustações, levando ao maior consumo de combustível devido a maior força de arrasto aplicada no barco. **OBJETIVOS:** Mensurar atividade inibitória do quorum sensing (IQS) mediada por bactérias marinhas do gênero *Bacillus sp.* **METODOLOGIA:** O alvo deste trabalho foram os micro-organismos *Bacillus patagoniensis*, *Bacillus anthracis* e *Bacillus lehensis*, todos já previamente isolados e identificados, estando disponíveis no acervo do Laboratório de Microbiologia Aplicada da Universidade do Vale de Itajaí. Os mesmos foram inoculados através de estrias compostas em placas de Petri contendo meio ágar marinho, onde foram incubados por 48h à 30°C. As culturas isoladas foram posteriormente cultivadas em tubos de vidro contendo 5 mL de caldo marinho fortificado com peptona bacteriana, os quais novamente foram incubados sob mesmas especificações já previamente mencionadas, porém com o uso de agitadores, sendo posteriormente medido a densidade óptica de cada cultura. Foram feitas quadruplicatas de cada bactéria. A IQS foi testada com auxílio do micro-organismo indicador *A. fischeri*, através do equipamento LUMISTox, utilizando-se o protocolo *Draft Internacional Standard (ISO/TC 147/SC 5)*, com utilização do método “Freshly prepared bacteria”. **RESULTADOS:** Através de metodologia descrita acima e análise IQS, foi-se verificado a inibição de 88,3% ± 6,6 para *Bacillus patagoniensis*, 54,3% ± 3,1 para *Bacillus lehensis* e 7,9 x 10<sup>5</sup> % ± 5,1 x 10<sup>4</sup> para *Bacillus anthracis*. **CONCLUSÃO:** Das três bactérias testadas, apenas duas se mostraram possuindo potencial IQS. Dentre as bactérias que possuíram potencial, *Bacillus patagoniensis* se destacou, tendo um potencial inibitório satisfatório, o qual pode vir a ser a base para futuras aplicações em tintas antiincrustantes. Para tal, maiores pesquisas biotecnológicas são necessárias.

**Palavras-chave:** Quorum sensing, Bactérias marinhas, Quorum quenching, Bacillus sp, Biofilme.



## AVALIAÇÃO *IN VITRO* DE ÓLEOS ESSENCIAIS NA INATIVAÇÃO DA *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*

THAINA BLASQUES SILVA; JULIA JESUS DE SOUZA; GABRIELLY LORRAYNNY MARTINS DE OLIVEIRA; ROGÉRIO ALESON DIAS BEZZERA; MAGALI SOARES DOS SANTOS POZZA

### RESUMO

A mastite bovina é uma doença caracterizada pela inflamação mamária, causada principalmente pelo agente etiológico *Staphylococcus aureus*, com grandes prejuízos econômicos. Uma alternativa de prevenção da doença é a utilização de óleos essenciais derivados de plantas aos quais possuem compostos isolados podem apresentar atividade antibacteriana, tornando-se uma alternativa viável para o tratamento da mastite. Realizada avaliação *in vitro* no laboratório Centro Mesorregional de Excelência de Tecnologia do Leite (CMETL) na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI). Primeiramente, 0,7 mL de água destilada estéril, 0,2 mL dos compostos de óleo de orégano e tomilho + curcumina em concentrações de 5 e 10% distribuídos em placas de 12 poços. Em seguida, a mistura foi homogeneizada usando ponteira estéril e adicionado 100 µl da suspensão de *Staphylococcus aureus* (ATCC) em cada poço, permanecendo em descanso por 30 min. Após, foi coletado 1 ml dos poços e adicionado em placas de Petri contendo meio ágar Mueller Hinton. O objetivo deste trabalho foi testar o efeito de óleos essenciais de orégano e tomilho com curcumina em diferentes concentrações, à frente de *Staphylococcus aureus*. A composição do óleo essencial de orégano e tomilho + curcumina à 5% foi mais efetiva na redução de colônias de *Staphylococcus aureus*, demonstrando menor crescimento de colônias.

**Palavras-chave:** Ação antimicrobiana; células somáticas; eficiência; inflamação; Lactose.

### 1 INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva do leite é de importância econômica e social, praticada em todo país gerando renda e empregos para pequenos e grandes produtores, apesar de desafios na produção com mudanças climáticas e diferentes espécies no mesmo rebanho, manejo e etc. O leite como fonte nutricional indispensável à saúde humana, torna-se necessário garantir um alimento seguro (Langoni et al, 2011).

As infecções na glândula mamária, conhecida como mastite, possibilita alterações no leite como, aparecimento de coágulos, descoloração e em sua composição. A mastite pode ser dividida em dois grupos, clínica que apresenta como sinais evidentes, tais como, edema, endurecimento e dor da glândula mamária e o aparecimento de grumos, pus ou alterações das características do leite. A forma subclínica se caracteriza por alterações na composição do leite, entre as principais alterações destaca-se o aumento da contagem de células somáticas (CCS) (Benedette et al, 2008).

Os patógenos responsáveis pela mastite podem ser divididos de acordo com o modo de transmissão. Sendo que a mastite ambiental os principais patógenos são a *Escherichia coli*, *Streptococcus dysgalactiae* e *Streptococcus uberis*. A mastite contagiosa *Escherichia coli*, e especialmente, *Staphylococcus aureus*, sendo o *Staphylococcus aureus* o patógeno de maior

importância. (Saeki et al, 2011). A prevalência de *Staphylococcus aureus* resistentes é grave, devido a redução da efetividade dos antimicrobianos e custos com antibióticos para combater a doença, além de poder interferir na composição do leite, na produção de produtos lácteos, podendo afetar a saúde humana (Pol et al, 2007).

A utilização de produtos naturais estão sendo cada vez mais utilizados em tratamentos de doenças, diminuindo as desvantagens do uso de antimicrobianos como a resistência de microrganismos sob substâncias sintéticas. Os óleos essenciais são uma alternativa de tratamento, considerados os agentes antimicrobianos mais importantes presentes em plantas, apresentam atividade antioxidante, antimicrobiana e anti-inflamatória importantes para o tratamento de infecções. Esses produtos são de fácil acesso à população, aumentando a possibilidade de futura aplicação clínica. Contudo, seu uso deve ser embasado cientificamente (Freire et al, 2014). Desta forma, Os óleos essenciais com características antimicrobiana agindo na dupla camada fosfolipídica das bactérias, aumento da permeabilidade e perda dos constituintes celulares. Portanto, óleos essenciais de tomilho (*Thymus vulgaris*) e orégano (*Origanum vulgare*), caracterizam-se por apresentarem propriedades antimicrobiana, antioxidante e (Silva et al, 2010). Assim, Objetivou-se avaliar óleos essenciais de orégano e tomilho + curcumina em diferentes concentrações frente *Staphylococcus aureus*.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Avaliação in vitro

O ensaio experimental in vitro foi realizado no laboratório Centro Mesorregional de Excelência de Tecnologia do Leite (CMETL) na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI). Primeiramente, 0,7mL de água destilada estéril, 0,2 mL dos compostos de óleo de orégano e tomilho + curcumina em concentrações de 5 e 10% distribuídos em placas de 12 poços. Em seguida, a mistura foi homogeneizada usando ponteira estéril e adicionado 100 µl da suspensão de *Staphylococcus aureus* (ATCC) em cada poço, permanecendo em descanso por 30min. Após, foi coletado 1 ml dos poços e adicionado em placas de Preti contendo meio ágar Mueller Hinton.

### 2.2 Análise estatística

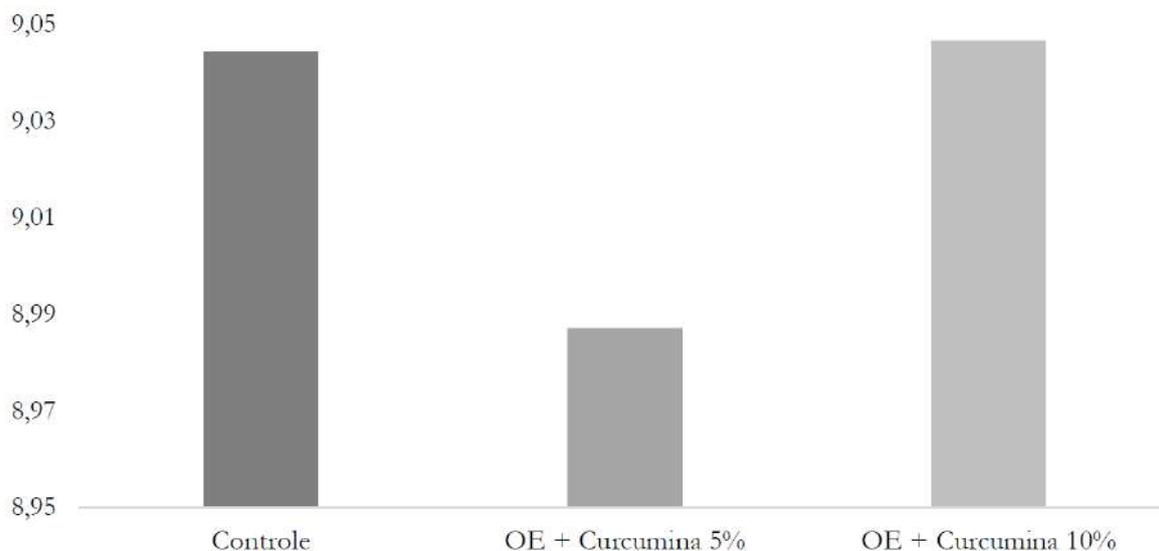
Os dados obtidos in vitro e in situ foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e a diferença significativa entre as médias ( $P < 0,05$ ) foi determinada por meio do teste de Tukey usando o software SAS 9.3 (Statistical Analysis System Institute, Cary, NC).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 apresenta a efetividade DO EMULGEL A BASE DE de óleos essenciais de orégano, tomilho e Curcumina 5 e 10%. O composto orégano e tomilho + curcumina à 5% apresentou maior eficiência na inativação de colônias de *Staphylococcus aureus*.

Trabalho realizado por (Almeida et al, 2008) o óleo essencial de curcumina apresentou atividade antimicrobiana para o *B. subtilis*, *S. choleraesuis*, *E. coli*, *A. niger* e *S. cerevisiae*, porém em potencial. Porém não inibiu crescimento de *Staphylococcus aureus*.

Os óleos essenciais *Origanum compactum* (orégano) e *Thymus vulgaris* (tomilho) quando avaliados in vitro apresentaram os maiores halos de inibição ( $p < 0,05$ ), com concentração inibitória mínima de 7,8 mg/ml frente aos isolados testados, indicando efeito inibitório sobre *S. aureus* podendo ser usados como uma alternativa de controle deste microrganismo (Benincá et al, 2018).



**Figura 1.** Avaliação *in vitro* da efetividade de tratamentos com óleos essenciais e Curcumina (OE = óleo essencial de Orégano + Tomilho) frente a redução de colônias de *Staphylococcus aureus*.

#### 4 CONCLUSÃO

A utilização de compostos naturais se intensifica para prevenção de infecções devido suas propriedades contra diversas cepas. Estudos devem ser aprofundados para compreender suas funcionalidades empregadas, afim de identificar à quais cepas são mais eficazes e em determinadas concentrações.

#### 5 REFERÊNCIAS

Benedette, M. Silva, D. D. Rocha, F. P. C. D., Santos, D. A. N. D., Costa, E., & Avanza, M. F. B. (2008). Mastite bovina. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária*, 7(11), 1-5.

Benincá, M. C., Webber, B., Levandowski, R., dos Santos, L. R., Daroit, L., & Rodrigues, L. B. (2018). Óleos essenciais de orégano (*Origanum vulgare*) e tomilho (*Thymus vulgaris*) são bactericidas contra *Staphylococcus aureus* multirresistentes e formadores de biofilmes. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 20, 83-88.

Freire, I. C. M., Pérez, A. L. A. L., A.L. Cardoso, A. M. R., Mariz, B.A., B. A. L. A., Almeida, L. F. D., Cavalcanti, Y. W., Padilha, W. W. N. (2014). Atividade antibacteriana de Óleos Essenciais sobre *Streptococcus mutans* e *Staphylococcus aureus*. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 16, 372-377.

Langoni, H., Penachio, D. D. S. Citadella, J. C., Laurino, FFaccioli-Martins, P. , Y., Lucheis, S. B., ... Silva, A. V. D. (2011). Aspectos microbiológicos e de qualidade do leite bovino. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 31, 1059-1065.

Péret-Almeida, L., Naghetini, C. D. C., Nunan, E. D. A., Junqueira, R. G., & Glória, M. B. A. (2008). Atividade antimicrobiana *in vitro* do rizoma em pó, dos pigmentos curcuminóides e dos óleos e dos essenciais da *Curcuma longa* L. *Ciência e agrotecnologia*, 32, 875-881.

Pol, M., & Ruegg, PL (2007). Relação entre o uso de drogas antimicrobianas e a suscetibilidade antimicrobiana de patógenos gram-positivos da mastite. *Journal of Dairy Science*, 90 (1), 262-273.

Saeki, E. K., de Mello Peixoto, E. C. T. Matsumoto, L. S., Marcusso, P. F., Monteiro, R. M. (2011). Mastite bovina por *Staphylococcus aureus*: sensibilidade às drogas antimicrobianas e ao extrato alcoólico de própolis. *Acta Veterinaria Brasilica*, 5(3), 284-290.

Sarto, M. P. M., Junior, G. Z. (2014). Atividade antimicrobiana de óleos essenciais. *Uningá Review*, 20(1).

Silva, T. B., Rangel, E. T. (2010). Avaliação da atividade antimicrobiana do extrato etanólico do tomilho (*Thymus vulgaris* L.) in vitro. *Revista Eletrônica de Farmácia*, 7(2), 11-11.



## COMO A ACÚSTICA PODE SER UTILIZADA COMO UM RECURSO BIOTECNOLÓGICO AMBIENTAL MARINHO?

YAGHO FERREIRA RAMOS; MURILO MINELLO; UBIRAJARA GONÇALVES DE MELO JUNIOR; BERNARDO ANTONIO PEREZ DA GAMA; FABIO CONTRERA XAVIER

### RESUMO

Os oceanos são fundamentais para a vida no planeta e suportam muitos bens e serviços ecossistêmicos. No entanto, diferentes pressões têm ameaçado esses ecossistemas. Nesse contexto, a Biotecnologia pode ser uma ferramenta útil para alcançar as principais metas estabelecidas na Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. O objetivo deste trabalho é caracterizar um método acústico como recurso biotecnológico para a avaliação de um ambiente marinho. Este estudo foi realizado na Ilha do Cabo Frio, no município de Arraial do Cabo, no Estado do Rio de Janeiro. Os dados foram coletados por um sistema fixo de aquisição equipado com hidrofones que foi instalado em um ponto próximo ao costão rochoso da ilha. A partir de uma análise da paisagem acústica local, observamos que os menores valores mínimos e os maiores valores máximos foram encontrados em bandas mais baixas. O maior coeficiente de variação em bandas mais baixas ocorre devido aos picos de antropofonia. Bandas mais altas apresentaram menor variação e maior estabilidade, devido à predominância de biofonia e menor influência de sons antrópicos. Analisando o Índice de Complexidade Acústica, é possível observar que os maiores valores de mediana e o maior valor máximo dos níveis de pressão sonora foram obtidos em períodos de água fria e sem embarcações. Isso pode sugerir grande influência do fenômeno da ressurgência sobre a complexidade acústica local. Os testes estatísticos demonstram que condições de temperatura da água e ruído antropogênico são fatores capazes de afetar a complexidade de uma paisagem acústica. Neste âmbito, estimamos o desenvolvimento de produtos e serviços baseados em características bioacústicas para medição de parâmetros que auxiliem na avaliação da saúde de ambientes marinhos. O Monitoramento Acústico Passivo possui papel importante no monitoramento da biodiversidade e pode auxiliar em práticas de conservação e gestão ambiental. Assim, o desenvolvimento e ampliação da Biotecnologia Marinha somam-se aos esforços científicos, em prol do Oceano que queremos.

**Palavras-chave:** Monitoramento Acústico Passivo; Paisagem Acústica Submarina; Biofonia; Índice de Complexidade Acústica; Serviços ecossistêmicos.

### 1 INTRODUÇÃO

Os oceanos são fundamentais para a vida no planeta e suportam muitos bens e serviços ecossistêmicos associados à provisão de alimentos, matéria-prima e energia, à regulação do clima e à ciclagem de nutrientes. Além disso, os oceanos oferecem serviços de suporte aos organismos marinhos vivos, serviços culturais associados ao lazer e recreação, entre outros (BARBIER, 2017; FARONI-PEREZ *et al.*, 2020; MOONEY *et al.*, 2020). No entanto, diferentes pressões têm ameaçado esses ecossistemas, como mudanças climáticas, superexploração, poluição e degradação do habitat (CLAUDET *et al.*, 2020).

Para minimizar esses problemas, a Organização das Nações Unidas (ONU) proclamou a Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável (2021-2030) (UN, 2015). Entre os objetivos propostos, o ODS 14 – Vida na Água – visa conservar e promover o uso sustentável dos oceanos, mares e recursos marinhos. Isso ocorre através do incentivo o desenvolvimento de tecnologias de pesquisa científica para contribuir para a saúde dos oceanos e da biodiversidade marinha. Nesse contexto, a Biotecnologia pode ser uma ferramenta útil para alcançar as principais metas estabelecidas na Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.

A Biotecnologia pode ser definida como campo de aplicação tecnológica que utiliza sistemas biológicos, organismos vivos ou derivados destes, para fabricar produtos ou processos com utilidade específica (CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY, 1992). Diferentes áreas da biotecnologia podem se relacionar entre si e constituir outras áreas de aplicação, como a Biotecnologia Ambiental Marinha. Segundo Singh (2017), a Biotecnologia Ambiental consiste no desenvolvimento, uso e regulação de sistemas biológicos (produtos ou serviços) para aplicações em diferentes campos, incluindo monitoramento ambiental. A Biotecnologia Ambiental Marinha está presente em diversas atividades de pesquisa ao utilizar um sistema biológico marinho para obter informações sobre seu ambiente. Neste caso, um exemplo consiste no uso recorrente de organismos indicadores ecológicos pela comunidade científica para estudos ambientais (PARMAR *et al.*, 2016).

O monitoramento ambiental é essencial para a conservação e preservação de ecossistemas marinhos (COSTELLO *et al.*, 2017). No entanto, muitas tecnologias utilizadas não são sustentáveis e possuem caráter invasivo (WYNSBERGHE e DONHAUSER, 2018). Uma alternativa a isso é o uso de técnicas de Monitoramento Acústico Passivo (MAP), que se baseiam na recepção de sinais acústicos por meio de sensores. Diversos estudos mostraram que o MAP é uma ferramenta inovadora, não invasiva e promissora para avaliar os ecossistemas marinhos (MERCHANT *et al.*, 2015; HOWE *et al.*, 2019).

O som apresenta papel fundamental na comunicação de diversos organismos marinhos, sendo utilizado para transmissão de sinais de perigo, acasalamento e agregação. Em alguns casos, os animais produzem sons involuntários a partir de outras atividades como natação, forrageamento e movimento de estruturas anatômicas (BUSCAINO *et al.*, 2011; FARINA, 2014). Os sons produzidos pelos organismos marinhos integram a chamada Paisagem Acústica Submarina (PAS). Esta corresponde ao conjunto de sons presentes em um ambiente marinho, sendo classificados em: biofonia (origem biológica), geofonia (origem abiótica) e antropofonia (origem antropogênica). A interação entre estes sons produz uma assinatura acústica específica que pode variar em uma escala temporal e/ou espacial (PIJANOWSKI *et al.*, 2011; FARINA, 2014; CAMPBELL *et al.*, 2019; MINELLO *et al.*, 2022).

O objetivo deste trabalho é caracterizar um método acústico como recurso biotecnológico para a avaliação de um ambiente marinho. Para isso, analisamos as variações na paisagem acústica de uma área de costão rochoso e; analisamos a complexidade acústica da Paisagem Acústica Submarina.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado na Ilha do Cabo Frio, no município de Arraial do Cabo (23°00'04"S, 42°00'34"W). O município está localizado na Região dos Lagos, litoral sudeste do Estado do Rio de Janeiro. Nos últimos anos, observou-se o crescimento do fluxo turístico na região, atraído principalmente pelas praias, atividades náuticas e mergulho autônomo. O aumento constante e expressivo da atividade turística na região tem chamado a atenção, sobretudo pelos potenciais impactos ambientais, sociais e econômicos (FABIANO, 2011).

O monitoramento foi realizado pelo projeto “Construção de Métodos de Sinalização com Características de Ruídos Bioacústicos da Comunicação submarina” (BIOCOM). Os dados foram coletados por um sistema fixo de aquisição equipado com hidrofones (modelo digital Hyd TP-1 de 4 canais da Marsensing Ltda). O equipamento foi instalado em um ponto próximo ao costão rochoso da ilha. O sistema foi configurado com uma frequência de amostragem de 52.7 Hz, resolução de 24 bits, sensibilidade de -174,9 dB re 1V/1 $\mu$ Pa e resposta plana entre 0,1 e 40 kHz. As gravações acústicas foram realizadas entre 08 de fevereiro de 2018 e 31 de janeiro de 2019 com uma taxa (*duty cycle*) de 20% – 1 minuto a cada 5 minutos (12min/h). Durante o período de monitoramento, foram coletados cerca de 84 mil minutos de gravações acústicas.

A caracterização da paisagem acústica foi realizada a partir de 23 frequências centrais de 1/3 de oitava. Os níveis de pressão sonora das bandas (SPL dB re 1 $\mu$ Pa) foram calculados para cada minuto nas frequências: 125 Hz (112 - 141 Hz), 160 Hz (141 - 178 Hz), 200 Hz (178 - 224 Hz), 250 Hz (224 - 282 Hz), 315 Hz (282 - 355 Hz), 400 Hz (355 - 447 Hz), 500 Hz (447 - 562 Hz), 630 Hz (562 - 708 Hz), 800 Hz (708 - 891 Hz), 1 kHz (891 Hz - 1,1 kHz), 1.3 kHz (1.1 - 1.4 kHz), 1.6 kHz (1.4 - 1.8 kHz), 2 kHz (1.8 - 2.2 kHz), 2.5 kHz (2.2 - 2.8 kHz), 3.2 kHz (2.8 - 3.6 kHz), 4 kHz (3.6 - 4.5 kHz), 5 kHz (4.5 - 5.6 kHz), 6.3 kHz (5.6 - 7.1 kHz), 8 kHz (7.1 - 8.9 kHz), 10 kHz (8.9 - 11.2 kHz), 12.5 kHz (11.2 - 14.1 kHz), 16 kHz (14.1 - 17.8 kHz), 20 kHz (17.8 - 22.4 kHz). A análise da variação de SPL foi realizada utilizando linguagem *Python*, levando em consideração medidas de tendência central e medidas de dispersão.

Para calcular o Índice de Complexidade Acústica (ACI) foi utilizado o pacote *Soundecology* do *R* (3.6 version) (VILLANUEVA-RIVERA & PIJANOWSKI, 2018). Este índice é calculado através da diferença absoluta entre dois valores adjacentes da intensidade, dentro de determinadas caixas de frequência e intervalos temporais no espectrograma (PIRETTI *et al.*, 2011). O ACI é calculado para cada gravação selecionada. Nesta análise, consideramos o intervalo de frequência entre 125 Hz e 20 kHz, valor do algoritmo para processamento digital de sinais (FFT = 1024) e tamanho do cluster ( $j = 5$  segundos).

As gravações foram selecionadas levando em consideração condições de temperatura da água, radiação solar, precipitação, vento, número de embarcações e período do dia. Nesta análise, foram consideradas apenas as gravações do período do dia, entre 08-17h. As gravações foram divididas em um grupo controle e quatro grupos para comparação. Para o grupo controle foram considerados: temperatura da água entre 21° e 22°C; radiação solar ( $\leq 10$  KJ/m<sup>2</sup>); sem precipitação (=0mm); sem vento ( $\leq 2$ m/s) e sem embarcações (<10).

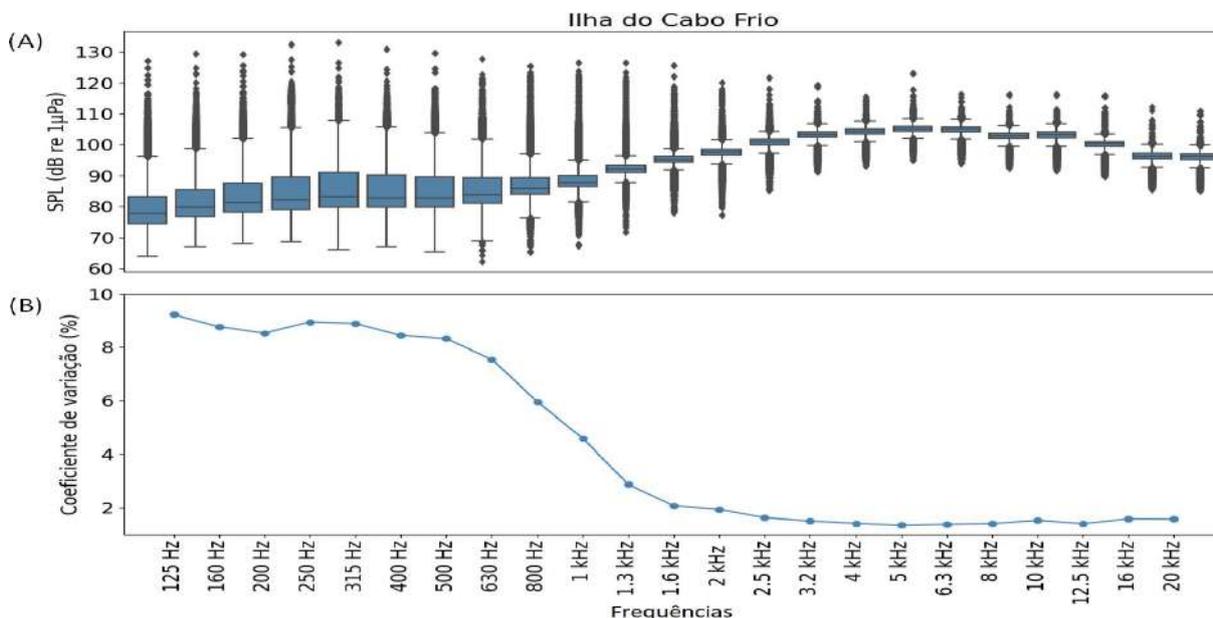
Para os grupos de comparação, foram consideradas como principais variáveis: água fria ( $\leq 20^\circ\text{C}$ ) e água quente ( $\geq 24^\circ\text{C}$ ); dias sem embarcações (<10) e com embarcações (>100). Assim foram estabelecidos seguintes grupos: (AQ\_sE) água quente e dias sem embarcações; (AQ\_cE) água quente e dias com embarcações; (AF\_sE) água fria e dias sem embarcações e; (AF\_cE) água fria e dias com embarcações. Para todos os grupos comparados, foram considerados os parâmetros de radiação solar  $\geq 300$  KJ/m<sup>2</sup>, precipitação = 0mm e vento Nordeste  $\geq 3$ m/s (entre 0/80°(gr)). As gravações que não se enquadraram nestas condições foram desconsideradas nesta análise.

Os valores de ACI foram submetidos ao teste de normalidade D’Agostino-Pearson. Em seguida, foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis, para avaliar diferenças estatísticas significativas e o teste post-hoc de Dunn, de comparações múltiplas. A análise estatística foi realizada utilizando linguagem *Python*.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a caracterização inicial da Paisagem Acústica do costão rochoso da Ilha do Cabo

Frio, analisamos os níveis de pressão sonora (SPL) das diferentes bandas de frequência. A variação anual do SPL, acompanhada do coeficiente de variação (cv) é apresentada na Figura 1.



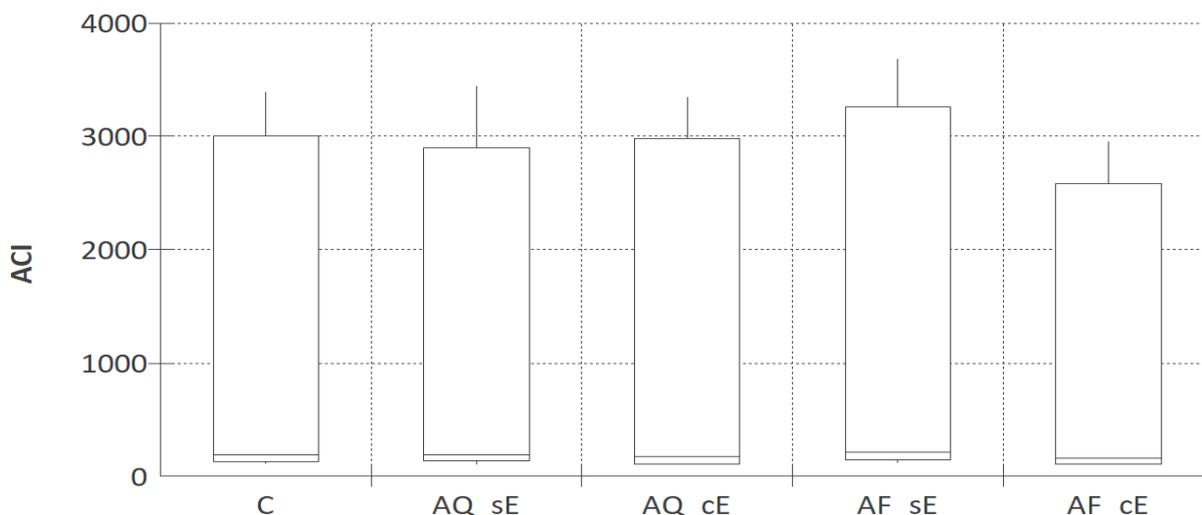
**Figura 1:** Variação anual de SPL nas bandas de frequências centrais de 1/3 de oitava, da Ilha do Cabo Frio, Arraial do Cabo – RJ (A); Coeficiente de variação calculado para a variação anual de SPL nas bandas de frequências centrais de 1/3 de oitava (B). Dados obtidos de gravações entre fevereiro de 2018 e janeiro de 2019.

A partir desta análise, foi possível observar que a banda de 125 Hz apresentou os menores valores de SPL medianos. De forma geral, observamos que os menores valores mínimos, assim como os maiores valores máximos foram encontrados em bandas mais baixas. Isso corresponde a um maior desvio padrão e amplitude nesta zona acústica. Dentre estas, a banda de 125 Hz também demonstra o maior coeficiente de variação, associado à maior dispersão dos dados. As bandas mais baixas apresentaram valores de CV próximos a 9%.

Em contrapartida, os maiores valores de mediana foram encontrados em frequências mais altas (entre 4-6.3 kHz). Em relação ao coeficiente de variação foi possível observar valores menores nessa zona de frequências mais altas, resultante de uma menor dispersão dos dados. Na zona de frequências mais altas o CV demonstrou-se estável, próximo a 1%.

O maior CV em bandas mais baixas ocorre devido aos picos de antropofonia, predominantes em frequências <1kHz (HILDEBRAND, 2009). Bandas mais altas apresentaram menor variação e maior estabilidade, devido à predominância de biofonia e menor influência de sons antrópicos (CAMPBELL, 2018).

Para a análise de complexidade da PAS da Ilha do Cabo Frio, foram consideradas as variáveis: temperatura da água e número de embarcações. A distribuição dos valores de ACI calculados para cada grupo é apresentada na Figura 2. O ACI permite identificar alterações nos padrões das paisagens acústicas. Este índice baseia-se na hipótese de que estes sons bióticos têm uma variabilidade intrínseca de intensidades. Em contrapartida, ruídos de origem antrópica apresentariam valores constantes de intensidade (PIERETTI *et al.*, 2011).



**Figura 2:** ACI em diferentes condições de temperatura e número de embarcações, considerando as faixas de frequências entre 125Hz - 20kHz. Classificação das variáveis em: “AQ” – água quente; “AF” – água fria; “sE” – sem embarcações; “cE” – com embarcações.

Analisando os valores de ACI, é possível observar que os maiores valores de mediana e o maior valor máximo foram obtidos em períodos de água fria e sem embarcações. Isso pode sugerir grande influência do fenômeno da ressurgência sobre a complexidade acústica local. A ressurgência costeira consiste no afloramento de águas mais frias e ricas em nutrientes favorecem a produtividade primária e influenciam diretamente a composição das espécies marinhas (BATISTA, GRANTHOM-COSTA e COUTINHO, 2020).

Em contrapartida, os menores valores de mediana correspondem aos períodos de água fria e com embarcações. Esses resultados podem sugerir a influência negativa do ruído sobre a complexidade do ambiente. Em seus respectivos trabalhos, Xavier *et al.* (2018), Campbell *et al.* (2019) e Mendes (2021) destacam e descrevem a atividade bioacústica presente nos costões locais e a influência exercida pela antropofonia.

Os testes estatísticos indicaram que houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) em relação à complexidade entre AQ\_cE x AF\_sE e AF\_cE x AF\_sE.

A utilização do ACI como métrica, permitiu identificar alterações nos padrões da PAS local. Neste caso, os testes estatísticos demonstram que condições de temperatura da água e ruído antropogênico são fatores capazes de afetar a complexidade de uma paisagem acústica. Há, no entanto, algumas comparações onde não foram identificadas diferenças significativas. Diante disso, sugere-se que outras análises envolvendo estas faixas de frequências sejam realizadas.

#### 4 CONCLUSÃO

Neste trabalho, ressaltamos o potencial promissor do Monitoramento Acústico Passivo para estudos ambientais. A aplicação desta metodologia pode permitir a extração de informações que, por vezes, não são evidenciadas por meio de outras metodologias mais convencionais. Além de um potencial mais sustentável, o MAP permite um monitoramento em ampla escala (temporal e espacial), detecção de espécies raras e com hábitos crípticos e o monitoramento de ambientes de difícil acesso.

A aparente sensibilidade das Paisagens Acústicas Submarinas pode ajudar a identificar a influência do ruído e de outras variáveis sobre os organismos marinhos. Diante das limitações observadas nesta análise preliminar, estimamos o monitoramento acústico da região por períodos mais longos, para uma análise em escala sazonal. Além disso, aspiramos à realização de mais análises a partir outras métricas como, por exemplo, outros índices

ecoacústicos.

Embora a relação entre a “Biotecnologia” e a “Acústica” não seja evidenciada nas bases de literatura mais usuais, diversos estudos estimam a utilização de sons de origem biológica para avaliar sistemas biológicos. Neste âmbito, estimamos o desenvolvimento de produtos e serviços baseados em características bioacústicas para medição de parâmetros que auxiliem na avaliação da saúde de ambientes marinhos. Logo, de acordo com sua definição, podemos classificar a utilização da biofonia como recurso dentro da área da Biotecnologia Ambiental Marinha. O reconhecimento das assinaturas acústicas de animais como produto biotecnológico extrapola os limites mais tradicionais, mas que ampliam as possibilidades para novos ramos de pesquisa.

Diante do acelerado processo de degradação de ecossistemas marinhos, estimamos que recursos biotecnológicos baseados em acústica sejam amplamente explorados e difundidos no Brasil. O Monitoramento Acústico Passivo possui papel importante no monitoramento da biodiversidade e pode auxiliar em práticas de conservação e gestão ambiental. Assim, o desenvolvimento e ampliação da Biotecnologia Marinha somam-se aos esforços científicos, em prol da conservação dos oceanos e seus recursos.

## REFERÊNCIAS

BARBIER, E. B. (2017). Marine ecosystem services. *Current Biology*, 2017, v. 27 (11), p. R507-R510. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.03.020>.

BATISTA, D.; GRANTHOM-COSTA, L. V.; COUTINHO, R. (2020). **Biodiversidade Marinha dos Costões Rochosos de Arraial do Cabo: Histórico, Ecologia e Conservação**. Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira.

BUSCAINO, G.; CERAULO, M.; PIERETTI, N.; CORRIAS, V.; FARINA, A.; FILICCIOTTO, F.; MACCARRONE, V.; GRAMMAUTA, R.; CARUSO, F.; GIUSEPPE, A.; MAZZOLA, S. (2016). Temporal patterns in the soundscape of the shallow waters of a Mediterranean marine protected area. *Scientific reports*, v. 6, n. 1, p. 1-13. DOI: [10.1038/srep34230](https://doi.org/10.1038/srep34230).

CAMPBELL, D. (2018). **Estudo da paisagem acústica submarina na região do Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia Marinha) – Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira, Arraial do Cabo, 2018. Disponível em: <https://www.repositorio.mar.mil.br/handle/ripcmb/843553>. Acesso em 01 Out. 2021.

CAMPBELL, D.; XAVIER, F. C.; MELO JUNIOR, U. G.; SILVEIRA, N. G.; VERSIANI, L. L.; NETTO, E. B. (2019). Underwater soundscape pattern during high season of nautical tourism in Cabo Frio island, Brazil. *Proceedings of Meetings on Acoustics 5ENAL*, 37, 070003. DOI: [10.1121/2.0001100](https://doi.org/10.1121/2.0001100).

CLAUDET, J. *et al.* (2020). A roadmap for using the UN Decade of ocean science for sustainable development in support of science, policy, and action. *One Earth*, Elsevier, v. 2, n. 1. p. 34–42. DOI: [10.1016/j.oneear.2019.10.012](https://doi.org/10.1016/j.oneear.2019.10.012).

CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. (1992). **Estudos Avançados** [online]. v. 6, n. 15, p. 193-233. DOI: [10.1590/S0103-40141992000200015](https://doi.org/10.1590/S0103-40141992000200015). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/H5FpKWzV533fzcdFZXxFQbM/?lang=en>. Acesso em 01 Out. 2021.

COSTELLO, M. J. *et al.* (2017). Methods for the study of marine biodiversity. In: **THE GEO handbook on biodiversity observation networks**, Springer International Publishing, p. 129–163. DOI: 10.1007/978-3-319-27288-7\_6.

FABIANO, C. C. L. (2011). O turismo e a sua contribuição na manutenção e na preservação da pesca artesanal e da cultura tradicional na Reserva Extrativista Marinha do Arraial do Cabo – RJ / Dissertação (mestrado) – Universidade de Brasília. Centro de Excelência em Turismo. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/11066>. Acesso em 19 Dez. 2022.

FARINA, A. (2014). *Soundscape Ecology: Principles Patterns Methods and Applications*. Springer Netherlands. DOI: 10.1007/978-94-007-7374-5.

FARONI-PEREZ, L.; FREITAS, M.; WRUBLEVSKI AUED, A.; KOSTRZEWCZYK, G.; DOMIT, C. (2020). Saúde do Oceano e serviços ecossistêmicos: Integração entre Ciência, Sociedade, Política e Governança. In book: *I Volume horizonte oceânico brasileiro: Ampliando o horizonte da governança inclusiva para o desenvolvimento sustentável do oceano brasileiro*, p.165–198.

HILDEBRAND, J. (2009). Anthropogenic and natural sources of ambient noise in the ocean. **Marine Ecology Progress Series**, v.395, p. 5-20. DOI: 10.3354/meps08353.

HOWE, B. M.; MIKSIS-OLDS, J.; REHM, E.; SAGEN, H.; WORCESTER, P. F.; HARALABUS, G. (2019). Observing the oceans acoustically. **Frontiers in Marine Science**, v. 6, 426. DOI: 10.3389/fmars.2019.00426

MENDES, D. C. (2021). **A influência da antropofonia no coro bioacústico marinho da Ilha do Cabo Frio**. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia Marinha) – Programa Associado de Pós-Graduação em Biotecnologia Marinha IEAPM/UFF, Arraial do Cabo, 48p. Disponível em: <http://repositorio.mar.mil.br/handle/ripcmb/847643>. Acesso em 19 Dez. 2022.

MERCHANT, N. D.; FRISTRUP, K. M.; JOHNSON, M. P.; TYACK, P. L.; WITT, M. J.; BLONDEL, P.; PARKS, S. E. (2015). Measuring acoustic habitats. **Methods in Ecology and Evolution**, 6, p. 257-265. DOI: 10.1111/2041-210X.12330.

MINELLO, M.; BARROSO, V.; LESSA, A.; HOFFMANN, L.; ARAÚJO, S.; RAMOS, Y.; NETTO, E.; XAVIER, F.; & PARO, A.; JÚNIOR, U. (2022). **A acústica submarina como ferramenta de monitoramento ambiental**. Gestão ambiental e sustentabilidade em áreas costeiras e marinhas: conceitos e práticas. Edition: 1Publisher: IVIDES.ORG, v. 2, p.433-461. DOI: 10.5281/zenodo.6676453.

MOONEY, T. A.; DI IORIO, L.; LAMMERS, M.; LIN, T-H.; NEDELEC, S. L.; PARSONS, M.; RADFORD, C.; URBAN, E.; STANLEY, J. (2020). Listening forward: approaching marine biodiversity assessments using acoustic methods. **Royal Society open science**, v. 7, n.8, 201287. DOI: 10.1098/rsos.201287.

PARMAR, T. K.; RAWTANI, D.; AGRAWAL, Y. K. (2016). Bioindicators: the natural indicator of environmental pollution. **Frontiers in Life Science**, v. 9, n. 2. p. 110–118. DOI: 10.1080/21553769.2016.1162753.

PIERETTI, N.; FARINA, A.; MORRI, D. (2011). A new methodology to infer the singing

activity of an avian community: The Acoustic Complexity Index (ACI). In: *Ecological Indicators*. Elsevier, 11, p.868-873. DOI: 10.1016/j.ecolind.2010.11.005

PIJANOWSKI, B. C.; FARINA, A.; GAGE, S. H.; DUMYAHN, S. L.; KRAUSE, B. L. (2011). What is soundscape ecology? An introduction and overview of an emerging new science. *Landscape ecology*, v. 26, n. 9, p. 1213-1232. DOI: 10.1007/s10980-011-9600-8.

SINGH, R. L. (2017). **Principles and applications of environmental biotechnology for a sustainable future**. [S.l.]: Springer.

UN GENERAL ASSEMBLY. (2015). **Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development**, 21 October 2015, A/RES/70/1.

VILLANUEVA-RIVERA L. J.; PIJANOWSKI B. C. (2018). Soundecology: Soundscape Ecology. R package version 1.3.3. Disponível em: <http://www.R-project.org/>. Acesso em: 16 Jul. 2021.

WYNSBERGHE, A. Van.; DONHAUSER, J. (2018). The dawning of the ethics of environmental robots. *Science and engineering ethics*, Springer, v. 24, n. 6. p. 1777–1800. DOI: 10.1007/s11948-017-9990-3.

XAVIER, F. C.; SILVEIRA, N. G.; CALADO, L.; JESUS, S. M. (2018). A influência da ressurgência costeira na assinatura bioacústica da Ilha de Cabo Frio, Arraial do Cabo, RJ. In: **XIII ETAS - Encontro de Tecnologia em Acústica Submarina**, 2018, Rio de Janeiro. Anais do XIII ETAS.



## **CORRELAÇÃO ENTRE DESCRITORES NUTRICIONAIS E AGRONÔMICOS EM ALGODOEIRO CRESCIDOS COM ISOLADOS FÚNGICOS**

RITA DE CASSIA CUNHA SABOYA; ROSEANE CAVALCANTI DOS SANTOS; ROSA MARIA MENDES FREIRE; JEAN PIERRE CORDEIRO RAMOS; RENNAN FERNANDES PEREIRA

**INTRODUÇÃO:** Os bioinsumos comerciais oriundos de microrganismos têm fornecido contribuições expressivas no manejo das grandes lavouras, permitindo redução de custos e preservação ambiental. Atualmente, os principais bioinsumos têm origem bacteriana, contudo, fungos endofíticos (FE) tem aberto um leque de possibilidades de benefícios agrícolas, especialmente como promotores de crescimento. **OBJETIVO:** Avaliar a correlação entre descritores nutricionais e agronômicos em algodoeiro inoculados com isolados de fungos endofíticos. **MATERIAL E MÉTODO:** Nesse trabalho foram testados quatro isolados de FE, cedidos pela coleção de microrganismos endofíticos da Embrapa Agrobiologia. O plantio foi feito em casa de vegetação da Embrapa Algodão, em vasos (5L) contendo substrato comercial. A cultivar FMT 966 foi usada como teste. As sementes da cultivar foram inoculadas, individualmente, com cada isolado de FE e cultivadas. As avaliações foram realizadas na fase R2, equivalendo a 60 dias após a emergência. As variáveis analisadas foram: número total de estruturas reprodutivas, altura das plantas, número de folhas, acúmulo de Nitrogênio, Fósforo e Cálcio de folhas maduras. O delineamento utilizado foi o DIC, composto por 5 tratamentos (ERR 16, ERR 26, ERR 31, ERR 42 e sem inoculação) e 4 repetições. As análises estatísticas foram procedidas por meio do aplicativo computacional GENES versão 1990.2022.23. **RESULTADO E DISCUSSÃO:** Com base na análise de Pearson, foi constatada significância positiva a 1% de probabilidade para a correlação entre número de estruturas reprodutivas e altura das plantas e significância positiva a 5% entre número de estruturas reprodutivas e número de folhas, assim como para nitrogênio e fósforo. Tais resultados indicam correlação direta entre si para as variáveis relativas ao crescimento da parte aérea das plantas, assim como para tais características e o nitrogênio. **CONCLUSÃO:** A inoculação de fungos endofíticos proporcionaram relações positivas entre a absorção de nutrientes e crescimento vegetativo e reprodutivos nas plantas de algodoeiro. Estudos que discriminem os valores relativos as médias dos diferentes FE devem ser procedidas para uma análise mais aprofundada em relação a influência de cada isolado no crescimento e absorção dos respectivos nutrientes.

**Palavras-chave:** *Gossypium hirsutum*, Fungos endofíticos, Inoculação, Crescimento vegetativo, Bioinsumos.



## EVOLUÇÃO DO CRESCIMENTO EM ALGODOEIRO COM DIFERENTES INOCULANTES DE FUNGOS ENDOFÍTICOS

RITA DE CASSIA CUNHA SABOYA; ROSEANE CAVALCANTI DOS SANTOS; FABIO AQUINO DE ALBUQUERQUE; RENNAN FERNANDES PEREIRA; JEAN PIERRE CORDEIROS RAMOS

**INTRODUÇÃO:** Fungos endofíticos (FE) são encontrados em simbiose com várias plantas, incluindo espécies de importância agrícola. A relação entre esses microrganismos e as plantas é complexa e ainda está sendo estudada. Alguns estudos sugerem que esses fungos podem ter efeitos benéficos, neutros ou mesmo negativos nas plantas. Esses fungos podem promover crescimento vegetativo por meio de diferentes mecanismos, como melhoria da absorção de nutrientes, aumento da tolerância ao estresse e promoção do crescimento das raízes. **OBJETIVO:** Avaliar o efeito da inoculação de fungos endofíticos na evolução do crescimento em algodoeiro. **MATERIAL E MÉTODO:** o experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Embrapa Algodão, em Campina Grande, PB, utilizando sacos (5L) contendo substrato comercial e sementes tratadas com inoculantes fúngicos. Utilizou-se cultivar de algodão FMT966 e isolados fúngicos cedidos pela Embrapa Agrobiologia. Os inoculantes foram preparados com quatro isolados de FE (ERR16, ERR26, ERR31 e ERR42) crescidos em meio BDA. O delineamento foi o inteiramente casualizado, com 5 tratamentos (F0 e inoculados com ERR16, ERR26, ERR31 e ERR42) e 6 repetições. Os dados foram submetidos à Análise de Variância, usando teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foram avaliadas altura de plantas, número de folhas e comprimento da raiz, aos 7, 28 e 45 DAE e estrutura reprodutiva, aos 45 DAE. **RESULTADO E DISCUSSÃO:** Para a Altura de Plantas, ERR42 teve desempenho positivo em todas as fases, tendo diferença significativa com relação ao controle e ao ERR16, mas não apresentando diferença significativa com relação aos tratamentos ERR26 e ERR31. A mesma tendência foi apresentada quanto ao número de folhas. Para crescimento da raiz, ERR31 e ERR26, tiveram diferença significativa positiva com relação aos outros tratamentos. Quanto a estrutura reprodutiva, ERR26, ERR31 e ERR42, foram melhores, com incremento de 50%, 52% e 78%, respectivamente, com relação ao tratamento sem inoculação. **CONCLUSÃO:** A inoculação com fungos endofíticos proporcionou incremento no crescimento vegetativo e reprodutivos em plantas de algodoeiro. Como a literatura dispõe de poucas informações sobre FE, devem ser realizados outros experimentos com isolados deste grupo de fungos, bem como empregar os melhores resultados obtidos neste estudo.

**Palavras-chave:** *Gossypium hirsutum*, Microorganismos, Inoculação, Bioinsumo, Crescimento vegetativo.



## **EXTRAÇÃO DE LECTINAS OBTIDAS DE FRUTOS DE PRITCHARDIA PACIFICA COM EXCELENTE POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO**

PEDRO MELO CORDEIRO DE FREITAS; ANA SOFIA FARIA PEREIRA; ROMERO MARCOS PEDROSA BRANDÃO-COSTA; MARIA CLARA NASCIMENTO; RAPHAEL LUIZ ANDRADE SILVA

**INTRODUÇÃO:** Lectinas são proteínas capazes de se ligar especificamente e reversivelmente a carboidratos, apresentando grande heterogeneidade. Tal habilidade permite o reconhecimento de estruturas glicoconjugadas presentes na superfície celular, e assim está associada às atividades antimicrobiana, antitumoral, antiviral e imunomoduladora. As lectinas vegetais são extensamente pesquisadas para os fins descritos acima e desse modo, a pesquisa por novas proteínas com tal característica abrange um campo importante para a inovação em biotecnologia. **OBJETIVOS:** O presente trabalho tem como objetivo identificar a presença de lectinas com potencial biotecnológico no fruto de *Pritchardia pacifica* através de diferentes extrações. **METODOLOGIA:** Para obtenção do Extrato bruto, os frutos coletados, foram secos em estufa a 40°C por 96h, e em seguida triturados até a formação de uma farinha. As extrações (10% m/v), para um volume total de 100mL, ocorreram em presença de soluções-tampão Tris-HCL em pH 6, 7 e 8, sob agitação orbital em mesa agitadora por 6h. Os extratos foram filtrados em gaze, centrifugados (12.000rpm), e liofilizados para redução do volume a 15ml. Após obtenção, realizou-se a dosagem proteica das amostras e a determinação da atividade hemaglutinante (HA) com sangue comercial de coelho da marca ControlLab, com as hemácias glutarizadas em concentração 2,5% m/v. A atividade hemaglutinate específica (HAe) foi determinada pela razão dos resultados da HA pela dosagem proteica. **RESULTADOS:** A dosagem proteica dos extratos foi de 21,48 mg/ml; 20 mg/ml; 18,42 mg/ml para as soluções pH 6, pH 7 e pH 8, respectivamente. Em pH 6, 7 e 8, a HA foi 2048, 4096 e 4096 U.H/ml. A HAe foi de 95,34 U.H/mg; 190,69 U.H/mg; 222,36 U.H/mg para pH 6, pH 7 e pH 8, respectivamente. **CONCLUSÃO:** Os resultados dos testes foram capazes de demonstrar qualitativamente e quantitativamente a presença de lectinas com potencial biotecnológico no fruto da *Pritchardia pacifica*. É válido pontuar que os dois poços sem atividade no pH 8 podem ser explicados pelo efeito pro-zona, saturação do meio pelas lectinas gera competição pelos sítios de ligação, os dois poços sem atividade em ambas as duplicatas falam a favor desse fato ao contrário do erro na diluição.

**Palavras-chave:** Extração, Lectinas, Biomoléculas vegetais, Hemaglutinação, Inovação.



## MÉTODOS ALTERNATIVOS PARA O APROVEITAMENTO DA CASCA DO CAFÉ PARA EXTRAÇÃO DA CELULOSE

PAULA CASSOLA SAVIO; MELINE DA SILVA DOTTO; JANAINA MONTOVAN;  
SUZANA MALI; FLAVIA DEBIAGI.

### RESUMO

A celulose é um biopolímero essencial encontrado na natureza, e suas características promissoras, como sua natureza atóxica, renovabilidade e biocompatibilidade, a tornam um material versátil que pode ser aplicado em diversos setores, incluindo a produção de papel, indústria farmacêutica, alimentícia, cosméticos e alimentação animal, entre outros. Resíduos lignocelulósicos provenientes da agroindústria, como cascas, farelos, bagaços e palhas de cereais e leguminosas, podem ser uma alternativa de baixo custo como fonte de matéria-prima para extração de celulose. O objetivo deste estudo foi extrair celulose a partir da casca do café, um subproduto da agroindústria regional, utilizando métodos de tratamento mais rápidos e menos poluentes, buscando um produto de baixo custo e ecologicamente viável. As amostras foram submetidas a uma solução de ácido sulfúrico 1% v/v, em conjunto com três diferentes tratamentos físicos: (1) agitação a 100 rpm por 1 hora a 25 °C, (2) autoclave vertical por 30 minutos a 121 °C e pressão relativa de 1 atm e (3) forno de micro-ondas por 15 minutos, com potência de 2000 watts. O processo de agitação em conjunto com o ácido sulfúrico aumentou a disponibilidade desse componente, removendo a hemicelulose, lignina e outros constituintes presentes na fibra, assim como cinzas, proteínas, carboidratos, entre outros. Para obter materiais com maior teor de celulose, serão necessários estudos futuros com modificações em outras variáveis do processo, como pressão, temperatura e uso de reagentes químicos. Essas alterações têm como objetivo alcançar maiores teores de celulose e menores teores de lignina.

**Palavras-chave:** Resíduos lignocelulósicos; Borra de café; Pré-tratamentos; Biorrefinaria; Deslignificação.

### 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o cenário mundial apresenta uma maior preocupação com impactos ambientais, fato que influencia na crescente busca pelo desenvolvimento de materiais biodegradáveis e provenientes de fontes renováveis. A celulose é o principal biopolímero encontrado na natureza, possui características promissoras, por ser material atóxico, renovável e biocompatível, que pode ser empregado em diversos setores, tais como produção de papel, na indústria farmacêutica, alimentícia, produtos cosméticos, na alimentação de ruminantes entre outros (GANGULY et al., 2020).

Os resíduos lignocelulósicos provenientes da agroindústria, tais como cascas, farelos, bagaços, palhas de cereais e leguminosas podem ser uma alternativa como fonte de matéria-prima de baixo custo para a extração de celulose. Caracterizam-se por apresentar uma composição heterogênea, contendo geralmente celulose, hemicelulose, amido, lignina, lipídios e proteínas (DEBIAGI; FARIA-TISCHER; MALI, 2020).

O aproveitamento de resíduos agroindustriais está inserido no conceito de biorrefinarias, as quais têm como objetivo explorar diferentes matérias-primas renováveis para a obtenção de biocombustíveis e produtos clássicos oriundos do petróleo, sempre respeitando os critérios da sustentabilidade em seus processos. Segundo Zwawi (2021) o sistema de biorrefinarias pode também ser compreendido como a evolução das tecnologias, que visa explorar o potencial dos resíduos em conjunto com processos biológicos, químicos e térmicos, tendo como resultado produtos variados, com baixo custo e melhor competitividade.

Considerando a heterogeneidade dos materiais lignocelulósicos, é um desafio generalizar tratamentos para a extração de celulose a partir desses materiais e, na última década, houve um interesse crescente no uso de métodos menos poluentes, empregando-se processos totalmente livres de cloro (totally chlorine free -TCF). A combinação de processos físicos e químicos também é uma importante estratégia para reduzir o consumo de energia e os custos gerais para produção de celulose comercialmente competitiva (AHMED-HARAS et al., 2020).

O objetivo desse trabalho foi extrair a celulose a partir da casca do café proveniente do setor da agroindústria regional, por meio de tratamentos menos poluentes e mais rápidos, visando um produto de menor custo e ecologicamente viável.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a extração da celulose, utilizou-se solução de ácido sulfúrico a 1 % v/v, e em seguida as amostras foram submetidas a diferentes tratamentos físicos. O experimento foi conduzido utilizando um delineamento integralmente casualizado (DIC). As amostras foram submetidas a três pré-tratamentos distintos: (1) agitação a 100 rpm, por 1 h, a 25 °C, (2) autoclave vertical, por 30 minutos, a 121 °C e pressão relativa de 1 ATM, e (3) forno micro-ondas por 15 minutos, com potência de 2000 Watts.

Após os pré-tratamentos descritos acima, as amostras foram analisadas as amostras quanto ao conteúdo de celulose, lignina e hemicelulose, seguindo a metodologia proposta por Van Soest (1965) com algumas modificações. Inicialmente, cada amostra (0,35 g na base seca) foi colocada em tubos de ensaio e adicionou-se 35 mL de uma solução de fibra em detergente neutro (FDN) que dissolve proteínas, gorduras, carboidratos solúveis, pectina e outros compostos solúveis em água presentes na parede celular. A fração insolúvel no detergente neutro, chamada de fibra em detergente neutro (FDN), é composta por celulose, hemicelulose, lignina e proteína lignificada. Os tubos foram aquecidos a 100 °C em banho-maria por uma hora e filtrados várias vezes sob vácuo usando papel de filtro previamente pesado, sendo o último enxágue realizado com acetona. Em seguida, as amostras foram secas em uma estufa de circulação forçada (Marconi MA 415, Piracicaba, Brasil) a 40 °C ± 5 por 24 horas. Após o resfriamento em um dessecador, as amostras foram pesadas. O resultado da pesagem foi utilizado para calcular a porcentagem de FDN (Equação 1).

**Equação 1:** Cálculo da porcentagem de FDN.

$$FDN = \frac{[(P_{\text{filtro}} + p_{\text{FDN}}) - P_{\text{filtro}}]}{P_{\text{amostra}}} \times 100$$

Onde:

P<sub>filtro</sub>= peso do filtro

P<sub>FDN</sub>= peso da fração insolúvel em detergente neutro P<sub>amostra</sub>= peso da amostra

Para obter a fibra em detergente ácido (FDA), utilizou-se o mesmo procedimento

adotado para o FDN, porém com o emprego de 35 mL de uma solução de detergente ácido (FDA). Isso permitiu a solubilização da hemicelulose e da maior parte da proteína insolúvel, resultando em um resíduo que não se dissolve no detergente ácido, chamado de fibra em detergente ácido (FDA), composta principalmente por lignina e celulose. A pesagem realizada nessa etapa foi usada para calcular a porcentagem de FDA (Equação 2).

**Equação 2:** Cálculo da porcentagem de FDA.

$$FDA = \frac{[(P_{\text{filtro}} + p_{\text{FDA}}) - P_{\text{filtro}}]}{P_{\text{amostra}}} \times 100$$

Onde:

P<sub>filtro</sub>= peso do filtro

P<sub>FDA</sub>= peso da fração insolúvel em detergente ácido P<sub>amostra</sub>= peso da amostra

A determinação da lignina insolúvel na fração sólida seguiu a metodologia proposta pela Associação Técnica da Indústria de Polpa e Papel (TAPPI T222 om-88). A porcentagem de lignina insolúvel foi calculada com base na massa da amostra seca, utilizando a equação 3.

**Equação 3:** Cálculo da porcentagem de lignina Klason insolúvel.

$$\%LKi = \frac{MK - MC}{MA} \times 100$$

LKi – Lignina Klason insolúvel;

Mk – massa de lignina insolúvel seca; MC – massa de cinzas; MA – massa da amostra seca.

Ao final, o teor de hemicelulose será obtido pela diferença entre FDN e FDA (%FDN - %FDA), e o teor de celulose por (%FDA - %LKi). As análises foram realizadas em triplicata, e os dados foram analisados utilizando o software R (R Foundation for Statistical Computing, Viena, Áustria), e o teste de Tukey foi empregado para avaliar as diferenças entre as médias (p ≤ 0,05).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estrutura compacta do resíduo lignocelulósico é constituída por celulose, hemicelulose e lignina, as quais conferem resistência a fibra. Conforme demonstrado na Tabela 1, o teor de hemicelulose e lignina diminuiu significativamente quando empregado o ácido sulfúrico associado ao processo de agitação contínua.

**Tabela 1:** Conteúdo de celulose, hemicelulose e lignina da casca de café *in natura* e das amostras tratadas.

Amostras	Celulose	Hemicelulose	Lignina
Casca de Café <i>in natura</i>	30,64 ± 1,24 b	1,40 ± 0,88 b	62,51 ± 1,24 a
Casca de Café Agitação	53,66 ± 1,17 a	0,73 ± 0,58 c	36,14 ± 1,10 b
Casca de Café Autoclave	24,04 ± 0,75 c	2,2 ± 0,66 a	64,52 ± 0,97a
Casca de Café Micro-ondas	27,92 ± 1,99 b,c	0,24 ± 0,55 d	60,48 ± 0,43 a

\*Letras minúsculas diferentes na mesma coluna significam diferença estatística entre as amostras (Teste Tukey  $p \leq 0,05$ ).

No que diz respeito ao teor de celulose, foi observado que o processo de agitação associado com ácido sulfúrico aumentou a disponibilidade desse componente, por meio da remoção da hemicelulose, lignina e outros constituintes presentes na fibra, bem como cinzas, proteínas, carboidratos, entre outros. O aumento na concentração de celulose nas amostras pode estar relacionado à dificuldade de quebrar as moléculas de celulose cristalina, sugerindo que o processo utilizado promoveu a "limpeza" da fibra, embora não tenha sido suficientemente eficiente para a hidrólise da molécula de celulose em açúcares redutores.

O aumento da disponibilidade de celulose dos resíduos está relacionado à quebra da ligação éster entre a hemicelulose e a lignina, resultando na solubilização da hemicelulose. Ao mesmo tempo, ocorre uma degradação parcial da lignina, o que leva a uma maior liberação de compostos fenólicos e furfural (SHUKLA et al., 2023).

#### 4 CONCLUSÃO

A aplicação do processo de agitação com ácido sulfúrico resultou em aumento do teor de celulose e redução dos níveis de hemicelulose e lignina. Para obter materiais com maiores teores de celulose, será necessário realizar estudos futuros com modificações em outras variáveis do processo, como pressão, temperatura e uso de reagentes químicos. Essas alterações visam alcançar maiores teores de celulose e menores teores de lignina.

**Agradecimentos:** Universidade Estadual do Norte do Paraná / Universidade Estadual de Londrina

#### REFERÊNCIAS

AHMED-HARAS, M. R.; KAO, N.; WARD, L.; ISLAM, M. S. Insights into the production and physicochemical properties of oxycellulose microcrystalline with coexisting crystalline forms. **International journal of biological macromolecules**, v. 146, p. 150-161, 2020.

DEBIAGI, F.; FARIA-TISCHER, P. C. S.; MALI, S. Nanofibrillated cellulose obtained from soybean hull using simple and eco-friendly processes based on reactive extrusion. **Cellulose**, v. 27, p. 1975–1988, 2020.

GANGULY, P.; SENGUPTA, S.; DAS, P.; BHOWAL, A. Valorization of food waste: Extraction of cellulose, lignin and their application in energy use and water treatment. **Fuel**, v. 280, p. 118581, 2020.

SHUKLA, Akanksha; KUMAR, Deepak; GIRDHAR, Madhuri; et al. Strategies of pretreatment of feedstocks for optimized bioethanol production: distinct and integrated approaches. *Biotechnology for Biofuels and Bioproducts*, v. 16, n. 1, p. 44, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s13068-023-02295-2>>. Acesso em: 17 maio 2023.

TAPPI TEST METHOD T222 om-88, 1999. Acid-insoluble lignin in wood and pulp. In: *Tappi Test Methods*. Tappi Press, Atlanta.

VAN SOEST, P.J. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **The Journal**

**of Animal Science**, v. 24, p. 834–843, 1965.

ZWAWI, M. A Review on Natural Fiber Bio-Composites, Surface Modifications and Applications. **Molecules**, v. 26, n. 404, p. 1-28, 2021.



## **POLUENTES EMERGENTES: AVANÇOS BIOTECNOLÓGICOS NO TRATAMENTO DE ÁGUA E EFLUENTES**

FRANCISCO DE ASSIS SANTANA DIAS; FABIANO FREIRE COSTA; FELIPE KELMER  
MÜLLER

**INTRODUÇÃO:** A importância da biotecnologia para os poluentes emergentes é um potencial para a vida e o meio ambiente, onde é possível diminuir e eliminar os impactos ambientais causados pelos plásticos e implementar inúmeras técnicas de descontaminação da água e efluentes sem gerar outras substâncias tóxicas. Não há dúvidas de que o ornamento biotecnológico necessita de fomento a pesquisas, cuja finalidade é a solução de problemas. **OBJETIVOS:** Abordar a utilização de diferentes técnicas biotecnológicas para poluentes emergentes como metais, microplásticos e fármacos. **METODOLOGIA:** Foram realizadas revisões bibliográficas, os artigos científicos foram selecionados em base de dados Scielo, Science Directy, PUBMED, Google Academics e entre outros. Os critérios de inclusão para a construção desse trabalho foram as utilizações de artigos dos últimos 5 anos e exclusivamente em inglês. **RESULTADOS:** Biotecnologias foram desenvolvidas a modo de resolver problemas ambientais e sociais, como as fibrilas amilóides de lisozima, um biofloculante capaz de remover a turbidez para microplásticos de poliestireno processado pela atração de suas cargas, superior a floculantes comerciais. O eletro-fenton promove a oxidação dos contaminantes orgânicos (fármacos) até a sua mineralização para remoção, sendo mais eficiente que métodos físicos e físico-químicos. Obtendo um simples manuseamento e o custo baixo, uma vez que o tempo de eletrólise para a mineralização das substâncias é muito caro. A combinação dos processos eletroquímicos avançados de oxidação com tratamento biológico tem mostrado excelentes resultados. A biorremediação é um processo em que são usados microrganismos para degradar, transformar e remover substâncias metálicas por oxidação, redução, desalquilação e outros. Os resultados são favoráveis por possuir um baixo custo e ser ecológica. **CONCLUSÃO:** Foi possível observar que os avanços biotecnológicos na área de tratamento de águas e efluentes estão impactando positivamente, gerando tecnologias eficientes e limpas as quais diminuem a toxicidade e o tempo de degradação dos microplásticos, metais e fármacos, além do baixo fator econômico. Além disso, cumprindo as diretrizes dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Organizações Unidas (ODS-2030), atuando principalmente na obtenção de água limpa e saneamento, vida debaixo d'água, boa saúde e bem estar, cidades e comunidades sustentáveis, combates às alterações climáticas e dentre outros objetivos.

**Palavras-chave:** Poluentes, Biotecnologia, Microplásticos, Resíduos de fármacos, Degradação.



## POSSIBILIDADES DE DESENVOLVIMENTO LOCAL A PARTIR DA INSTALAÇÃO DA INCUBADORA TECNOLÓGICA DA UFDPAR

DARLENE SILVA DOS SANTOS CELINA MARIA DE SOUZA OLIVINDO;  
RONALDO PORTELA DE OLIVEIRA; ELAINE PONTES BEZERRA; GABRIELLA  
SORAYA LIMA DE SOUSA

### RESUMO

A incubadora tecnológica Delta Incub – Incubadora UFDPAR tem como proposta constitutiva a incubação de negócios de inovação, assim como negócios de bases tecnológicas, considerando que o termo inovação tecnológica significa toda a novidade implantada pela empresa, por meio de atributos que aumentem a eficiência do processo produtivos ou que impliquem em um novo ou aprimorado produto. Nesse caso, a incubadora em evidência concentra seus objetivos no fato de estimular a criação e o desenvolvimento de micro e pequenas empresas e, por intermédio de tal estímulo, facilitar e agilizar os seus processos de inovação tecnológica. Dessa forma, este estudo objetiva conhecer as possibilidades de desenvolvimento local a partir da instalação da incubadora com vistas a inovação tecnológica através de uma revisão bibliográfica. O levantamento bibliográfico apontou que as mesorregiões que compreendem a região norte do Piauí, possuem peculiaridades das quais a implantação da incubadora irá colaborar para o desenvolvimento de suas respectivas potencialidades, de modo a promover o desenvolvimento local a partir de sua efetiva implantação. A conclusão do estudo aponta que é oportuno lembrar que a combinação das capacidades de inovação e de empreendedorismo dentro de uma determinada cidade, região ou país produz as incubadoras de alto impacto, que são um motor crítico para a geração de novas soluções para problemas importantes para a criação de postos de trabalho de longo prazo, bem como em última instância, para alavancar a prosperidade econômica e social dentre outros aspectos.

**Palavras-chave:** *Startup*; empreendedorismo; mercado; fortalecimento; negócios.

### 1 INTRODUÇÃO

Incubadora, pode ser considerado uma organização que tem dentre seus objetivos apoiar a criação ou o desenvolvimento de ideias que promova a criação e ou o desenvolvimento de microempresas, pequenas e médias empresas, por meio de um processo de orientação que se inicia logo nas primeiras etapas de vida do empreendedor/empresário. Busca-se com uma incubadora fortalecer os mercados locais e consequentemente o regional e nacional através da inovação. Assim, recorre-se a fala de Silva (2016) que diz, diante do novo dinamismo apresentado pelos sistemas de inovação, recentes instrumentos de apoio à criação e ao fortalecimento do empreendedorismo “vêm surgindo em resposta à demanda dos empreendedores, de modo a garantir que o desenvolvimento de novos negócios seja sustentável. Pois o que se nota é a criação de negócios relâmpagos, que da mesma forma que surgem, desaparecem”. Aliado a isso, o Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT (2000, p. 4) sinalizou da existência de sistemas e mecanismos mundialmente usados como ferramentas de indução da criação de empresas, inovadoras, geralmente conhecidos como Polos, Parques, Distritos Industriais, Escolas de Empreendedores, entre outros.

O Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT (2000, p. 4) assegura que, entre os instrumentos e ferramentas institucionais/empresariais que possibilitam a transformação do conhecimento em produtos, processos e serviços, o destaque vai para a incubação de empresas, “na qual é importante a participação ativa da comunidade que realiza pesquisas e atividades tecnológicas, nas universidades e em outras instituições de cunho tecnológico”, sendo o processo de incubação “crucial para que a inovação se concretize em tempo hábil para suprir as demandas do mercado”, isto é, processo de significativa relevância face à sociedade globalizada de hoje, onde o conhecimento, a eficiência e a celeridade no processo de inovação “passam a ser reconhecidamente os elementos decisivos para a competitividade das economias”.

O estudo proposto insurge na justificativa dessas premissas que residem os argumentos para compreensão dos aspectos determinantes da relevância da implantação da incubadora da UFDPAr que entre as razões enfatizadas no decorrer de sua construção, preliminarmente, também vale salientar de acordo com Lahorgue (2004, p. 83) esclarecendo ser um consenso na literatura que as incubadoras de empresas são elementos dos sistemas de inovação tecnológica com características genéricas, visto serem “espaços planejados para receberem empresas – STARTUPS ou não – e pelo uso compartilhado de área física e infraestrutura técnica e administrativa por um período de tempo determinado”.

Outra razão introdutória integrante da implantação da incubadora da UFDPAr, de caráter relevante é o apontado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT (2000, p. 9), especificando que as micro e pequenas empresas que surgem no mercado “sem contar com o apoio das incubadoras têm menores chances de incorporar inovações em seus processos de produção ou de prestação de serviços”, bem como o ambiente de uma incubadora “é um habitat mais que desejável para empresas nascentes, considerando que, além do apoio técnico-econômico, há sinergia criada pela concentração de empreendedores que têm como meta o sucesso empresarial”. Dessa forma, emerge o questionamento acerca de quais as possibilidades de desenvolvimento local de instalação da incubadora com vistas a inovação tecnológica?

Portanto, este estudo objetiva conhecer as possibilidades de desenvolvimento do local de instalação da incubadora com vistas a inovação tecnológica através de uma revisão bibliográfica.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

Este estudo alicerça-se na abordagem qualitativa, sendo que o tipo de pesquisa utilizado foi uma revisão bibliográfica, tendo como fonte de pesquisa sites e outras fontes para coleta de dados.

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Objetivando conhecer quais as possibilidades de desenvolvimento do local de instalação da incubadora com vistas a inovação tecnológica, convém salientar algumas pedras fundamentais da construção dessa veiculação que resulta em interesse de incubação e que podem resultar em consolidação (possibilidades) do desenvolvimento que Parnaíba vem alcançando(ará). Entre essas pedras: o crescimento elevado do município requerendo uma exploração mais conscientizada e qualificada da região, já que Parnaíba tem localização geográfica privilegiada, especialmente pelo rol de paisagens turísticas, constituído de praias e do Delta do Rio Parnaíba, o maior das Américas.

O surgimento de empresas industriais emergentes do contexto acadêmico (caso da Centro Flora e da Biotec) influenciando de forma inovadora e positiva o recurso da mão de obra qualificada, aparato técnico, tecnologia e o empreendedorismo; o aparecimento de novas

instituições acadêmicas, sediando a cidade grandes polos universitários e transformando a mesma em proporcionadora de conhecimentos de ponta, somando ao seu real crescimento, isto é, o contexto acadêmico em ascensão promove em Parnaíba e região a criação de uma estrutura apta ao fornecimento de um considerável progresso nas ciências aplicadas, aliado a uma promoção de uma melhor qualidade de vida e criação de mentes pensantes e competentes na extração de modo coordenado das potencialidades da região.

O segundo aspecto diz respeito ao contexto regional que corresponde a Parnaíba, em razão da abrangência de suas mesorregiões, a saber: Mesorregião Norte do Estado do Piauí, Mesorregião Noroeste do Ceará, Mesorregião Norte do Estado do Maranhão e Mesorregião Leste do Maranhão. A figura 1 apresenta a Mesorregião Norte do Piauí.

Nesse âmbito, não deve ser esquecido o papel de cidade inteligente que Parnaíba poderia representar como oportunidade de desenvolvimento para as suas mesorregiões com a implementação da incubadora da UFDPAr, em razão de cidade inteligente significar para o Ministério do Desenvolvimento Regional (2020, p. 28-29) aquela comprometida com o desenvolvimento urbano e a transformação digital sustentáveis, em suas esferas econômica, ambiental e sociocultural, atuando de modo planejado, inovador, inclusivo e em rede, promovendo o conhecimento digital, a política e gestão colaborativas, bem como faz uso de tecnologias para “solucionar problemas concretos, criar oportunidades, oferecer serviços com eficiência, reduzir desigualdades, aumentar a resiliência e melhorar a qualidade de vida de todas as pessoas”, garantindo-lhes a utilização segura e responsável de dados e das tecnologias da informação e comunicação.

O Ministério do Desenvolvimento Regional – MDR (2020, p. 75-77) acrescenta à sua informação, em sua Carta Brasileira para Cidades Inteligentes, As recomendações de que as cidades inteligentes devem “usar iniciativas de economia solidária, compartilhada, criativa, circular e colaborativa”, usando essas iniciativas para “criar soluções de modo a atender as diferentes realidades locais e gerar oportunidades para todas as pessoas”, ou seja, as cidades inteligentes devem proporcionar economias alternativas e inovadoras para a diversidade e, nesse ponto, pode estar incluída a Incubadora da UFDPAr. Aliado a isso, o mesmo ministério recomenda que as cidades inteligentes devem buscar a competitividade em serviços digitais urbanos, ou seja, procurar formas de garantir competitividade aos denominados “ecossistemas (conjunto e relações de pessoas e instituições que desenvolvem tecnologia e inovar) de serviços digitais urbanos”, bem como recomenda a essas cidades apoiar cadeias produtivas e esses ecossistemas nos territórios, “de modo a reduzir desigualdades socioeconômicas e espaciais”, entre outros conselhos que podem ir ao encontro da implantação da Incubadora UFDPAr.



**Figura 1 – Mesorregião Norte do Piauí.**  
 Fonte: Universidade Federal do Delta (2014).



**Figura 2 – Mesorregião Noroeste do Ceará**  
 Fonte: Universidade Federal do Delta (2014).

A Mesorregião Norte do Piauí compreende 22.152.102 km<sup>2</sup>, sendo constituída pelos municípios de Buriti dos Lopes, Cajueiro da Praia, Cocal, Ilha Grande, Luís Correia, Esperantina, Pedro II, Piracuruca, Piriipiri, entre outros municípios de portes pequenos e médios, que também encontram-se em desenvolvimento, devido às suas peculiaridades. A Mesorregião Noroeste do Ceará é demonstrada na figura 2.

Entre os municípios que formam a Mesorregião Noroeste do Ceará próxima a Parnaíba, encontram-se: Camocim, Chaval, Jijoca de Jericoacoara, Ibiabina, Viçosa, Sobral, Granja e Tianguá, também municípios que têm seus desenvolvimentos vinculados às suas próprias características. A Mesorregião Leste do Maranhão é constituída pela Microrregião Baixo Parnaíba e Chapadinha, sendo observada nas figuras 3 e 4.



**Figura 3 – Microrregião Baixo Parnaíba**  
 Fonte: Universidade Federal do Delta (2014).



**Figura 4 – Microrregião Chapadinha.**  
 Fonte: Universidade Federal do Delta (2014).

As duas regiões, Microrregião Baixo Parnaíba e Chapadinha são compostas pelos, entre outros, municípios de Araisos, Brejo, São Bernardo e outros municípios de peculiaridades responsáveis por seus desenvolvimentos. Já a Mesorregião Norte do Maranhão é constituída pela Microrregião dos Lençóis Maranhenses e Chapadinha, cujos municípios de Barreirinhas e Tutoia são seus destaques, sendo observada na figura 5 a dos Lençóis Maranhenses.



**Figura 5 – Microrregião Lençóis Maranhenses**  
 Fonte: Universidade Federal do Delta (2014).

Como se vê, são mesorregiões próximas ao município de Parnaíba, com algumas cidades parceiras de projetos e ações político, governamentais e não governamentais (APA do Delta do Parnaíba, RESEX Marinha e outras), cujas relações podem contribuir com o permanente desenvolvimento das mesmas, visto o potencial de influência que Parnaíba tem diante dos municípios pertencentes a essas mesorregiões ser de significativa relevância. Nesse caso, há de se crê em maiores possibilidades de tais mesorregiões alcançarem uma evolução nesse constante desenvolvimento, em razão de, Parnaíba dispoendo da incubadora tecnológica Delta Incub – Incubadora UFDPAr, a parte que lhe coubesse para tal fim estaria feita.

O terceiro aspecto considerado responsável pelas possibilidades de desenvolvimento de Parnaíba com a instalação da incubadora tecnológica Delta Incub – Incubadora UFDPAr é, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2011), o fato de Parnaíba deter aproximadamente 95% dos seus habitantes na zona urbana, repercutindo em seus índices econômicos. Aliado a isso, o turismo vem despontando como uma das maiores expectativas de investimento, buscando o atendimento aos diversos perfis de turistas que procuram a cidade e seus atrativos, bem como a sua participação em destinos como a Rota das Emoções e outros roteiros Turísticos. Em outras palavras, são aspectos que indicam possibilidades de desenvolvimento para o local onde a incubadora tecnológica Delta Incub – Incubadora UFDPAr será instalada efetivamente.

#### 4 CONCLUSÃO

As possibilidades de desenvolvimento local apresentadas atentam para o prescrito pelo SEBRAE (2020, p. 8-10), diante de duas capacidades que atuam em conjunto como instrumento de uma incubadora que precisas ser desenvolvida para que a mesma possa prosperar, isto é, a Capacidade de Inovação (I – CAP), sendo a capacidade de um lugar (uma cidade, região, país) abrigar o desenvolvimento de concepções novas para o mundo e conduzi-las ao impacto (econômico, social ou outro). Já a Capacidade de Empreendedorismo (E – CAP), segundo o mesmo SEBRAE, diz respeito à capacidade empreendedor e o ambiente de negócios, com vistas à formação de novas empresas, “desde os primeiros estágios de STARTUP, passando pelo ganho de escala (SCALE-UP) ”.

Na continuidade da atenção dada às prescrições do SEBRAE (2020, p. 8-10), é oportuno lembrar que a combinação das capacidades de inovação e de empreendedorismo dentro de uma determinada cidade, região ou país produz as incubadoras de alto impacto, “que são um motor crítico para a geração de novas soluções para problemas importantes para a criação de postos de trabalho de longo prazo”, bem como “em última instância, para alavancar a prosperidade econômica e social”. Nesse âmbito, os atores reportados à incubadora tecnológica Delta Incub – Incubadora UFDPAr, de acordo com o SEBRAE (2020, p. 12-13), estando conectados por redes formais e informais, bem como operando sob um contexto institucional, podem tanto apoiar o desenvolvimento da incubadora e conseqüentemente, o desenvolvimento local. Logo, ressaltada fica a atuação nas redes dos atores norteados pela incubadora como de significativa importância para a gestão da inovação tecnológica de forma a promover o acesso a todos dos atores envolvidos no processo de crescimento de negócios inovadores que agreguem valor econômico, social e tecnológico no âmbito regional.

#### REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT / Secretaria de Política Tecnológica Empresarial – SEPTE. **Manual para a Implantação de Incubadoras de Empresas.**

Brasília-DF, 2000. Disponível em: <http://www.sgc.goias.gov.br/upload/arquivos/2011->

11/manual\_incubadoras.pdf. Acesso em: 18 mar. 2021.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional – MDR. **Carta Brasileira para cidades inteligentes**. Brasília-DF, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/desenvolvimento-regional/projeto-andus/carta-brasileira-para-cidades-inteligentes>. Acesso em: 18 mar. 2021.

FIEPI – Federação das Indústrias do Estado do Piauí. **Novas ações**. 2020. Disponível em: <https://www.fiepi.com.br/>. Acesso em: 18 mar. 2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **População Piauiense 2011**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi>. Acesso em: 18 mar. 2021.

LAHORGUE, Maria Alice. Parques, Polos e Incubadoras: instrumento de desenvolvimento do século XXI. 2004. *In*: SILVA, Emília Rosangela Pires da. **Manual: Incubação da Empresas – conceitos, metodologia e práticas**. Goiânia-GO: Kelps, 2016.

MDR – Ministério do Desenvolvimento Regional. **Carta Brasileira para Cidades Inteligentes**. Brasília-DF, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/desenvolvimento-regional/projeto-andus/carta-brasileira-para-cidades-inteligentes>. Acesso em: 18 mar. 2020.

PMP – Prefeitura Municipal de Parnaíba. **Lei de Diretrizes Base Orçamentárias e Plano Diretor do Município**. 2020. Disponível em: <http://dom.parnaiba.pi.gov.br/assets/diarios/62e162da330ab9ab99c3c8c7d3a2deb4.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2021.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Relatório de Gestão de 2016**. Teresina-PI, 2016. Disponível em: <https://www.googleadservices.com/pagead/aclk?sa=L&ai.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2021.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Ecossistemas de Empreendedorismo inovadores e inspiradores**. Brasília-DF, 2020. Disponível em: <https://anprotec.org.br/site/2020/06/anprotec-e-sebrae-lancam-ebook-sobre-ecossistemas-de-empendedorismo-inovadores/>. Acesso em: 18 mar. 2021.

SEBRAE – Serviços Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Especialista em Pequenos negócios**. Disponível em: [https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/canais\\_adicionais/o\\_que\\_fazemos](https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/canais_adicionais/o_que_fazemos). Acesso em: 18 mar. 2021.

SILVA, Emília Rosangela Pires da. **Manual: Incubação da Empresas – conceitos, metodologia e práticas**. Goiânia-GO: Kelps, 2016.

UFDPAR – Universidade Federal do Delta do Parnaíba. **Projeto de criação e implantação**. Parnaíba-PI, 2014. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-32832019000600206&script=sci\\_arttext&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-32832019000600206&script=sci_arttext&tlng=pt). Acesso em: 18 mar. 2021.



## PRODUÇÃO DE BIOETANOL DE SEGUNDA GERAÇÃO A PARTIR DA BIOMASSA DE *Eichhornia crassipes* VIA HIDRÓLISE ENZIMÁTICA FÚNGICA

MARIA CRISTINA SOUZA; CYNTHIA BEATRIZ FURSTENBERGER; GABRIELA DE CÁSSIA JAVORSKI; CAMILA CAMARGO GOMES; EVERSON DO PRADO BANCZEK

### RESUMO

Os biocombustíveis surgem como uma alternativa para os combustíveis fósseis, que são recursos limitados. Dentre eles, o bioetanol se destaca como uma opção promissora, pois pode ser produzido a partir de diversas fontes de biomassa renovável, isso o torna uma alternativa mais sustentável, pois não está sujeito à escassez dos recursos e sua queima libera menos gases poluentes causadores do efeito estufa. Este estudo teve como objetivo comparar a eficiência da hidrólise enzimática do fungo *Grifola frondosa* em biomassa de Aguapé (*Eichhornia crassipes*), após 07 e 21 dias de crescimento, para a produção de etanol de segunda geração, fermentado pela bactéria *Escherichia coli*. Os resultados obtidos, após destilação fracionada, foram comparados com os padrões estabelecidos pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) para etanol hidratado combustível. Embora os teores alcoólicos ainda estejam abaixo do exigido pela regulamentação, os resultados foram consistentes. O teor alcoólico máximo obtido foi de 82,3%, com o crescimento de 21 dias do fungo na biomassa. As massas específicas obtidas estão acima dos limites devido ao baixo teor alcoólico, uma vez que esses parâmetros são inversamente proporcionais. A cor e o aspecto visual das amostras estavam adequados, sendo límpidas e sem impurezas. Quanto ao pH, todas as amostras estavam dentro dos limites estabelecidos pela regulamentação. Esses resultados indicam que a biomassa de Aguapé, pode ser uma fonte viável para a produção de etanol de segunda geração. É um passo promissor para a pesquisa futura e o desenvolvimento de alternativas mais sustentáveis aos combustíveis fósseis.

**Palavras-chave:** Aguapé; *Grifola frondosa*; Fermentação; Lignocelulose; Fungo.

### 1 INTRODUÇÃO

O bioetanol é o biocombustível com expectativas mais otimistas para o futuro (FURLAN, 2009), em especial, o de segunda geração, que é produzido a partir de biomassa lignocelulósica, de resíduos de origem vegetal (TEIXEIRA, 2019), o componente orgânico mais abundante e renovável da biosfera (CHAMPAGNE, 2017).

O Aguapé (*Eichhornia crassipes*) apresenta uma grande vantagem perante diversas fontes de biomassa, pois por se tratar de uma planta aquática, não compete com os recursos terrestres usados no cultivo de alimentos aráveis além de possuir uma rápida capacidade de disseminação e crescimento populacional (REZANIA, et al., 2015), com isso, a necessidade de estabelecer medidas para o controle do seu crescimento são fatores que contribuem para o desenvolvimento de processos economicamente viáveis para a produção de bioetanol a partir de sua biomassa (TEIXEIRA, et al., 2019).

Na tecnologia para a produção de etanol de segunda geração é necessária uma etapa de hidrólise, que pode ser química ou enzimática, para a conversão da celulose em açúcares, para posterior fermentação dos microrganismos (BRONZATO, 2016; MORAIS et al., 2019), sendo

que a enzimática é mais barata, branda e menos agressiva ambientalmente (CARMINATTI, 2001; DUFF e MURRAY, 1996; FERREIRA et al., 2013).

Os fungos são responsáveis pela grande maioria da degradação da biomassa na natureza. *Grifola frondosa*, é conhecido por produzir uma ampla gama de enzimas hidrolíticas e oxidativas, que através de sua ação combinada, lhes permitem colonizar, degradar e bioconverter com sucesso muitos substratos lignocelulósicos (BARRETO, ALZETE e LEVIN, 2011). O uso do fungo *Grifola frondosa*, apresenta vantagens sobre a utilização de enzimas purificadas, uma vez que estas apresentam maiores custos de aquisição, o que pode ocasionar inviabilidade econômica da produção (LORENZETTI, 2018)

O objetivo deste trabalho é produzir bioetanol de segunda geração a partir da hidrólise enzimática do fungo *Grifola frondosa* sobre a biomassa de *Eicchornia crassipes*, fermentada pela bactéria *Escherichia coli* e compara-lo com a regulamentação técnica da Agência Natural do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) nº 907/2022

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A biomassa utilizada neste trabalho, foi coletada na estação de tratamento de esgoto (ETE) da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), localizada no município de Pitanga- PR, nas coordenadas 24° 45' 26" S e 51° 45' 41" W.

A primeira etapa no processo de produção do etanol, consiste no pré-tratamento, onde a biomassa foi higienizada e cortada em pedaços menores, em seguida foi levada para uma estufa de secagem onde permaneceu a 105 °C, até a perda total de água. Posteriormente foi processada em liquidificador a fim de diminuir a superfície de contato e seguir para as próximas etapas.

A etapa seguinte, que consiste na hidrólise, que é quebra do polímero de celulose da biomassa em monômeros de glicose. A hidrólise enzimática foi realizada pelo fungo *Grifola frondosa*, previamente cultivado em estufa bacteriológica. Estes ensaios foram realizados em triplicata, onde foram pesados 10g de biomassa seca e adicionados 10mL de água destilada e submetidos a autoclavagem, após isso, o fungo foi inoculado na biomassa e levado para a estufa bacteriológica durante 07 e 21 dias, a fim de comparação.

Após esse tempo de incubação, o conteúdo do Erlenmeyer foi completado para 100ml com água deionizada.

Para o processo de fermentação foi utilizada a bactéria *Escherichia coli*, previamente cultivada em meio líquido, após a sua inserção no meio, as amostras foram levadas para dentro de jarras de anaerobiose e acondicionadas em estufa bacteriológica por 48h.

Em seguida as amostras foram submetidas ao processo de destilação fracionada, que tem como objetivo separar líquidos de volatilidades distintas, separando dessa forma, o etanol dos demais componentes do mosto, como a água, por exemplo.

O etanol obtido foi analisado conforme a regulamentação técnica da ANP nº 907/2022. Para os parâmetros de cor e Aspecto, onde os limites estabelecidos são Incolor e Límpido e Isento de Impurezas (LII), respectivamente. O método para este teste é visual, onde o etanol é levado a um recipiente translúcido, e colocado contra a luz, a fim de observar suas características visuais.

O potencial hidrogeniônico (pH), foi analisado com o auxílio de fitas indicadoras universais de pH, sendo o seu limite estabelecido entre 6,0 a 8,0.

O teor alcoólico foi obtido através da metodologia NBR- 13920, com a preparação de uma curva de calibração e leitura das amostras e padrões em espectrofotômetro UV-VIS, a 600nm, sendo o limite aceito entre 92,5 a 95,4 %.

A Massa específica a 20°C foi analisada através do teor alcoólico com o auxílio do Software “Tabelas Alcoolométricas” da ABNT, sendo o limite aceito entre 802,9 a 811,2 Kg/m<sup>3</sup>.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 estão relacionados os resultados das análises físico-químicas do etanol que foi obtido após o processo de destilação

Tabela 1: resultados obtidos das análises do etanol produzido após a destilação

ID	Tempo de hidrólise	Cor Visual	Aspecto Visual	Teor alcoólico (%)	Média teor alcoólico	Massa específica (Kg/m <sup>3</sup> )	Média Massa específica	Média pH	Média pH
1	07 dias	Incolor	*L.I.I.	71,0	68,3	865,22	871,62	6,0	6,0
2	07 dias	Incolor	*L.I.I.	65,6		878,03		6,0	
1	21 dias	Incolor	*L.I.I.	78,4	80,3	847,32	842,49	6,5	6,5
2	21 dias	Incolor	*L.I.I.	82,3		837,67		6,5	

\*L.I.I. = Límpido e Isento de Impurezas

Todos os resultados de pH ficaram dentro dos limites estabelecidos pela ANP para etanol combustível, quanto as análises visuais, todas as amostras apresentaram-se límpidas e isentas de impurezas para o aspecto, e quanto a cor, todas estavam incolores.

Os teores alcoólicos obtidos em todas as hidrólises ainda estão baixos de acordo com o exigido pela ANP, porém, pode-se perceber que houve um aumento no teor alcoólico obtido com 21 dias de hidrólise em comparação com o de 07 dias, indicando que o fungo está cumprindo seu papel de decompositor e conseguindo liberar a celulose em forma de açúcar para posteriormente ser fermentada pela bactéria.

Como a massa específica e o teor alcoólico são fatores codependentes, e o teor alcoólico ainda ficou abaixo do estabelecido para combustível pela ANP, as massas específicas ficaram todas acima dos limites, uma vez que esses fatores são inversamente proporcionais.

### 4 CONCLUSÃO

Este trabalho comprovou que o fungo *Grifola frondosa* possui um grande potencial de realizar hidrólise da biomassa de *Eicchornia crassipes*.

O maior fator limitante da hidrólise enzimática para esta metodologia é o tempo, uma vez que o fungo demorou 21 dias para crescer na biomassa e chegar a este resultado, mas tratando-se de uma escala industrial, após estes 21 dias pode-se estabelecer um sistema de fluxo contínuo diário dessas hidrólises, o que não afetaria a produção. Outro fator importante a ser considerado, seria que por tratar-se de um organismo vivo, o fungo necessita de cuidados para evitar contaminação de outros microrganismos e não afetar assim a sua ação hidrolítica.

Apesar dos fatores citados acima, vale salientar que a hidrólise enzimática ocorre em condições muito mais brandas que as químicas, e são ambientalmente menos degradantes, vantagem ainda que se estende perante a utilização das enzimas brutas do fungo, que é uma técnica muito mais barata quando comparada à utilização de enzimas purificadas, o que poderia deixar o processo economicamente inviável.

### REFERÊNCIAS

ANP, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Resolução da ANP 907/2022. Disponível em: <https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-907-2022-dispoe-sobre-as-especificacoes-do-etanol-combustivel-e-suas-regras-de-comercializacao-em-todo-o-territorio-nacional?origin=instituicao>. Acesso em 29 de abril de 2023.

BARRETO, S. M. ; ALZATE, C. O. E.; LEVIN, L. Modeling *Grifola frondosa* fungal growth during solid-state fermentation. **Engineering in Life Sciences**, v. 11, n. 3, p. 316-321, 2011.

BRONZATO, G.R.F. **Investigação da biomassa de *Eichhornia crassipes* (aguapé) para a obtenção de etanol de segunda geração como um processo mitigatório da poluição aquática**. 2016. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2016.

CARMINATTI, C.A. **Ensaio de Hidrólise Enzimática da Lactose em Reator a Membrana Utilizando Beta-Galactosidase *Kluyveromyces lactis***. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

CHAMPAGNE, P. Feasibility of producing bio-ethanol from waste residues: A Canadian perspective Feasibility of producing bio-ethanol from waste residues in Canada. **Resources Conservation e Recycling**. v. 50, p. 211-230, 2007.

DUFF, S.J., MURRAY, W.D. Bioconversion of forest products industry waste celluloses to fuel etanol: a review. **Bioresource technology**. n. 55, p. 1-33, 1996.

FERREIRA, S.M.; CALIARI, M.; JÚNIOR, M.S.; BELEIA, A.P. produção de açúcares redutores por hidrólise ácida e enzimática de farinha de arroz. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.15, n.4, p.383-390, 2013.

LORENZETTI, A. **Efeito do ultrassom na hidrólise enzimática das proteínas do soro lácteo e disponibilidade in vitro**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia de alimentos)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

MORAIS, P.P; PASCOAL, P.V.R.; ROCHA, E.S.M.; MARTINS, E.C.A. Etanol de 2 geração: atual produção e perspectivas. **Bioenergia em revista: diálogos**, n. 1, p. 45-57, 2017.

REZANIA, S., PONRAJ, M., TALAIEKHOZANI, A., MOHAMAD, S. E., DIN, M. F. M., TAIB, S. M., SAIRAN, F. M. Perspectives of phytoremediation using water hyacinth for removal of heavy metals, organic and inorganic pollutants in wastewater. **Journal of environmental management**, v. 163, p. 125-133, 2015.

TEIXEIRA, D. A. **Produção de etanol de segunda geração a partir de aguapé (*Eichhornia crassipes*)**. 2019. Dissertação (Mestrado em biocombustíveis) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2019.



## PROTEASE COLAGENOLÍTICA PRODUZIDA POR *Mucor subtilissimus* UCP1262.

KETHYLEN BARBARA BARBOSA CARDOSO, DIEGO GOMES RAMOS, THIAGO PAJEÚ NASCIMENTO, ROMERO MARCOS PEDROSA BRANDÃO COSTA, ANA LÚCIA FIGUEIREDO PORTO.

### RESUMO

A produção de enzimas com atividade proteolítica e colagenolítica desperta um interesse crescente devido às suas aplicações industriais em diversos setores, incluindo a indústria alimentícia, cosmética e farmacêutica. Neste estudo, realizamos uma investigação detalhada sobre a capacidade do fungo *Mucor subtilissimus* em produzir proteases e colagenases utilizando a técnica de fermentação em estado sólido (FES). Por meio da FES, conseguimos obter extratos brutos enzimáticos com atividades proteolítica e colagenolítica significativas. Além disso, aplicamos técnicas de precipitação cetônica e purificação para aprimorar a qualidade desses extratos. Os resultados obtidos foram promissores, demonstrando que as proteases e colagenases produzidas por *Mucor subtilissimus* possuem propriedades favoráveis para aplicações industriais. A atividade colagenolítica alcançou valores de até 165,4 U/mL, evidenciando o potencial dessas enzimas para degradar e modificar o colágeno. Essas enzimas apresentaram estabilidade em uma ampla faixa de pH e temperatura, o que é altamente desejável para aplicações industriais versáteis. Além disso, observamos uma alta especificidade de substrato para o colágeno, indicando a capacidade de direcionar sua atividade degradativa de forma seletiva. Em suma, os resultados obtidos neste estudo confirmaram que o fungo *Mucor subtilissimus* é um microrganismo promissor para a produção de proteases e colagenases por meio da FES. Essas enzimas têm um grande potencial biotecnológico para serem aplicadas em diversos setores industriais, como alimentos, cosméticos e produtos farmacêuticos. Futuras pesquisas podem se concentrar em otimizar ainda mais o processo de produção e explorar novas aplicações específicas para atender às demandas da indústria.

**Palavras-chave:** Fermentação; enzima; fungo; microrganismo; biotecnologia.

## 1 INTRODUÇÃO

Os peptídeos derivados de colágeno são biomateriais de considerável interesse na indústria. Eles são frequentemente associados à alimentação, medicamentos, produtos cosméticos e outros produtos relacionados à saúde humana e animal. Exemplificando algumas aplicações dos peptídeos de colágeno, temos seu uso em imunoterapia (GAO, 2019), tratamento da hipertensão (MCALINDON *et al.*, 2011), fabricação de hidratantes e cosméticos que visam retardar o processo de envelhecimento causado pela exposição ao sol (YAGODA; GUNS, 2014), nutrição parenteral (USAMAH, 2019), tratamento de úlceras (YAMANAKA, 2017), atividade antimicrobiana (GÓMEZ-GUILLÉN, *et al.*, 2011), propriedades anticancerígenas e antioxidantes (NASRI, 2019), entre outros. Consequentemente, o interesse por essas biomoléculas e suas possíveis aplicações impulsiona a pesquisa de enzimas capazes de degradar o colágeno, uma vez que a produção de peptídeos biologicamente ativos é realizada através da hidrólise enzimática.

Além da produção de peptídeos, as proteases com ação colagenolítica também têm

aplicações diretas na indústria. Elas são utilizadas para auxiliar na cicatrização, facilitar a epitelização por meio do processo de debridamento e degradar placas fibrosas formadas por doenças como a doença de Peyronie (JORDAN, 2008). Essas enzimas também são aproveitadas na restauração de afrescos, removendo resíduos orgânicos (BHAGWAT; DANDGE, 2018). Na indústria alimentícia, podem ser empregadas no amaciamento de carnes em baixas temperaturas, reduzindo as chances de contaminação microbiana. Além disso, são utilizadas como amaciantes na indústria do couro, facilitando a penetração de corantes (BHAGWAT *et al.*, 2016; BHAGWAT; DANDGE, 2018).

As proteases colagenolíticas podem ser obtidas de diversas fontes. As colagenases de origem animal têm a capacidade de clivar o colágeno em locais específicos e podem ser extraídas de vários vertebrados, sendo as vísceras de peixes um destaque nesse aspecto (OLIVEIRA, 2017). Em plantas, as proteases colagenolíticas são comumente encontradas nas espécies *Ficus carica* e *Zingiber officinale* (BHAGWAT; DANDGE, 2018). Devido às suas características específicas que permitem a degradação do colágeno em múltiplos sítios, aos custos de produção e manutenção, alto rendimento, maior produtividade e facilidade no controle das condições de produção, existe uma preferência pelas colagenases provenientes de microrganismos (WANDERLEY *et al.*, 2017; BHAGWAT; DANDGE, 2018).

Atualmente, o microrganismo mais amplamente utilizado na produção industrial de colagenase é o *Clostridium* sp. No entanto, devido à sua natureza patogênica e capacidade de produzir toxinas, pode haver limitações na aplicação dessas enzimas (BHAGWAT; DANDGE, 2018). Nesse contexto, a purificação das enzimas por meio de metodologias adequadas torna-se uma etapa crucial para o uso industrial, especialmente nas áreas da saúde e alimentação (NELSON; COX, 2014). Apesar disso, as proteínas colagenolíticas obtidas de microrganismos apresentam mais vantagens em relação às provenientes de animais ou plantas. Wanderley *et al.* (2017) analisaram o uso de fungos filamentosos na produção de proteases, destacando os gêneros *Penicillium* e *Aspergillus* como excelentes produtores de colagenase. No entanto, é importante ressaltar que a pesquisa envolvendo diferentes gêneros e espécies de microrganismos é essencial, devido à ampla diversidade morfofisiológica desses organismos e às diversas possibilidades que podem ser exploradas.

O fungo *Mucor subtilissimus* é um representante da ordem Mucorales e é encontrado em diversas partes do mundo, especialmente em regiões de clima tropical e subtropical. Assim como outros membros desta ordem, este fungo é um decompositor, frequentemente encontrado no solo e em excremento de animais. Estudos recentes têm demonstrado que *M. subtilissimus* é capaz de produzir compostos com potencial aplicação em diversas áreas, incluindo a indústria farmacêutica e alimentícia (Souza *et al.* 2022). Além disso, alguns estudos sugerem que este fungo pode ser utilizado como um agente de biocontrole de patógenos de plantas. A compreensão das características bioquímicas e fisiológicas de *M. subtilissimus* tem grande importância para o desenvolvimento de novas aplicações industriais e agrícolas, bem como para a compreensão da diversidade ecológica da ordem Mucorales. Estudos como os de Costa *et al.* (2023) demonstram a capacidade do gênero na degradação de gelatina, abrindo possibilidades para o uso biotecnológico desse gênero para obtenção de enzimas capazes de degradar colágeno.

Outro aspecto interessante sobre o fungo *Mucor subtilissimus* é a sua capacidade de produzir proteases fibrinolíticas. Estudos recentes têm mostrado que este microrganismo é capaz de produzir essas enzimas com alto rendimento em diferentes condições de cultivo, o que pode torná-lo um candidato promissor para a produção industrial de proteases (Nascimento *et al.*, 2016). Sendo assim o objetivo deste trabalho é analisar a obtenção de protease colagenolítica a partir da fermentação do fungo *Mucor subtilissimus* UCP1262.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

## 2.1. Microorganismo

O fungo filamentosso *Mucor subtilissimus* UCP 1262 utilizado neste estudo foi isolado do solo da região da Caatinga, em Pernambuco, Brasil. Esse isolado foi obtido a partir da Coleção de Culturas da Universidade Católica de Pernambuco (UCP) e gentilmente cedido para a pesquisa. O fungo foi mantido em meio BDA a 30°C por 7 dias e armazenado em óleo mineral.

## 2.2. Preparação do inóculo

Para a obtenção do inóculo, os esporos foram coletados utilizando uma solução nutritiva composta por 0,5% de extrato de levedura, 1% de glicose e 0,01% de Tween 80, diluída em tampão fosfato de sódio 245 mM previamente esterilizado, pH 7,0. Os esporos foram contados em uma câmara de Neubauer para obter uma concentração final de 10<sup>7</sup> esporos/mL.

## 2.3. Produção da protease colagenolítica por fermentação em estado sólido

Para a produção da protease fibrinolítica, frascos de Erlenmeyer de 125 mL contendo 3,0 g de farelo de trigo como substrato (com teor de umidade de 50%) foram esterilizados por autoclavagem a 121 °C e 1 atm por 20 minutos. Em seguida, os frascos foram inoculados com a suspensão de esporos de *M. subtilissimus* UCP 1262 descrita anteriormente e incubados a 25°C por 72 horas.

## 2.4. Extração da enzima

A extração da enzima foi realizada após 72 horas de fermentação. Para isso, adicionou-se 7,5 mL de tampão fosfato de sódio 245 mM, pH 7, por grama de substrato nos frascos. Os frascos foram então colocados em um agitador orbital a 150 rpm, a temperatura ambiente, por 90 minutos, conforme descrito anteriormente (Nascimento *et al.*, 2015) Após a etapa de agitação, as amostras foram centrifugadas a 3500 rpm por 10 minutos, e o sobrenadante obtido foi utilizado para a determinação das atividades da protease e fibrinolítica.

## 2.5. Atividade proteolítica

A atividade proteolítica foi medida seguindo o método descrito por Ginther (1979). Para isso, foram preparadas misturas de ensaio contendo 1,0 mL de hidrocloreto de TRIS 0,2 M, pH 7,2, 10<sup>-3</sup> M de CaCl<sub>2</sub>, 1% de azocaseína e 150 µL do meio de cultura gasto. Essas misturas foram incubadas a 28 °C por 1 hora. Após a interrupção da reação pela adição de 1,0 mL de ácido tricloroacético a 10%, as amostras foram centrifugadas a 3000g por 15 minutos. Em seguida, 0,8 mL do sobrenadante foi transferido para um segundo tubo

## 2.6. Determinação de proteínas e atividade colagenolítica

A concentração de proteína foi determinada de acordo com ao método de Smith et al. [12]. Albumina de soro bovino foi usada como proteína padrão. A atividade colagenolítica foi determinada de acordo com ao método descrito por Chavira et al. (1984). Resumidamente, uma alíquota (50 µL) da amostra foi adicionado a 5,0 mg de Azocoll solubilizado em 950 µL de tampão Tris-HCl pH 8,0 (0,1 M). A reação ocorreu a 35°C durante 1 h sob agitação. A absorbância do sobrenadante foi medida em 520nm usando um espectrofotômetro Ultrospec 7000 (GE Healthcare, Uppsala, Suécia). A atividade específica foi determinada por meio de

atividade/proporção de proteína e expressa em U/mg.

## 2.7. Purificação das proteases

O líquido metabólico foi precipitado com acetona a 70% e aplicado em uma Coluna de troca iônica DEAE-Sephadex G-50, equilibrada com tampão Tris-HCl, pH 8,0 (0,1 M), onde foram coletadas amostras do Não Adsorvido utilizando o mesmo tampão. Frações contendo proteínas foram agrupadas após a análise, e todo o processo foi monitorado a 215nm usando um espectrofotômetro.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As culturas de *Mucor subtilissimus* UCP 1262 foram capazes de ocupar completamente o substrato em 72 horas nas condições analisadas, demonstrando rápida colonização e degradação do substrato. Por ser um fungo filamentosos, é capaz de suportar altas densidades de biomassa e baixa umidade. A rápida colonização do substrato também pode ser devido à riqueza de nutrientes presente farelo de trigo mostrando que este é um substrato valioso na fermentação de fungos filamentosos (Wu *et al.* 2022)

O processo de pré-purificação por meio de precipitação cetônica mostrou ser um processo determinante na obtenção de colagenases, como pode ser observado na tabela 1, aumentando aproximadamente 5% a atividade proteolítica e colagenolítica em relação ao extrato bruto. Esse aumento era esperado, uma vez que esses processos visam remover contaminantes não proteicos e proteínas que não são de interesse biotecnológico, e está de acordo com outros estudos publicados, como o de Novelli (2016), que purificou proteases secretadas por *Aspergillus niger*, *A. flavipes*, *A. brasiliensis*, *A. oryzae* e *Penicillium roquefortii* em farelo de trigo e soja, atingindo atividade de protease de até 40 U/ml. É importante ressaltar também que, após a precipitação a amostra foi concentrada 20 vezes, portanto, como primeira etapa no processo de purificação, a precipitação fracionada tem se mostrado eficiente.

AMOSTRA	ATIVIDADE PROTEASICA (U/mL)	ATIVIDADE COLAGENOLÍTICA (U/mL)
EXTRATO BRUTO	125.46	216.1
PRECIPITADO CETÔNICO	140.6	226.3
PURIFICADO	150.47	165.4

As amostras também foram submetidas à cromatografia líquida em sistema AKTASart utilizando como resina DEAE-Sephadex. Em relação à atividade enzimática das amostras purificadas, observou-se um desempenho significativo tanto nas atividades proteolíticas quanto colagenolíticas como pode ser observado na tabela, chegando até a 165.5 U/mL, o que demonstra um excelente possibilidade do uso deste microrganismo para obtenção de colagenases a partir de Fermentação em estado solido nas condições observadas.

## 4 CONCLUSÃO

Destaca-se a produção de proteases colagenolíticas por fermentação em estado sólido (FES) utilizando *Mucor subtilissimus* como microrganismo produtor. Os resultados obtidos

demonstraram a capacidade deste fungo em secretar enzimas com atividade colagenolítica promissora. Através do processo de FES, foi possível obter um extrato bruto enzimático com atividade proteolítica e colagenolítica significativas. Os resultados deste estudo contribuem para o avanço do conhecimento na produção de proteases colagenolíticas por *Mucor subtilissimus* utilizando a estratégia de FES. Essas enzimas têm grande relevância na indústria cosmética, alimentícia e de saúde, devido às suas propriedades de degradação do colágeno, podendo ser exploradas no desenvolvimento de produtos com aplicações terapêuticas e estéticas. Portanto, conclui-se que *Mucor subtilissimus* é um microrganismo promissor para a produção de proteases colagenolíticas por FES, e novas pesquisas podem explorar ainda mais o potencial biotecnológico dessas enzimas e suas aplicações em diferentes setores industriais.

## REFERÊNCIAS

- BHAGWAT, P.K. et al. Collagen and collagenolytic proteases: A review. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, 15, 43-55. 2018.
- BHAGWAT, P.K. et al. Purification, properties and application of a collagenolytic protease produced by *Pseudomonas* sp. SUK. **RSC**. 2016.
- CHAVIRA Jr, R., Burnett, T. J. e Hageman, J. H. 1984. **Bioquímica analítica**, 136(2), 446-450.
- COSTA, O.Y.A., Pijl, A., Houbraeken, J., van Lith, W., Kuramae, E.E. (2023). Soil substrate source drives the microbes involved in the degradation of gelatin used as a biostimulant. **Applied Soil Ecology**. Retrieved 14 April 2023.
- GAO, S. et al. Immunomodulatory effects of collagen hydrolysates from yak (*Bos grunniens*) bone on cyclophosphamide-induced immunosuppression in BALB/c mice. **Journal of Functional Foods**, 60. 2019.
- GINTHER, C.L. Esporulação e produção de serina protease e cefamicina C por *Streptomyces lactamdurans*, **Antimicrob. Agents Chemother.** 15 (1979) 522-526.
- JORDAN, G.H. The use of intralesional clostridial collagenase injection therapy-center, non-placebo controlled study. **J Sex Med**, 5, 180-187.
- NASRI, M. Bioactive Peptides from Fish Collagen Byproducts. **Byproducts from Agriculture and Fisheries**, 309-333. 2019.
- NASCIMENTO, T.P., Sales, A.E., Porto, C.S., Brandão, R.M.P., Campos-Takaki, G.M., Teixeira, J.A.C., Porto, T.S., Porto, A.L.F., Converti, A. (2016). Purification of a fibrinolytic protease from *Mucor subtilissimus* UCP 1262 by aqueous two-phase systems (PEG/sulfate). **Journal of Chromatography B**, 1025, 16-24.
- NASCIMENTO, T.P., Sales, A.E., Porto, C.S., Brandão, R.M.P., Takaki, G.M.C., Teixeira, J.A.C., Porto, T.S., Porto, A.L.F. Produção e caracterização de uma nova protease fibrinolítica de *Mucor subtilissimus* UCP 1262 por fermentação em estado sólido. **Enzyme Res.** 8 (2015) 81–91
- NOVELLI, P. K., Barros, M. M. and Fleuri, L. F. 2016, Food Chem. Elsevier Ltd, 198, 119-

24.

OLIVEIRA, V.M. et al. Colagenases do pescado e suas aplicações industriais. **Pubvet**, 11(3), 243-255. 2017.

SOUZA, P.M. et al. A biotechnology perspective of fungal proteases. **Braz. J. Microbiol**, 46(2), 315-334. 2015.

USAMAH, A. et al. Sun-082 effects of oral collagen peptides on nutritional status of peritoneal dialysis patients. **Kidney International Reports**, 4(7), S188-S189. 2019.

WANDERLEY, M.C.A. et al. Collagenolytic enzymes produced by fungi: a systematic review. **Brazilian Journal of Microbiology**, 48(1). 2017.

WANG, S., WU, Y., LIANG, T. Purification and biochemical characterization of a nattokinase by conversion of shrimp shell with *Bacillus subtilis* TKU007. **New Biotechnology**, 28(2). 2011.

YAGODA, M.R. et al. A Nutritional Supplement Formulated with Peptides, Lipids, Collagen and Hyaluronic Acid Optimizes Key Aspects of Physical Appearance in Nails, Hair and Skin. **Nutrition & Food Sciences**, 5. 2014.

YAMANAKA, H. et al. A multicenter, randomized, controlled study of the use of nutritional supplements containing collagen peptides to facilitate the healing of pressure ulcers. **Journal of Nutrition & Intermediary Metabolism**, 8, 51-59. 2017.

Wu, J., Ren, L., Zhao, N., Wu, T., Liu, R., Sui, W., & Zhang, M. (2022). Solid-state fermentation by *Rhizopus oryzae* improves flavor of wheat bran for application in food. **Journal of Cereal Science**, 107.



## PSICOFARMACOLOGIA NA BIOTECNOLOGIA E ESTRATÉGIAS TECNOLÓGICAS

IOLANDA DOS SANTOS ROMÃO

### RESUMO

Considerando a relevância do estudo das próteses na cultura informacional contemporânea, e aproximando-o do campo psicopatológico através da idéia dos psicofármacos funcionando como próteses psíquicas, pretendo problematizar a inserção das novas tecnologias – especialmente as biotecnologias, como a psicofarmacologia – no projeto de longa duração da metafísica, descortinando a lógica da vontade de poder em jogo, e suas máscaras. Procurando formas de resistir a esta disponibilização sem fim do real, pela qual o próprio sujeito se vê atingido, objetivando-se das mais variadas formas, a psicanálise se configura como técnica trágica, herdeira de uma transmissão estética e ética da existência, propondo-se a restituir ao homem contemporâneo um saber sobre a sua própria tragicidade, pela qual seria possível afirmar um bem-viver em que a dor de existir não ficaria encoberta.

**Palavras-chave:** Psicofarmacologia; disponibilização; pânico

### 1 INTRODUÇÃO

Dada a importância de novas pesquisas na psicocultura atual e sua proximidade com o campo da psicopatologia e a noção de drogas psicotrópicas como próteses psíquicas, gostaria de interromper a introdução de novas tecnologias – especialmente biotecnologias como a farmacologia psicoativa. Sinta-se seguro com seus olhos. Encontrando uma forma de evitar a existência da verdade que o sujeito pensa ser, de se expressar de outra forma, a mente cria uma tecnologia perigosa para substituir a vida bela e justa e clama pela volta do novo. Conhecer seu destino permite que você viva uma vida boa sem esconder sua dor atual. Palavras-chave: psicofarmacologia, necessidade de poder, ser, medo da tecnologia e outro sinal de fraqueza e força no campo psicológico onde tento explicar o significado no mundo de hoje e as preocupações com o futuro. Neste momento, vejo muitas próteses como expressões de protesto contra a imersão do homem moderno no que chamo de sociedade tecnológica, após as tristes palavras de Nietzsche "Deus está morto", falando de um tempo em que a natureza pode ser controlada com liberdade infinita. Nos anos 1900 e no século 20, violar as garantias fornecidas pelo conhecimento oficial (crença, filosofia, conhecido) era uma forma de autodestruição. Além do desemprego, hoje desistimos da ideia do lucro, que está obsoleto pela tecnologia. Blanchot nos diz em sua belamente escrita "A Grande Negação" que hoje é "o tempo dos deuses, como perdemos nossa velha vida, mesmo no mundo criado, do conhecimento . sem perigo. Não há pensamento O perigo de ... Sempre temos medo dessa pergunta, porque ela esconde uma decisão desconhecida". Esta seção consiste nas seguintes seções avançadas, sem nenhuma ordem particular de importância, começando com 1. 'Pensando e lendo: o papel da leitura na cultura contemporânea moderna'. Em agosto de 2003, a Faculdade de Comunicação/UFRJ concedeu o título de Doutor em Comunicação e Cultura. Um livro previamente publicado pelo Grupo Técnico. Tragédia e crítica da educação cultural

(São Paulo: Escuta / Rio de Janeiro: Fio Cruz, 2005). 205 Artigo IX, n. 2, junho/2006 Como sempre, o medo, ou o medo do risco, é uma situação perigosa que pode levar à insegurança de vida — fato que é ofuscado pelas “más ideias” da tecnologia, diz Blanchot. Às vezes, no pensamento ocidental antigo, ao contrário do nosso tempo, lidamos com essa fraqueza olhando para a natureza, a reprodução, a restauração cultural, como os gregos reagiram e paixão e criatividade. The Dark Arts - A parte inesperada do Metabolism 2, ou eventos que ocorrem na "história". Especialmente aqueles que podem ser tomados por via oral. É verdade que os gregos - com Sócrates e Platão - responderam aos problemas do mundo - às necessidades dos problemas - e criaram a metafísica - a ferramenta maior para reduzir muitas diferenças, inclusive o corpo e seus processos.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Tentar evitar sua presença no século 24 (se incluirmos o desenvolvimento da tecnologia moderna, como pretendia Heidegger) é uma decisão arriscada, disse Blanchot. Embora essa postura esteja errada - com conhecimento inconsciente e outros conhecimentos sobre a verdade, e é por isso que novas e maravilhosas tecnologias são bem-sucedidas - é errado se preocupar com a doença e com o medo da doença. Neste ponto, acredito que quero fazer conexões entre ideias úteis – como sugere o atual interesse em tecnologia – 2. O termo peripétia, derivado do grego peripethía, sinônimo de metaból, refere-se a um dos principais elementos utilizados pelos poetas sombrios para organizar o discurso (metabolismo) para destruir coisas com consequências negativas. ambiente. Um herói ruim. Em outras palavras, quando o personagem principal morre de hamartia (um erro deliberado), tudo muda para ele, mudando o que aconteceu e destruindo o mal. Portanto, o mito negro mostra e ensina aos gregos a impermanência absoluta da vida por meio da arte, levando as pessoas a um estado de escuridão irreversível desde o início. 3. Em Observations on Edipus, Hölderlin enfatizou a natureza contraditória dos personagens da tragédia de Sófocles, Édipo Rei, explicando que essas "palavras faladas" prenunciavam o século 18. A loucura da virada do século. A separação do homem dos deuses, o início da Idade das Trevas, o início do que ele conheceu em Sófocles e nas peças de hoje. 206 Revista Latino-Americana de Psicopatologia Básica IX, n. 2, jun/2006 Esta atividade nasceu da necessidade de poder trabalhar e continuar a utilizar as novas tecnologias. Neste post, comecei a pensar sobre o desenvolvimento da psicofarmacologia como algo semelhante à pesquisa ambiental importante hoje - talvez para mudança. A disseminação da psicofarmacologia e das drogas, e outras novas tecnologias que atraem investimentos, pode ser considerada valiosa por desempenhar um papel importante na proteção contra vozes e ideias relacionadas a eventos mundiais. Eu vejo. e amor verdadeiro (o corpo espiritual é o "corpo cultural"), até mesmo a morte no nível de uma pessoa que sofre de depressão, expressões não estruturadas de medo das coisas, outras formas de medo cultural associadas, incluindo terrorismo. Em todos estes artigos irei discutir a natureza deste comportamento biotecnológico, que permite - em qualquer caso - uma dupla função, e portanto uma função diferente: de facto, neste caso, nos nervos em reprodução ou em neurotransmissores/substitutos locais – forma ou função do que eu chamaria na medicina moderna de prótese psíquica, se é que quero dizer isso. Há cerca de duas décadas, surgiu um grupo de psicólogos que, mesmo sendo demitidos, continuaram a questionar a psicologia e a filosofia. De acordo com a minha interpretação aqui usando métodos modernos e freudianos, uma pessoa chora porque sua situação é repentinamente dolorosa, ou ela é pega sem perceber.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesses problemas ou situações, o artigo manifesta extrema ansiedade sem causa clara,

crenças de que a morte é iminente, medos paranoicos e sintomas físicos graves como taquicardia, falta de ar, dispnéia, tosse, tremores, fadiga. Talvez com este pensamento, e o que eu fiz depois de quebrar a metáfora, as pessoas entendam a magnitude da dor -- a ansiedade final de Freud e minha interpretação, parece-me, o pensamento, Realmente doloroso, isso 4. Essa interpretação decorre do modelo de modernidade de P. Lacoue-Labarthe. De fato, grande parte das explicações dadas neste grande e interessante livro provêm dos profundos escritos de Aristóteles, autor da Física B.207 Regulamento nº IX, n. 2, jun/2006 a realidade é o perigo do desconhecido e do desconhecido e a fonte de toda a ignorância (Rosset) Os longos e diferentes tipos de novas neuroses que descreveu no final do século XX (Costa Pereira, "E. O medo e a mentalidade da pirâmide". "Para mim, é essa ideia de verdade que a medicina convencional busca destruir, funcionando como um laboratório, impedindo que encontremos caminhos para fracassar de forma patológica. pode ser evitado. Objetivo O objetivo deste artigo é discutir várias questões: 1) O desenvolvimento da psicofarmacologia e o papel da biotecnologia sob o domínio de Foucault e Deleuze ou do "grupo de gestão" mundial. A força da vontade de poder como Heidegger a vê é regida pela primeira vontade de desejar, quem quer, quem quer estar só. Então o que você está fazendo? • Máquinas e tecnologia mágica e novas tecnologias. Eu queria mostrar o quão próximo esse interesse estava do desejo de poder e morte de Freud no carro. Segundo ele, era necessário definir e estabelecer novas tecnologias para implementá-las em várias organizações incluindo pessoas, e aos 19 e 20 anos conseguiu organizar muitas ideias e projetos. Eles estão ficando mais fortes (na organização). Vejo a possibilidade de expressar essas ideias poderosas de Heidegger e Foucault, e abrir novos caminhos ou mudar a mesma necessidade que agora começa a "construir grupos" em formas distributivas, com poder de inclusão, mas mais. • Intervenção natural. , somática, psicobiológica. 2) Pelo que explicamos, o conceito de criar mentes pode ser considerado o futuro da educação e do conhecimento científico (teoricamente), e o resultado é sua tecnologia híbrida - incluindo novos métodos e ideias científicas. O forte desejo de controlar vem da criação da Nova Era. Seguindo essa ideia de Heidegger, Foucault diz que o poder é algo na História da Sexualidade ao quebrar a noção opressiva de poder. O poder, disse ele, faz a história. Por amor, devo acrescentar. Questões da biologia em nosso tempo: psicofarmacologia (psicologia que utiliza a psicofarmacologia como forma de biologia), neurolinguística, psicologia, psicologia experimental e neurociência. Todos eles, ao que parece, têm a chance de sair dos lugares escuros de suas vidas com algum tipo de amor, sorte, paixão de um tipo e outro. 3) O estudo da psicologia, originalmente a ciência do próprio Freud, derivou da metafísica por causa de seu lugar na ciência do século XX, sem compreensão, o desejo de poder saber a verdade. confirmado. No entanto, como o famoso sucessor do horror de Sófocles, o método da psicologia vai além do conhecido (levando a psicologia para um caminho além do conhecimento, expandindo suas formas e ideias em um conhecimento bem organizado) e diz que é um método ruim. Então, enquanto a beleza, a cultura e a política são infinitas, aqueles que questionam a real ideia do mundo moderno/moderno são tolos. Da mesma forma, a negação da psicologia da existência do sujeito na cultura, isto é, em seus problemas, que ela quer ou chama para salvar seu futuro, significa que ela pode afirmar sua separação, seus problemas, sua impossibilidade. Sem um alibi, não há engano. 4) Neste ponto, a psicologia nos deu o anti-conhecimento de Sófocles e Freud – não sobre sexualidade e repressão, mas sobre estar aberto a repensar a relação entre o homem e o conhecimento de forma diferente do que antes. Não é sobre sorte e tristeza, é sobre Édipo - tentando escapar do medo. É concebido aqui como um sinal de um novo mundo profundamente enraizado na tecnologia e no desejo de sucesso, uma tentativa de dissipar velhas histórias e mensagens de aceitação dos benefícios do sucesso. Este novo cepticismo da verdade ou da realidade rejeita Fobos como uma força maior e reverte para sinais ou sintomas de crises repentinas ao nível da estabilidade global e do medo. comunidade internacional.

Civilização A Importância da Metafísica e a Queda do Bem - A Morte de Deus Acredito que no espaço da metafísica, da arte, do niilismo, o poder é necessário, e o mal precisa do poder compartilhado. , Declaração Final 209 Artigo IX, n. 2, junho/2006 Como boa visão ou repetição, a leitura de "A Morte de Deus" ajuda a esclarecer a parapsicologia dos tumores, o mito do pensamento freudiano nos textos antigos ocidentais (século 24). Metafísica), você descobrirá seu valor, seu significado e sua diferença, sua história será conhecida da obra, removida, uma falsa ideia no mundo moderno neste campo. Mais recentemente (Dunley, 2001). Sem isso, a pesquisa psicológica não pode conduzir novas pesquisas. Apenas lembro que o método de trabalho da mente mostra os dois textos: ambos são aceitos pela herança grega, e os resultados do movimento metafísico - escritos como ciência moderna - estão relacionados. É uma cultura de protesto que às vezes leva ao desejo de protestar e às vezes é vista como um problema das mulheres e da misoginia que ocorre em diferentes momentos. Esta talvez seja a única forma - nesta série de mudanças - de poder pensar criticamente sobre o que é considerado novo em projetos, para que novos projetos não sejam considerados aceitação ou rejeição de novos projetos. Arte. Só então, com a mesma força, poderemos adquirir novos conhecimentos em um mundo sem Deus e sem Nietzsche (que também trabalha com o martelo aqui mostrado). Em seu aforismo "April Fools" (publicado em 1882, um ano antes de Zaratustra), Nietzsche fala pela primeira vez da "morte de Deus", um testemunho tanto do niilismo quanto do modernismo. Uma pequena base para transporte para o oeste. A crença em um Deus cristão e toda crença em um poder superior é absurda devido à ignorância deste mundo bom predeterminado. A validade dessas apólices não pode ser garantida até que entrem em vigor, pois os termos e condições não podem garantir que suas necessidades serão atendidas. Este é o paradoxo do início da metafísica, ou seja, para Heidegger, vemos o início do niilismo, para ele, o desejo de poder que busca se expressar através da verdade e da afirmação. Este é, compreensivelmente, o objetivo do mundo bem-sucedido e "civilizado" de hoje, no contexto de seu desejo de administrar a vida por meio da tecnologia, de ter poder. A maioria das informações é fornecida de maneira formal. 210 Revista Latino-Americana de Psicopatologia Básica, Vol. IX, n. 2, jun/2006 Acredito que neste momento estamos vendo uma mudança de poder envolvendo pessoas com mentes verdadeiras (por trás desses valores elevados) e outros valores "mais elevados" (como bondade, verdade, eternidade, Verdade). contraste, ele é a principal força motriz, que está diminuindo ou desaparecendo. Esse declínio se manifesta como uma fixação no que é verdadeiro ou diferente (alterado de qualquer maneira) em vez de um tipo criativo - mostra que a consciência da fraqueza é a fonte da ação - e isso pode ser o começo do inesperado. O homem moderno enfrenta as forças da modernidade (como descrito por Freud em A civilização e suas contradições) e as reduz ou transforma. A Origem do Ambiente Mental e o Declínio do Valor Simbólico Com base em algumas idéias avançadas e outras que apresentarei agora, tento mostrar a longevidade do conceito de ambiente mental. Ou seja, antes do surgimento da nova psicofarmacologia em meados dos anos 2000, e antes do surgimento dos efeitos antipsicóticos da clorpromazina e suas variações trazidas pelo desenvolvimento da neurociência na década de 70. Os modelos foram inspirados na explosão da biotecnologia, que passou a estudar vários aspectos do sistema nervoso - inclusive a psicofarmacologia. Com base na longa história e cultura da neurotransmissão no final dos anos 1960, esta abordagem à pesquisa de NS concentra-se em encontrar produtos químicos que possam imitar as ações dos neurotransmissores, mapear onde eles estão e informar aos cientistas como eles fazem isso. SN, e o tratamento de doenças relacionadas. Claro, os psiquiatras têm a oportunidade de unir outros temas de saúde através de seu ambiente, a psicobiologia - até mesmo o campo da psicologia dedicado ao estudo das bases neurobiológicas da cognição - educação - um tema importante nos centros de saúde. Pensamento (Bogochvol). Assim, transtornos mentais e distúrbios resultam de alterações na

neurotransmissão em certas estruturas cerebelares. Através da psicofarmacologia, é possível superar esses problemas e levar o usuário à solução certa, mas de forma válida, as pessoas ainda querem aliviar os sintomas, e ter uma vida boa é uma meta alcançável. O custo da psicofarmacologia. Para 211, registros do Ano IX, n. 2, junho/2006 Defensores da biologia, conhecida como teoria científica, criadores da ideia mais poderosa no trabalho biológico, de que doenças mentais e psicológicas podem ser causadas por processos biológicos e não psicológicos. A existência cede. Para o "tolo ignorante" (Bogochvol). Neste ponto, é importante lembrar que a psicofarmacologia é uma parte surpreendente da relação entre tecnologia moderna e ciência que transforma as ferramentas do desejo em poder. Portanto, é tudo sobre a qualidade dessa escrita e o impacto dos desenvolvimentos psicofarmacológicos. Nesta longa frase, Heidegger relutantemente abriu a boca. Através de algumas de suas palavras, pode-se entender e confirmar meu velho ditado de que o poder da nova tecnologia é o comprometimento necessário para criar métodos avançados no século 24 - é visível. palavras, dele. O músculo é seu. Nesse contexto, pode-se dizer que o poder da tecnologia é criar produtos rápidos e seguros - reais e imaginários - independente de qualidade e significado, independente da adoção e adoção do poder da marca conforme necessidades educacionais e culturais. Acho que o poder do simbolismo ou o poder das imagens com base na compreensão do espaço e do lugar agora foi minado e reduzido a culturas de sucesso que não são mais consideradas benéficas para seus propósitos. : Prove a existência de uma contradição. Como se fosse impossível. É surpreendente que esses princípios ainda não tenham sido aplicados, pois se diz que o sonho do homem de poder e independência, o conhecimento científico que o tornou o governante do mundo, foi abandonado por todos. Ao afirmar sua cultura externa, ele acredita. deixar. O amor pela ciência impulsiona o desenvolvimento da tecnologia. Desta forma, o "Deus está morto" de Nietzsche deve incluir o símbolo "quebrado" da árvore. Veremos mais adiante como essa posição se estabelece em um mundo sem Deus. Vejo esse fenômeno de integração simbólica como a multiplicidade de dois tipos de símbolos – reais e imaginários – nas práticas sociais e culturais das pessoas, em vez de tipos físicos e psicológicos. Esse novo arranjo permite entender melhor o surgimento de outros fatores (além dos dois citados acima), como as chamadas doenças mentais e a inflação/motivação. 212 Revista Latino-Americana de Psicopatologia Básica No. IX, n. 2, jun/2006 Um pequeno projeto, talvez tecnologia (pensamento) começa a mudar a primeira pessoa no poder, ou seja, o chefe. - Em uma palavra - Conhecido como a fonte da verdade absoluta. Então o véu é removido porque (entre) outras considerações sentimos que não estamos mais protegidos por comparação. Claro que não. Este é o conceito principal da arte grega. Essa reflexão me traz de volta ao problema dos símbolos hoje que não são válidos na era da tecnologia. Segundo Lebrun (2002), os signos fazem diferenças e diferenças espaciais. As pessoas expressam suas diferenças verbalmente e por escrito, portanto, têm o direito de se expressar de maneira diferente, o que pode ou não ser aceitável. Como resultado, essa prática foi bastante reduzida em outras partes do mundo, juntamente com outras culturas de sucesso. É importante questionar a capacidade de falar sobre o poder mutável dos símbolos – diz Le Brun – e qual é a nova comunicação entre corpo e cultura. Em particular, pode responder a perguntas como: O que significa "nova doença" e "nova doença"? Minimizar ou eliminar sinais de sabedoria, incluindo autoridade de vidas passadas, professores, guias e livros! Ou apenas escreva. Minha interpretação é que quis mostrar neste pequeno desenvolvimento que é fácil mudar e planejar. De acordo com este autor (Lebrun, 2003), passamos de um senso de significado – onde temos que colocar as coisas externas e nós mesmos – para um sistema que é removido, reduzido e perdido de seu lugar. Desnecessário dizer que esse espaço vazio está cheio de pequenas coisas, mas elas são importantes e afetam o significado técnico do ganho. Em sua maravilhosa história "La haine de la haine", Le Brun se pergunta por que ou quem encontra primeiro o ódio antes que o amor comece. Então ele disse que o primeiro ódio é um

ódio simbólico, pela linguagem, porque é um buraco, um espaço vazio. Outros, dos versos da lei dos signos verticais - quando se acrescentam signos de diferentes posições, as transições são encontradas e consideradas corretas - à lei dos signos horizontais, 213 ARTIGO IX, n. Ele continua sem interrupção ou rescisão a partir de 2 de junho de 2006. Como está a situação agora, mas não no plano de Deus ou na profecia moral? Esse novo sucesso – de fora – foi criado de dentro, mas como uma forma de nomear algo fora do sistema, diferente, ainda não compreendido. O espaço exterior está fora do espaço dos outros, o espaço da liberdade. Freud transformou essa cultura externa em uma muito íntima, trazendo influências - nossos demônios - de fora para lugares antigos para nos confortar. A doença mental é uma vaidade que precisa ser comparada, que precisa ser comentada - uma consciência negativa de uma crise iminente, não por meio de gerenciamento. Mas ele sempre o afasta, rouba ou tira de “mim” seu verdadeiro desejo, porque é um símbolo do mal e da dor, vindo de fora do coração, do qual não há como escapar. -Natural Evil-, considerando nossa incapacidade de agir no escuro para sermos chamados de heróis, enfrentando todas as forças do desastre e o desejo de controlar o poder dos deuses. Para os gregos perversos, o homem era um ídolo e um demônio. Enquanto o espírito são os atos, pensamentos e ações que colocam as pessoas do lado de I prattein (bons e bons), o diabo é o poder supremo e Deus o tornou vulnerável. O fracasso (hamartia) é a destruição, até mesmo o mundo - é simbólico. A separação dos signos começou no século XVI com o progresso de Galileu. Naquela época, a Palavra de Deus chamada pelo Papa, encontrou o conhecimento da origem, mas a ideia mudou, ou seja, a conexão com os sinais e conexões na filosofia, e tomou autoridade do que ele disse. o nome do sucesso. A capacidade da ciência, como sempre, de colocar o valor do dinheiro das pessoas em perspectiva, as chances da ciência são pequenas, a evidência popular chegou e isso é uma coisa hoje. Ao longo da vida, os pais, quer sejam pais ou não, quer se digam pais ou não, mostram e demonstram esta metáfora negativa na sua verdadeira forma: intencionalmente e não intencionalmente. Vamos agora examinar mais de perto a natureza das ideias escritas anteriormente, lendo a discussão de Heidegger sobre a metafísica. Então, vejamos o equilíbrio - distração ou pausa - a nova ciência estabelece uma relação entre o homem e seu corpo – que é também uma relação com o homem, n. 2, jun/2006 Hoje, o surgimento da tecnologia e das novas ciências traz grande poder. A interioridade, ao contrário, é diferente daquela do mundo grego, deuses, humanos e outros seres. A partir do século XVII, a relação entre a preocupação humana com a dor e a existência natural e o corpo tornou-se evidente e reforçada pelo sonho humano de poder e controle. A ciência antiga é diferente, é definitiva, trata-se da pessoa natural, não há ideia de intervenção, quando o método está nas atividades cotidianas, não há dar ou receber. Eu penso. .Seja natural, claro, no controle, no controle. Considere a afirmação de Francis Bacon de que conhecimento é poder, e a afirmação de Descartes de que a ciência é o domínio da natureza pelo homem. Assim, a ciência moderna do século XIX estava menos preocupada em usar o conhecimento científico para transformar tecnologia em tecnologia.

#### 4 CONCLUSÃO

Assim, com o surgimento da tecnologia, surgiu a germinação do conhecimento (tecnologia) e do saber (ciência). O espaço na ciência moderna é definido pela geometria, então não há um "espaço" definido; todos os aspectos da riqueza material são removidos porque são ilusões. A ciência antiga acreditava que a ciência é a única verdade, enquanto a ciência moderna acredita que a ciência é um produto da ciência, um modelo, não uma prova. Filosoficamente, o poder é visto como um sinal de poder, que representa a verdade. A ideia de ciência permite à ciência superar a crença (ou crenças) da cultura ocidental de que ela conhece a realidade, mesmo que tudo tenha que se basear em ações concretas. Ao contrário do pensamento científico intuitivo, onde a complexa relação entre ciência e tecnologia é muitas

vezes negligenciada, entender a ciência e seus resultados é um processo. Em outras palavras, a mente científica promove a ideia de desejo, a confusão entre ciência e arte e a ilusão da verdade. Portanto, a ciência é um sistema de crenças. Acredite que a ciência pode entender tudo e se tornar a base do conhecimento, um substituto para Deus - o que a Escola de Frankfurt chamava de conhecimento. Esta parte e a primeira frase dela podem ser semelhantes à nova história. 215 CAPÍTULO IX, n. 2, junho/2006 Um novo uso da realidade, sem limites em seu trabalho - uma nova forma de olhar a realidade existencial, segundo Heidegger - e ajudar a entender por que ela muda, uma forma . - A ciência se torna um instrumento de poder, poder e destruição. Esse tipo de pensamento (ciência) é capaz de criar o mito da ciência moderna, porque o conhecimento não é mais considerado adquirido com muito trabalho e esforço (boa ciência), mas pode ser curado de maneiras surpreendentes e surpreendentes. Mas porque cria gestão de equipas e pensamento organizacional (gestão de grupo). Pela importância do método nesse ponto de vista "da ciência", tenta esconder a origem e o propósito de muitos estudos relacionados à gestão do meio ambiente e das pessoas, e seguir os interesses de grupos econômicos.

## REFERÊNCIAS

- ARISTÓTELES. Física. Madrid: Gredos, 1996. \_\_\_ Poética-Organon-Política. São Paulo: Nova Cultural, 1999. BLANCHOT, Maurice. A grande recusa. In: A conversa infinita – I. São Paulo: Escuta, 2001. p. 73. BOGOCHVOL, Ariel. Sobre a psicofarmacologia. In: MAGALHÃES, M. Cristina Rios (org.). Psicofarmacologia e psicanálise. São Paulo: Escuta, 2001. p. 35-61. CHAUI, Marilena. Convite à filosofia. São Paulo: Ática, 1999. COSTA PEREIRA, Mário Eduardo. O pânico e os fins da psicanálise: a noção de desamparo no pensamento de Lacan. Revista Percurso On-line, s/d.



## TROCAS GASOSAS EM GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO SOB ESTRESSE SALINO

ROSEANE CAVALCANTI DOS SANTOS; ALINE DAYANNA ALVES DE LIMA MARCELINO;  
RENNAN FERNANDES PEREIRA; JOSEFA JUSSARA RÊGO SILVA; MANOEL BANDEIRA  
DE ALBUQUERQUE

**INTRODUÇÃO:** A salinidade é danosa às lavouras quando a concentração de sais solúveis ultrapassa a salinidade limiar da cultura, gerando estresse osmótico e limitações no crescimento das plantas. A adoção de cultivares tolerantes é a estratégia mais adequada para minimizar prejuízos agrícolas. **OBJETIVOS:** Avaliar a tolerância de genótipos de algodoeiro submetidos a salinidade severa, baseando-se em parâmetros de trocas gasosas. **METODOLOGIA:** O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em recipientes de 1 L, contendo substrato comercial. Foram avaliados 11 genótipos de algodoeiro, submetidos a dois níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,3 e 10 dS m<sup>-1</sup>), em esquema fatorial 11 x 2 e em delineamento em blocos ao acaso, com três repetições. As regas com a água de salinidade elevada iniciaram-se aos 45 dias após a emergência das plântulas (fase B1). Os parâmetros de trocas gasosas, mensurados aos 34 dias após o início das irrigações salinas (fase F1), foram os seguintes: condutância estomática, assimilação de CO<sub>2</sub>, concentração interna de CO<sub>2</sub> e transpiração. **RESULTADOS:** Houve efeitos significativos dos fatores isolados e da interação entre os mesmos, em todas as variáveis analisadas. De maneira geral, as cultivares BRS 286, FMT 705, BRS 416 e BRS Acácia e CNPA 7MH foram mais hábeis para enfrentar o estresse salino, sobretudo porque a condutância estomática e a assimilação de CO<sub>2</sub> desses materiais, no tratamento de alta salinidade (10 dS m<sup>-1</sup>), não diferiram estatisticamente das registradas nas plantas controle (0,3 dS m<sup>-1</sup>). **CONCLUSÃO:** As cultivares de algodão BRS 286, FMT 705, BRS 416 e BRS Acácia e CNPA 7MH são as mais indicadas para trabalhos de melhoramento visando tolerância ao estresse salino, baseando-se nos parâmetros de trocas gasosas avaliados neste estudo.

**Palavras-chave:** *Gossypium hirsutum*, Salinidade, Tolerância, Melhoramento genético, Fotossíntese.