

# Impactos das Tecnologias nas Ciências Biológicas e da Saúde

## 3

Christiane Trevisan Slivinski  
(Organizadora)

 **Atena**  
Editora

Ano 2019

Christiane Trevisan Slivinski  
(Organizadora)

# Impactos das Tecnologias nas Ciências Biológicas e da Saúde 3

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)

I34 Impactos das tecnologias nas ciências biológicas e da saúde 3  
[recurso eletrônico] / Organizadora Christiane Trevisan Slivinski. –  
Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Impactos das  
Tecnologias nas Ciências Biológicas e da Saúde; v. 3)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-037-7

DOI 10.22533/at.ed.377191601

1. Ciências biológicas. 2. Farmacologia. 3. Saúde. 4. Tecnologia.  
I. Slivinsk, 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>
A SOS BOX PATTERN FOR LEPTOSPIRA SPP.	
Livia de Moraes Bomediano	
Renata Maria Augusto da Costa	
Ana Carolina Quirino Simões	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3771916011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>7</b>
ANÁLISE IN SILICO DO GENE LIPID TRANSFER PROTEIN SOB CONDIÇÕES DE ESTRESSE ABIÓTICO	
Renan Gonçalves da Silva	
Jóice de Oliveira Leite Silva	
Lucas de Faria Nogueira	
Cyro Bueno Neto	
Sonia Marli Zingaretti	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3771916012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>16</b>
ANÁLISE DO POLIMORFISMO DE DELEÇÃO DOS GENES GSTM1 E GSTT1 E <i>DIABETES MELLITUS</i> EM IDOSOS: ESTUDO PILOTO	
Layse Rafaela Moroti – Perugini	
Luana Oliveira de Lima	
Audrey de Souza Marquez	
Regina Célia Poli-Frederico	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3771916013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>25</b>
CRISPR/CAS9 – UMA PROMISSORA FERRAMENTA DE EDIÇÃO GÊNICA	
Dalila Bernardes Leandro	
Jessyca Kalynne Farias Rodrigues	
Isaura Isabelle Fonseca Gomes da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3771916014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>41</b>
POLIMORFISMOS NO GENE DA LECTINA LIGANTE DE MANOSE (MBL2)	
Carmem Gabriela Gomes de Figueiredo	
Maria Soraya Pereira Franco Adriano	
Claudenice Rodrigues do Nascimento	
Luciane Alves Coutinho	
Marizilda Barbosa da Silva	
Patrícia Muniz Mendes Freire de Moura	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3771916015</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>52</b>
SELEÇÃO DE CARACTERÍSTICAS POR ALGORITMO GENÉTICO NA CLASSIFICAÇÃO DA CARDIOPATIA CHAGÁSICA	
Lucas de Souza Rodrigues	
Cristina Sady Coelho da Rocha	
Murilo Eugênio Duarte Gomes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3771916016</b>	

<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>61</b>
MICROCEPHALY BRAIN UNFINISHED	
Cicera Páz da Silva	
Italo Marcos Páz de Andrade	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3771916017</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>67</b>
O SUJEITO DA CLÍNICA E A CLÍNICA RELACIONAL: CONTRIBUIÇÕES PARA A CLÍNICA DE ATENÇÃO BÁSICA DO SUS	
Rita de Cássia Gabrielli Souza Lima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3771916018</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>79</b>
AVALIAÇÃO DE TECNOLOGIA EM SAÚDE: PERFIL DO USUÁRIO BRASILEIRO DO PROGRAMA FARMÁCIA POPULAR COM HIPERTENSÃO ARTERIAL DIAGNOSTICADA	
Simone Bezerra Franco	
Ronni Geraldo Gomes de Amorim	
Marília Miranda Forte Gomes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3771916019</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>91</b>
ENSAIO DE AGREGAÇÃO PLAQUETÁRIA COM SORO DO LÁTEX DE <i>HIMATANTHUS SUCUUBA</i>	
Janeth Silva Pinheiro Marciano	
Renan Gonçalves da Silva	
Juliana da Silva Coppede	
Sonia Marli Zingaretti	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37719160110</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>98</b>
PERFIL DO CONSUMO DE ÁLCOOL POR ESTUDANTES DE FISIOTERAPIA DE UMA UNIVERSIDADE PRIVADA DE SALVADOR	
Aísa de Santana Lima	
Ana Paula Amaral de Brito	
Átina Carneiro Rocha	
Gleice de Jesus Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37719160111</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>111</b>
USO DE BIOMASSA FÚNGICA PARA REMOÇÃO DE FÁRMACOS	
Caroline Aparecida Vaz de Araujo	
Elidiane Andressa Rodrigues	
Giselle Maria Maciel	
Priscila Ayumi Sybuia	
Wagner Mansano Cavalini	
Cristina Giatti Marques de Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37719160112</b>	



**CAPÍTULO 13 ..... 118**

ANORMALIDADES ERITROCÍTICAS EM *Sciades herzbergii* E FATORES BIÓTICOS E ABIÓTICOS NA AVALIAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO DE RIOS DA ILHA DO MARANHÃO

Natália Jovita Pereira  
Nayara Duarte da Silva  
Sildiane Martins Cantanhêde  
Janderson Bruzaca Gomes  
Ligia Tchaicka  
Débora Martins Silva Santos

**DOI 10.22533/at.ed.37719160113**

**CAPÍTULO 14 ..... 130**

AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DE *Beauveria bassiana* (HYPOCREALES: CORDYCIPIACEAE) E ÓLEOS ESSENCIAIS DE *Pogostemon cablin* (LAMIALES: LAMIACEAE) SOBRE O DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO INICIAL DE *Gallus gallus* (GALLIFORMES: PHASIANIDAE)

Lucas Trentin Larentis  
Tainá dos Santos  
Alanda de Oliveira  
Patricia Franchi de Freitas

**DOI 10.22533/at.ed.37719160114**

**CAPÍTULO 15 ..... 135**

ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DE EXTRATOS ORGÂNICOS DO ISOLADO JUANT028 NO CONTROLE DE FITOPATÓGENOS

Igor Shoiti Shiraishi  
Wellington Luiz de Oliveira  
Robert Frans Huibert Dekker  
Aneli de Melo Barbosa-Dekker  
Juliana Feijó de Souza Daniel

**DOI 10.22533/at.ed.37719160115**

**CAPÍTULO 16 ..... 144**

AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DE EXTRATO VEGETAL DE *Cymbopogon winterianus* SOBRE O DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO INICIAL DE AVE

Gabrielly Cristina Galvão  
Juliana Marceli Hofma Lopes  
Letícia Mencatto Bueno  
Patricia Franchi de Freitas

**DOI 10.22533/at.ed.37719160116**

**CAPÍTULO 17 ..... 150**

EXTRATO DE *Fusarium graminearum* É UMA ALTERNATIVA NÃO TÓXICA PARA USO COMO CORANTE NATURAL: OBTENÇÃO, ESTABILIDADE E ATIVIDADE BIOLÓGICA

Brenda Kischkel  
Beatriz Paes Silva  
Fabiana Gomes da Silva Dantas  
Kelly Mari Pires de Oliveira  
Terezinha Inez Estivalet Svidzinski  
Melyssa Negri

**DOI 10.22533/at.ed.37719160117**

**CAPÍTULO 18 ..... 166**

O USO DE HERBICIDAS À BASE DE GLIFOSATO NO BRASIL E NO MUNDO E SEUS IMPACTOS AO MEIO AMBIENTE E SAÚDE HUMANA

Yuri Dornelles Zebral

Adalto Bianchini

**DOI 10.22533/at.ed.37719160118**

**CAPÍTULO 19 ..... 178**

AVALIAÇÃO DE LINGUIÇA TOSCANA ADICIONADA DE INULINA COMO SUBSTITUTO DA GORDURA E INGREDIENTE FUNCIONAL PREBIÓTICO

Fabiane Ferreira dos Santos

Rosires Deliza

Simone Pereira Mathias

**DOI 10.22533/at.ed.37719160119**

**CAPÍTULO 20 ..... 191**

QUALIDADE DA DIETA EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA

Olívia Farias dos Santos

Cecília Fischer Fernandes

Cristielle Aguzzi Cougo de Leon

Fernanda Vighi Dobke

Sandra Costa Valle

Renata Torres Abib Bertacco

**DOI 10.22533/at.ed.37719160120**

**CAPÍTULO 21 ..... 199**

CONSTRUINDO RELAÇÕES DE CUIDADO POR MEIO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE: O PAPEL DO FISIOTERAPEUTA NA ESCOLA REGULAR

Maria Bethânia Tomaschewski Bueno

Tatiane Barcellos Corrêa

**DOI 10.22533/at.ed.37719160121**

**CAPÍTULO 22 ..... 209**

ESTUDO DOS PADRÕES DE POLINIZAÇÃO DE *Apis mellifera* L. EM PLANTAS DA CAATINGA, COMO ESTRATÉGIA PARA A CONSTRUÇÃO DE UM MATERIAL DIDÁTICO

Fernanda Kamila Oliveira de Aquino

Raíza Lorena Peixoto

Larissa Mércia Peixoto

George Machado Tabatinga Filho

Ileane Oliveira Barros

**DOI 10.22533/at.ed.37719160122**

**CAPÍTULO 23 ..... 224**

IMAGENS ANALÓGICAS EM LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA

Francisco Alves Santos

Andréa Pereira Silveira

Isabel Cristina Higino Santana

**DOI 10.22533/at.ed.37719160123**



**CAPÍTULO 24 ..... 234**

SITUAÇÃO DA PREVENÇÃO DE DOENÇAS EM CRIANÇAS MENORES DE CINCO ANOS, MORADORAS NA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DE UM SERVIÇO DE ATENÇÃO PRIMÁRIA À SAÚDE

Déborah Silveira König  
Juvenal Soares Dias da Costa  
Denise Silva da Silveira  
Cintia Müller Leal  
Ubirajara Amaral Vinholes Filho

**DOI 10.22533/at.ed.37719160124**

**CAPÍTULO 25 ..... 239**

UMA NOVA ABORDAGEM PARA A ORIENTAÇÃO SEXUAL NA ESCOLA ESTADUAL NESTOR LIMA, NATAL RN.

Francicleide Venâncio Bezerra Alves  
Gabriel Henrique Santana da Silva  
Kaline Karla Gomes dos Santos  
Rosangela Lopes Dias

**DOI 10.22533/at.ed.37719160125**

**CAPÍTULO 26 ..... 252**

UTILIZAÇÃO DE ESTUDO DE CASO NO TÓPICO SISTEMA REPRODUTOR HUMANO NO ENSINO MÉDIO

Messias Rodrigues Arruda  
Isabel Cristina Higino Santana  
Andréa Pereira Silveira

**DOI 10.22533/at.ed.37719160126**

**CAPÍTULO 27 ..... 263**

INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA DO PIBID CIÊNCIAS BIOLÓGICAS COM SALA DE RECURSO MULTIFUNCIONAL

Emellyn Gabriela Ioris  
Claudinei de Freitas Vieira  
Leide Daiane Nascimento Mascarello  
Michele Potrich

**DOI 10.22533/at.ed.37719160127**

**CAPÍTULO 28 ..... 268**

UTILIZAÇÃO DO LÚDICO NO ENSINO DE BIOQUÍMICA: JOGOS DE ENCAIXE PARA DEMONSTRAÇÃO DIDÁTICA DE MUDANÇAS ESTRUTURAIS DOS COMPOSTOS INTERMEDIÁRIOS DA GLICÓLISE

Maria Julia Sousa da Fonseca  
Rebeca Eller Ferreira  
Luis Flávio Mendes Saraiva

**DOI 10.22533/at.ed.37719160128**

**SOBRE A ORGANIZADORA ..... 273**

## USO DE BIOMASSA FÚNGICA PARA REMOÇÃO DE FÁRMACOS

### **Caroline Aparecida Vaz de Araujo**

Pós- doutoranda do Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá – PR

### **Elidiane Andressa Rodrigues**

Acadêmica do curso de Bioquímica da Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Bioquímica Maringá – PR

### **Giselle Maria Maciel**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Departamento de Química e Biologia – Curitiba –PR

### **Priscila Ayumi Sybuia**

Mestranda do Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá – PR

### **Wagner Mansano Cavalini**

Mestrando do Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá – PR

### **Cristina Giatti Marques de Souza**

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Bioquímica Maringá – PR

**RESUMO:** Nos últimos anos, fármacos têm sido detectados com frequência no âmbito mundial em efluentes das estações de tratamento de esgoto, águas superficiais, etc. A entrada contínua de fármacos pode levar efeitos negativos para os seres humanos e o ecossistema aquático. O objetivo do trabalho

foi avaliar o potencial da biomassa de *Trametes* sp em absorver os antibióticos trimetoprima e sulfametoxazol, que são conhecidos por serem resistentes a biodegradação. As culturas foram feitas utilizando biomassa tratada com o calor e/ou com soluções ácida (HCl 0.1 M), básica (NaOH 0.1M) e salina (NaCl 0.1 M) em 50 mgL<sup>-1</sup> de trimetoprima e sulfametoxazol sob agitação por 24 horas. A maior quantidade de trimetoprima adsorvida foi com a biomassa tratada apenas com o calor (53,62%) enquanto que para o sulfametoxazol foi com a biomassa submetida ao tratamento com solução básica (35,74%). A redução da quantidade dos fármacos foi observada por análises em HPLC.

**PALAVRA-CHAVE:** Biossorção, Antibióticos, Fungos da Podridão Branca da Madeira

**ABSTRACT:** In the last years, pharmaceuticals have been detected in effluents from sewage treatment plants, surface water, etc. Continued entry of drugs can have negative effects on humans and the aquatic ecosystem. The objective of this study was to evaluate the potential of *Trametes* sp. in absorbing trimethoprim and sulfamethoxazole antibiotics, which are known to be resistant to biodegradation. Cultures were made using biomass treated with heat and/or acid (0.1 M HCl), basic (0.1M NaOH) and saline solutions (0.1 M NaCl) in 50 mgL<sup>-1</sup> trimethoprim and

sulfamethoxazole by agitation for 24 hours. The highest amount of trimethoprim adsorbed was with the biomass treated only with heat (53.62%) whereas for the sulfamethoxazole it was with the biomass submitted to treatment with basic solution (35.74%). Reduction in the amount of the drugs was observed by HPLC analysis.

**KEYWORDS:** Biosorption, Antibiotics, White-rot fungi

## 1 | INTRODUÇÃO

Nos últimos anos os compostos ativos farmacêuticos (CAFs) têm despertado interesse na comunidade científica em consequência de sua ampla presença no meio ambiente (Cruz-Maratóet al., 2014). Muitos estudos em diferentes países relataram a ocorrência de fármacos e hormônios estrógenos em águas superficiais, efluentes e lodos de estações de tratamento de esgoto e águas subterrâneas, com concentrações variando geralmente na faixa de ng/L a  $\mu\text{g/L}$  (Silva et al., 2011). Estudos relataram que após a administração de medicamentos, parte significativa dos fármacos é excretada na forma inalterada e/ou metabolizada (25-75%) pela urina e fezes (Chee-Sanfordet al., 2001) e seu maior destino é o esgoto doméstico. A principal rota de introdução dessas substâncias em águas superficiais são as estações de tratamento de esgoto (ETEs) tradicionais, pois vários fármacos e hormônios não são completamente removidos nas ETEs (Zhou et al., 2009, Liu et al., 2011). Outras fontes potenciais de contaminação de ambientes aquáticos são os efluentes industriais e hospitalares (Escher et al., 2011; Sanchez et al., 2011; Sim et al., 2011).

Os fármacos são considerados micropoluentes, e mesmo em concentrações bastante reduzidas, a entrada contínua nos corpos aquáticos podem levar a exposição crônica de baixo nível e acumulação com efeitos negativos potenciais na dinâmica dos ecossistemas, em seres humanos e no ambiente, como por exemplo, o surgimento de bactérias resistentes e recombinantes mais patogênicas (Baquero et al., 2008; Christen et al., 2010; Lloret et al., 2010). Muitos fármacos e hormônios por serem solúveis em água, de difícil biodegradação e despejados constantemente em águas que recebem esgoto de efluentes (rios, por exemplo) possuem potencial para bioacumulação e persistência no ambiente (Zhou et al., 2009).

O sulfametoxazol (SMX) e o trimetoprima (TMP) (Figura 1) exibem atividade antimicrobiana de amplo espectro, geralmente empregados de maneira conjunta (ex. Bactrim e Infectrin). São encontrados frequentemente em águas residuais e são bastante resistentes aos tratamentos biológicos mais utilizados nas estações de tratamento de esgoto (Valcárcelet al., 2011). Ambos foram classificados como compostos de alto risco e de elevada relevância ambiental devido à ocorrência em águas superficiais e ecotoxicidade (Besse&Garric, 2008). Os estudos de Zouet al., (2012) mostraram que o sulfametoxazol ocupa o terceiro lugar em toxicidade aguda e o trimetoprima o sexto lugar, no entanto quando se faz a comparação da toxicidade crônica, o TMP se destaca ocupando o primeiro lugar.

Várias formas de tratamento são propostas para reduzir a presença dessas substâncias em ambientes aquáticos, no entanto, é importante avaliar não somente a eficácia do tratamento de degradação, mas também a capacidade de eliminar a sua atividade farmacológica.

Bioprocessos são opções tecnológicas competitivas economicamente. Métodos baseados em tratamentos enzimáticos possuem propriedades atraentes como consumo energético reduzido e eficiência em condições moderadas de pH, temperatura e força iônica (Torres et al., 2003). Entre os bioprocessos, a biossorção pode ser considerada uma alternativa para o tratamento de efluentes aquosos, pois tem baixo custo relativo, alta seletividade, eficiência e certa facilidade operacional, visto que a adsorção pode, em princípio, manter grandes vazões e produzir efluentes de alta qualidade sem produzir substâncias nocivas como o ozônio e radicais livres formados a partir dos processos de fotodegradação utilizando UV (Erdem et al., 2005; Gupta et al., 2005). O mecanismo de biossorção tem se destacado por indicar uma série de processos independentes do metabolismo (adsorção física e química, interação eletrostática, troca iônica, complexação, quelação e microprecipitação), ocorrendo, essencialmente, na parede celular de bactérias, leveduras, fungos e algas, podendo adsorver diferentes tipos de poluentes, ao invés de oxidar por metabolismo anaeróbico ou aeróbico (biodegradação). A biossorção pode ser utilizada na recuperação ou descarte ambientalmente correto de efluentes (Aksu, 2005).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial biossortivo da biomassa de *Trametes* sp em reduzir a quantidade dos agentes antimicrobianos trimetoprima (TMT) e sulfametoxazol (SMZ), que são frequentemente encontrados em águas residuais.

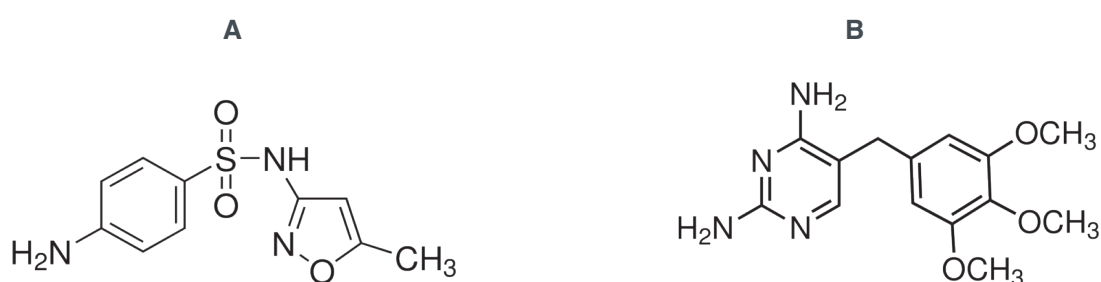


Figura 1. Estrutura química dos antimicrobianos sulfametoxazol (A) e trimetoprima (B).

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Condições de Cultura

Cinco discos de micélio (Ø15 mm) obtidos de placas de petri contendo batata dextrose agar (BDA) colonizadas pelo fungo, foram transferidos para frascos Erlenmeyer (250 mL) com 50 mL de meio de batata dextrose (BD). Os frascos foram

incubados por 5 dias a 28°C e sob agitação de 120 rpm. Os pellets foram colhidos assepticamente, lavados com água destilada e autoclavados a 121°C por 15 minutos. Após a autoclavagem, parte dos pellets ficou imerso em soluções ácida (HCl 0,1 M), básica (NaOH 0,1 M) e salina (NaCl 0,1 M) por 1 hora e posteriormente lavados sucessivamente. Aproximadamente 73 mg de peso seco foram colocados em frascos Erlenmeyer (125 mL) contendo 50 mg/L de TMT e SMZ e deixados por 24 horas em agitação de 120 rpm a 28°C. O material foi filtrado em bomba a vácuo e centrifugado (10 min, 10.000 x g, 4 °C). O processo foi realizado em duplicata.

## 2.2 Análise de Biossorção por HPLC

A análise da quantidade de trimetoprima e sulfametoxazol adsorvidos foi feita em cromatografia líquida de alta performance (HPLC). As amostras foram filtradas (0,2 mm, Millipore, Bedford, MA) e injetadas em um sistema aparelho Shimatzu, coluna de 5mm C18 120 Å (4,6 mm x 250 mm), com detector equipado com arranjo diodo e com software LC-Solution. A coluna foi mantida a 40 °C durante toda a análise e a detecção foi em 265 nm. Para análise isocrática, a fase móvel usada foi uma mistura de ácido fórmico (0,1%)-acetonitrila a 77:23 (v/v) com um vazão de 0,5 mLmin<sup>-1</sup> e volume de injeção de 10 µL. A quantidade de fármacos adsorvido no micélio (mgg<sup>-1</sup> de biomassa seca) foi calculada de acordo com a equação (Pimentel, 1995):

$$q = (C - C_0) \times V / m$$

onde:

$q$  = quantidade de fármaco adsorvido em uma unidade de biomassa (mgg<sup>-1</sup>)

$C_0$  e  $C$  = concentração de fármaco na solução inicial (mgL<sup>-1</sup>) e após a biossorção

$V$  = volume da solução de fármaco

$m$  = quantidade de biomassa (g) utilizada no experimento

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O potencial de *Trametessp.* em processos biossortivos para a remoção de trimetoprima e sulfametoxazol foi avaliado submetendo a biomassa a 4 tipos de tratamentos. De acordo com os resultados, houve aumento na capacidade biossortiva para TMT com a biomassa tratada apenas com o calor (adsorção de 53,62%) quando comparado com os tratamentos submetidos à solução ácida e salina (adsorção 37,45% e 39%, respectivamente). Para SMZ a maior adsorção ocorreu quando a biomassa foi tratada com solução básica (35,74%). Em geral, a biomassa fúngica teve maior absorção do antibiótico TMT (Tabela 1).

Tipos de Tratamentos	Biossorção (%) TMT	mg de TMT adsorvido/g de biomassa seca	Biossorção (%) SMZ	mg de SMZ adsorvido/g de biomassa seca
Apenas calor	53,62	9,18	29,60	5,07
NaOH	41,29	7,07	35,74	6,11
HCl	37,45	6,41	32	5,48
NaCl	39	6,68	29,62	5,97

Tabela 1. Taxa de biossorção em % e mg/g de biomassa seca de trimetoprima (TMT) e sulfametoxazol (SMZ) a 50 mg/L.

A diferença na quantidade dos fármacos adsorvidos na biomassa fúngica pode ser atribuída às mudanças ocorridas na parede celular do micélio. Adsorção de solutos a partir de soluções ou materiais sólidos em suspensão (adsorventes) ocorre principalmente através de um dos seguintes mecanismos: troca de moléculas a partir da solução ao adsorvente, adsorção física, devido à forças de van der Waals e quimissorção (Bhole et al., 2004). As análises em HPLC mostraram que o tempo de retenção para TMT foi de aproximadamente 5 minutos e para SMZ de 10 minutos e que houve redução da quantidade dos antibióticos nas soluções contendo os fármacos e os pellets de *Trametes* sp. após 24 horas de contato (Figura 1).

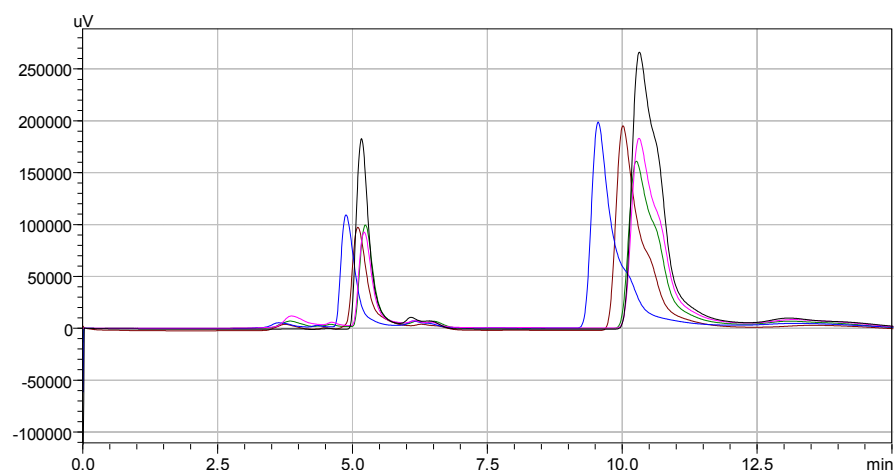


Figura 2. Cromatografia das amostras após 24 horas de contato dos pellets de *Trametes* sp. com as soluções contendo os fármacos: padrões trimetoprima e sulfametoxazol (—), biomassa tratada apenas com o calor (—), solução ácida (—), solução básica (—) e solução salina (—).

#### 4 | CONCLUSÃO

O presente estudo mostrou que *Trametes* sp foi capaz de reduzir as concentrações de sulfametoxazol e trimetoprima a partir de processos de adsorção. Os resultados mostram que para a melhor remoção de trimetoprima, por meio de biossorção a utilização da biomassa tratada apenas com o calor foi mais eficiente. Embora não tenha havido diferença entre os tipos de tratamento da biomassa usada na remoção de sulfametoxazol, a biomassa tratada com solução básica foi capaz de adsorver mais este fármaco. Sendo assim, *Trametes* sp pode ser utilizado como biossorvente no

tratamento complementar de águas residuais contendo este tipo de poluente.

## AGÊNCIAS DE FOMENTO

CNPq, Capes

## REFERÊNCIAS

AKSU, Z. **Application of biosorption for the removal of organic pollutants: a review.** Process Biochemistry, v.40, p.997–1026, 2005.

BAQUERO, F.; MARTINEZ, J.-L.; CANTON, R. **Antibiotics and antibiotic resistance in water environments.** Current Opinion in Biotechnology, v.19, n.3, p.260-265, 2008.

BESSE, J.P.; GARRIC, J. **Human pharmaceuticals in surface waters implementation of a prioritization methodology and application to the french situation.** Toxicology Letters, v.176, n.2, p.104-123, 2008.

BHOLE, B.D.; GANGULY, B.; MADHURAM, A.; DESHPANDE, D.; JOSHI, J. **Biosorption of methyl violet, basic fuchsin in and their mixture using dead fungal biomass.** Current Science, v.86, n.12, p.1641–1645, 2004.

CHEE-SANFORD, J.C.; AMINOV, R.I.; KRAPAC, I.J.; GARRIGUES-JEANJEAN, N.; MACKIE, R.I. **Occurrence and diversity of tetracycline resistance genes in lagoons and groundwater underlying two swine production facilities.** Applied and Environmental Microbiology, v.67, n.4, p.1494-1502, 2001.

CHRISTEN, V., HICKMANN, S., RECHENBERG, B., FENT, K. **Highly active human pharmaceuticals in aquatic systems: A concept for their identification based on their mode of action.** Aquatic Toxicology, v.96, n.3, p.167-181, 2010.

CRUZ-MARATÓ, C.; LUCAS, D.; LLORCA, M.; RODRIGUEZ-MOZAZ, S.; GORGA, M.; PETROVIC, M.; BARCELÓ, D.; VICENT, T.; SARRÀ, M.; MARCO-URREA, E. **Hospital waste water treatment by fungal bioreactor: Removal efficiency for pharmaceutical sand endocrine disruptor compounds.** Science of the Total Environment, v.493, p.365-376, 2014.

ERDEM, E.; ÇÖLGEÇEN, G.; DONAT, R. **The removal of textile dyes by diatomite earth.** Journal of Colloid and Interface Science v.282, n.2, p.314-319, 2005.

ESCHER, B.I.; BAUMGARTNER, R.; KOLLER, M.; TREYER, K.; LIENERT, J.; MCARDELL, C.S. **Environmental toxicology and risk assessment of pharmaceuticals from hospital wastewater.** Water Research, v.45, n.1, p.75-92, 2011.

GUPTA, VK.; ALI, I.; SAINI, VK. **Removal of Dyes from Wastewater Using Bottom Ash.** Industrial Engineering Chemistry Research, v.44, n.10, p.3655-3664, 2005.

LIU, S.; YING, G.-G.; ZHAO, J.-L.; CHEN, F.; YANG, B.; ZHOU, L.-J.; LAI, H.-J. 2011. **Trace analysis of 28 steroids in surface water, wastewater and sludge samples by rapid resolution liquid chromatography-electrospray ionization tandem mass spectrometry.** Journal of Chromatography A, v.1218, n.10, p.1367-1378.

LLORET, L.; EIBES, G.; LU-CHAU, T.A.; MOREIRA, M.T.; FEIJOO, G.; LEMA, J.M. **Laccase-catalyzed degradation of anti-inflammatories and estrogens.** Biochemical Engineering Journal, v.51, n.3, p.124-131, 2010.



PIMENTEL, D. **Amounts of pesticides reaching target pests: environmental impacts and ethics.** Journal of Agricultural and Environmental Ethics, v.8, p.17–29, 1995.

SANCHEZ, W.; SREMSKI, W.; PICCINI, B.; PALLUEL, O.; MAILLOT-MARECHAL, E.; BETOULLE, S.; JAFFAL, A.; AIT-AISSA, S.; BRION, F.; THYBAUD, E.; HINFRAY, N.; PORCHER, J.-M. **Adverse effects in wild fish living downstream from pharmaceutical manufacture discharges.** Environment International, v.37, n.8, p.1342-1348, 2011.

SILVA, B.F.D.; JELIC, A.; LÓPEZ-SERNA, R.; MOZETO, A.A.; PETROVIC, M.;

BARCELÓ, D. **Occurrence and distribution of pharmaceuticals in surface water, suspended solids and sediments of the ebro river basin.** Chemosphere, Espanha, v.85, n.8, p.1331-1339, 2011.

SIM, W.-J.; LEE, J.-W.; LEE, E.-S.; SHIN, S.-K.; HWANG, S.-R.; OH, J.-E. **Occurrence and distribution of pharmaceuticals in wastewater from households, livestock farms, hospitals and pharmaceutical manufactures.** Chemosphere, v.82, n.2, p.179-186, 2011.

TORRES, E.; BUSTOS-JAIMES, I.; LE BORGNE, S. **Potential use of oxidative enzymes for the detoxification of organic pollutants.** Applied catalysis B: Environmental, v.46, n.1, p.1-15, 2003.

VALCÁRCEL, Y.; GONZÁLEZ ALONSO, S.; RODRÍGUEZ-GIL, J.L.; GIL, A.; CATALÁ, M. **Detection of pharmaceutically active compounds in the rivers and tap water of the madrid region (spain) and potential ecotoxicological risk.** Chemosphere, v.84, n.10, p.1336-1348, 2011.

ZHOU, J.L.; ZHANG, Z.L.; BANKS, E.; GROVER, D.; JIANG, J.Q. **Pharmaceutical residues in wastewater treatment works effluents and their impact on receiving river water.** Journal of Hazardous Materials, v.166, n.2-3, p.655-661, 2009.

ZOU, X.; LIN, Z.; DENG, Z.; ZHANG, Y. **The joint effects of sulfonamides and their potentiators on photobacterium phosphoreum: differences between the acute and chronic mixture toxicity mechanisms.** Chemosphere, v.86, n. 1, p.30-35, 2012.

## **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 978-85-7247-037-7

