

**Karine Dalazoana  
(Organizadora)**

# **A Produção do Conhecimento nas Ciências Biológicas 2**

**Atena**  
Editora

Ano 2019

Karine Dalazoana  
(Organizadora)

# A Produção do Conhecimento nas Ciências Biológicas 2

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Lorena Prestes  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

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

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

#### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof.ª Dr.ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
P964	A produção do conhecimento nas ciências biológicas 2 [recurso eletrônico] / Organizadora Karine Dalazoana. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (A produção do conhecimento nas ciências biológicas; v. 2)  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-638-6 DOI 10.22533/at.ed.386192309  1. Ciências biológicas. 2. Biologia – Pesquisa – Brasil. I. Dalazoana, Karine.  CDD 574
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

A Produção do Conhecimento nas Ciências Biológicas 2 é uma obra que tem por objetivo dar continuidade à divulgação dos estudos realizados na área das Ciências Biológicas em diversas instituições de ensino e pesquisa no Brasil.

O segundo volume traz onze artigos, que versam sobre temas de grande relevância científica, alinhados com as demandas atuais de conhecimento, com enfoque nas áreas de biologia molecular, microbiologia, biorremediação, epidemiologia, botânica, zoologia, ensino de ciências e campos correlatos.

A pesquisa nas ciências biológicas oferece uma amplitude de vertentes de estudo e busca compreender o funcionamento do mundo microbiológico, promover a manutenção dos ecossistemas naturais, a conservação de paisagens e de espécies em risco ou ameaçadas, compreender o processo de evolução das espécies, o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis e, o mais importante, levar todo o conhecimento produzido à sociedade, de modo a contribuir com o desenvolvimento regional resultando na melhoria da qualidade de vida da população.

A pesquisa nas ciências biológicas tem a preocupação de buscar sempre alternativas sustentáveis para a manutenção da qualidade de vida das populações humanas e a conservação das populações naturais com a manutenção de habitat, garantindo assim o seu potencial biótico e o fluxo gênico. Tais estratégias, seja com espécies de micro-organismos ou componentes da fauna e da flora, garantem a conservação da biodiversidade brasileira e todas as suas peculiaridades.

Mais além, é necessário divulgar as descobertas científicas e aplicá-las de modo a otimizar as experiências da vida cotidiana. Nesse sentido o ensino de ciências se presta como ferramenta de grande valia, capacitando alunos como multiplicadores de boas práticas para a conservação da biodiversidade e manutenção dos recursos naturais.

Espera-se que a Produção do Conhecimento nas Ciências Biológicas 2 venha contribuir para com os pesquisadores na área da Biologia e, além disso, possa contribuir com a sociedade, uma vez que os conhecimentos produzidos nos centros de ensino superior do Brasil não devem ficar restritos aos muros das instituições e sim subsidiar práticas viáveis ambientalmente, socialmente e economicamente.

Boa leitura.  
Karine Dalazoana

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A PRODUÇÃO DE ÁCIDO KÓJICO POR <i>Aspergillus flavus</i>	
Hellen Kempfer Phillippsen Alberdan Silva Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3861923091</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>9</b>
AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO RADICULAR DA LEGUMINOSA <i>Canavalia ensiformis</i> L. CULTIVADA EM SOLOS CONTAMINADOS POR MEDICAMENTOS	
Maise Menezes dos Santos Souza Juliana do Nascimento Gomides	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3861923092</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>22</b>
CARACTERIZAÇÃO E DIVERSIDADE DOS CRIADOUROS ENCONTRADOS COM FASES EVOLUTIVAS DE <i>Aedes aegypti</i> (LINNAEUS, 1762) E <i>Aedes albopictus</i> (SKUSE, 1894) (Díptera: Culicidae), VETORES DAS ARBOVIROSES NO MUNICÍPIO DO IPOJUCA - PE/BRASIL	
Hallysson Douglas Andrade de Araújo Jussara Patrícia Monteiro Vasconcelos Robson Ramos Lima de Melo Anderson Artenis dos Santos Francelino Odilson Bartolomeu dos Santos Andrea Lopes de Oliveira Juliana Carla Serafim da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3861923093</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>30</b>
CONSTRUÇÃO DE UM MODELO NIR (ESPECTROSCOPIA NO INFRAVERMELHO PRÓXIMO) PARA PREDIÇÃO DE PRODUÇÃO E CONSUMO DE POLISSACARÍDEOS EXTRACELULARES DURANTE A FERMENTAÇÃO DOS RESÍDUOS DA PALMA DE ÓLEO POR <i>Pleurotus Ostreatus</i>	
Jhonatas Rodrigues Barbosa Ivone Quaresma da Silva de Aguiar Maurício Madson dos Santos Freitas Raul Nunes de Carvalho Junior Marcos Enê Chaves Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3861923094</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>40</b>
FAUNA DIGITAL DO RIO GRANDE DO SUL: CRIANDO UMA PLATAFORMA DIGITAL PARA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA	
Filipe Ferreira da Silveira Maria João Veloso da Costa Ramos Pereira Gabriel Matte de Oliveira Heitor Jardim Ferreira Rafaella Migliavacca Marchioretto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3861923095</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 53**

HISTOLOGIA DA VIDA: UMA PROPOSTA DE ATIVIDADE CONTEXTUALIZADA PARA O ENSINO

Luciano Cardoso Santos

Cristina Luísa Conceição de Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.3861923096**

**CAPÍTULO 7 ..... 59**

*Licania tomentosa* (Benth.) FRITSCH: DA ARBORIZAÇÃO URBANA À FITOTERAPIA, REVISÃO DE LITERATURA

Jonathan Augusto da Silva

Maria Ágda Correia Lemos

Maria Lúcia Vieira de Britto Paulino

Helane Carine de Araújo Oliveira

Heloísa Helena Figuerêdo Alves

Karulyne Silva Dias

Mayara Andrade Souza

Thiago José Matos Rocha

Jessé Marques da Silva Júnior Pavão

Joao Gomes da Costa

Aldenir Feitosa dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.3861923097**

**CAPÍTULO 8 ..... 71**

PERCEPÇÕES DE ESTUDANTES DO 4º AO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

EM DUAS ESCOLAS PÚBLICAS DE ESPERA FELIZ, MG SOBRE OS MORCEGOS (*Chiroptera*, *Mammalia*)

Maria Joventina Ferreira Bendia

Viviane da Silva de Oliveira

Alessandro Brinati

Luciane da Silva Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.3861923098**

**CAPÍTULO 9 ..... 77**

SCIENTIFIC PROSPECTION OF THE MOLECULAR CHARACTERIZATION OF LIPASE *RHIZOMUCOR MIEHEI* FREE AND IMOBILIZED FORM

Fabiana Borralho Frazão

Ricardo Henrique Nascimento Frazão

Isadora Fontenelle Carneiro de Castro

Emygdia Rosa do Rêgo Barros Pires Leal

Marcelo Souza de Andrade

Adeilton Pereira Maciel

**DOI 10.22533/at.ed.3861923099**

**CAPÍTULO 10 ..... 88**

TRANSMISSÃO E IMPORTÂNCIA DE STAPHYLOCOCCUS COAGULASE NEGATIVA RESISTENTE A METICILINA

Nahara Cralcev Maróstica

Álex Aparecido Rosini Silva

Natália Reiko Sato Miyasaka

**DOI 10.22533/at.ed.38619230910**

**CAPÍTULO 11 ..... 93**

USO DE TANINO, ÓLEOS FUNCIONAIS E FRACIONANDO DE LEVEDURAS COMO SUBSTITUTOS DA VIRGINIAMICINA EM GRÃOS INTEIROS DE MILHO

Marcelo Penha Silva  
Wallace Vieira da Silva

DOI 10.22533/at.ed.38619230911

**SOBRE A ORGANIZADORA..... 101**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 102**



## CONSTRUÇÃO DE UM MODELO NIR (ESPECTROSCOPIA NO INFRAVERMELHO PRÓXIMO) PARA PREDIÇÃO DE PRODUÇÃO E CONSUMO DE POLISSACARÍDEOS EXTRACELULARES DURANTE A FERMENTAÇÃO DOS RESÍDUOS DA PALMA DE ÓLEO POR *Pleurotus Ostreatus*

### **Jhonatas Rodrigues Barbosa**

Universidade Federal do Pará (UFPA). Instituto de Tecnologia (ITEC), Pós-graduação (Mestrado) em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA)  
Belém-PA

### **Ivonete Quaresma da Silva de Aguiar**

Universidade do estado do Pará (UEPA). Centro de Ciências Naturais e Tecnologia (CCNT)  
Departamento de Tecnologia de Alimentos (DETA). Belém-PA

Universidade Federal do Pará (UFPA). Instituto de Tecnologia (ITEC), Pós-graduação (Doutorado) em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA)  
Belém-PA

### **Maurício Madson dos Santos Freitas**

Universidade Federal do Pará (UFPA). Instituto de Tecnologia (ITEC), Pós-graduação (Mestrado) em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA)Belém-PA

### **Raul Nunes de Carvalho Junior**

Universidade Federal do Pará (UFPA). Instituto de Tecnologia (ITEC), Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA). Laboratório de extração (Labex)  
Belém-PA

### **Marcos Enê Chaves Oliveira**

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Departamento de Agroindústria.  
Belém-Pará

eficiência de usarmos resíduos provenientes da agroindústria da palma de óleo para cultivo submerso de *Pleurotus ostreatus*, com o interesse de produzir polissacarídeos extracelulares. O presente trabalho teve por objetivo validar um método específico para quantificar polissacarídeos extracelulares por espectroscopia no infravermelho próximo. Os ensaios fermentativos foram conduzidos em frascos agitados por 10 dias, variando a concentração dos resíduos (POME e Borra de tridecanter). Os polissacarídeos produzidos foram extraídos e quantificados pelo método colorimétrico ácido fenol-sulfúrico. Os dados coletados para a concentração de açúcares totais no processo de fermentação foram utilizados para desenvolvimento de um modelo NIR de predição de polissacarídeos extracelular. Este modelo foi validado e mostrou-se adequado como uma ferramenta analítica para acompanhar de forma rápida e de baixo custo à evolução de consumo de carboidratos totais e a produção de polissacarídeos durante a fermentação dos resíduos de palma de óleo por *Pleurotus ostreatus*.

**PALAVRAS-CHAVE:** Polissacarídeo extracelular; *Pleurotus Ostreatus*; modelo de predição NIR.

**ABSTRACT:** Our previous work proved the efficiency of using residues from the oil palm

**RESUMO:** Nosso trabalho anterior provou a

agroindustry for submerged cultivation of *Pleurotus ostreatus*, with the interest of producing extracellular polysaccharides. The present work aimed to validate a specific method to quantify extracellular polysaccharides by near infrared spectroscopy. The fermentation assays were conducted in shaken flasks for 10 days, varying the concentration of residues (POME and Tridecanter Borra). The polysaccharides produced were extracted and quantified by the phenol-sulfuric acid colorimetric method. The data collected for the concentration of total sugars in the fermentation process were used to develop an NIR model for the prediction of extracellular polysaccharides. This model was validated and proved to be suitable as an analytical tool to quickly and inexpensively accompany the evolution of total carbohydrate consumption and the production of polysaccharides during the fermentation of oil palm residues by *Pleurotus ostreatus*.

**KEYWORDS:** Extracellular polysaccharide; *Pleurotus ostreatus*; NIR prediction model.

## 1 | INTRODUÇÃO

Os polissacarídeos extracelulares produzidos por diversos microrganismos são objeto de pesquisa e aplicação em diversas áreas, como medicina, cosméticos e alimentos, ambas com o foco de aperfeiçoar seus processos de produção e de análise (SYNYTSYA & NOVÁK, 2013). Grande diversidade de polissacarídeos extracelulares tem sido relatada, em especial os produzidos por fungos formadores de cogumelos, como os do gênero *Pleurotus* spp, que apresentam diversas bioatividades como antitumoral (LIU et al., 2017a; LI et al., 2018), anti-inflamatórias (CASTRO-ALVES & NASCIMENTO, 2018; CHEN et al., 2018) e antioxidante (LIU et al., 2018b).

O processo de produção destes polímeros é feito em cultivo submerso, para tanto devem ser fornecidas as condições necessárias para seu crescimento e produção de metabolitos de interesse. São várias as condições que devem ser controladas durante o processo de fermentação, no entanto a composição nutricional é essencial, em especial a fonte de carbono e nitrogênio (SINGLETON et al., 2017). Diante deste cenário, resíduos como os provenientes das agroindústrias são fontes interessantes de carbono e nitrogênio, que podem ser utilizadas por microrganismos para biossíntese de polissacarídeos extracelulares.

A agroindústria de óleo de palma tem sido relatada como um setor industrial de grande impacto na economia, gerando renda e grande capital de giro entre o setor produtivo e seu mercado consumidor em potencial. Outro impacto importante a ser considerado é o ocasionado ao meio ambiente, devido aos diversos subprodutos gerados na cadeia industrial de processamento de óleo de palma, como fibra, cacho vazio e rejeitos líquidos, que em grande volume são despejados em locais abertos ocasionando grande impacto ambiental (AWALLUDIN et al., 2015).

Estes resíduos ao serem utilizados em processos fermentativos para produção de metabolitos, podem ser monitorados por técnicas espectroscópicas, as quais

apresentam bons resultados e boa reprodutibilidade (PASQUINI, 2018). Em nosso estudo anterior, foi avaliada a produção de biomassa fungica e polissacarídeos extracelular em cultivo submerso do fungo *Pleurotus ostreatus* em resíduos da palma de óleo. Os resultados obtidos demonstraram a eficiência do meio de cultivo na produção de polissacarídeos e revelaram uma correlação linear entre a porcentagem de biomassa de resíduos utilizadas com a produção de polissacarídeos. Demonstrando, portanto que estes resíduos podem ser utilizados para o cultivo e produção de polissacarídeos extracelular (BARBOSA, FREITAS, OLIVEIRA, 2018).

Portanto, considerando as necessidades atuais do processo de produção de polissacarídeos extracelular com máximos rendimentos e mínimos desperdícios de fonte de carbono e nitrogênio, além da necessidade de um método analítico preciso e rápido para quantificar estes polímeros. Esta produção teve por objetivo dar continuidade ao trabalho já desenvolvido com o cultivo e produção de polissacarídeos extracelular, e, portanto, validar um método específico para quantificar estes polímeros por espectroscópica no infravermelho próximo.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Microrganismo e Manutenção

O cogumelo comestível *Pleurotus ostreatus* foi adquirida da empresa especializada em produtos micológicos, Brasmicel, localizada em São Paulo. A manutenção da cepa foi feita a cada três meses em BDA (Batata Dextrose Ágar). As placas colonizadas com o micélio fúngico foram utilizadas como inóculo para os ensaios em frascos agitados.

### 2.2 Resíduos da Palma de Óleo Para o Cultivo Submerso

Para a avaliação de produção dos polissacarídeos extracelular fúngicos foram utilizados resíduos da agroindústria da palma de óleo. Os resíduos utilizados foram o efluente líquido (POME), e a borra sólida de tridecanter, ambos foram adquiridos no polo industrial de produção de óleo de palma da DENPASA, localizada no km 22 da PA 240, município do Tauá, Pará, Brasil.

### 2.3 Produção de Polissacarídeos Extracelular em Frascos Agitados

As produções dos polissacarídeos extracelulares foram feitas em cultivo submerso utilizando frascos agitados de 250 mL, contendo diferentes formulações de POME e borra sólida, conforme demonstrado no trabalho já desenvolvido (BARBOSA, FREITAS, OLIVEIRA, 2018). Os meios de cultivo foram esterilizados a 121°C e inoculados com a biomassa total de duas placas de BDA de 52,15 mm de diâmetro colonizadas com o micélio fúngico. Os frascos foram incubados em câmara de incubação do tipo SHAKER- MA-420 (MARCONI), velocidade de agitação de 150

rpm a 30 °C por 10 dias. A cada 48 horas uma amostra de 2 mL foi retirada para quantificação dos polissacarídeos extracelulares, e outra de 2 mL para ser analisada por espectroscopia no infravermelho próximo, para as aquisições espectrais das amostras e posterior construção de modelos de predição (SINGLETON et al., 2017).

## 2.4 Extração e Quantificação dos Polissacarídeos Extracelular (Eps)

Amostras de 2 ml coletadas a cada 48 horas de cultivo de todos os tratamentos em triplicata foram centrifugados (14000 rpm; 10 min), para separar a biomassa do sobrenadante. Os polissacarídeos foram precipitados com etanol 95% frio (4°C) a uma proporção de etanol: sobrenadante de 1:4 (v / v) (LI et al., 2018; CASTRO-ALVES & NASCIMENTO, 2018). O total de polissacarídeos precipitado foi suspenso em água deionizada para completar 1 mL e diluído adequadamente. Uma oligota de 0,5 mL foi retirada para determinação da concentração total de açúcares pelo método colorimétrico ácido Fenol Sulfúrico (DUBOIS et al., 1956). O qual foi subsequentemente analisado em espectrofotômetro UV-Vis (Agilent Technologies) a 490 nm. A construção da curva padrão foi feita com glicose PA, com concentração entre 0,1 a 0,01 g.L<sup>-1</sup>.

## 2.5 Construção do Modelo NIR

### 2.5.1. Aquisições espectrais

Os espectros NIR foram obtidos utilizando espectrômetro MPA FT-NIR (Bruker Optics, Ettlingen, Alemanha). Os dados espectrais foram adquiridos no modo de absorbância, na faixa espectral de 7.500 cm<sup>-1</sup> a 8.500 cm<sup>-1</sup>, com 16 cm<sup>-1</sup> de resolução e média de 32 varreduras por espectro. As amostras foram mantidas em temperatura de 25 ± 1 °C para análise (ANDRIES & KALIVAS, 2010). Para o modelo NIR de predição de polissacarídeos extracelular foram utilizadas as amostras retiradas direto do processo fermentativo a cada 48 horas em triplicata e centrifugadas (14000 rpm; 10 min), para separar o sobrenadante da biomassa micéial, sendo somente o sobrenadante analisado.

### 2.5.2. Desenvolvimento do modelo de predição de EPS

O modelo de predição de polissacarídeos extracelular para o processo fermentativo foi desenvolvido utilizando os espectros das amostras líquidas coletadas conforme descrito na seção anterior. Os dados espectrais foram pré-processados no OPUS 6.5 (Bruker Optics, Ettlingen, Alemanha). Estes espectros tiveram pré-tratamento com primeira derivada mais Normalização vetorial (SNV) e aplicação do modelo de algoritmo de regressão (PLSR). Foram utilizados 58 amostras (N), para a calibração e 9 para o conjunto teste (Rank). Os modelos de NIR-PLSR para predição dos polissacarídeos extracelular foram avaliados através dos valores dos coeficientes de determinação de calibração (R<sup>2</sup>), erro padrão médio de validação

cruzada (RMSECV) e de predição (RMSEP), a relação de desempenho do desvio (RPD) e bias (ANDRIES & KALIVAS, 2010). Os parâmetros foram calculados de acordo com as equações:

$$RMSECV = \sqrt{\frac{1}{M} \cdot \sum_{i=1}^M (y_i^{meas} - y_i^{pred})^2} \quad (1)$$

$$RMSEP = \sqrt{\frac{1}{M} \cdot \sum_{i=1}^M (y_i^{ref} - y_i^{est})^2} \quad (2)$$

$$R^2 = \left(1 - \frac{1}{RPD^2}\right) \times 100 \quad (3)$$

$$RPD = \frac{\frac{1}{M-1} \cdot \frac{\sum_{i=1}^M (y_i^{meas} - y_m)^2}{\sum_{i=1}^M (y_i^{meas} - y_i^{pred} - bias)^2}}{\frac{SD}{SEP_{bias}}} = \sqrt{\quad} \quad (4)$$

$$Bias = \frac{\sum_{i=1}^M y_i^{meas} - y_i^{pred}}{M} \quad (5)$$

Onde:

$M$  = número de amostras;

$y_i^{meas}$  = Valor de concentração medido da amostra  $i$ ;

$y_i^{pred}$  = Valor de concentração previsto da amostra  $i$ ;

$y_m$  = Valor médio da concentração.

$y_i^{ref}$  = Valor de referência para amostra  $i$

$y_i^{est}$  = resultado estimado do modelo para amostra  $i$

O processamento de dados e desenvolvimento do modelo NIR descrito foram efetuados utilizando-se os recursos do software OPUS 6.5 da BRUKER (Bruker Optics, Ettlingen, Alemanha). A escolha da região espectral que melhor se correlaciona com a predição de polissacarídeos extracelular foi efetuada pelo operador do software, baseado em informações sobre a composição química, grupos funcionais e bandas de absorção dos grupos funcionais de carboidratos.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Produção de Polissacarídeos Extracelular

A produção de polissacarídeos extracelular foi relatada e discutida em nosso trabalho anterior, onde foi demonstrado a eficiência de produção e a correlação entre o uso de resíduos da agroindústria da palma de óleo e a produção de polissacarídeos extracelular, como demonstrado na (Figura. 1).

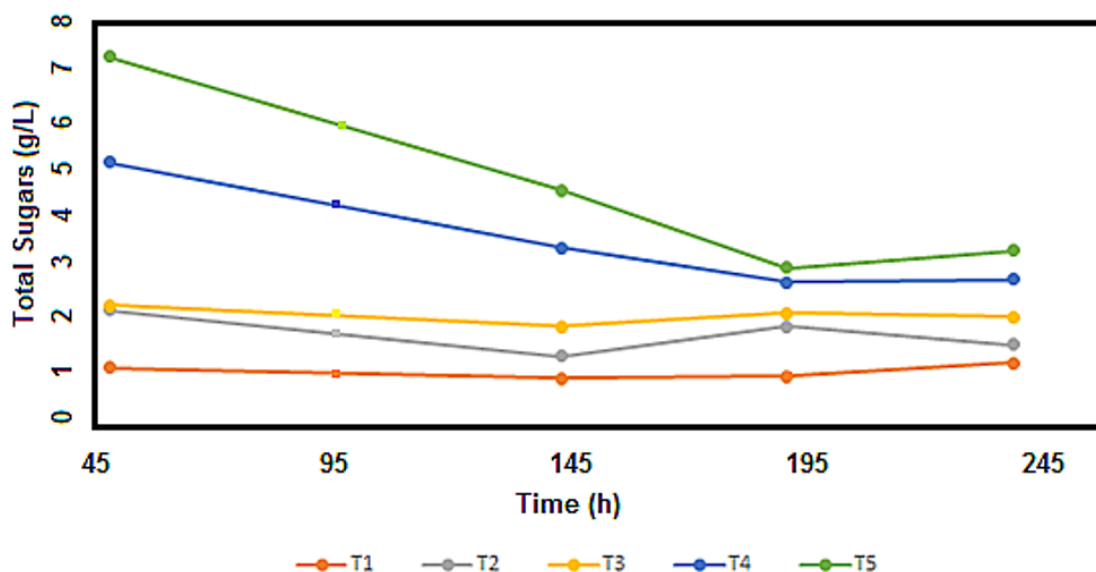


Figura 1 - Perfil dos açúcares solúveis totais de cada tratamento ao decorrer do tempo de fermentação (BARBOSA, FREITAS, OLIVEIRA, 2018)

Os resultados da produção e consumo de açúcares solúveis totais foram usados para construção do modelo de predição de polissacarídeos extracelular durante o processo fermentativo.

### 3.2 Informações Espectrais

Na (Figura. 2), são apresentadas as regiões espectrais utilizadas para o desenvolvimento de modelo preditivo NIR para polissacarídeos extracelular, produzidos pelo fungo *Pleurotus ostreatus* em diferentes tratamentos contendo os resíduos, efluente líquido da palma de óleo (POME), e o resíduo sólido (borra sólida de tridecanter), provenientes da agroindústria da palma de óleo.



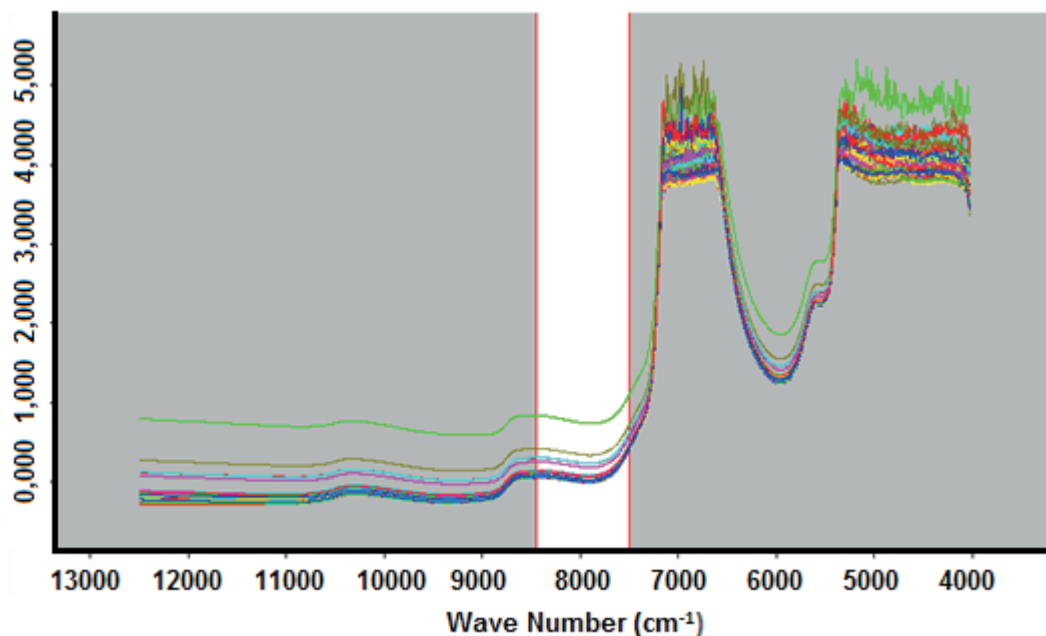


Figura - 2. Região espectral utilizada para o modelo de predição de polissacarídeos extracelular produzidos por *Pleurotus ostreatus* em cultivo submerso com resíduos da Palma de óleo.

Observa-se na (Figura. 2) que a faixa espectral determinada para predição do teor de carboidratos totais (polissacarídeos extracelular) localizou-se entre  $7.500\text{ cm}^{-1}$  a  $8.500\text{ cm}^{-1}$  correspondendo a bandas de absorção das ligações O-H de açúcares, além de N-H e C-H de nitrogênio e outros compostos orgânicos. Este intervalo de número de onda está relacionado principalmente com as bandas de combinação (estiramento mais deformação angular) e coerentes com a complexidade das amostras do material fermentado que apresentam mais de 90% em água, além de nitrogênio e diversos compostos orgânicos como fibras e gotículas de óleo (BAO et al., 2014).

### 3.3 Modelo de Predição de Polissacarídeo Extracelular

Os parâmetros de validação do modelo desenvolvido para predição de polissacarídeos extracelular nas amostras do processo fermentativo deste trabalho estão representados na tabela 1.

Polissacarídeo extracelular	N	Rank	R <sup>2</sup>	RMSECV	RMSEP	RPD	Bias
	58	9	97,6	0,258	0,259	6,46	- 0,0026

Tabela – 1. Parâmetros estatísticos avaliados para validação externa de polissacarídeos extracelular utilizando PLSR.

Observa-se na (Tabela. 1), que o R<sup>2</sup> é de 97,6, o que indica uma boa linearidade

e capacidade do modelo desenvolvido em explicar os resultados observados. Por outro lado, o RPD em 6.46 indica que há uma forte correlação entre o método químico utilizado para quantificar carboidratos e as absorções detectadas na faixa do NIR, ou seja, ambas as técnicas estão avaliando os mesmos tipos de compostos. Tradicionalmente considera-se que os valores de RPD devem estar acima de 2,3, indicando que o resultado do presente modelo se adequa fortemente a este critério (MONRROY et al., 2015).

Os valores de RMSECV e de RMSEP obtidos no modelo estão muito próximos, indicando que o conjunto teste e o conjunto de calibração apresentam variabilidade balanceada. Observa-se, entretanto, que estes desvios ainda são elevados considerando os valores inferiores medidos, chegando a 25% de desvio para os menores valores de concentração de açúcares solúveis totais determinados, indicando uma possível necessidade de aumentar o número de amostras com concentrações nesta faixa inferior. Esta variabilidade, entretanto, está presente nos dados experimentais e foi somente refletida no modelo de predição desenvolvido. Na (Figura. 3), está o gráfico com os valores reais versus valores preditos para os polissacarídeos extracelular, baseados no modelo NIR desenvolvido, e nos dados experimentais quantificados.

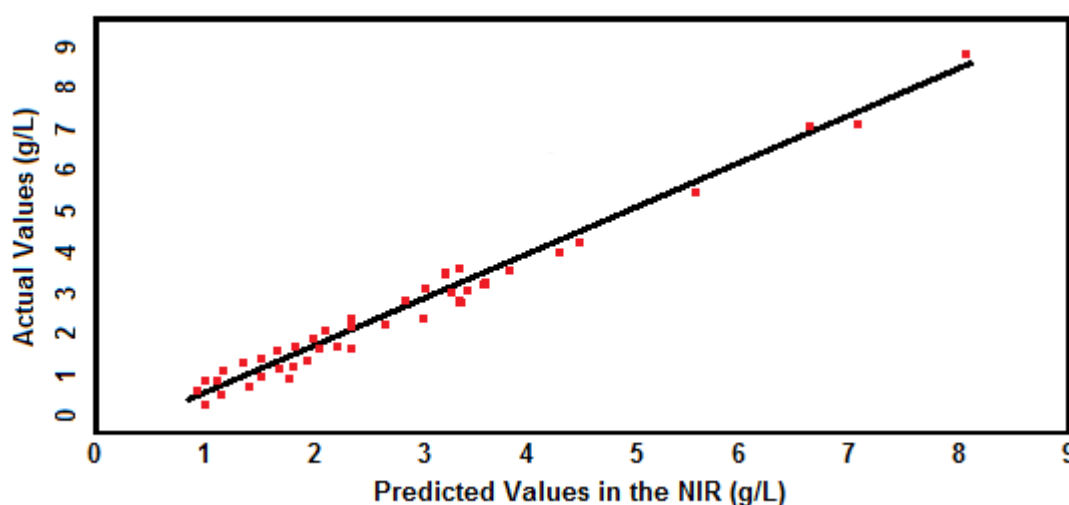


Figura – 3. Valores reais versus valores preditos (NIR) para os conjuntos de validação interna e externa (conjunto teste) da concentração de polissacarídeos extracelular produzidos durante o processo fermentativo.

Esta figura reforça os resultados obtidos anteriormente da adequação dos modelos desenvolvidos para predição dos parâmetros de concentração de polissacarídeos extracelular em amostras do caldo de cultivo, contendo o resíduo, efluente líquido da palma de óleo (POME) e o resíduo sólido (Borra sólida de tridecanter), ambos fermentados com o cogumelo *Pleurotus ostreatus*.

Os resultados apresentados anteriormente para a validação do modelo de predição de polissacarídeos extracelular utilizando a espectroscopia no infravermelho



próximo (NIR) mostram que esta tecnologia pode ser utilizada de forma eficiente como uma técnica analítica para acompanhamento da produção ou consumo de açúcares solúveis totais em processos fermentativos com *Pleurotus ostreatus*, utilizando resíduos da agroindústria da palma de óleo como insumos de cultivo.

O pouco preparo de amostras, a rapidez de análise e o não uso de solventes agressivos ao meio ambiente e perigoso para o operador são as principais vantagens do uso do modelo NIR em relação ao método fenol-sulfúrico para análise de açúcares solúveis total em processos fermentativos. O modelo desenvolvido pode ser aplicado na avaliação direta de produção de polissacarídeos extracelular durante o processo fermentativo, não sendo mais necessárias horas de análises desgastante para quantificar estes polímeros por métodos tradicionais.

#### 4 | CONCLUSÃO

A utilização de resíduos da palma de óleo como elementos de formulação de substrato para produção de polissacarídeos extracelular com o fungo *Pleurotus ostreatus* mostrou-se viável para esta finalidade, sem a necessidade de acréscimo de qualquer outra suplementação ao meio de cultivo. O modelo NIR desenvolvido para predição da concentração de polissacarídeos extracelular durante o processo fermentativo foi validado apresentando coeficiente  $R^2$  de 97,6 e RPD de 6,46, ambos, indicativos de uma boa linearidade da resposta e de uma boa correlação entre o método químico utilizado e as absorções detectadas na faixa do NIR.

Os valores de RMSEP e RMSEC de 0,259 e 0,258, respectivamente, indicam que tanto o conjunto teste quanto o conjunto de calibração apresentam a mesma variabilidade. Estes valores, entretanto, foram elevados devido à variabilidade do conjunto de dados experimentais. De forma geral, entretanto, o modelo desenvolvido apresenta adequação para acompanhamento da evolução de açúcares solúveis totais, interpretados como polissacarídeos produzidos ou consumidos durante o processo fermentativo de resíduos de palma de óleo com o cogumelo *Pleurotus ostreatus*.

#### REFERÊNCIAS

ANDRIES, E, KALIVAS, J.H. Multivariate calibration leverages and spectral ratios via the filter factor representation. **J. Chemom**, v. 24, p. 249-260, 2010.

AWALLUDIN, M.F, SULAIMAN, O, HASHIM, R, NADHARI, W.N.A.W. An overview of the oil palm industry in Malaysia and its waste utilization through thermochemical conversion, specifically via liquefaction. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. v. 50, p. 1469–1484, 2015.

BAO, Y, LIU, F, KONG, W, SUN, D, HE, Y, QIU, Z. Measurement of soluble solid contents and pH of White vinegars using VIS/NIR spectroscopy and least squares support vector machine. **Food and Bioprocess Technology**. v. 7, p. 54-61, 2014.

- BARBOSA, J.R, FREITAS, M.M.S, OLIVEIRA, M.E.C. Valorização de Resíduos da Palma De Óleo (*Elaeis* sp) para Produção de Polissacarídeos Extracelulares por *Pleurotus Ostreatus*, em: AS Santos (Eds), Avanços Científicos e Tecnológicos em Bioprocessos, Atena Editora. Ponta Grossa (PR)- Brasil, 2018, pp. 41 – 49.
- CASTRO-ALVES, V.C, NASCIMENTO, J.R.O.  $\alpha$ - and  $\beta$ -D-Glucans from the edible mushroom *Pleurotus albidus* differentially regulate lipid-induced inflammation and foam cell formation in human macrophage-like THP-1 cells. **Int. J. of Biological Macromolecules**. v. 111, p. 1222–1228, 2018.
- CHEN, C.F, SU, C.H, LAI, M.N, NG, L.T. Differences in water soluble non-digestible polysaccharides and anti-inflammatory activities of fruiting bodies from two cultivated *Xylaria nigripes* strains. **Int. J. of Biological Macromolecules**. v. 116, p. 728–734, 2018.
- DUBOIS, M, GILLES, K.A, HAMILTON, J.K, REBERS, P.A, SMITH, F. Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances. **Analytical Chemistry**. v. 28, p. 350-356, 1956.
- LI, W, WANG, J, CHEN, Z, GAO, X, CHEN, Y, XUE, Z, GUO, Q, MA, Q, CHEN, H. Physicochemical properties of polysaccharides from *Lentinus edodes* under high pressure cooking treatment and its enhanced anticancer effects. **Int. J. of Biological Macromolecules**. v. 115, p. 994 – 1001, 2018.
- LIU, W.B, XIE, F, SUN, H.Q, MENG, M, ZHU, Z.Y. Anti-tumor effect of polysaccharide from *Hirsutella sinensis* on human non-small cell lung cancer and nude mice through intrinsic mitochondrial pathway. **Int. J. of Biological Macromolecules**. v. 99, p. 258- 264, 2017a.
- LIU, X, CHEN, Y, WU, L, WU, X, HUANG, Y, LIU, B. Optimization of polysaccharides extraction from *Dictyophora indusiata* and determination of its antioxidant activity, **Int. J. of Biological Macromolecules**. v. 103, p. 175–181, 2017b.
- MONRROY, M, GARCIA, J.R, TRONCOSO, E, FREER, J. Fourier transformed near infrared (FT-NIR) spectroscopy for the estimation of parameters in pretreated lignocellulosic materials for bioethanol production. **Journal of Chemical Technology & Biotechnology**. v. 90, p. 1281-1289, 2015.
- PASQUINI, C. Near infrared spectroscopy: A mature analytical technique with new perspectives e A-Review. **Analytica Chimica Acta**. v. 1026, p. 8-36, 2018.
- SINGLETON, R, NANJUNDASWAMY, A.K, MANDYAM, K, NJITI, V. Fermentation Optimization of Macro-Fungus *Pleurotus Sajor-Caju* on Soymeal. **Fermentation Technology**. v. 6, p. 2-5, 2017.
- SYNYTSYA, A, NOVÁK, M. Structural diversity of fungal glucans. **Carbohydrate Polymers**. v. 92, p. 792–809, 2013.

## **SOBRE A ORGANIZADORA**

**KARINE DALAZOANA:** Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, Ponta Grossa, PR. Especialista em Educação e Gestão Ambiental pelo Instituto de Estudos Avançados e Pós- Graduação, ESAP, Londrina, PR. Especialista em Educação Inclusiva pela Universidade Cidade de São Paulo, UNICID, SP. Especialista em Gestão Educacional pela Universidade Estadual de Ponta Grossa, UEPG, Ponta Grossa, PR. Mestre em Gestão do Território, Área de Concentração Gestão do Território: Sociedade e Natureza pela Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, Ponta Grossa, PR. Professora de Biologia do Quadro Próprio do Magistério da Secretaria de Estado de Educação, SEED, PR. Professora Adjunta do Centro de Ensino Superior de Campos Gerais, CESCAGE, Ponta Grossa, PR S

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Ácido kójico 1, 3, 4, 6, 7  
Antimicrobianos 88, 91  
Arboviroses 22, 23, 26, 27, 28  
Aspergillus Flavus 1, 7, 8

### B

Biologia molecular 77

### C

Chrysobalanaceae 59, 60, 61, 62, 65, 68, 69, 70  
Conservação 40, 41, 42, 44, 46, 47, 50, 51, 71, 75, 76  
Contextualização 53, 54, 57, 58  
Crescimento vegetativo 9, 11  
Criadouros 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29

### D

Divulgação científica 40, 44, 45, 48

### E

Educação ambiental 43, 51, 52, 71, 72, 75, 76  
Ensino de biologia 53  
Enzima 2, 7, 77, 91  
Estafilococos 88, 92

### F

Fases larvais 23  
Fauna 40, 41, 44, 47, 49, 50, 51, 52, 63, 74, 76  
Feijão-de-porco 9, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20

### H

Histologia 1, 5, 30, 31, 35, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 96, 100

### I

Ipojuca 22, 23, 24, 25, 27, 28

### L

Licania tomentosa 59, 60, 61, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70

### M

Metabólitos secundários 60, 61, 67  
Métodos de imobilização 77  
Mídias digitais 40  
Modelo de predição NIR 30

## **N**

Nitrogênio 6, 9, 15, 19, 31, 32, 36, 63, 93, 95, 96, 98

## **O**

Oiti 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69

## **P**

Paracetamol 9, 10, 12, 14, 15

Pleurotus Ostreatus 30, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39

Polissacarídeo extracelular 30, 36

Poluentes do solo 9

Preservação 11, 42, 43, 45, 71, 72, 74, 75

Produtos 2, 4, 10, 32, 42, 93

Prospecção 77, 86

## **Q**

Quirópteros 71, 72, 73, 74, 75, 76

## **R**

Remediação ambiental 9

Resistente 61, 65, 88, 89, 91

## **S**

Substituição 2, 93, 98

Suportes 77

## **T**

Tratamento 1, 2, 3, 9, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 33, 35, 57, 59, 62, 88, 90, 92, 93, 96, 97, 98

## **V**

Vetores 22, 23, 24, 26, 27, 28

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-638-6



9 788572 476386