

# Impactos das Tecnologias nas Ciências Biológicas e da Saúde 2

Christiane Trevisan Slivinski  
(Organizadora)



**Atena**  
Editora

Ano 2019

Christiane Trevisan Slivinski  
(Organizadora)

# Impactos das Tecnologias nas Ciências Biológicas e da Saúde 2

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação e Edição de Arte:** Geraldo Alves e Natália Sandrini

**Revisão:** Os autores

### **Conselho Editorial**

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
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  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
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  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

134 Impactos das tecnologias nas ciências biológicas e da saúde 2  
[recurso eletrônico] / Organizadora Christiane Trevisan Slivinski. –  
Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Impactos das  
Tecnologias nas Ciências Biológicas e da Saúde; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-038-4

DOI 10.22533/at.ed.384191601

1. Ciências biológicas. 2. Saúde. 3. Tecnologia. I. Slivinski,  
Christiane Trevisan.

CDD 620.8

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

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.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A tecnologia está ganhando cada dia mais espaço na vida das pessoas e em tudo que as cerca. Compreende-se por tecnologia todo o conhecimento técnico e científico e sua aplicação utilizando ferramentas, processos e materiais que foram criados e podem ser utilizados a partir deste conhecimento. Quando, para o desenvolvimento da tecnologia estão envolvidos sistemas biológicos, seres vivos ou seus metabólitos, passa-se a trabalhar em uma área fundamental da ciência, a Biotecnologia.

Toda produção de conhecimento em Biotecnologia envolve áreas como Biologia, Química, Engenharia, Bioquímica, Biologia Molecular, Engenharia Bioquímica, Química Industrial, entre outras, impactando diretamente no desenvolvimento das Ciências Biológicas e da Saúde. A aplicação dos resultados obtidos nos estudos em Biotecnologia está permitindo um aumento gradativo nos avanços relacionados a qualidade de vida da população, preservação da saúde e bem estar.

Neste ebook é possível identificar vários destes aspectos, onde a produção científica realizada por pesquisadores das grandes academias possuem a proposta de aplicações que podem contribuir para um melhor aproveitamento dos recursos que a natureza nos oferece, bem como encontrar novas soluções para problemas relacionados à manutenção da vida em equilíbrio.

No volume 2 são apresentados artigos relacionados a Bioquímica, Tecnologia em Saúde e as Engenharias. Inicialmente é discutida a produção e ação de biocompostos tais como ácido hialurônico, enzimas fúngicas, asparaginase, lipase, biossurfactantes, xilanase e eritritol. Em seguida são apresentados aspectos relacionados a análise do mobiliário hospitalar, uso de oxigenoterapia hospitalar, engenharia clínica, e novos equipamentos utilizados para diagnóstico. Também são apresentados artigos que trabalham com a tecnologia da informação no desenvolvimento de sistemas e equipamentos para o tratamento dos pacientes.

No volume 3 estão apresentados estudos relacionados a Biologia Molecular envolvendo a leptospirose e diabetes melitus. Também foram investigados alguns impactos da tecnologia no estudo da microcefalia, agregação plaquetária, bem como melhorias no atendimento nas clínicas e farmácias da atenção básica em saúde.

Em seguida discute-se a respeito da utilização de extratos vegetais e fúngicos na farmacologia e preservação do meio ambiente. Finalmente são questionados conceitos envolvendo Educação em Saúde, onde são propostos novos materiais didáticos para o ensino de Bioquímica, Biologia, polinização de plantas, prevenção em saúde e educação continuada.

Christiane Trevisan Slivinski

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ÁCIDO HIALURÔNICO MICROBIANO: PRODUÇÃO E APLICAÇÕES	
Hanny Cristina Braga Pereira Duffeck Nicole Caldas Pan Maria Antonia Pedrine Colabone Celligoi	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3841916011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>15</b>
AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS HIDROLÍTICAS DE FUNGOS ISOLADOS DE <i>EUTERPE PRECATORIA</i> MART.	
Bárbara Nunes Batista Rosiane Rodrigues Matias Ana Milena Gómez Sepúlveda Rafael Lopes e Oliveira Patrícia Melchionna Albuquerque	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3841916012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>26</b>
DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS IDEAIS DE CULTIVO DE <i>STREPTOMYCES PARVULUS</i> UFPEDA 3408 PARA PRODUÇÃO DA ENZIMA L- ASPARAGINASE	
Glêzia Renata da Silva Lacerda Islan D'Eric Gonçalves da Silva Luiz Eduardo Felix de Albuquerque Wanda Juliana Lopes e Silva Suellen Emilliany Feitosa Machado Silene Carneiro do Nascimento Gláucia Manoella de Souza Lima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3841916013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>36</b>
IMOBILIZAÇÃO DE LIPASE DE <i>Botryosphaeria ribis</i> EC-01 EM RESÍDUO TÊXTIL	
Jéssica Borges de Oliveira Rafael Block Samulewski Josana Maria Messias Aline Thaís Bruni Aneli M. Barbosa-Dekker Robert F. H. Dekker Milena Martins Andrade	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3841916014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>42</b>
IMOBILIZAÇÃO DE LIPASES EM ZEÓLITA A OBTIDAS A PARTIR DA CINZA DE BIOMASSA DA BANANEIRA	
Orlando Baron Eduardo Radovanovic Sílvia Luciana Favaro Murilo Pereira Moisés Nadia Krieger Alessandra Machado Baron	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3841916015</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 48**

PRODUÇÃO DE BIOSSURFACTANTES A PARTIR DE FUNGOS ENDOFÍTICOS ISOLADOS DA ESPÉCIE AMAZÔNICA *MYRCIA GUIANENSIS* E SUA TOLERÂNCIA AO ENDOSULFAN

Ana Milena Gómez Sepúlveda  
Sergio Duvoisin Junior  
Patrícia Melchionna Albuquerque

**DOI 10.22533/at.ed.3841916016**

**CAPÍTULO 7 ..... 60**

PRODUÇÃO E EXTRAÇÃO DE LIPASES DE *Penicillium corylophilum*

Lucas Marcondes Camargo  
Ricardo de Sousa Rodrigues  
Michael da Conceição de Castro  
Josiane Geraldelo da Silva  
Patrícia Salomão Garcia  
Milena Martins Andrade  
Alessandra Machado Baron

**DOI 10.22533/at.ed.3841916017**

**CAPÍTULO 8 ..... 66**

SELEÇÃO DE FUNGOS ENDOFÍTICOS ISOLADOS DE *MYRCIA GUIANENSIS* PRODUTORES DE XILANASE

Rosiane Rodrigues Matias  
Ana Milena Gómez Sepúlveda  
Bárbara Nunes Batista  
Juliana Mesquita Vidal Martínez de Lucena  
Patrícia Melchionna Albuquerque

**DOI 10.22533/at.ed.3841916018**

**CAPÍTULO 9 ..... 75**

UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO MILHOCINA COMO FONTE DE VITAMINAS E NITROGÊNIO ORGÂNICO NA PRODUÇÃO DE ERITRITOL POR *Yarrowia lipolytica*

Luana Vieira da Silva  
Maria Alice Zarur Coelho  
Priscilla Filomena Fonseca Amaral  
Patrick Fickers

**DOI 10.22533/at.ed.3841916019**

**CAPÍTULO 10 ..... 84**

ANÁLISE DE MOBILIÁRIO HOSPITALAR COM INCIDÊNCIA EM EVENTOS ADVERSOS

Lígia Reis Nóbrega  
Selma Terezinha Milagre

**DOI 10.22533/at.ed.38419160110**

**CAPÍTULO 11 ..... 88**

ANÁLISE DO PROCESSO TECNOLÓGICO EM SAÚDE NO SERVIÇO DE OXIGENOTERAPIA DOMICILIAR

Bruno Pires Bastos  
Renato Garcia Ojeda

**DOI 10.22533/at.ed.38419160111**

**CAPÍTULO 12 ..... 98**

CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA RECENTE SOBRE A ODONTOLOGIA HOSPITALAR NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Wagner Couto Assis  
Adriano Santos Sousa Oliveira  
Danilo Lyrio de Oliveira  
Ismar Eduardo Martins Filho  
Alba Benemerita Alves Vilela

**DOI 10.22533/at.ed.38419160112**

**CAPÍTULO 13 ..... 111**

CARACTERIZAÇÃO DE PACIENTES COM ÚLCERA DE PÉ DIABÉTICO ATENDIDOS EM HOSPITAIS DA REDE PÚBLICA DE SÃO LUÍS MARANHÃO

Kezia Cristina Batista dos Santos  
Tamires Barradas Cavalcante  
Patrícia Amorim Danda  
Gabriela Sellen Campos Ribeiro  
Adrielly Haiany Coimbra Feitosa

**DOI 10.22533/at.ed.38419160113**

**CAPÍTULO 14 ..... 123**

APLICAÇÃO DE RTOS NA CRIAÇÃO DE DISPOSITIVO ELETROMÉDICO PARA AVALIAÇÃO DO BLOQUEIO NEUROMUSCULAR INTRAOPERATÓRIO

Matheus Leitzke Pinto  
Gustavo Ott  
Mauricio Campelo Tavares

**DOI 10.22533/at.ed.38419160114**

**CAPÍTULO 15 ..... 138**

ATUAÇÃO DO SETOR DE ENGENHARIA CLÍNICA: UM ESTUDO DE CASO NO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO ONOFRE LOPES

Camila Beatriz Souza de Medeiros  
Taline dos Santos Nóbrega  
Beatriz Stransky

**DOI 10.22533/at.ed.38419160115**

**CAPÍTULO 16 ..... 147**

AUTOMAÇÃO DE BAIXO CUSTO PARA UMA CADEIRA DE RODAS

Samuel Roberto Marcondes  
Aline Camile Stelf

**DOI 10.22533/at.ed.38419160116**

**CAPÍTULO 17 ..... 154**

CLASSIFICAÇÃO DE EEG COM REDES NEURAIS ARTIFICIAIS UTILIZANDO ALGORITMOS DE TREINAMENTO DO TIPO *EXTREME LEARNING MACHINE E BACK-PROPAGATION*

Tatiana Saldanha Tavares  
Francisco Assis de Oliveira Nascimento  
Cristiano Jacques Miosso

**DOI 10.22533/at.ed.38419160117**

<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>163</b>
DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA WEB PARA GESTÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES	
Antonio Domingues Neto José Felício da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.38419160118</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>172</b>
DETECÇÃO DE ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL ISQUÊMICO AGUDO/SUBAGUDO BASEADA NA POSIÇÃO VENTRICULAR	
Cecília Burle de Aguiar Walisson da Silva Soares Severino Aires Araújo Neto Carlos Danilo Miranda Regis	
<b>DOI 10.22533/at.ed.38419160119</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>185</b>
DETECÇÃO DE MELANOMA UTILIZANDO DESCRITORES DE HARALICK	
Marília Gabriela Alves Rodrigues Santos Marina de Oliveira Alencar Walisson da Silva Soares Cecília Burle Aguiar Carlos Danilo Miranda Regis	
<b>DOI 10.22533/at.ed.38419160120</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>194</b>
HUMAN KNEE SIMULATION USING MULTILAYER PERCEPTRON ARTIFICIAL NEURAL NETWORK	
Ithallo Junior Alves Guimarães Roberto Aguiar Lima Vera Regina Fernandes da Silva Marães Lourdes Mattos Brasil	
<b>DOI 10.22533/at.ed.38419160121</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>201</b>
INFLUÊNCIA DO FILTRO DE <i>WIENER</i> NO REALCE DE CONTRASTE DE IMAGENS MAMOGRÁFICAS USANDO FUNÇÃO SIGMOID	
Michele Fúlvia Angelo Thalita Villaron Lima Talita Conte Granado Ana Claudia Patrocínio	
<b>DOI 10.22533/at.ed.38419160122</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>212</b>
MODELAGEM E IMPLEMENTAÇÃO DE BANCO DE DADOS PARA O GERENCIAMENTO DE PROPOSTAS EM INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM SAÚDE	
Lígia Reis Nóbrega Adriano de Oliveira Andrade Selma Terezinha Milagre	
<b>DOI 10.22533/at.ed.38419160123</b>	



**CAPÍTULO 24 ..... 219**

DETECÇÃO DE RESPOSTAS AUDITIVAS EM REGIME PERMANENTE USANDO COERÊNCIA MÚLTIPLA: OBTENÇÃO DE CONJUNTO ÓTIMO DE ELETRODOS PARA APLICAÇÃO ONLINE

Felipe Antunes  
Glaucia de Moraes Silva  
Brenda Ferreira da Silva Eloi  
Leonardo Bonato Felix

**DOI 10.22533/at.ed.38419160124**

**CAPÍTULO 25 ..... 227**

PRÓTESE DE MEMBRO INFERIOR EM FIBRA DE CARBONO PARA USO COTIDIANO E LEVES EXERCÍCIOS

César Nunes Giracca  
Tiago Moreno Volkmer

**DOI 10.22533/at.ed.38419160125**

**CAPÍTULO 26 ..... 238**

RECONSTRUÇÃO DE IMAGEM DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA POR FEIXE DE PRÓTONS, UTILIZANDO A TRANSFORMADA INVERSA DE RADON, BASEADA EM IMAGENS GERADAS POR SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

Fabrcio Loreni da Silva Cerutti  
Gabriela Hoff  
Marcelo Victor Wüst Zibetti  
Hugo Reuters Schelin  
Valeriy Viktorovich Denyak  
Sergei Anatolyevich Paschuk  
Ivan Evseev  
Leonardo Zanin  
Ediney Milhoretto

**DOI 10.22533/at.ed.38419160126**

**CAPÍTULO 27 ..... 246**

REVITALIZAÇÃO DE PROCESSADORAS AUTOMÁTICAS KODAK M35 X-OMAT PROX PROCESSOR

Fabricio Loreni da Silva Cerutti  
Jesiel Ricardo dos Reis  
Oseas Santos Junior  
Juliana do Carmo Badelli  
Andressa Caron Brey  
Jorge Luis Correia da Silva  
Marcelo Zibetti

**DOI 10.22533/at.ed.38419160127**

**CAPÍTULO 28 ..... 253**

SIMULADOR MATERNO FETAL

Rodrigo Lopes Rezer  
Marcelo Antunes Marciano  
Anderson Alves dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.38419160128**

**CAPÍTULO 29 ..... 262**

UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS (CAE) NA OTIMIZAÇÃO DE PRÓTESES DE MÃO.

Francisco Gilfran Alves Milfont

Luiz Arturo Gómez Malagón

**DOI 10.22533/at.ed.38419160129**

**SOBRE A ORGANIZADORA..... 271**

## SELEÇÃO DE FUNGOS ENDOFÍTICOS ISOLADOS DE *MYRCIA GUIANENSIS* PRODUTORES DE XILANASE

### **Rosiane Rodrigues Matias**

Universidade do Estado do Amazonas, Escola Superior de Ciências da Saúde, Escola Superior de Tecnologia  
Manaus – Amazonas

### **Ana Milena Gómez Sepúlveda**

Universidade do Estado do Amazonas, Escola Superior de Ciências da Saúde, Escola Superior de Tecnologia  
Manaus – Amazonas

### **Bárbara Nunes Batista**

Universidade do Estado do Amazonas, Escola Superior de Ciências da Saúde, Escola Superior de Tecnologia  
Manaus – Amazonas

### **Juliana Mesquita Vidal Martínez de Lucena**

Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Departamento de Educação Básica e Formação de Professores  
Manaus – Amazonas

### **Patrícia Melchionna Albuquerque**

Universidade do Estado do Amazonas, Escola Superior de Ciências da Saúde, Escola Superior de Tecnologia  
Manaus – Amazonas

**RESUMO:** As xilanases são enzimas responsáveis pela hidrólise da xilana, de versátil aplicabilidade industrial, podendo ser obtidas de diversas fontes, dentre estas de fungos endofíticos. Os fungos são importantes

produtores de enzimas extracelulares, e os endófitos têm atraído interesse por seu potencial em produzir substâncias sintetizadas por seu hospedeiro. Apesar das inúmeras aplicações, a disponibilidade de cepas xilanolíticas para a indústria ainda é pequena. Assim, este trabalho visou avaliar a capacidade produtora de xilanases de fungos endofíticos isolados da espécie amazônica *Myrcia guianensis*. Os isolados foram reativados e submetidos à triagem enzimática em meio sólido. Os isolados com os maiores índices enzimáticos foram selecionados para produção xilanolítica em meio líquido. A dosagem da atividade enzimática foi realizada pelo método de DNS, utilizando curva padrão de xilose. Dos 24 fungos avaliados, quatro (#15 isolado de caule, #18 e #36 isolados de raiz e #38 isolado de folha) foram selecionados como bons produtores de xilanase em meio sólido. Dos quatro fungos cultivados em meio líquido, o #18 e o #36 apresentaram maior potencial xilanolítico (16 e 17 U/mL, respectivamente), produzindo a enzima em 48 h. A partir destes resultados, verifica-se o potencial de fungos endofíticos isolados de *M. guianensis* para a produção de xilanase.

**PALAVRAS-CHAVE:** atividade xilanolítica, endófitos, triagem enzimática.

**ABSTRACT:** Xylanases are enzymes responsible for the hydrolysis of xylan, which

have versatile industrial uses and can be obtained from several sources, among them endophytic fungi. Fungi are important producers of extracellular enzymes, and endophytes have attracted interest because of their potential to produce substances produced by their host. Despite the numerous applications, the availability of xylanolytic strains to the industry is still small. Thus, this work aimed to evaluate the production capacity of xylanases of endophytic fungi isolated from the Amazonian species *Myrcia guianensis*. The isolates were reactivated and submitted to enzymatic screening in solid medium. The isolates with the highest enzymatic indices were selected for xylanolytic production in liquid medium. The dosage of the enzymatic activity was performed using the DNS method, using standard curve for xylose. Of the 24 evaluated fungi, four (# 15 isolated from stem, # 18 and # 36 isolated from root and # 38 isolated from leaf) were selected as good producers of xylanase in solid medium. Of the four fungi cultured in liquid medium, # 18 and # 36 presented the highest xylanolytic potential (16 and 17 U / mL, respectively), producing the enzyme in 48 h. From these results, the potential of endophytic fungi isolated from *M. guianensis* for the production of xylanase is confirmed.

**KEYWORDS:** xylanolytic activity, endophytes, enzymatic screening.

## 1 | INTRODUÇÃO

A Amazônia tem sido descrita como detentora da maior parcela da biodiversidade, com cerca de 30% do patrimônio genético existente no planeta (artrópodes, mamíferos peixes, etc.). Além disso, sabe-se que mais de 10 mil espécies de plantas são portadoras de moléculas biologicamente ativas, vistas como promessas valiosas para as indústrias farmacêuticas e de cosméticos (aromas, ácidos graxos insaturados, pigmentos, antocianinas, flavonoides, carotenos, etc.) (ARAÚJO FILHO et al., 2015). Dentre as fontes bio-sustentáveis de moléculas de interesse industrial estão as obtidas a partir micro-organismos, como os fungos.

Os fungos endofíticos são micro-organismos que residem no interior dos tecidos vegetais saudáveis em determinado período de seu ciclo de vida, sem causar danos visíveis à planta. Estes micro-organismos possuem capacidade de secretar compostos de interesse biotecnológico, como substâncias com propriedades antimicrobianas, antitumorais, hormônios, corantes, enzimas, entre outras (BEZERRA et al., 2015; PINHEIRO et al., 2013).

Apesar do tímido interesse em desvendar o potencial biotecnológico dos fungos endofíticos associados a espécies tropicais, já se tem dados contundentes de sua grande contribuição para a biotecnologia, a exemplo da descoberta do Taxol, que inicialmente era extraído da planta *Taxus brevifolia*, e posteriormente foi comprovada a capacidade do fungo endofítico *Taxomyces andreanae* em secretar o composto próprio do espécime vegetal em que ele residia. Desta maneira, os estudos sobre a população endofítica presente em plantas medicinais bem como a sua bioprospecção

tomaram um novo vigor (BEZERRA et al., 2015).

Dentre as plantas medicinais de amplo uso na medicina tradicional está a *Myrcia guianensis*, popularmente conhecida como pedra-hume-caá, araçazinho ou guamirim, e com distribuição nas regiões norte (Acre, Amazonas, Amapá), nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Pernambuco, Rio Grande do Norte), centro-oeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo) e sul brasileiro (Rio Grande do Sul e Santa Catarina) (FLORADO BRASIL, 2018). De grande importância biotecnológica, a *M. guianensis* tem sido descrita como produtora de considerável diversidade de metabólitos secundários com propriedades ativas (esteroides, flavonóides, monoterpenos, sesquiterpenos e triterpenos), metabólitos estes que podem ser isolados de variadas estruturas como folhas, flores e galhos (KUSTER et al., 2003; CRUZ et al., 2004).

Diante da importância medicinal desta espécie, surgiu o interesse em conhecer o potencial biotecnológico de seus endófitos. Nesse sentido, Banhos e colaboradores (2014) verificaram a presença de cepas promissoras isoladas de *M. guianensis* como fontes de novos compostos antimicrobianos, com capacidade de inibir o crescimento de importantes patógenos tais como *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis* e *Candida albicans*. Desta maneira, observa-se a necessidade de mais investigações acerca desses micro-organismos metabolicamente versáteis.

Os fungos são conhecidos por seu potencial em produzir enzimas de interesse industrial. Os endófitos, por sua vez, se caracterizam como importantes fontes de catalisadores biológicos de ampla aplicação industrial, como as hidrolases (BAGCHI e BANERJEE, 2013; PINHEIRO et al.; 2013).

Dentre uma variedade de enzimas hidrolíticas, as xilanases se destacam como importantes bioconversores de compostos lignocelulósicos em açúcares, hidrolisando ligações  $\beta$ -(1,4) da molécula de xilana (PASSARINHO, 2014; DELAYE et al., 2013). Estas enzimas são largamente utilizadas no branqueamento de papel, na produção de pães, sucos, além de serem utilizadas como aditivo em ração animal, na produção de xilitol e etanol (SEYIS e AKSOZ, 2005; SUBRAMANIYAN e PREMA, 2002). A obtenção dessas enzimas por meio de micro-organismos tem sido foco de diversas investigações, sendo os fungos endófitos uma alternativa interessante como novas fontes de xilanases.

Portanto, diante de sua vasta aplicação industrial, este estudo buscou avaliar a capacidade produtora de xilanase por fungos endófitos isolados da espécie amazônica *Myrcia guianensis*, com intuito de buscar novas fontes produtoras desta enzima.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Micro-organismos

Foram utilizados 24 fungos endofíticos isolados de diferentes tecidos (caule, folha e raiz) de *Myrcia guianensis*. O material vegetal foi coletado em abril de 2009, em Santarém, Pará (BANHOS, 2011). Os fungos, armazenados pelo método de Castellani (1939), foram reativados em ágar Sabouraud e submetidos ao ensaio em meio sólido.

### 2.2 Triagem enzimática em meio sólido

Os fungos foram submetidos à triagem enzimática em meio sólido específico para produção de xilanase, contendo 0,25% de xilana e 1,8% de ágar em 100 mL de água destilada. O meio de cultivo foi acondicionado em frascos Erlenmeyer e autoclavado à 121°C por 15 minutos (NENAWÉ et al., 2006).

O experimento foi realizado em triplicata, onde os isolados foram inoculados em fragmentos de 5 mm<sup>2</sup> no centro da placa de Petri e incubados à 28°C por 7 dias em BOD. Observado o crescimento da colônia, a mesma foi corada por uma solução de vermelho Congo em etanol a 0,5% e após 5 minutos, foi realizada a revelação com solução de NaCl 1 M. Foi considerado positivo o isolado que apresentou a formação de um halo amarelado ao redor da colônia, indicando a hidrólise da xilana.

Os diâmetros do halo e da colônia foram medidos com auxílio de paquímetro. O índice enzimático (IE) foi determinado pela razão entre o diâmetro do halo e o diâmetro da colônia. Os fungos com os maiores IE foram selecionados para a produção da enzima em meio líquido.

### 2.3 Produção de xilanase em meio líquido

Os fungos selecionados para produção em meio líquido foram inicialmente inoculados em ágar V8 em tubo inclinado com intuito de induzir a produção de esporos (GOMES e PENA, 2016). Os fungos foram incubados por 7 dias à 28°C, e em condições estéreis foram adicionados aos tubos 4 mL de água destilada. Os tubos foram agitados vigorosamente com a intenção de liberar os esporos presos ao micélio. Em seguida, seguiu-se com a contagem de esporos em câmara de Neubauer, sendo o inóculo padronizado na concentração de 10<sup>6</sup> esporos/mL.

Uma alíquota de 100 µL da solução de esporos foi inoculada em 50 mL de meio de cultivo específico estéril conforme descrito por Sousa-Gomes (2014) com modificações, sendo constituído por NaNO<sub>3</sub> (1,0 g/L), KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (1,5 g/L), MgSO<sub>4</sub> (0,5 g/L), CuSO<sub>4</sub> (0,25 g/L), MnCl<sub>2</sub> (0,0116 g/L), H<sub>3</sub>BO<sub>4</sub> (0,00949 g/L), (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (0,00235 g/L), FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O (0,136 g/L), CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O (0,0088 g/L), extrato de levedura (2,0 g/L) e 1% de xilana. O experimento foi conduzido em triplicata, em incubadora tipo shaker a 28°C por 10 dias, sob agitação de 150 rpm. A cada 24 h foram retiradas alíquotas de 1,0 mL para dosagem da atividade enzimática.

## 2.4 Dosagem da atividade enzimática

A medida da atividade enzimática foi realizada conforme descrita por Miller (1959), por meio da determinação de açúcares redutores formados durante a incubação do extrato enzimático com o substrato, fazendo o uso de ácido 3,5-dinitrosalicílico (DNS). A atividade enzimática de xilanase foi quantificada com base na curva padrão de xilose, utilizando xilana a 2% como substrato, com leitura da absorbância em espectrofotômetro a 540 nm. Uma unidade de atividade enzimática (U) foi definida como a quantidade de enzima necessária para produzir 1  $\mu\text{mol}$  de açúcar redutor por minuto, nas condições do ensaio.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 24 fungos, quatro (#15 isolado de caule, #18 e #36 isolados de raiz e #38 isolado de folha) foram capazes de produzir xilanase. O fungo #18 apresentou o menor índice enzimático (IE), ao passo que o fungo #38 apresentou o maior IE (Tabela 1).

Tecido de Isolamento	Fungo	IE Xilanase
Raiz	1	NA
Raiz exposta	2	NA
Raiz exposta	3	NA
Raiz exposta	4	NA
Caule	5	NA
Raiz exposta	6	NA
Caule	7	NA
Caule exposto	8	NA
Caule exposto	9	NA
Caule exposto	10	NA
Caule exposto	11	NA
Raiz exposta	13	NA
Caule exposto	14	NA
<b>Caule</b>	<b>15</b>	<b>2,75<math>\pm</math>0,63</b>
Folha	16	NA
Folha	17	NA
<b>Raiz exposta</b>	<b>18</b>	<b>2,65<math>\pm</math>0,97</b>
Caule	19	NA
Raiz exposta	33	NA
Caule	34	NA
Caule	35	NA
<b>Raiz exposta</b>	<b>36</b>	<b>3,30<math>\pm</math>0,57</b>
Folha	37	NA
<b>Folha</b>	<b>38</b>	<b>3,8<math>\pm</math>0,38</b>

Tabela 1. Produção de xilanase em meio sólido dos fungos endofíticos de *Myrcia guianensis* e seus respectivos índices enzimáticos (IE).

NA = Não apresentou atividade.

Dentre as diversas fontes de xilanases, as de origem fúngica são as mais comercializadas, destacando-se os gêneros *Aspergillus* e *Trichoderma* como os principais produtores (MICHELIN et al., 2010). Alguns dos principais incentivos referentes à investigação de novas fontes de xilanases fúngicas devem-se às suas características bioquímicas, como maior estabilidade, especificidade catalítica, redução de subprodutos reacionais, além de apresentarem alta atividade, e representarem um produto bio sustentável de variadas aplicações (GASPAR JÚNIOR, 2014).

Os isolados #18 e #36 selecionados no presente estudo foram identificados por meio da técnica de microcultivo como pertencentes ao gênero *Aspergillus*, corroborando os dados da literatura que exaltam a capacidade desses organismos em sintetizar a classe de enzimas foco deste estudo (MICHELIN et al., 2010; MEYER et al., 2015; SILVA et al., 2015).

Nos ensaios em meio líquido, os fungos #15 e #38 não foram capazes de produzir xilanase. No entanto, os fungos #18 e #36 apresentaram bons resultados com apenas 48 horas de cultivo. A atividade enzimática obtida a partir do cultivo do fungo #18 foi de 16 U/mL, enquanto o isolado #36 produziu 17 U/mL (Figura 1).

Os isolados de raiz exposta de *M. guianensis* #18 e #38 pertencentes ao gênero *Aspergillus* mostraram-se promissores, com significativa capacidade de produzir xilanase em meio líquido. Segundo Silva e colaboradores (2006) a excreção de hidrolases para o meio extracelular está relacionada tanto com a degradação de substratos como com o transporte de nutrientes para o interior da célula, favorecendo o crescimento vegetal. Assim, pode-se inferir que o bom desempenho na produção enzimática por isolados de raiz exposta de *M. guianensis* esteja relacionado com as necessidades nutricionais do endófitos e do hospedeiro.

Em um estudo recente, Elegbede e Lateef (2018) avaliaram a produção de xilanase por diferentes linhagens fúngicas, inclusive de *Aspergillus niger* L3, *A. fumigatus* SD5A e *A. flavus* SD4A. Os valores de atividade enzimática encontrados foram superiores (44,81 U/mL) aos obtidos no presente estudo. Ao passo que Silva e colaboradores (2015), utilizando fungos endofíticos para obtenção de xilanases, observaram atividades enzimáticas mais baixas (13,5 U/mL) que as obtidas pelos *Aspergillus* amazônicos isolados de *M. guianensis*. Já Ahmed e colaboradores (2016) obtiveram uma atividade xilanólítica de apenas 1,86 U/mL, quando utilizaram resíduos para induzir a produção de xilanase por *A. terreus* KP900973.



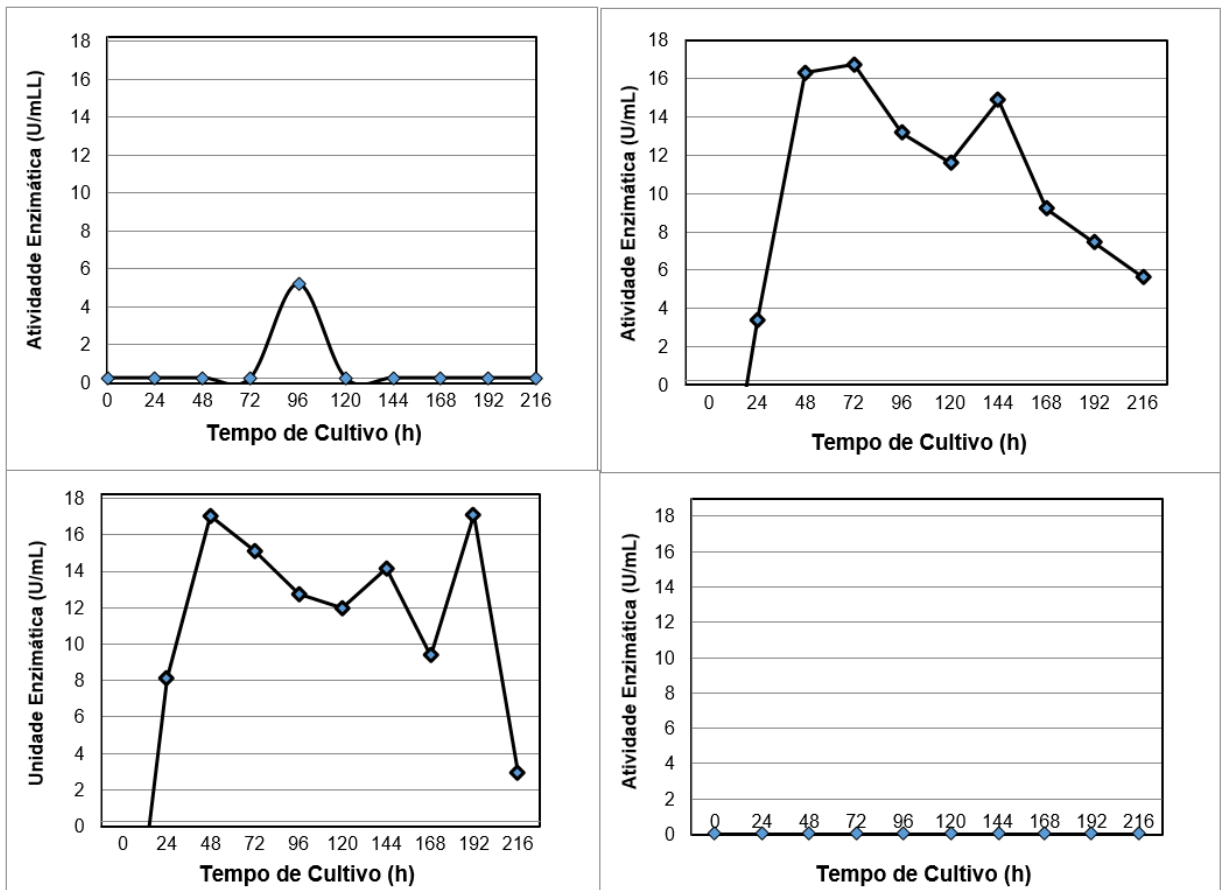


Figura 1. Produção de xilanase em meio líquido ao longo do tempo de cultivo dos fungos endófitos isolados de *Myrcia guianensis*: (A) fungo #15; (B) fungo #18; (C) fungo #36; e (D) fungo #38.

Apesar dos resultados aqui encontrados serem promissores quando à possibilidade de uso de endófitos de *M. guianensis* para a produção de xilanasas, existe a necessidade de mais estudos com intuito de aumentar a produção das enzimas, utilizando os conhecimentos acerca da biologia do micro-organismo como estratégia para otimizar as condições de cultivo e alcançar melhores resultados de produção.

#### 4 | CONCLUSÕES

Dos isolados de *M. guianensis* avaliados neste estudo, dois se mostraram promissores na produção de xilanase, sendo ambos isolados a partir da raiz de *M. guianensis* e identificados como pertencentes ao gênero *Aspergillus*. Desta maneira, observa-se nos fungos endófitos desta espécie amazônica um forte potencial para a produção de xilanase.

#### 5 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES (Programa Pró-Amazônia Projeto nº. 052) e ao CNPq pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO FILHO, G.; LASMAR, D. J.; HERCULANO, F. E. B.; PIMENTA, N. L. *Biotecnologia e (Bio) Negócios no Amazonas*. EDUA. Edição 1. Manaus, Amazonas, 2015.
- BAGCHI, B. e BANERJEE, D. **Diversity of fungal endophytes in *Bauhinia vahlii* (a lianas) from different regions of Paschim Medinipur district of West Bengal**. IJSET, v. 2, p.748-756, 2013.
- BANHOS E. F.; SOUZA, A. Q. L.; ANDRADE, J. C.; SOUZA, A. D. L.; KOOLEN, ALBUQUERQUE, P. M. **Endophytic fungi from *Myrcia guianensis* at the Brazilian Amazon: distribution and bioactivity**. Brazilian Journal of Microbiology, v.45, n.1, p. 153-161, 2014.
- BEZERRA, J. D. P.; NASCIMENTO, C. C. F.; BARBOSA, R. N.; SILVA, D. C. V.; SVEDESE, V. M.; SILVA-NOGUEIRA, E. B.; GOMES, B. S.; PAIVA, L. M.; SOUZA-MOTTA, C. M. **Endophytic fungi from medicinal plant *Bauhinia forficata*: Diversity and biotechnological potential**. Brazilian Journal of Microbiology, v.46, n.1, p.49-57, 2015.
- CASTELLANI, A. **Viability of mold culture of fungi in destiled water**. Journal of Tropical Medical and Hygiene, v. 42, p. 225, 1939.
- CRUZ, F. G.; CERQUEIRA, M. D.; ROQUE, N. F. MARTINS, D. GUEDES, M. L. S.; MARQUES, E. J. **Composição química dos óleos voláteis de *Myrcia salzmannii* Berg (Myrtaceae) em diferentes meses do ano**. XXVI Congresso Latinoamericano de Química, 2004.
- DELAYE L.; GARCÍA-GUZMÁN.; H. E. L MARTIN. **Endophytes versus biotrophic and necrotrophic pathogens-are fungal lifestyles evolutionarily stable traits?**. Fungal diversity, v. 60, p 125-135, 2013.
- ELEGBEDE, J. A. e LATEEF, A. **Valorization of corn-cob by fungal isolates for production of xylanase in submerged and solid state fermentation media and potential biotechnological applications**. Waste and Biomass Valorization, v.9, n.8, p. 1273-1287, 2018.
- GASPAR JÚNIOR, P. J. **Caracterização de holocelulases fúngicas na otimização da biomassa lignocelulósica**. 2014, 187f. Tese (Doutorado em Biologia Funcional e Molecular), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 2014.
- GOMES, E. M. C. e PENA, R. M. C. M. **Isolamento, caracterização morfológica e avaliação do crescimento micelial e esporulação em Diferentes meios de cultura de cepas do fungo *Quambalaria* sp**. Biota Amazônia, Macapá, v.6, n.4, p. 59-63, 2016.
- KUSTER, R. M.; NETO, J. C.; SILVA, A. J. R.; AMORIM, M. B.; FELIX, C. F.; SANTOS, P. S.; SCOFANO, H. M. **Flavonóides inibidores de ATPases de *Myrcia uniflora* (Myrtaceae)**. 26ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química – SBQ/maio 2003.
- MEYER, T. S. M.; MIGUEL, Â. S. M.; FERNÁNDEZ, D. E. R.; ORTIZ, G. M. D. **Biotechnological Production of Oligosaccharides—Applications in the Food Industry**. In: EISSA, P. A. A. (Ed.). *Agricultural and Biological Sciences - Food Production and Industry*. Food Production and Industry, 2015.
- MICHELIN, M.; PEIXOTO-NOGUEIRA, S. C.; BETINI, J. H.; DA SILVA, T. M.; JORGE, J. A.; TERENCEZ, H. F.; POLIZELI, M. L. **Production and properties of xylanases from *Aspergillus terricola* Marchal and *Aspergillus ochraceus* and their use in cellulose pulp bleaching**. Bioprocess and biosystems engineering, v. 33, n. 7, p. 813-821, 2010.
- MILLER, G.L. **Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar**. Analytical Chemistry, VOL. 31, n. 3, 1959.

*Myrcia* in **Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB10699>>. Acesso em: 21 Ago. 2018

NENAWÉ, S.; LAL, R.; KUHAD, R.C. **Isolation of three xylanase-producing strains of actinomycetes and their identifications using molecular methods**. *Current Microbiology*. 53:178-182. 2006.

PASSARINHO, A.T.P. **Produção e caracterização de xilanases derivadas do gene *xyna* de *Orpinomyces pc-2* e avaliação da eficiência para hidrólise de farinha e clarificação de sucos**. 2014, 67f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia). Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais, 2014.

PINHEIRO, E. A. A.; CARVALHO, J.M.; SANTOS, D. C. P.; FEITOSA, A. O.; MARINHO, P. S. B.; GUILHON, G. M. S. P.; SOUZA, A. D. L.; SILVA, F. M. A.; MARINHO, A. M. R. **Antibacterial activity of alkaloids produced by endophytic fungus *Aspergillus* sp. EJC08 isolated from medical plant *Bauhinia guianensis***. *Natural Product Research*, v.27, p.1633-1638, 2013.

SEYIS, I.; AND AKSOZ, N. **Xylanase production from *Trichoderma harzianum***. *Food Technology Biotechnology*. v 43, n.1, p. 37–40, 2005.

SILVA, R. L. O.; LUZ, J. S.; SILVEIRA, E. B.; CAVALCANTE, U. M. T. **Fungo endofíticos em *Annona* spp.: isolamento, caracterização enzimática e promoção do crescimento em mudas de pinha (*Annona squamosa* L.)**. *Acta Botanica Brasileira*, v. 20, n. 3, p.649-655, 2006.

SILVA, S.R.S; SILVA, A.S.; SANTIAGO, P.A.L.; SOUZA, A.D.L.; POLIKARPOV I., MARTINEZ, J.L.; SOUZA, A.Q.L. **Avaliação das enzimas CMcase e xilanase de três fungos endofíticos da Amazônia, em três resíduos agrícolas em duas diferentes condições de cultivo**. *Diversidade Microbiana da Amazônia* 2015. Editora INPA. p.221-226, 2015.

SOUSA-GOMES, K. **Purificação e caracterização de xilanases do fungo *Chrysosporthe cubensis* e utilização na hidrólise de bagaço de cana-de-açúcar**. 2014. 59f. Dissertação (Mestrado em Bioquímica agrícola). Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2014.

SUBRAMANIYAN, S.; PREMA, P. **Biotechnology of microbial xylanases: Enzymology, molecular biology, and application**. *Critical Reviews in Biotechnology*, v. 22, p. 33–64, 2002.

## **SOBRE A ORGANIZADORA**

**CHRISTIANE TREVISAN SLIVINSKI** Possui Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2000), Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2007) e Doutorado em Ciências - Bioquímica pela Universidade Federal do Paraná (2012). Tem experiência na área de Bioquímica, com ênfase em Biotecnologia, atuando principalmente nos seguintes temas: inibição enzimática; fermentação em estado sólido; produção, caracterização bioquímica e purificação de proteínas (enzimas); e uso de resíduo agroindustrial para produção de biomoléculas (biossurfactantes). É professora na Universidade Estadual de Ponta Grossa nas disciplinas de Bioquímica e Química Geral desde 2006, lecionando para os cursos de Bacharelado e Licenciatura em Ciências Biológicas, Farmácia, Educação Física, Enfermagem, Odontologia, Química, Zootecnia, Agronomia, Engenharia de Alimentos. Também leciona no Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE desde 2012 para os cursos de Fisioterapia, Odontologia, Farmácia, Nutrição, Enfermagem e Agronomia, nas disciplinas de Bioquímica, Fisiologia, Biomorfologia, Genética, Metodologia Científica, Microbiologia de Alimentos, Nutrição Normal, Trabalho de Conclusão de Curso e Tecnologia de Produtos Agropecuários. Leciona nas Faculdades UNOPAR desde 2015 para o curso de Enfermagem nas disciplinas de Ciências Celulares e Moleculares, Microbiologia e Imunologia.

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-7247-038-4



9 788572 470384