

# 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	
Claudence 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>HIMANTHUS 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**

## ANÁLISE IN SILICO DO GENE LIPID TRANSFER PROTEIN SOB CONDIÇÕES DE ESTRESSE ABIÓTICO

### Renan Gonçalves da Silva

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias  
(UNESP) – São Paulo

### Jóice de Oliveira Leite Silva

Unidade de Biotecnologia (UNAERP) – São Paulo

### Lucas de Faria Nogueira

Unidade de Biotecnologia (UNAERP) – São Paulo

### Cyro Bueno Neto

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias  
(UNESP) – São Paulo

### Sonia Marli Zingaretti

Unidade de Biotecnologia (UNAERP) – São Paulo

**RESUMO:** As respostas de plantas ao estresse abiótico são muitas vezes complexas, por isso, nos últimos anos, muito se tem feito para isolar genes induzidos durante o déficit hídrico, a fim de estudar a função de produtos gênicos e os caminhos que conduzem à indução. Analisar *in silico* a expressão de genes pode contribuir de forma expressiva para elucidar as rotas de defesa das plantas, contribuindo sobremaneira para o melhoramento da cultura. O estudo teve como objetivo compreender *in silico* a relação da proteína LTP e a tolerância ao estresse por seca. A sequência do gene *LTP* foi adquirida no BCCCenter e o sequenciamento foi realizado para confirmação e caracterização da molécula de interesse. A análise *in silico* foi realizada mediante utilização dos softwares

de bioinformática. O sequenciamento resultou em mais de 1200 bp, com o frame 1 (+) apresentando o domínio da proteína, que contempla proteínas de transferência lipídica. É classificada no clã protéico da prolamina. A estrutura secundária da proteína compreende em grande parte folhas beta (79), seguido por hélices alfa (50). De acordo com o “software Aramemnon” a indução do gene *LTP* em *Arabidopsis* na condição de estresse osmótico acontece por toda a planta, incluindo sistema radicular, hipocótilo e folhas, com indução máxima para os tempos analisados em 12 e 24 horas. A proteína LTP em condições de estresse por seca, possivelmente está envolvida com a transferência de lipídios para a contribuição da tolerância das plantas ao estresse.

**PALAVRAS-CHAVE:** estresse abiótico, *in silico*, gene.

**ABSTRACT:** Plant responses to abiotic stress are often complex, so in recent years much has been done to isolate genes induced during water deficit in order to study the function of gene products and the pathways leading to induction. Analyzing *in silico* the expression of genes can contribute in an expressive way to elucidate the routes of defense of the plants, contributing greatly to the improvement of the culture. The objective of this study was to understand *in silico* the relationship of LTP protein (Lipid Transfer

Protein) and the tolerance to drought stress. The *LTP* gene sequence was purchased from BCCCenter and sequencing was performed for confirmation and characterization of the molecule of interest. The *in silico* analysis was performed using the bioinformatics software BlastX, Bioedit, Pfam 30.0, SMART, CFSSP, Aramemnon 8.1. Sequencing resulted in more than 1200 bp, with frame 1 (+) showing the protein domain, which contemplates lipid transfer proteins. It is classified in the prolamin protein clan. The secondary structure of the protein largely comprises beta sheets (79), followed by alpha helices (50). According to the “Aramemnon software” the induction of the *LTP* gene in *Arabidopsis* in the osmotic stress condition occurs throughout the plant, including root system, hypocotyl and leaves, with maximum induction for the analyzed times in 12 and 24 hours. The LTP protein under drought stress conditions is possibly involved with lipid transfer to the contribution of plant tolerance to stress.

**KEYWORDS:** abiotic stress, *in silico*, gene.

## 1 | INTRODUÇÃO

O rendimento das culturas é influenciado negativamente por vários fatores ambientais, como a seca, salinidade, temperatura e toxicidade por alumínio (LAWLOR e CORNIC, 2002). Estima-se que os estresses em geral podem reduzir a produtividade em até 70% (MAYBANK et al., 1995). O estresse abiótico afeta a planta em diferentes níveis, como promovendo a redução das taxas de assimilação de CO<sub>2</sub>, o tamanho das células de folhas, a taxa de transpiração, a taxa de crescimento das plantas, entre outros (SOLARI et al., 2006).

Muitos estudos tem isolado genes induzidos durante o déficit hídrico, principalmente porque se objetiva compreender a função de produtos gênicos e os caminhos que conduzem essa indução. As mudanças na expressão gênica são fundamentais para as respostas que ocorrem durante o estresse (BRAY, 1993).

Essas mudanças em resposta ao estresse hídrico podem promover a capacidade da planta de responder adequadamente a esse efeito deletério, promovendo a qualificação das funções desta para sua sobrevivência. No entanto, a indução de genes específicos pode ser enganadora, uma vez que é possível que as alterações de expressão possam ser resultado de danos celulares, devido ao fato de que plantas submetidas ao estresse hídrico sofrem uma ruptura nos processos fisiológicos e metabólicos que pode ser interpretada como uma resposta à injúria. Essas alterações podem levar à indução de genes específicos que não estão envolvidos na promoção da adaptação ao estresse (BRAY, 2002). De maneira geral, os produtos gênicos induzidos pelo estresse podem ser classificados de dois modos: genes que protegem a planta diretamente contra o estresse e genes que regulam a expressão de outros genes (BRAY, 1997; SHAO et al., 2007).

É possível observar que genes apresentam perfis de expressão distintos, ou seja, mRNAs de genes estresse-induzidos diminuem quando as plantas são liberadas

das condições de estresse. No entanto, os padrões de expressão desses genes são complexos, com alguns genes respondendo muito rapidamente ao déficit hídrico e outros que são induzidos lentamente depois do acúmulo de ABA (ácido abscísico) (SHINOZAKI e YAMAGUCHI-SHINOZAKI, 1996).

Por meio de análises *in silico* resultados bastante satisfatórios são obtidos a respeito de um gene. Estudos *in silico* podem ser ferramentas adicionais para a compreensão da funcionalidade, isolamento e posterior análise gênica (SOUSA, 2012). Essas ferramentas auxiliam na caracterização de um gene, fornecendo informações acerca da sua estrutura, função, localização celular, expressão diferencial e outras características (HULM et al., 2017).

As proteínas de transferência de lípidos de plantas, também conhecidas como LTPs, são um grupo de proteínas altamente conservadas de cerca de 9kDa encontradas em tecidos de plantas superiores. Como o próprio nome indica, as proteínas de transferência lipídica são responsáveis pelo transporte de fosfolípidos e outros grupos de ácidos graxos entre as membranas celulares, sendo também capazes de ligar grupos acilo (KADER, 1996).

Normalmente, a maioria dos lípidos não saem espontaneamente das membranas porque a sua hidrofobicidade as torna pouco solúveis em água. Os LTPs facilitam o movimento de lípidos entre membranas por ligação e solubilização. Essas proteínas apresentam tipicamente especificidade larga do substrato e assim podem interagir com uma variedade de lipídios diferentes (CHENG et al., 2004). Tais proteínas podem estar envolvidas na biossíntese de cutina, formação de cera superficial, crescimento mitocondrial, reações de defesa de patógenos e adaptação às mudanças ambientais (KADER, 1997).

Embora sejam necessários testes biológicos e funcionais da proteína para entender como os nsLTPs estão ligados às respostas de estresse por seca, alguns estudos relacionam a expressão do gene em resposta a esse estresse abiótico, entre eles podemos citar: Hinch et al., (2001) relatam que nsLTPs purificados confirmaram seu papel na tolerância ao estresse abiótico assim como o aumento nos níveis de transcrição de *nsLTPs* em resposta à seca, sal e frio detectado em outros estudos (JUNG et al., 2003). A estabilização das membranas, deposição da cutícula e/ou alterações na organização da parede celular também têm sido reivindicadas como suas funções putativas nas respostas a esses fatores de estresse.

Em tabaco, genes *nsLTP* induzidos durante a seca promoveram a deposição de cera cuticular (CAMERON et al., 2006), assim como a superexpressão do gene *caLTP1* da pimenta em *Arabidopsis* aumentou sua tolerância ao NaCl e seca em vários estádios vegetativos de crescimento (SAROWAR et al., 2009).

O trabalho teve como objetivo analisar *in silico* a sequência do gene *Lipid Transfer Protein (LTP)* de cana-de-açúcar e compreender sua relação com o estresse por seca.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O clone da sequência *LTP* selecionado foi adquirido do Centro Brasileiro de Estocagem de Genes (BCCCenter) e posteriormente sequenciado para confirmação do mesmo. O sequenciamento foi feito em sequenciador automático pelo método de terminação de cadeia por dideoxinucleotídeo, no CREBIO – Centro de Recursos Biológicos, UNESP, Jaboticabal.

A análise *in silico* foi realizada mediante utilização dos softwares de bioinformática BlastX, Bioedit, Pfam 30.0 (EMBL-EBI, 2016 - <http://pfam.xfam.org/>), SMART (2017 - <http://smart.embl-heidelberg.de/>), CFSSP (2017 - <http://www.biogem.org/tool/choufasman/index.php>), Aramemnon 8.1 (2017 - <http://aramemnon.uni-koeln.de/>).

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Obtenção e sequenciamento do gene *LTP*

O clone de *Escherichia coli* portadora do plasmídeo pSPORT1 contendo o gene *LTP* completo (amostra 5, Figura 1) foi obtido do “BCCCenter”, quantificado e a integridade foi averiguada por eletroforese em gel de agarose 1%.

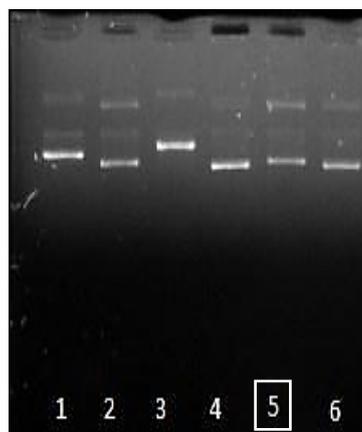


Figura 1. Integridade do clone *LTP* obtido do BCCCenter. Gel de agarose 1%. (1) - Cinnamoyl-CoA reductase; (2) - S-adenosylmethionine decarboxylase (*SAM*); (3) - Pyruvate kinase; (4) – calmodulina; (5) - Lipid Transfer protein (*LTP*); (6) - Ubiquitina (*UBQ*).

A quantificação da amostra 5 foi feita por espectrofotômetro GeneQuant™ 1300 (GE Healthcare, USA) resultando em 125 ng/μl de DNA. O resultado do sequenciamento e da análise realizada estão apresentados na Figura 2. Na Figura 2a está apresentada a sequência de nucleotídeos obtida bem como seu eletroferograma (Figura 2b).

(a)

**Primer (24mer) – Amostra 5-M13R-24**

```
NNNNTNNNANNTNNNTCTCACTATAGGGAAGCTGGTACGCCTGCAGGTACCGGTCCGGAAT
TCCCGGGTCGACCCACGCGTCCGGAGTCACACCCACCACTAGCTACACTCCACACTCACA
CACGTCTCGGACTCTCGGTCAGGGCAACGACGACAACGACGATGGCTGTGCTGAACAGCA
GCAGGAAGACGGTGGTGGCCCTGGCCGTGGTGGTGGCGGGCGGGCGCTGGCGTC
GTCCGCGTCGGCGGGCAGTCACTTGCAGGGCAGGTGGGGTGGTGGTGGCGGGCGGGCGCTCC
CGTACGCGACGGGGAGGGCCAGCACGCTTCCCGCCTCGTGCTGCTCCGGCGTGCAGCAG
CCTCAACAGCGCGGGCGCGGACCAGTCCGACCGCCAGGCGGGCGTGGCGTGCCTCAAG
AGCCTCGCCAACAGCGTCAAGAGCGTCAACATGGGCACCGTCGCCACCATCCCCGGCAA
GTGCGGGCTCTCCGTGGGCTTCCCATCAGCATGTCCACCGACTGCAACAAGGTCAGCTA
AATGATGAAATCTACGACGTTAGTACCAGTGCACGTGATGAAGCTATCAAGCCAGGAAAATA
AAATAAATTGTGGTAACAGGAGGAGCAGCATGCATGCGGTATCTATATAGTATTACAGAGTATT
ATATGTAAACCCTGTGCACTGTGTATGTGGGCATATACATGGCTATATGTATGTGTGGCTTG
CAGTGCTACCTAGCTAGCTTCTCATCATGTGCTCATGTATGCGGGTGTGTGTGTGTGAACA
GCCAGTACACTGTTGACTGTTGAGTGGCTTCGATCGACCTACTTGTTCGGATAGTTAATGGT
TTGCTATATAGTGGTGCTTGTCTAATAATCNGANNATAAAAAATAATNNTAAAGAATAACATAAT
ATAAAAATAAAAAACAATAATAACATATATATTGGGGGCGCCCGCTTCTAGAAGAATCCAAG
CTTACGTTACGCCGTGCATGGCGACGTCAATAGCTTCTTTCTAATAGTGGTCACTCAAATTCA
ATCACTGGGCGGTGTTTTAAACAACGTCGTGGACTGGGNAACCCCTTGGCGTTACCCAAC
TTAATCGCCTTGCAGCACAATCCCCTTCNNGGCTGGGCGTAATAGCGAAGAAGCCCGCAA
CGATCGCCTTCCAACAGTTGGCCANCCTNAATGGNANNNNNNCNNCCNNGNNNNNNNATN
NNNNNNNTGNNGTACGCAACNNNAGCNNNNNNNNNCANGGGCCCN
```

(b)

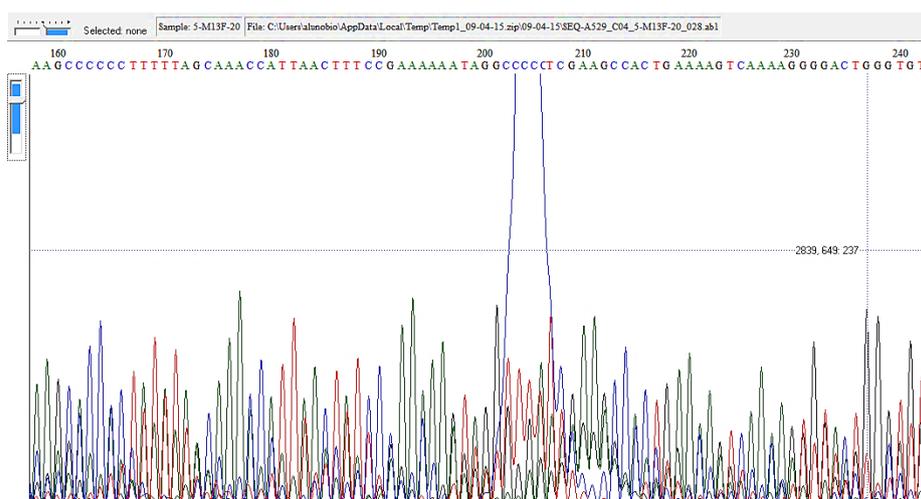


Figura 2. Resultado do sequenciamento da amostra 5 (confirmação do gene *LTP*). (a) Sequência obtida utilizando o primer 24mer; (b) Eletroferograma do sequenciamento do gene *LTP*. Fonte: BlastX (2016) e Bioedit (2016).

### 3.2 Caracterização *in silico* do gene *LTP* e proteína

A sequência codificadora do gene *LTP* apresenta seis frames. O frame 1 (+) apresenta o domínio da proteína, pertencente a família *Tryp\_alpha\_amyl* (PF00234), que contempla proteínas de ação inibitória de proteases, de reserva (armazenamento de sementes) e de transferência lipídica. É classificada no clã proteico da *prolamina* (CL0482) (Figura 3).

Frame (sense)	Família	Descrição	Clã
1 (+)	<i>Try_alpha_aml</i> (PF00234)	Inibidor de protease/ reserva/LTP	<i>Prolamina</i> (CL0482)
#HMM	Crdvllqcsqvava1apcaglqqsccqppqgCCqLkq1.....peqcrCeairavveSiilqqqlaqleeIrskaagt1pamCnvnvpp		
#MATCH	C++v +lapc ++ ++++++ ++CC++++ 1	+++crC + a++ +	+++ +++++p +C+v+v +
#PP	44444.....45*****988999988877766.....9*****9866		
#SEQ	CGQVC-----SSLAPCIPYATGRASTLPASCCSGVRSlnsaartssdrQAACRCLKSLANSVK-----SVNMGTVATIPGKCGVSVGF		

Figura 3. Frame identificador do domínio da proteína de *LTP*, família e clã proteico. (a) Frame identificado correspondente ao domínio da proteína; (b) Família e clã da proteína; na caixa cinza esta representado o alinhamento realizado pelo software para identificação da família e clã.

Fonte: software Pfam 30.0 (EMBL-EBI, 2016). Fonte: Hulm et al. (2017).

Em se tratando do clã, o grupo *prolamina*, representa as principais proteínas de armazenamento de sementes (como no milho e sorgo). São proteínas hidrofóbicas ricas em prolina e glutamina (GIBBON; LARKINS, 2005).

Visto que as plantas possuem uma cutícula na superfície de suas folhas que fornece uma barreira protetora contra as adversidades ambientais, como o estresse pela seca, o acúmulo de lipídios cuticulares pode estar contribuindo para a tolerância de plantas ao estresse por deficiência hídrica. Ou seja, a expressão do gene *LTP* e consequentemente a presença da proteína, está estritamente relacionado ao estresse por seca. No trabalho de Wei e Zhong (2014) o gene *ZmLTP1.2* foi significativamente induzido no meristema de folhas estressado pela seca, assim como, um gene de stress-resposta, *ZmLTP1.1*, também aumenta seu nível de expressão no meristema de folhas estressado pela seca.

Analisando a sequência de aminoácidos da *LTP*, a estrutura secundária da proteína compreende em grande parte folhas beta (79), seguido por hélices alfa (50) (Figura 4). O modelo tridimensional de *Arabidopsis* (*AtDIR1*) segue a dobra geral de nsLTPs com cinco hélices alfa estabilizadas por ligações dissulfeto em torno de uma cavidade central. As estruturas cristalinas dos LTPs das plantas são constituídas por quatro ou cinco hélices alfa, com uma cavidade hidrofóbica central onde ocorre a ligação lipídica (MALDONADO et al., 2002; NIEUWLAND et al., 2005; LASCOMBE et al., 2008).

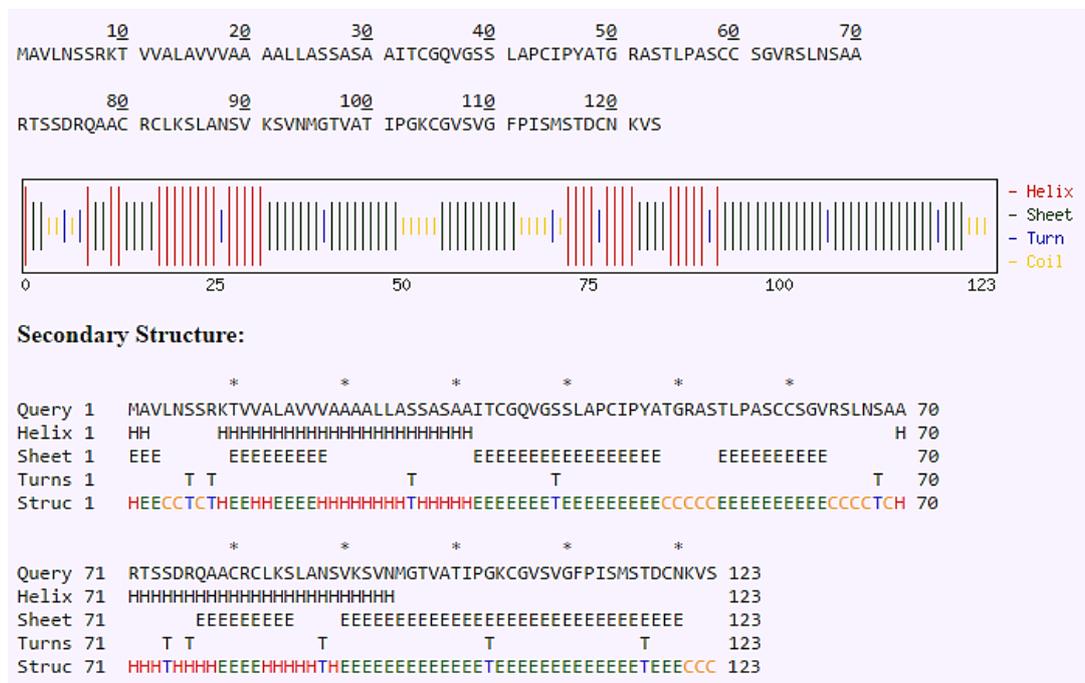


Figura 4. Estrutura secundária da proteína LTP (cana-de-açúcar). Fonte: análise realizada pelo software CFSSP (2017).

Utilizando-se o software Aramemnon 8.1, que com base em trabalhos publicados indica a expressão de genes em determinadas condições, foi possível averiguar a expressão do gene *LTP* em *Arabidopsis* na condição de estresse osmótico, induzido por manitol. De acordo com o proposto por Kilian et al. (2007) e Winter et al. (2007), observa-se que em experimentos de estresse osmótico (300 mM de manitol) o gene *LTP* é induzido por toda a planta de *Arabidopsis*, incluindo sistema radicular, hipocótilo e folhas, com indução máxima para os tempos analisados em 12 e 24 horas (Figura 5).

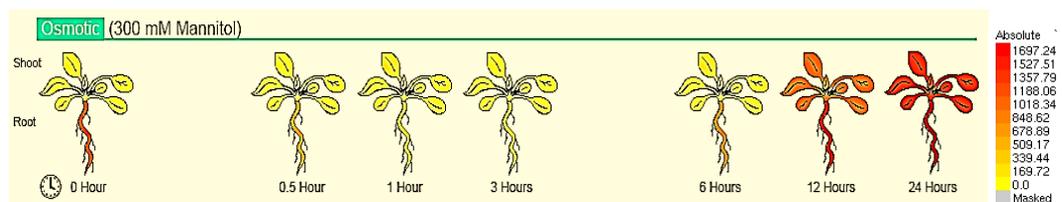


Figura 5. Expressão do gene *LTP* em *Arabidopsis*. Planta submetida ao estresse osmótico, induzido por manitol. Fonte: análise pelo software Aramemnon 8.1 (2003).

## 4 | CONCLUSÕES

O gene *LTP* e seu produto gênico foram caracterizados por softwares e indicam que a proteína atua no meio extracelular, potencialmente promovendo o acúmulo de lipídios cuticulares. A expressão diferencial desse gene pode estar associado ao estresse osmótico, ou seja, a indução ou repressão do gene *LTP* pode estar contribuindo para a tolerância das plantas ao estresse por deficiência hídrica, seca, entre outros.

## REFERÊNCIAS

- BRAY, E. A. **Molecular responses to water deficit**. *Plant Physiology*, v. 103, p.1035- 1040, 1993.
- BRAY, E. A. **Plant responses to water deficit**. *Trends in Plant Science*, v.2, p.48-54, 1997.
- BRAY, E. A. **Classification of genes differentially expressed during water-deficit stress in *Arabidopsis thaliana*: an analysis using microarray and differential expression data**. *Annual of Botany*, v. 89, p. 803-811, 2002.
- CAMERON, K. D.; TEECE, M. A.; SMAERT, L. B. **Increased accumulation of cuticular wax and expression of lipid transfer protein in response to periodic drying events in leaves of tree tobacco**. *Plant Physiol*, v. 140, p. 176-183, 2006.
- CHENG, H. C.; CHENG, P. T.; PENG, P.; LYU, P. C.; SUN, Y. J. **Lipid binding in rice nonspecific lipid transfer protein-1 complexes from *Oryza sativa***. *Protein Science*, v.13, n.9, p.2304-2315, 2004.
- GIBBON, B. C.; LARKINS, B. A. **Molecular genetic approaches to developing quality protein maize**. *Trends in Genetics*, v.21, n.4, p.227-233, 2005.
- HINCHA, D. K.; NEUKAMM, B.; SROR, H. A.; SIEG, F.; WECKWARTH, W.; RECKELS, M.; LULLIEN-PELLERIN, V.; SCHRODER, W.; SCHIMITT, J. M. **Cabbage cryoprotectin is a member of the nonspecific plant lipid transfer protein gene family**. *Plant Physiol*, v. 125, p. 835-846, 2001.
- HULM, L. C.; SILVA, R. G.; MARCIANO, J. S. P.; ZINGARETTI, S. M. **Análise *in silico* do gene “Lipid Transfer Protein” (LTP) de cana-de-açúcar**. *Ciência & Tecnologia: Fatec-JB*, v.9, p. 1-5, 2017.
- JUNG, H. W.; KIM, W.; HWANG, B. K. **Three pathogen-inducible genes encoding lipid transfer protein from pepper are differentially activated by pathogens, abiotic, and environmental stresses**. *Plant Cell Environ*, v. 26, p. 915-928, 2003.
- KADER, J. C. **Lipid-Transfer Proteins in Plants**. *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol*, v.47, p.627-654, 1996.
- KADER, J. C. **Lipid-transfer proteins: a puzzling family of plant proteins**. *Trends in Plant Science*, v.2, n.2, p. 66-70, 1997.
- KILIAN, J.; WHITEHEAD, D.; HORAK, J.; WANKE, D.; WEINL, S.; BATISTIC, O.; D'ANGELO, C.; BORNBERG-BAUER, E.; KUDLA, J.; HARTER, K. **The AtGenExpress global stress expression data set: protocols, evaluation and model data analysis of UV-B light, drought and cold stress responses**. *The Plant Journal*, v. 50, n. 2, p. 347-363, 2007.
- LASCOMBE, M. B.; BAKAN, B.; BUHOT, N.; MARION, D.; BLEIN, J. P.; LARUE, V.; LAMB, C.; PRANGE, T. **The structure of “defective in induced resistance” protein of *Arabidopsis thaliana*, DIR1, reveals a new type of lipid transfer protein**. *Protein Sci*, v. 17, p. 1522-1530, 2008.
- LAWLOR, D. W.; CORNIC, G. **Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants**. *Plant Cell Environ*, v. 25, p. 275–294, 2002.
- MALDONADO, A. M.; DOERNER, P.; DIXON, R. A.; LAMB, C. J.; CAMERON, R. K. **A putative lipid transfer protein involved in systemic resistance signalling in *Arabidopsis***. *Nature*, v. 419, p. 399-403, 2002.
- MAYBANK, J.; BONSAI, B. R.; JONES, J.; LAWFORD, R. G.; O'BRIEN, E. G. **Drought as a natural**

**disaster.** Atmosphere-Ocean, v. 33, p.195–222, 1995.

SOLARI, L. I.; JOHNSON, S.; DEJONG, T. M. **Relationship of water status to vegetative growth and leaf gas exchange of peach (*Prunus persica*) trees on different rootstocks.** Tree Physiol, 26, p.1333–1341, 2006.

NIEUWLAND, J.; FERON, R.; HUISMAN, B. A.; FASOLINO, A.; HILBERS, C. W.; DERKSEN, J.; MARIANI, C. **Lipid transfer proteins enhance cell wall extension in tobacco.** Plant Cell, v. 17, p. 2009-2019, 2005.

SAROWAR, S.; KIM, Y. J.; KIM, K. D.; HWANG, B. K.; OK, S. H.; SHIN, J. S. **Overexpression of lipid transfer protein (LTP) genes enhances resistance to plant pathogens and LTP functions in long-distance systemic signaling in tobacco.** Plant Cell Rep, v. 28, p. 419-427, 2009.

SHAO, H. B.; GUO, Q. J.; CHU, L. Y.; ZHAO, X. N.; SU, Z. L.; HU, Y. C.; CHENG, J. F. **Understanding molecular mechanism of higher plant plasticity under abiotic stress** Colloids and Surfaces B. Biointerfaces, v. 54, p. 37–45, 2007.

SHINOZAKI, K.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K. **Molecular responses to drought and cold stress.** Curr Opin Biotechnol, v. 7, p. 161-167, 1996.

SOUSA, C. S. **Caracterização *in silico* de genes da biossíntese de lipídeos e utilização de eixos embrionários e nós-cotiledonares na transformação genética de soja.** Viçosa: UFV, 94 (Doutorado em Bioquímica Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2012.

WEI, K.; ZHONG, X. **Non-specific lipid transfer proteins in maize.** BMC Plant Biology, v. 14, 2014.

WINTER, D.; VINEGAR, B.; NAHAK, H.; AMMAR, R.; WILSON, G. V.; PROVART, N. J. **An “electronic fluorescent pictograph” browser for exploring and analyzing large-scale biological data sets.** Plos one, v. 2, n. 8, 2007.

## **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

