

**Pedro Henrique Abreu Moura**  
**Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro**  
**(Organizadores)**



# Inovação e tecnologia nas **CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

**Pedro Henrique Abreu Moura**  
**Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro**  
**(Organizadores)**



# Inovação e tecnologia nas **CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

*Open access publication* by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia

Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa



Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas



# Inovação e tecnologia nas ciências agrárias

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Maiara Ferreira  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadores:** Pedro Henrique Abreu Moura  
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

I58 Inovação e tecnologia nas ciências agrárias / Organizadores  
Pedro Henrique Abreu Moura, Vanessa da Fontoura  
Custódio Monteiro. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-65-5983-724-3  
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.243211612>

1. Ciências agrárias. I. Moura, Pedro Henrique Abreu  
(Organizador). II. Monteiro, Vanessa da Fontoura Custódio  
(Organizadora). III. Título.

CDD 630

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)



## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



## APRESENTAÇÃO

A área de Ciências Agrárias reúne conhecimentos relacionados à agricultura, pecuária e conservação dos recursos naturais. A pesquisa nessa área é importante para o desenvolvimento de produtos, processos ou serviços para as cadeias produtivas de vegetais, animais e desenvolvimento rural.

Destaca-se que a inovação e tecnologia devem ser aliadas na incorporação de práticas sustentáveis no campo, garantindo às gerações futuras a capacidade de suprir as necessidades de produção e qualidade de vida no planeta.

O livro foi dividido em dois volumes, sendo que neste primeiro volume *“Inovação e tecnologia nas Ciências Agrárias”* são apresentados 21 capítulos voltados à agricultura, com pesquisas sobre a qualidade do solo, fruticultura, culturas anuais, controle de pragas, agroecossistemas, propagação *in vitro* de orquídea, fertilização, interação entre fungos e sistemas agroflorestais, a relação da agricultura e o consumo de água, entre outros.

O segundo volume reúne 19 capítulos com temas diversos, como a agricultura familiar como forma de garantir a produção agrícola, o uso das tecnologias da informação e comunicação no ensino e aprendizagem de estudantes de Técnico Agropecuário no México, utilização de geoprocessamento para estudar a dinâmica de pastagens, relação entre pecuária e desflorestamento, estatística em experimentos agrônômicos, bem como vários trabalhos voltados para pecuária e medicina veterinária.

Agradecemos a cada autor pela escolha da Atena Editora para a publicação de seu trabalho.

Aos leitores, desejamos uma excelente leitura e convidamos também para apreciarem o segundo volume do livro.

Pedro Henrique Abreu Moura  
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### ASPECTOS RELEVANTES DA SEMEADURA DIRETA NA QUALIDADE DO SOLO E NA PRODUTIVIDADE DAS CULTURAS

Maurilio Fernandes de Oliveira  
Raphael Bragança Alves Fernandes  
Onã da Silva Freddi  
Camila Jorge Bernabé Ferreira  
Rose Luiza Moraes Tavares

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2432116121>

### **CAPÍTULO 2..... 16**

#### EFEITO DA TEMPERATURA DE SECAGEM E DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO NO DESEMPENHO INDUSTRIAL DO ARROZ

Leomar Hackbart da Silva  
André Guilherme Ebling Trivisioi  
Paula Fernanda Pinto da Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2432116122>

### **CAPÍTULO 3..... 23**

#### SECAGEM NATURAL DE FRUTOS INTEIROS COMO ESTRATÉGIA DE VALORIZAÇÃO DOS DESCARTES DA PRODUÇÃO DE CAQUI

Nariane Quaresma Vilhena  
Empar Llorca  
Rebeca Gil  
Gemma Moraga  
Alejandra Salvador

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2432116123>

### **CAPÍTULO 4..... 37**

#### PRODUÇÃO VERTICAL DE MELOEIRO AMARELO (*Cucumis melo* L.) COM DIFERENTES DENSIDADES EM CANTEIROS SUBTERRÂNEOS COBERTOS COM MULCHING PLÁSTICO

Manuel Antonio Navarro Vásquez  
Janeísa Batista da Silva  
Cristina Teixeira de Lima  
Edilza Maria Felipe Vásquez  
Francisco Rondinely Rodrigues Sousa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2432116124>

### **CAPÍTULO 5..... 47**

#### EFFECT OF ALGA EXTRACT, *Ascophyllum nodosum* (L.) IN WATERMELON GROWTH

Antonio Francisco de Mendonça Júnior  
Ana Paula Medeiros dos Santos Rodrigues  
Rui Sales Júnior  
Silmare Nogueira do Nascimento Pereira

Kevison Romulo da Silva França  
Mylena Carolina Calmon de Souza Barros  
Elielma Josefa de Moura  
Milton César Costa Campos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2432116125>

**CAPÍTULO 6..... 56**

*Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae): ANÁLISE DA BIOLOGIA, ECOLOGIA E DANOS VISANDO MELHORES ESTRATÉGIAS DE CONTROLE

Ayala de Jesus Tomazelli  
Cleone Junio Lelis Santos  
Francisco Orrico Neto  
Juliana Stracieri

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2432116126>

**CAPÍTULO 7..... 92**

IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA, PROPAGACIÓN SEXUAL Y ASEJUAL DE TRES ESPECIES DE LITSEA (LAURACEAE) EN DIFERENTES AGROECOSISTEMAS DE MÉXICO

Claudia Yarim Lucio Cruz  
Jaime Pacheco-Trejo  
Eliazar Aquino Torres  
Judith Prieto Méndez  
Sergio Rubén Pérez Ríos  
José Justo Mateo Sánchez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2432116127>

**CAPÍTULO 8..... 100**

MICROORGANISMOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO NA ACLIMATIZAÇÃO DE MUDAS DA ORQUÍDEA *BRASSOCATTLEYA* PASTORAL ‘ROSA’

Ananda Covre da Silva  
Helio Fernandes Ibanhes Neto  
Amanda Lovisotto Batista Martins  
Marjori dos Santos Gouveia  
Gustavo Henrique Freiria  
Ricardo Tadeu de Faria  
André Luiz Martinez de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2432116128>

**CAPÍTULO 9..... 106**

EFEITO DE MICROORGANISMOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO NO DESENVOLVIMENTO DE GÉRBERA EM VASO

Amanda Lovisotto Batista Martins  
Ananda Covre da Silva  
Helio Fernandes Ibanhes Neto  
Marjori dos Santos Gouveia  
Ricardo Tadeu de Faria

André Luiz Martinez de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2432116129>

**CAPÍTULO 10..... 113**

VALIDAÇÃO DE TÉCNICAS DE INOCULAÇÃO E COINOCULAÇÃO DE BACTÉRIAS PARA A CULTURA DA SOJA NO CENTRO-OESTE BRASILEIRO (ARAÇU-GO)

Ana Carolina de Souza Fleury Curado

Taís Ferreira de Almeida

Edgar Luiz de Lima

Cláudia Barbosa Pimenta

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161210>

**CAPÍTULO 11..... 120**

EFEITOS DA INOCULAÇÃO E COINOCULAÇÃO DE BACTÉRIAS DIAZOTRÓFICAS SOBRE O DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DE MILHO

Endrio Rodrigo Webers

Emerson Saueressig Finken

Mauricio Vicente Alves

Divanilde Guerra

Robson Evaldo Gehlen Bohrer

Danni Maisa da Silva

Mastrangelo Enivar Lanzaova

Luciane Sippert Lanzaova

Marciel Redin

Eduardo Lorensi de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161211>

**CAPÍTULO 12..... 132**

INTERAÇÕES ENTRE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES E SISTEMAS AGROFLORESTAIS EM ECOSSISTEMAS RIBEIRINHOS AO LONGO DO RIO-MADEIRA MAMORÉ NO MUNICÍPIO DE GUAJARÁ-MIRIM/RO

Ana Lucy Caproni

José Rodolfo Dantas de Oliveira Granha

Gabriel Cestari Vilardi

Mônica Gambero

Ricardo Luis Louro Berbara

Marcos Antonio Nunez Duran

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161212>

**CAPÍTULO 13..... 151**

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE SOLO CULTIVADO COM TOMATEIRO IRRIGADO COM ÁGUA RESIDUÁRIA DE BOVINOCULTURA DE LEITE

Marcos Filgueiras Jorge

Leonardo Duarte Batista da Silva

Dinara Grasiela Alves

Geovana Pereira Guimarães

Jane Andreon Ventorim

Antonio Carlos Farias de Melo  
Lizandra da Conceição Teixeira Gomes de Oliveira  
Rozileni Piont Kovsky Caletti  
Jonathas Batista Gonçalves Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161213>

**CAPÍTULO 14..... 162**

EVOLUÇÃO DA COBERTURA DO SOLO E DO ACÚMULO DE FITOMASSA SECA DE PLANTAS DE COBERTURA DE OUTONO/INVERNO E SEU EFEITO SOBRE O DESEMPENHO AGRONÔMICO DE SOJA CULTIVADA EM SUCESSÃO

João Henrique Vieira de Almeida Junior  
Guilherme Semião Gimenez  
Vinicius Cesar Sambatti  
Vagner do Nascimento  
Giliardi Dalazen

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161214>

**CAPÍTULO 15..... 182**

TEORES DE MACRONUTRIENTES EM LIMBOS E PECÍOLOS E PRODUTIVIDADE DE FRUTOS COMERCIAIS DE CULTIVARES DE MAMOEIRO

Lucio Pereira Santos  
Enilson de Barros Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161215>

**CAPÍTULO 16..... 199**

HORTALIÇAS COMO ALTERNATIVA PARA PROMOÇÃO DA BIOFORTIFICAÇÃO MINERAL

Ádila Pereira de Sousa  
Evandro Alves Ribeiro  
Heloisa Donizete da Silva  
Ildon Rodrigues do Nascimento  
Simone Pereira Teles  
Liomar Borges de Oliveira  
João Francisco de Matos Neto  
Danielly Barbosa Konrdorfer  
Regina da Silva Oliveira  
Índira Rayane Pires Cardeal  
Bruno Henrique di Napoli Nunes  
Lucas Eduardo Moraes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161216>

**CAPÍTULO 17..... 211**

ANÁLISE DO USO DA TERRA CONSIDERANDO AS FACES DO TERRENO NA BACIA DO RIO PIRACICABA EM MINAS GERAIS

Rafael Aldighieri Moraes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161217>

<b>CAPÍTULO 18.....</b>	<b>219</b>
A AGRICULTURA E O CONSUMO DE ÁGUA	
Dienifer Calegari Leopoldino Guimarães	
Selma Clara de Lima	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161218">https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161218</a>	
<b>CAPÍTULO 19.....</b>	<b>226</b>
DESENVOLVIMENTO DE EMISSOR DO TIPO MICROTUBO COM MÚLTIPLAS SAÍDAS	
Dinara Grasiela Alves	
Marinaldo Ferreira Pinto	
Ana Paula Alves Barreto Damasceno	
Tarlei Arriel Botrel	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161219">https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161219</a>	
<b>CAPÍTULO 20.....</b>	<b>237</b>
QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NO MUNICÍPIO DE SINOP SOB DIFERENTES GENÁRIOS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	
Kelte Resende Arantes	
Francisco Moarcir Pinheiro Garcia ( <i>In Memoriam</i> )	
Roselene Maria Schneider	
Sayonara Andrade do Couto Moreno Arantes	
Milene Carvalho Bongiovani	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161220">https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161220</a>	
<b>CAPÍTULO 21.....</b>	<b>250</b>
USO DE MICRORGANISMOS COMO FERRAMENTA NA MELHORIA DE EFLUENTES DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS	
Vander Bruno dos Santos	
Eduardo Medeiros Ferraz	
Carlos Massatoshi Ishikawa	
Fernando Calil	
Marcos Aureliano Silva Cerqueira	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161221">https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161221</a>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES .....</b>	<b>269</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>270</b>

## USO DE MICRORGANISMOS COMO FERRAMENTA NA MELHORIA DE EFLUENTES DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS

Data de aceite: 01/12/2021

Data de submissão: 06/09/2021

### Vander Bruno dos Santos

Instituto de Pesca, Centro de Pesquisa em  
Aquicultura  
São Paulo, SP  
<http://lattes.cnpq.br/3137745426865676>

### Eduardo Medeiros Ferraz

Instituto de Pesca, Centro de Pesquisa em  
Aquicultura  
São Paulo, SP  
<http://lattes.cnpq.br/4187889526714693>

### Carlos Massatoshi Ishikawa

Instituto de Pesca, Centro de Pesquisa em  
Aquicultura  
São Paulo, SP  
<http://lattes.cnpq.br/9240930406954302>

### Fernando Calil

Biomart Nutrição Animal Importação e  
Exportação LTDA  
Martinópolis, SP

### Marcos Aureliano Silva Cerqueira

Instituto de Pesca, Centro de Pesquisa em  
Recursos Hídricos  
São Paulo, SP  
<http://lattes.cnpq.br/1039124382276767>

**RESUMO:** O objetivo deste estudo foi avaliar o potencial de biodegradação de produtos contendo microrganismos, melhorando a qualidade da água de efluentes sob os aspectos

físico-químicos. Vinte galões de 20 litros de água de qualidade duvidosa (coletados no Rio Tietê, São Paulo, Brasil) foram mantidos em ambiente climatizado e com aeração constante. Produtos com uma mistura de microrganismos (*Bacillus licheniformis*, *Bacillus subtilis*, *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus plantarum* e *Saccharomyces cerevisiae*) foram adicionados semanalmente em galões com cinco repetições. Dados de oxigênio, pH, sólidos totais dissolvidos (TDS), turbidez, amônio, nitrito, nitrato e fósforo foram plotados ao longo do tempo e o modelo exponencial foi ajustado. Todos os dados se ajustaram adequadamente ao modelo exponencial, apresentando estimativas aplicáveis e confiabilidade dos parâmetros, exceto para TDS e turbidez. O aditivo com bactérias aumentou a taxa de degradação do amônio em 9,4%, nitrito em 27,4%, nitrato em 22,2% e fósforo em 47,4%. Curiosamente, o aditivo com bactérias e *Sacharomyces cerevise* promoveu a intensificação da taxa de degradação dos compostos, principalmente para amônia (26,8%), nitrato (33,3%) e fósforo (73,4%) em relação ao grupo controle ( $P < 0,05$ ). A redução nas concentrações desses compostos ocorreu de forma exponencial e foi mais efetiva com a presença de *Saccharomyces*. Os produtos testados neste experimento podem ser usados com o objetivo de melhorar a qualidade de algumas águas residuais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Amônio, *Lactobacillus*, nitrato, fósforo, *Saccharomyces*.

## USE OF MICROORGANISMS AS A TOOL TO IMPROVE WASTEWATER EFFLUENTS

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the potential of biodegradation of products containing microorganisms, improving the water quality of effluents under physical and chemical aspects. Twenty gallons of 20 liters of doubtful quality water (collected from the Tietê River, Sao Paulo, Brazil) were kept in an air-conditioned environment under constant aeration. Products with a mixed of microorganisms (*Bacillus licheniformis*, *Bacillus subtilis*, *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus plantarum* and *Saccharomyces cerevisiae*) were added weekly in gallons with five replicates. Data of oxygen, pH, total dissolved solids (TDS), turbidity, ammonium, nitrite, nitrate and phosphorus were plotted over time and the exponential model was fitted. All data fit adequately to exponential model, presenting applicable estimates and trustworthiness of parameters, except for TDS and turbidity. The additive with bacteria increased the ammonium degradation rate by 9.4%, nitrite 27.4%, nitrate 22.2% and phosphorus 47.4%. Interestingly, the additive with bacteria and *Saccharomyces cerevisiae* promoted the intensification of the degradation rate of the compounds, mainly for ammonia (26.8%), nitrate (33.3%) and phosphorus (73.4%) in relation to the control group ( $P < 0.05$ ). The reduction in the concentrations of these compounds occurred exponentially and was more effective with the presence of *Saccharomyces*. The products tested in this experiment could be used with the main of improve the quality of some polluted water.

**KEYWORDS:** Ammonium, Lactobacillus, nitrate, phosphorus, Saccharomyces.

### 1 | INTRODUÇÃO

A sustentabilidade dos sistemas de produção tem sido tema de discussão frequente em todos os setores da agroindústria e a água tem recebido atenção especial aos problemas de escassez e qualidade. Todas as atividades agroindustriais utilizam a água como recurso natural fundamental e, muitas vezes, estão sujeitas a problemas de uso múltiplo. A consciência e a preocupação com a preservação do bem-estar natural têm aumentado consideravelmente, principalmente nos períodos em que o planeta passa de mudanças climáticas e escassez de água.

Muitos corpos d'água apresentam altas concentrações de microrganismos patogênicos, fósforo, nitrogênio-amônia (nutrientes diretamente relacionados à eutrofização), metais pesados e outras substâncias que podem até causar efeitos negativos sobre o saúde pública (Abraham et al. 2007, Cunha et al, 2011).

Existem diversas tecnologias em processos de tratamento, como filtração lenta, ultrafiltração, nanofiltração, flutuação de ar dissolvido, radiação UV ou gama, adsorção em carvão ativado e solos argilosos, osmose reversa, tratamento químico (agentes oxidantes como: ozônio, cloro e dióxido de cloro, peróxido de hidrogênio, permanganato de potássio entre outros) e biodegradação com eficiências em torno de 95 - 100% para remoção de compostos tóxicos na água. (Hashimoto, 2007; Albuquerque Junior, 2006).

A biodegradação é definida como a redução da complexidade dos compostos

químicos; isto é, a mudança na estrutura química de determinada substância ocasionada pelo processo biológico que, em geral, permanente o tamanho molecular (AMARANTE JUNIOR, et al. 2006). Segundo Azubuike et al (2016), várias definições foram dadas à biorremediação, com ênfase particular em um dos processos (degradação). No entanto, em alguns casos, o termo biodegradação é utilizado indistintamente com biorremediação. O primeiro é um termo, que se aplica a um processo sob o segundo. A biorremediação é definida como um processo que se baseia em mecanismos biológicos para reduzir (degradar, desintoxicar, mineralizar ou transformar) a concentração de poluentes em um estado inócuo.

Objetivou-se avaliar o potencial de biodegradação de produtos contendo microrganismos para a melhoria da qualidade de água de efluentes sob aspectos físico e químicos. O modelo exponencial foi ajustado para explicar as alterações que ocorrem com o tempo nas concentrações dos poluentes.

## **2 | MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Localização, material biológico e instalações**

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Água do Instituto de Pesca com sede em São Paulo, SP.

Galões de 20 litros de água qualidade duvidosa (coletada do rio Tiête) foram mantidos em ambiente climatizado sob aeração constante (Figura 1). A temperatura máxica do ambiente foi 27,9 (1,19) °C e a mínima 26,2 (1,47) °C. Os parâmetros físicos e químicos da água foram avaliados no início e a cada 15 dias após a adição dos produtos, durante 84 dias. A concentração de oxigênio dissolvido, pH, sólidos totais dissolvidos e turbidez foram obtidos pelo método da sonda multiparamétrica (Horiba U-22). As concentrações de amônio foram obtidas pelas técnicas de Solórzano (1969), nitrito e nitrato por Mackeret et al. (1978) e fósforo por Strickland e Parsons (1965).



Figura 1. Local de coleta da amostra de água: Marginal Tietê km 14 sentido oeste, São Paulo, SP no dia 28 de julho de 2016. Acondicionamento da amostra em galões de 20 litros e disposição no Laboratório de Limnologia do Instituto de Pesca.

Foi utilizado agentes biológicos desenvolvido pela empresa Biomart Nutrição Animal Importação e Exportação LTDA composto com os seguintes níveis de garantia de microrganismos: *Bacillus licheniformis* (CCT 2473)  $1,5 \times 10^9$  UFC / g, *Bacillus subtilis* (CCT 0089)  $1,5 \times 10^9$  UFC / g, *Enterococcus faecium* (CCT 6646)  $1,0 \times 10^9$  CFU / g *Lactobacillus plantarum* (CCT 7601)  $1,0 \times 10^9$  CFU / g. Foi realizada a pré-diluição do produto misturando em água limpa e sem cloro, adicionando 15 g do produto em 1 litro de água com temperatura entre 25 a 38 °C e mantido durante 24 horas em recipiente limpo, não transparente, protegido da luz direta e tampado. Após esse período a diluição foi misturada e adicionada na proporção de 1 (um) litro para cada 1000 litros de água do tanque, uma vez por semana, durante 12 semanas. Sendo assim, cada tanque recebeu a quantia de 300 mg/semana do produto, perfazendo um total de 3,6 g.

Tratamento 1 – foi realizada a pré-diluição do produto misturando em água limpa e sem cloro, adicionando 15 g do produto em 1 litro de água, sendo preparada e administrada da mesma forma da dosagem inicial, semanalmente;

Tratamento 2 - foi realizada a pré-diluição do produto misturando em água limpa e sem cloro, adicionando 15 g do produto em 1 litro de água, sendo preparada e administrada da mesma forma da dosagem inicial, semanalmente. Neste tratamento, além de todos os microrganismos do Tratamento 1, também foi adicionado *Saccharomyces cerevisiae*  $1,0 \times 10^8$  UFC/g.

Tratamento adicional foi realizado como Controle, no qual os tanques não receberam o aditivo biológico, apenas o veículo utilizado nos tratamentos anteriores que correspondeu a carbonato de cálcio e lactose.

Para a contagem de coliformes totais e fecais, foram coletadas amostras de água de cada tratamento a cada 15 dias realizando-se diluições seriadas até  $10^{-6}$  em tubos contendo 9 mL de solução salina com 0,75% de NaCl. As diluições foram semeadas em placas de Petri com 20 mL de meio próprio para coliformes (Rapid *E. coli* 2 Ágar, Biorad), e incubadas por 48 horas em estufa a temperatura de 37 °C, procedendo-se a contagem dos coliformes após este período.

## 2.2 Análise dos Dados

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 5 repetições. A análise de variância foi realizada para os dados limnológicos obtidos no início e no final do experimento. Nesse caso, o teste de Tukey foi usado para comparar os tratamentos, a 5% de probabilidade. Foi calculada a taxa de degradação (TDD) diária dos compostos nitrogenados e fósforo pela seguinte equação:  $TDD = (\ln(C_i) - \ln(C_f)) * 100/t$ , em que  $C_i$ , corresponde a concentração inicial do parâmetro limnológico e  $C_f$ , a concentração final e  $t$ , o tempo considerado.

Foi realizada a plotagem dos dados de concentração dos compostos no decorrer do tempo e ajustou-se o modelo exponencial. O ajuste deste modelo e as estimativas dos parâmetros foram obtidas pelo método de quadrados mínimos ponderados devido a existência de heterogeneidade de variâncias (Draper & Smith, 1998, Gamito, 1998, Santos et al. 2008). O inverso da variância de peso foi usado como um fator de ponderação e, portanto, os testes F e os intervalos de confiança foram válidos. Utilizou-se a equação  $y = Ae^{Kx}$ , onde “y” é a concentração obtida do composto; A, a concentração inicial estimada do composto; e, base natural do logaritmo; K, a taxa instantânea de variação; x, o tempo percorrido. A qualidade do ajuste foi analisada pelo número de iterações computacionais, quadrado médio do erro, intervalos de confiança para os parâmetros e  $R^2$  Ajustado. Os parâmetros da curva para cada tratamento foram comparados por seus intervalos de confiança a 95% de probabilidade. A análise de Shapiro Wilks foi realizada para teste de normalidade.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 mostra a concentração média dos componentes no início e no final do experimento. No início, todos os componentes eram semelhantes ( $P > 0,05$ ). No entanto, diferenças nos compostos de nitrogênio e fósforo foram observadas no dia 84 do experimento ( $P < 0,05$ ).

O oxigênio dissolvido foi monitorado a cada 15 dias, apresentando médias acima

de 5,0 mg/L, não havendo diferenças entre o grupo tratado com os produtos contendo microrganismos e o grupo Controle. Maior variação ocorreu após 15 dias de experimento, com queda acentuada de 8,0 mg/l para 6,3 mg/L, sendo pequena a redução nestas concentrações após esse período ( $P<0,05$ ). A variação da concentração de oxigênio dissolvido durante o tempo de experimento está apresentada na Figura 2.

Não houve influência do tratamento no pH, sendo mantido ligeiramente ácido em torno de 5,28 (0,56). Houve variação nesta acidez durante o experimento, estando apresentada na Figura 2 ( $P<0,05$ ). A maior variação pode ser observada nas primeiras semanas com queda de 6,5 para 5,5.

Variáveis	Tratamento	Inicial	Final
Oxigênio (mg/L)	Aditivo1	8,39 (0,29) *a	5,71 (0,13) a
	Aditivo2	8,09 (0,32) a	5,76 (0,07) a
	Controle	7,98 (0,02) a	5,62 (0,13) a
pH	Aditivo1	6,68 (0,19) a	4,97 (0,04) a
	Aditivo2	6,66 (0,09) a	4,96 (0,04) a
	Controle	6,48 (0,25) a	5,01 (0,02) a
Amônio (mg/L)	Aditivo1	16,22 (0,36) a	3,72 (0,06) b
	Aditivo2	14,57 (1,15) a	2,65 (0,05) c
	Controle	15,79 (1,19) a	4,11 (0,04) a
Nitrito ( $\mu\text{g/L}$ )	Aditivo1	435,71 (57,31) a	123,32 (1,74) b
	Aditivo2	401,85 (78,00) a	110,34 (2,10) c
	Controle	417,93 (39,06) a	155,99 (3,34) a
Nitrato (mg/L)	Aditivo1	2,02 (0,02) a	1,06 (0,023) b
	Aditivo2	2,01 (0,03) a	0,96 (0,018) c
	Controle	1,94 (0,16) a	1,14 (0,022) a
Fósforo (mg/L)	Aditivo1	476,15 (38,68) a	235,27 (2,47) b
	Aditivo2	510,26 (50,68) a	221,99 (1,96) c
	Controle	490,98 (28,92) a	303,31 (4,21) a
TDS (mg/L)	Aditivo1	0,217 (0,012) a	0,222 (0,008) a
	Aditivo2	0,221 (0,003) a	0,225 (0,004) a
	Controle	0,217 (0,008) a	0,226 (0,006) a
Turbidez (NTU)	Aditivo1	18,80 (1,30) a	8,20 (1,30) a
	Aditivo2	17,80 (1,10) a	8,80 (0,84) a
	Controle	17,00 (1,23) a	8,60 (0,89) a

\*Valores seguidos de letras diferentes, na mesma coluna, não são iguais pelo teste de Tukey a 5%. TDS, sólidos dissolvidos totais.

Tabela 1. Média e desvio padrão das variáveis limnológicas no início e no final (dia 84) do experimento após diferentes tratamentos com agente microbiológico em águas residuais.

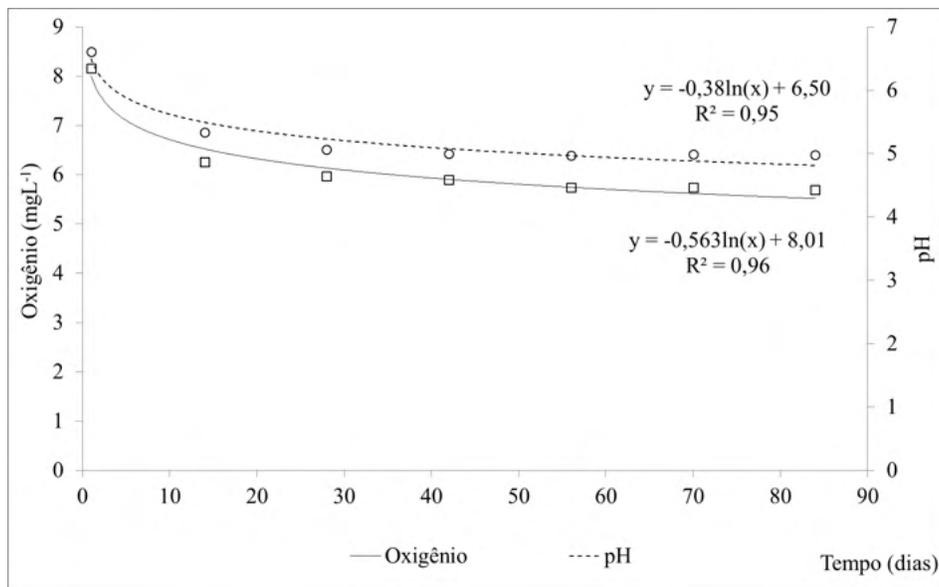


Figura 2. Variação nas concentrações de oxigênio dissolvido (mg/L) e pH durante a execução do experimento.

Foram observadas maiores concentrações dos compostos nitrogenados e fósforo no grupo Controle quando comparado com os tratamentos que receberam os microrganismos ao final de 84 dias de experimento ( $P < 0,05$ ). O aditivo contendo bactérias e leveduras proporcionou as menores concentrações (2,65 mg/L, 110,34  $\mu\text{g/L}$ , 0,96 mg/L e 221,99 mg/L para amônio, nitrito, nitrato e fósforo respectivamente), seguido pelo aditivo contendo somente bactérias ( $P < 0,05$ ).

Amônio, nitrito, nitrato e fósforo tiveram alta variação ao longo do experimento e os dados se ajustaram ao modelo exponencial ( $P < 0,01$ ). As estimativas dos parâmetros e os intervalos de confiança estão apresentados na Tabela 2. Os dados das concentrações dos compostos X tempo se ajustaram adequadamente ao modelo exponencial, apresentando estimativas aplicáveis e confiabilidade dos parâmetros. Foram observadas baixas iterações computacionais (6 a 12), baixo quadrado médio do erro, intervalos de confiança curtos para os parâmetros e alto  $R^2$  ajustado, indicando uma ótima qualidade dos ajustes.

Variáveis	Tratamento	Estimativa			Limites do Intervalo de Confiança				
		A	K Inferior Superior	A		K			
				Inferior	Superior				
Amônio (mg/L)	Aditivo1	18,09	A	-0,019	a	17,00	19,19	-0,0210	-0,0169
	Aditivo2	16,41	A	-0,021	a	15,37	17,44	-0,0229	-0,0183
	Controle	17,07	A	-0,016	b	16,21	17,92	-0,0174	-0,0144
Nitrito ( $\mu$ m/L)	Aditivo1	501,40	A	-0,015	a	459,00	543,90	-0,0168	-0,0135
	Aditivo2	458,20	A	-0,015	a	413,20	503,20	-0,0170	-0,0132
	Controle	476,20	A	-0,012	b	437,90	514,50	-0,0131	-0,0103
Nitrato (mg/L)	Aditivo1	2,19	A	-0,007	a	2,14	2,23	-0,0081	-0,0065
	Aditivo2	2,21	A	-0,008	a	2,14	2,27	-0,0092	-0,0067
	Controle	2,12	A	-0,006	a	2,07	2,16	-0,0068	-0,0051
Fósforo (mg/L)	Aditivo1	507,00	A	-0,009	a	485,20	528,70	-0,0102	-0,0079
	Aditivo2	554,90	A	-0,010	a	525,50	584,30	-0,0119	-0,0088
	Controle	509,80	A	-0,005	b	490,80	528,90	-0,0064	-0,0046

\* Estimativas seguidas de letras diferentes, na mesma coluna, não são iguais sobrepondo os intervalos de confiança a 5%.

Tabela 2. Estimativa dos parâmetros e intervalo de confiança do modelo exponencial ajustados para dados de concentração de variáveis limnológicas após diferentes tratamentos com agente microbiológico em águas residuais

A estimativa inicial (parâmetro A) foi semelhante entre os tratamentos e o grupo controle para todas as variáveis limnológicas. No entanto, algumas diferenças podem ser encontradas na taxa de alteração (parâmetro K). As variações na concentração desses compostos com o tempo são apresentadas nas Figuras 3, 4, 5 e 6. Ajustes de regressão por modelos não lineares, como o modelo exponencial apresentado neste estudo, são mais interessantes do que modelos lineares porque apresentam a possibilidade de interpretações biológicas dos fenômenos.

As taxas de degradação diária dos compostos nitrogenados e fósforo estão apresentados na Tabela 3. Observa-se que o tratamento da água com produto contendo microrganismos aumentou a taxa de degradação diária dos compostos nitrogenados (amonio, nitrito, nitrato) e fósforo.

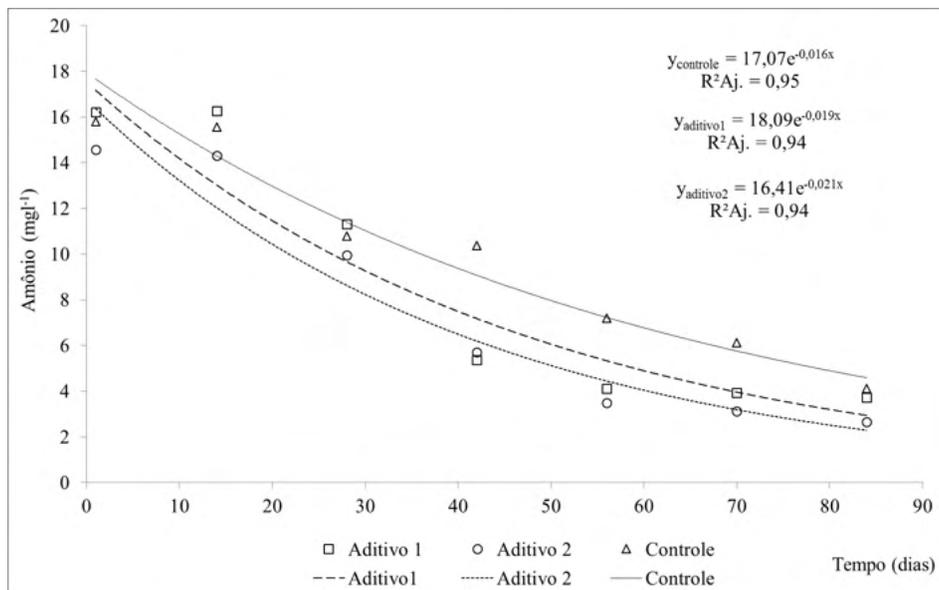


Figura 3. Variação na concentração de amônio (mg/L) durante a execução do experimento.

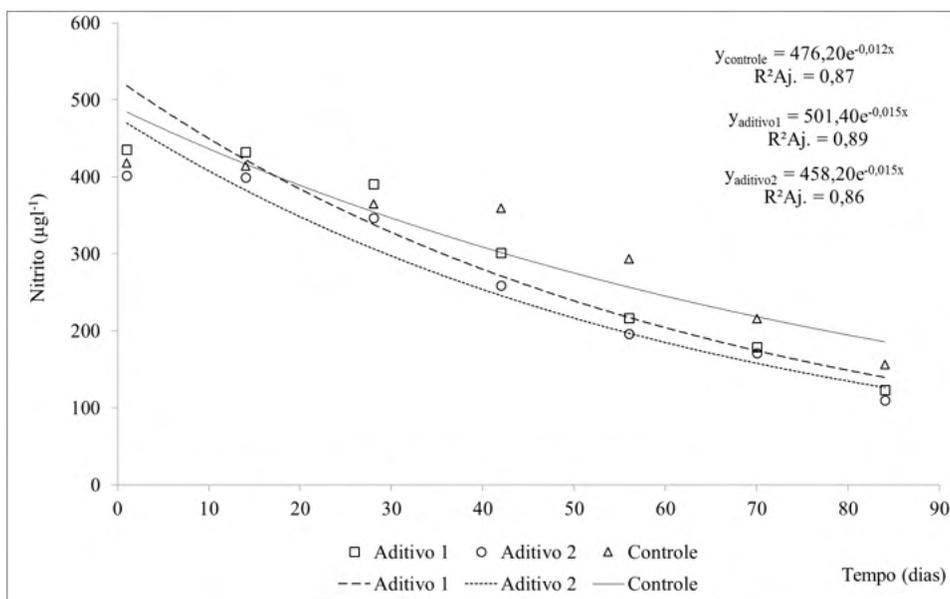


Figura 4. Variação na concentração de nitrito ( $\mu\text{g/L}$ ) durante a execução do experimento.

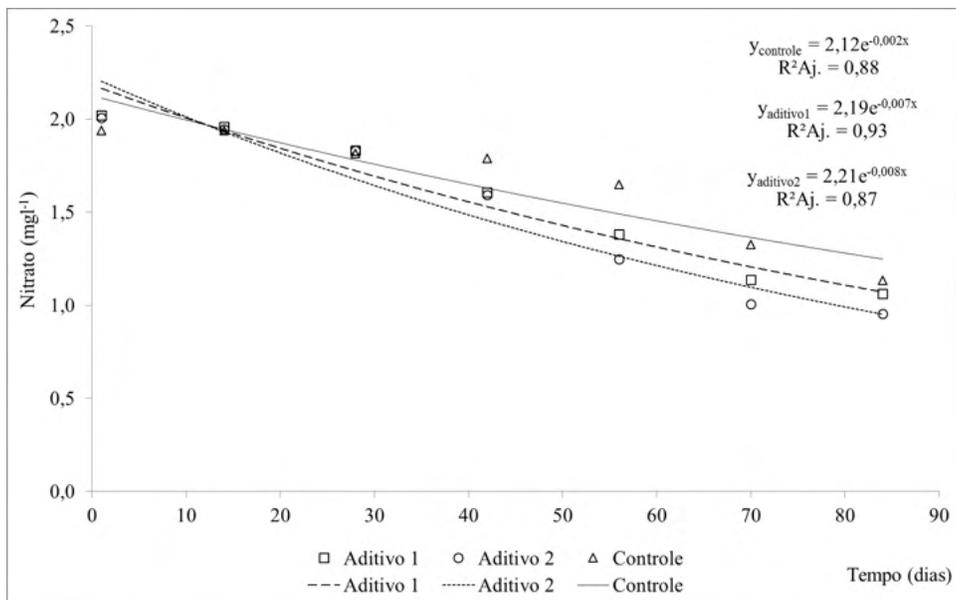


Figura 5. Variação na concentração de nitrato (mg/L) durante a execução do experimento.

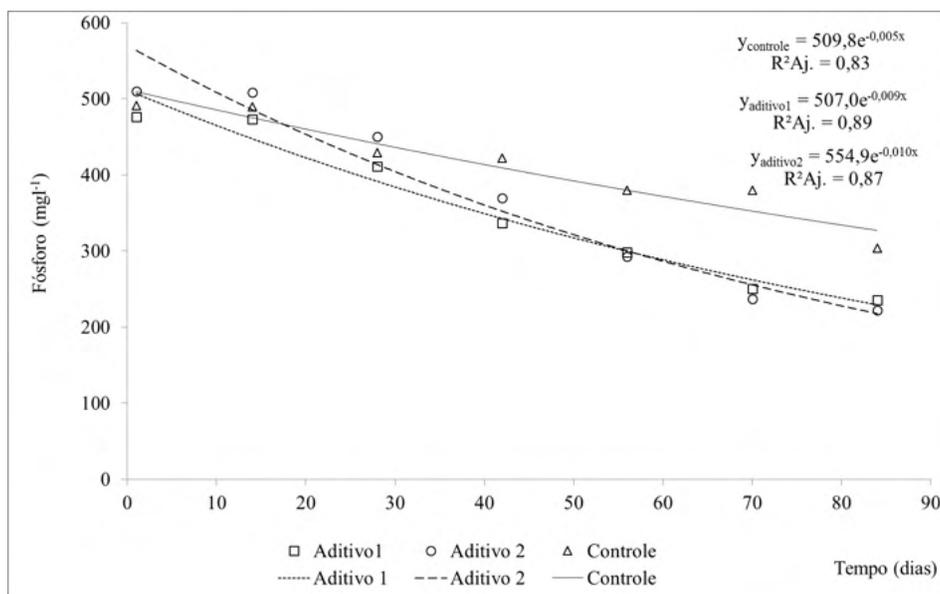


Figura 6. Variação na concentração de fósforo (mg/L) durante a execução do experimento.

As estimativas finais das concentrações de nitrogênio e fósforo pelo modelo exponencial foram 35,1, 27,7, 12,4 e 27,9% menores nos tratamentos que receberam bactérias e leveduras, seguidos do tratamento que recebeu apenas bactérias (17,6, 21,5, 7,8 e 26,3%), respectivamente para amônio, nitrito, nitrato e fósforo, quando comparados

ao grupo Controlee (Tabela 3).

O aditivo contendo bactérias aumentou em 9,4% a taxa de degradação de amônio, 27,4% de nitrito, 22,2% de nitrato e 47,4% de fósforo. Interessantemente, o acréscimo de *Sacharomyces cerevise* potencializou a taxa de degradação dos compostos, principalmente para amônio (26,8%), nitrato (33,3%) e fósforo (73,4%) em relação ao grupo Controlee. Entretanto é difícil discernir se o efeito potencializador desta degradação do aditivo contendo levedura é inerente ao metabolismo da própria *Sacharomyces* ou pelo melhor aproveitamento dos metabólitos deste microorganismo pelas bactérias.

Parâmetro	Tratamento	TDD (%)		Estimativa Final
Amônio (mg/L)	Aditivo1	1,75	(0,02) b*	3,70
	Aditivo2	2,03	(0,08) a	2,91
	Controle	1,60	(0,09) c	4,49
Nitrito ( $\mu$ g/L)	Aditivo1	1,49	(0,17) a	139,85
	Aditivo2	1,52	(0,23) a	128,88
	Controle	1,17	(0,10) b	178,22
Nitrato (mg/L)	Aditivo1	0,77	(0,02) b	1,19
	Aditivo2	0,88	(0,02) a	1,13
	Controle	0,63	(0,11) c	1,29
Fósforo (mg/L)	Aditivo1	0,84	(0,09) b	237,06
	Aditivo2	0,99	(0,11) a	231,64
	Controle	0,57	(0,07) c	321,46

\*Valores seguidos de letras diferentes, na mesma coluna, não são iguais pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 3. Taxa de degradação diária (TDD) das variáveis limnológicas e estimativa da concentração final ao 84° dia dos diferentes tratamentos com agente microbiológico em água residual.

Não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos e o grupo Controlee para a concentração de sólidos dissolvidos totais (TDS) e turbidez. Houve alguma variação nessas concentrações durante o curso do experimento ( $P < 0,05$ ). Essas variações são mostradas na Figura 8.

As concentrações totais de sólidos dissolvidos iniciaram o experimento com 0,219 mg L<sup>-1</sup> e ao final com 0,227 mg L<sup>-1</sup>. Esse pequeno aumento nessas concentrações pode estar relacionado à adição dos produtos (lactose e carbonato de cálcio). A diminuição da turbidez da água nas primeiras semanas (de 17,4 para 9,6 NTU) está relacionada à sedimentação das partículas em suspensão.

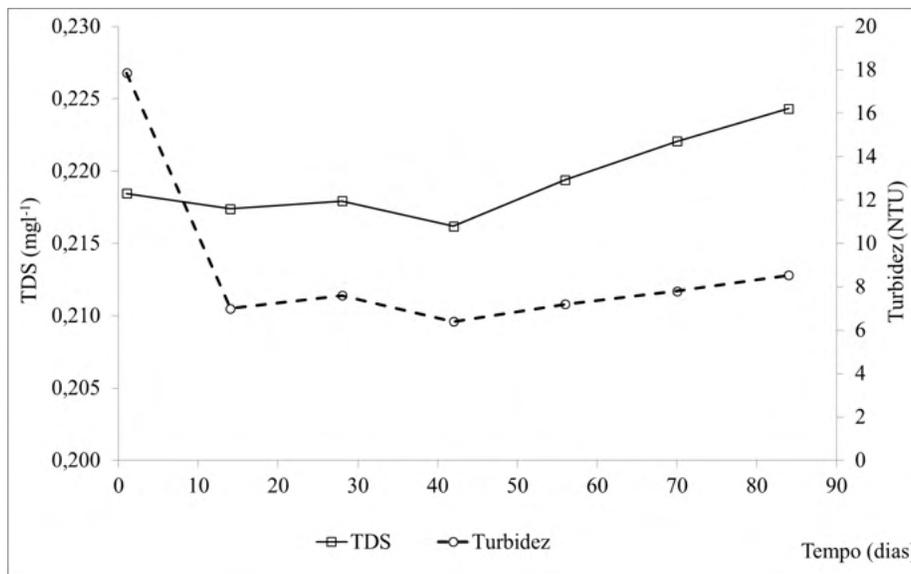


Figura 8. Variação na concentração de sólidos dissolvidos totais (mg/L) e turbidez da água (NTU) durante a execução do experimento.

Não foi encontrada diferença significativa entre os tratamentos sobre a contagem de coliformes totais e fecais ( $P > 0,05$ ). No entanto foi verificada a queda de valores de coliformes totais e fecais ao longo do tempo, independente da aplicação do produto ( $P < 0,05$ ) (Figuras 9 e 10). A redução destes tipos de bactéria pode estar relacionada à possível queda dos nutrientes encontrados na água, independente da adição do produto. Para os coliformes fecais não foi possível encontrar modelo de regressão significativo que explicasse o comportamento ( $P > 0,05$ ).

Para MAHMUD et al. (2016), a aplicação de produtos contendo *B. subtilis* em sua formulação, além do processo de filtragem mecânica, contribuiu para redução de cianobactérias em água de cultivo de peixes. Logo, existe a possibilidade deste produto ser eficaz na redução de outros tipos de microrganismos considerados como indesejáveis para o meio ambiente, uma vez que, em sua composição, encontra-se o *B. subtilis*.

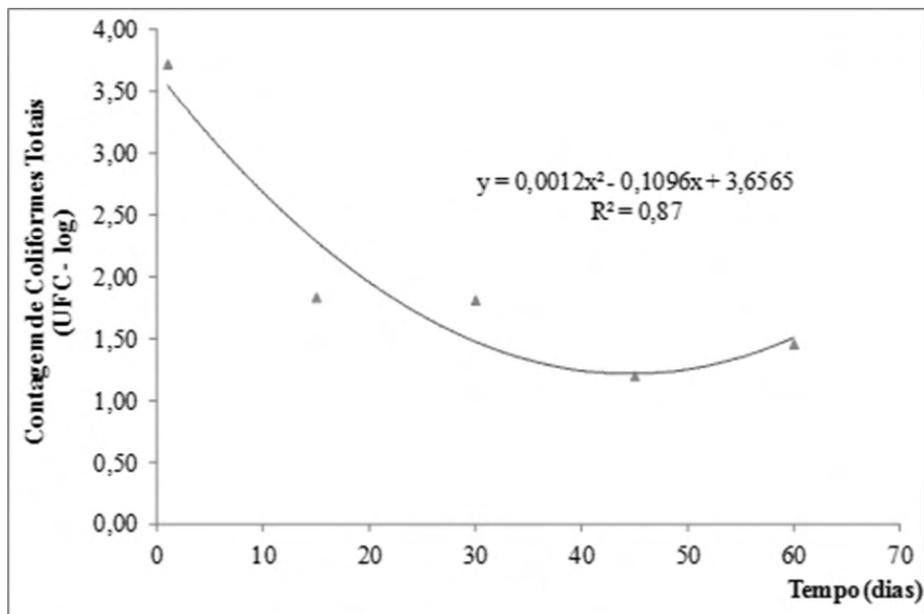


Figura 9. Contagem de coliformes totais (A) de água coletada, independente ao tratamento, analisada ao longo de 60 dias, expressos em (UFC – log). Fonte: Ishikawa et al (2017).

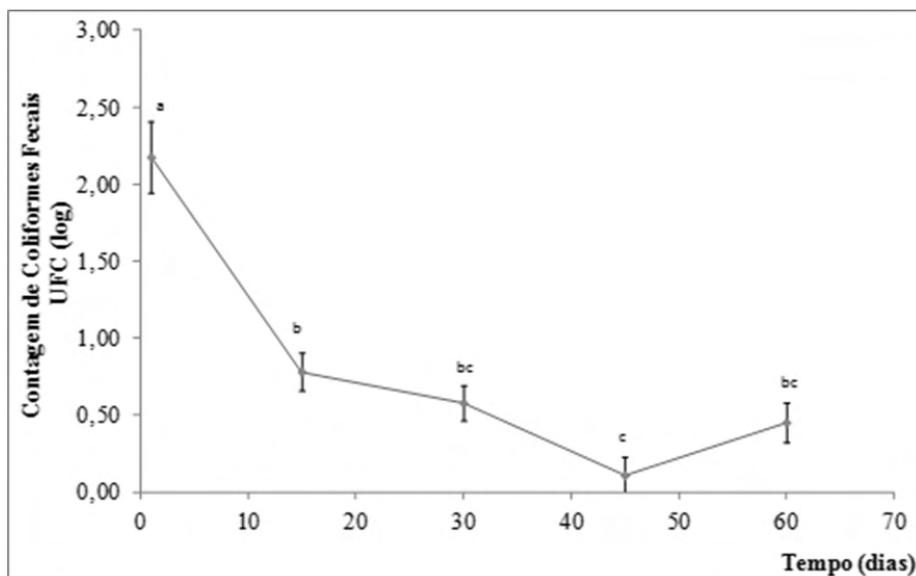


Figura 10. Contagem de coliformes fecais de água coletada, independente ao tratamento, analisada ao longo de 60 dias, expressos em (UFC – log). Fonte: Ishikawa et al (2017).

Existe uma crescente necessidade de detecção e tratamento de água contaminada, com usos sustentáveis, que são baratos e amigáveis com o ambiente e a contaminação de lagos, rios, oceanos, reservatórios e águas subterrâneas afeta não apenas os organismos que vivem dentro desses corpos de água, mas também toda a biosfera (Aracic et al., 2015).

O enriquecimento excessivo de água com nutrientes ou matéria orgânica (eutrofização), é grande ameaça para os ecossistemas aquáticos (Woodward et al., 2012). Altas concentrações de compostos nitrogenados e fosfatos resultam na formação de blooms de algas que afetam negativamente a qualidade da água e os ecossistemas (Grizzetti et al., 2012).

Em revisão realizada por Akpor e Muchie (2010), é relatado que nos sistemas de tratamento de águas residuais municipais, as variáveis comuns da qualidade da água são a demanda biológica de oxigênio (DBO), a demanda química de oxigênio (DQO), o oxigênio dissolvido (OD), os sólidos em suspensão, nitratos, nitritos e amoníaco, fosfato, salinidade e uma série de outros nutrientes e traços de metais. A presença de altas concentrações desses poluentes (principalmente nitrogênio e fósforo) acima dos valores críticos estipulados por órgãos reguladores nacionais e internacionais é considerada inaceitável em corpos d'água receptores. Isto porque, além de causar um grande inconveniente nos sistemas de tratamento de águas residuais, eles também levam à eutrofização e vários impactos na saúde em seres humanos e animais.

Novas tecnologias estão sendo produzidas para auxiliar no tratamento e descarte de lodo de esgoto, de acordo com estritas regulamentações ambientais. Uma das novas tecnologias propostas é a utilização de microorganismos eficazes (EM). A tecnologia de EM foi desenvolvida durante a década de 1970 na Universidade de Ryukyus, Okinawa, Japão. Estudos têm sugerido que EM pode ter uma série de aplicações, incluindo agricultura, pecuária, jardinagem e paisagismo, compostagem, biorremediação, limpeza de fossas sépticas, Controlee de algas e uso doméstico (Khaliq et al., 2006).

Segundo Aracic et al. (2015), o excesso de nitrogênio e o fósforo na água provoca a proliferação de algas resultando em menor disponibilidade de oxigênio, recursos alimentares e habitats que peixes e outras espécies de vida aquática precisam para sobreviver. A reversão da eutrofização (oligotrofização) com a redução do nitrogênio, fósforo ou ambos é a abordagem mais eficaz em termos de custos para melhorar a qualidade da água, sendo amplamente revisada (Grizzetti et al., 2012, Woodward et al., 2012). A nitrificação, realizada principalmente por bactérias da família Nitrobacteraceae, é um processo que reduz os compostos nitrogenados do ambiente (Hagopian e Riley, 1998). Em condições anóxicas, a eficiência da nitrificação é restrita (Yoo et al., 1999).

Além disso, segundo Azubuike et al. (2016), concentrações de oxigênio e nutrientes, temperatura, pH e outros fatores abióticos que determinam o sucesso desse processo são considerações importantes antes do projeto de biorremediação. Então, o suprimento de oxigênio durante a execução deste experimento foi fundamental para o processo de nitrificação que ocorreu no grupo Controlee e mais intensamente no grupo que recebeu o produto contendo microrganismos. Isso é indicativo de que o simples processo de interrupção da fonte de contaminação, associado a oxigenação do ambiente é passo fundamental para a efetividade da descontaminação dos ambientes aquáticos.

Segundo Shalaby (2011), a operação envolve a degradação biológica de materiais orgânicos, tanto dissolvidos ou suspensos por microorganismos em condições Controladas. O tratamento biológico pode ser realizado de várias maneiras, mas o tratamento característico do sistema é o uso de cultura microbiana mista: bactérias, fungos e / ou algas, para a conversão de poluentes. Na maioria dos casos, os materiais orgânicos são convertidos em produtos oxidados, principalmente dióxido de carbono.

Microrganismos eficazes tem sido descrito como uma multi-cultura de microorganismos benéficos anaeróbios e aeróbicos coexistentes. As principais espécies envolvidas incluem: Bactérias do ácido láctico: *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus lactis*; Bactérias fotossintéticas: *Rhodospseudomonas palustris*, *Rhodobacter spaeroides*; Leveduras: *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*; Actinomicetes: *Streptomyces albus*, *Streptomyces griseus*. A base para a utilização destas espécies de microorganismos é que eles contêm vários ácidos orgânicos devido à presença de bactérias de ácido láctico, que secretam ácidos orgânicos, enzimas, antioxidantes e quelatos metálicos (Zhao et al. 2006; Ke et al., 2009)

Os principais microorganismos encontrados em influentes de águas residuais são vírus, bactérias, fungos, protozoários e nematóides. Embora a presença de alguns desses organismos na água seja considerada como fatores críticos na disseminação de doenças, eles desempenham papéis benéficos nos efluentes de águas residuais. Apesar da presença de outros microorganismos, as bactérias são tipicamente consideradas os organismos significativos, consumindo a matéria orgânica nas águas residuais (Akpor e Muchie, 2010).

Microorganismos que são amplamente responsáveis pela remoção de fósforo são chamados de organismos que acumulam polifosfato (PAOs). Estes organismos têm a capacidade de armazenar fosfato como polifosfato intracelular, conduzindo à remoção do excesso de fosfato da fase líquida (Jeon et al. 2003; Oehmen et al., 2007). As bactérias que foram implicadas na remoção dominante de fosfato incluem *Acinetobacter* e *Proteobacteria*, *Aeromonas*, *Vibrio*, *Pseudomonas* e coliformes (Momba e Cloete, 1996, Sneider et al., 1997, Akpor e Muchie, 2010).

A nitrificação no tratamento de águas residuais é comumente considerada como um processo de duas etapas. O primeiro passo é a conversão de amoníaco em nitrito por *Nitrosomonas* enquanto que o segundo passo é a posterior oxidação de nitrito em nitrato, que é comumente aceite para ser realizado por *Nitrobacter* (Antoniou et al., 1990). Esses gêneros são autotróficos, embora o *Nitrobacter* não seja um autotrófico obrigatório e, portanto, possa crescer usando carbono orgânico (Akpor e Muchie, 2010).

Existem dois grupos de nitrificadores (autotróficos e heterotróficos). Todo o processo de nitrificação e crescimento é equilibrado de forma muito delicada, já que ambos os grupos de nitrificadores são inibidos por altas concentrações de seus próprios substratos. Ao contrário da nitrificação autotrófica onde a nitrificação é necessária para gerar energia necessária para o crescimento, é geralmente aceite que a nitrificação heterotrófica não está

ligada ao crescimento celular (Pennington e Ellis, 1993).

Os gêneros de bactérias comuns que foram referidos como denitrificadores incluem *Achromobacter*, *Aerobacter*, *Alcaligenes*, *Bacillus*, *Brevibacterium*, *Denitrobacillus*, *Flavobacterium*, *Lactobacillus*, *Micrococcus*, *Brevibacterium*, *Pseudomonas*, *Spirillum*, *Proteus*, *Xanthomonas*, *Staphylococcus* e *Paracoccus*.

Grande número de microrganismos contribuem ativamente para a remoção de nutrientes responsáveis pela eutrofização dos recursos hídricos, e é necessário um maior Controlee da investigação relacionada com os nutrientes, a fim de conseguir uma descarga não poluída de águas residuais. Isso ajudará a garantir decisões científicas com relação aos padrões e limitações de efluentes, conforme estabelecido por órgãos reguladores, e uma compreensão mais clara e explicação da observação sobre a vida microbiana em sistemas de tratamento de águas residuais (Akpor e Muchie, 2010).

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Experiências práticas do uso do produto pela empresa Biomart demonstraram a eficácia no tratamento de reservatórios de água para bovinos, melhorando aspectos visuais e de qualidade da água em bebedouros e reservatórios de água em propriedades rurais. A empresa elaborou protocolo específico de com uso contínuo em dosagens semanais (com 20g/m<sup>3</sup>) e os resultados começaram a aparecer após a primeira semana de aplicação. A Figura 12 mostra a evolução dos resultados com a aplicação do aditivo contendo bactérias e *Saccharomices* em reservatórios de água para uso na agropecuária.



Figura 11. Evolução dos resultados em reservatório de água que recebeu semanalmente o aditivo biológico contendo bactérias e Saccharomices. A) Primeira aplicação; B) 2ª aplicação (aos 7 dias de tratamento) ; C) 3ª aplicação (aos 15 dias); D) 4ª aplicação (aos 30 dias).

Nas observações à campo foram detectados o desprendimento do lodo do fundo dos reservatórios utilizados na agropecuária, facilitando a retirada manual e a diminuição do acúmulo de lodo em viveiros de produção de tilápias.

Os microrganismos presentes no produto adicionado às águas residuais, proporcionaram maior taxa de decomposição de compostos nitrogenados (amônio, nitrito e nitrato) e fósforo. A redução nas concentrações desses compostos ocorreu de forma exponencial e foi mais efetiva com a presença de *Saccharomyces*. Assim, os produtos testados neste experimento poderão ser utilizados com o objetivo de melhorar a qualidade de águas residuais e de diversos outros usos na agricultura e pecuária.

## REFERÊNCIAS

ABRAHAM, W. R., MACEDO, A. J., GOMES, L. H., TTAVARES, F. C. A. (2007). **Occurrence and resistance of pathogenic bacteria along the Tietê River downstream of São Paulo in Brazil**. *Clean - Soil, Air, Water* 35, 339–347. doi:10.1002/clen.200700011

AKPOR O. B., MUCHIE M. **Bioremediation of polluted wastewater influent: Fósforo and nitrogen removal**. *Scientific Research and Essays* Vol. 5(21), pp. 3222-3230, 2010.

ALBUQUERQUE JUNIOR, E. C. **Produção e caracterização de carvão ativado para remoção de microcistinas**. 2006. 239 f. Tese de Doutorado – Faculdade de Engenharia Química da Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, 2006.

AMARANTE JUNIOR, O. P. VIEIRA, E. M. COELHO, R. S. **Poluentes Orgânicos Dinâmica, destino e determinação no ambiente**. v 1, São Carlos: Editora: **RIMA**, 2006.

ANTONIOU P., HAMILTON J., KOOPMAN B., JAHIRI R., HOLLOWAY B., LYBERTOS G., SVORONOS S.A. **Effect of temperature and pH on the effective maximum specific growth rate of nitrifying bacteria**. *Water Res.*, 24(1): 97-101. 1990.

ARACIC S., MANNA S., PETROVSKI S., WILTSHIRE J.L., MANN G., FRANKS A.E. **Innovative biological approaches for monitoring and improving water quality**. *Front. Microbiol.* 6:826. (2015)

AZUBUIKE, C. C., CHIKERE, C. B., OKPOKWASILI, G. C. **Bioremediation techniques-classification based on site of application: principles, advantages, limitations and prospects** *World J Microbiol Biotechnol* 32:180. 2016.

CUNHA, D. G. F., GRULL, D., DAMATO, M., BLUM, J. R.C., EIGER, S., LUTTI, J.E.I., & MANCUSO, P. C.S. (2011). **Annals of the Brazilian Academy of Sciences** 83, 1465-1479.

DRAPER, N.R., SMITH, H., 1998. **Applied Regression Analysis**, 3rd ed. Wiley, New York. 706 pp.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E A ALIMENTAÇÃO. **Aspects of FAO's policies, programmes, budget and activities aimed at contributing to sustainable development**. Document to the Ninety-fourth Session of the FAO Council, Rome: FAO, 1988.

GAMITO, S. **Growth models and their use in ecological modelling: an application to a fish population**. *Ecological Modelling*, v. 113, n. 1-3, p. 83-94, 1998.

GRIZZETTI, B., BOURAOUI, F., ALOE, A. **Changes of nitrogen and Fósforo loads to European seas**. *Glob.Chang.Biol.* 18, 769–782. (2012).

HAGOPIAN, D. S., RILEY, J. G. **A closer look at the bacteriology of nitrification**. *Aquacult. Eng.* 18, 223–244. 1998.

HASHIMOTO, E. H. **Avanço Metodológico no BioControle de Cianobactérias Toxigênicas com Ênfase a Degradação de Microcistina-LR e Bioensaio na Qualidade de Água e Piscicultura**. 2007. 134 f. Tese de Doutorado – Programa de Pós-graduação em Ciências de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina, UEL, 2007.

ISHIKAWA C.M., OSTI G.S., NATORI M.M., SANTOS, V.B. **Aplicação de agente biológico como biorremediador de água de efluentes**. Resumos expandidos da 12ª Reunião Científica do Instituto de Pesca. Reunião Científica do Instituto de Pesca, São Paulo. 2017.

JEON C.O., LEE D.S., PARKER J.M. **Microbial communities in activated sludge performing enhanced biological Fósforo removal in sequencing batch reactor**. *Water Res.*, 37: 2115-2205. 2003.

KE B, XU Z, LING Y, QIU W, XU Y, HIGA T, et al. **Modulation of experimental osteoporosis in rats by the antioxidant beverage effective microorganisms-X (EM-X)**. *Biomed Pharmacother* 63(2): 114-119. 2009.

- KHALIQ A., ABBASI MK, HUSSAIN T. Effects of integrated use of organic and inorganic nutrient sources with effective microorganisms (EM) on seed cotton yield in Pakistan. **Biores Tech** 97: 967-972. 2006.
- MACKERETH, F. J. H., HERON, J., TALLING, J. F. (1979). **Water Analysis: Some Revised Methods for Limnologists.** doi:10.1002/iroh.19790640404
- MAHMUD, S., ALI, M.L., ALAM, M.A., RAHMAN, M.M., JØRGENSEN, N.O.G. Effect of probiotic and sand filtration treatments on water quality and growth of tilapia (*Oreochromis niloticus*) and pangas (*Pangasianodon hypophthalmus*) in earthen ponds of southern Bangladesh. **Journal of Applied Aquaculture** 28 (3):199-212. 2016.
- MOMBA M.N.B., CLOETE T.E. Biomass relationship to growth and phosphate uptake of *Pseudomonas fluorescens*, *Escherichia coli* and *Acinetobacter radioresistens* in mixed liquor medium. **J. Ind. Microbiol.**, 16: 364-369. 1996.
- OEHMEN A., LEMOS P.C., CARVALHO G., YUAN Z., KELER J., BLACKALL L.L., REIS A.M.M. Advances in enhanced biological Fósforo: from micro to macro scale. **Water Res.**, 41: 2271-2300. 2007.
- PENNINGTON P.I., ELLIS R.C. Autotrophic and heterotrophic nitrification in Acidic forest and native grassland soils. **Soil Biol. Biochem.**, 25(10): 1399-1408. 1993.
- SANTOS, V. B.; YOSHIHARA, E.; FREITAS, R. T. F.; REIS NETO, R. V. Exponential growth model of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) strains considering heteroscedastic variance. **Aquaculture**, v. 274, n. 1, p. 96-100, 2008.
- SHALABY, E. A.. Prospects of effective microorganisms technology in wastes Tratamento in Egypt. **Asian Pac J Trop Biomed** 1(3): 243-248. 2011.
- SNAIDR J., AMANN R., HUBER I., LUDWIG W., SCHLEIFER K H. Phylogenetic analysis and in situ identification of bacteria in activated sludge. **Appl. Environ. Microbiol.**, 67(7): 2884-2896. 1997.
- SOLÓRZANO, L.. **Determination of ammonia in natural waters by the phenolhypochlorite method.** Limnology and Oceanography 14, 799–801. doi:10.4319/lo.1969.14.5.0799
- STRICKLAND, J. D. H., PARSON, T. R. (1965). **A manual of sea water analysis.** Fisheries Research Board of Canada Bulletin, 1–185.
- WOODWARD,G., GESSNER,M.O., GILLER,P.S., GULIS,V., HLADYZ,S., LECERF,A.. Continental-scale effects of nutrient pollution on stream ecosystem functioning. **Science** 336, 1438–1440. 2012.
- YOO, H., AHN, K.-H., LEE, H.-J., LEE, K.-H., KWAK,Y.-J., SONG,K.-G. Nitrogen removal from synthetic waste water by simultaneous nitrification and denitrification (SND) via Nitrite in an intermittently-aerated reactor. **Water Res.** 33, 145–154. 1999.
- ZHAO X., WANG Y., YE Z.F., NI J.R. Kinetics in the process of oil field wastewater Tratamento by effective microbe B350. **China Water Wastewater** 11: 350-357. 2006.

## SOBRE OS ORGANIZADORES

**PEDRO HENRIQUE ABREU MOURA** - Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Mestre e Doutor em Agronomia/Fitotecnia pela mesma instituição, onde também realizou pós-doutorado na área de fruticultura. Desde 2015, atua como pesquisador na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), lotado no Campo Experimental de Maria da Fé. Desenvolve pesquisa e extensão nas áreas de Olivicultura e Fruticultura. Participa na organização de eventos de transferência e difusão de tecnologias para produtores, técnicos e estudantes, bem como ações de popularização da Ciência para a comunidade em geral. É membro do corpo editorial da Atena Editora. Possui experiência na área de Fruticultura, principalmente no manejo de oliveira e de outras frutíferas de clima temperado.

**VANESSA DA FONTOURA CUSTÓDIO MONTEIRO** - Doutora (2017) e mestra (2014) em Botânica Aplicada pela Universidade Federal de Lavras. Possui pós-graduação *lato sensu* em Avaliação de Flora e Fauna em Estudos Ambientais (2011) pela mesma instituição. Bacharel em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário de Barra Mansa (2009) e licenciada pela Universidade Vale do Rio Verde (2011). É professora colaboradora na Universidade do Vale do Sapucaí (UNIVÁS). No ensino superior, já atuou como professora formadora no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), e ocupou o cargo de professora substituta na Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). Também já ministrou aulas de Biologia no Cursinho Assistencial e Centro de Inteligência e Cultura (CACIC). Foi bolsista de Apoio Técnico na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) - Campo Experimental de Maria da Fé. É membro do corpo editorial da Atena Editora. Possui experiência na área de Botânica, com ênfase em Ecofisiologia Vegetal, Ecologia e Educação Ambiental.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Aclimatização de mudas 100

Acúmulo de fitomassa 162, 165, 171, 172

Adubação verde 163, 178, 179, 181

Agroecossistemas 92, 97, 98

Água 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 16, 17, 18, 23, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 59, 100, 102, 103, 104, 106, 108, 109, 114, 128, 129, 139, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 176, 178, 183, 201, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 235, 236, 237, 238, 239, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 257, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267

Água residuária 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161

Água subterrânea 237, 239, 249

Alga extract 47

Amostragem foliar 182

Arroz 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 115, 220, 221, 222, 240, 248

### B

Bactérias 105, 107, 109, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 120, 121, 122, 125, 127, 128, 129, 130, 131, 250, 256, 259, 260, 263, 264, 265, 266

Biofertilizantes 47, 54

Biofortificação mineral 199, 202

### C

Caqui 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33

Coinoculação 113, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 124, 129, 131

Cotonicultura 56, 57, 58, 60, 62, 63, 68, 78, 79, 80, 83, 85, 86

Cultivo vertical 37

### D

Diversidade de espécies 132, 134, 163

### E

Ecossistema ripário 132

Emissor 226, 227, 228, 229, 231, 232, 234, 235

## F

Fertilidade 5, 12, 104, 129, 130, 133, 134, 137, 138, 149, 150, 152, 160, 161, 208, 211, 212, 221, 240

Fertilização 100, 106, 202

Frutos secos 23, 30

Fungos micorrízicos 132, 133, 146, 147, 148, 149, 150

## G

Geoprocessamento 211

Gérbera 106, 107, 108

Grãos 1, 2, 3, 6, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 67, 74, 86, 113, 115, 116, 117, 121, 122, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 162, 167, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 221, 222

## H

Hortaliças 89, 131, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 228

## I

Inoculação 100, 102, 104, 106, 108, 109, 110, 113, 115, 117, 118, 120, 121, 122, 123, 124, 127, 128, 129, 130, 131

Inseto praga 57

## L

Laurel 92, 93, 96, 99

## M

Macronutrientes 182

Mamoeiro 182, 183, 184, 185, 187, 189, 191, 192, 193, 194, 197

Meloeiro 37, 38, 39, 41, 42, 44, 45, 46

Metais pesados 237, 238, 239, 247, 251

Microirrigação 226, 227, 234, 236

Microrganismos 10, 77, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 121, 134, 250, 251, 252, 253, 255, 256, 257, 261, 263, 264, 265, 266

Milho 1, 3, 4, 6, 13, 14, 15, 116, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 127, 128, 129, 130, 131, 142, 146, 163, 178, 179, 222, 240

## O

Olerícolas 200, 206

Orchidaceae 100, 101, 105

## P

Plantas de cobertura 1, 3, 4, 5, 11, 14, 15, 131, 146, 162, 163, 164, 166, 167, 168, 171, 174, 177, 178, 179, 180, 181

Plantio direto 1, 2, 3, 4, 10, 12, 13, 14, 15, 73, 116, 119, 162, 163, 178, 179

Produtividade 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 61, 86, 87, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 121, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 162, 167, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 219, 220, 221, 222, 223, 225

Propagação *in vitro* 100

Propagación sexual y asexual 92

## Q

Qualidade da fruta 23

Qualidade do solo 1, 5, 7, 8, 9, 10, 14, 132, 153

## R

Recursos hídricos 37, 45, 46, 152, 219, 220, 221, 224, 225, 250, 265

Rio 1, 13, 16, 17, 21, 38, 44, 47, 48, 62, 90, 105, 120, 123, 130, 131, 132, 133, 134, 136, 137, 138, 139, 140, 146, 147, 151, 153, 163, 180, 183, 197, 211, 212, 213, 214, 215, 217, 218, 221, 226, 236, 250, 252, 269

## S

Secagem 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 167

Semeadura 1, 2, 3, 4, 6, 9, 10, 70, 72, 73, 75, 86, 102, 116, 118, 121, 122, 123, 124, 125, 127, 129, 130, 148, 162, 166, 168, 169, 170, 172, 173, 174, 178, 179, 180

Semeadura direta 1, 2, 3, 4, 6, 9, 10, 179, 180

Sistemas agroflorestais 132, 133, 134, 136, 137, 138, 139, 144, 145, 146, 147, 149

Soja 1, 3, 4, 12, 57, 63, 74, 113, 115, 116, 118, 119, 122, 123, 130, 131, 155, 158, 160, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 204, 207, 220, 222, 240

Solo 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 59, 65, 73, 74, 75, 77, 79, 94, 98, 104, 105, 107, 113, 114, 115, 116, 119, 121, 122, 123, 124, 125, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 183, 184, 187, 189, 191, 192, 194, 195, 196, 198, 201, 204, 205, 207, 208, 209, 212, 218, 221, 222, 237, 239, 240, 245, 246, 247

Sucessão de culturas 1, 3, 163, 164

## T

Temperatura de secagem 16, 17, 19

Tempo de armazenamento 16, 18, 19, 20, 21

Tomateiro 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 207

## V

Valorização de resíduos 23

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

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 



# Inovação e tecnologia nas **CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

  
Ano 2021

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

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

@atenaeditora 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 



# Inovação e tecnologia nas **CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

 **Atena**  
Editora  
Ano 2021