



# MEIO AMBIENTE, SUSTENTABILIDADE E AGROECOLOGIA 4

Tayronne de Almeida Rodrigues  
João Leandro Neto  
Dennyura Oliveira Galvão  
(Organizadores)

 **Atena**  
Editora

Ano 2019

**Tayronne de Almeida Rodrigues**  
**João Leandro Neto**  
**Dennyura Oliveira Galvão**  
(Organizadores)

# **Meio Ambiente, Sustentabilidade e Agroecologia 4**

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

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)

M514 Meio ambiente, sustentabilidade e agroecologia 4 [recurso eletrônico]  
/ Organizadores Tayronne de Almeida Rodrigues, João Leandro Neto, Dennyura Oliveira Galvão. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Meio Ambiente, Sustentabilidade e Agroecologia; v. 4)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-330-9

DOI 10.22533/at.ed.309191604

1. Agroecologia – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente – Pesquisa – Brasil. 3. Sustentabilidade. I. Rodrigues, Tayronne de Almeida. II. Leandro Neto, João. III. Galvão, Dennyura Oliveira. IV. Série.

CDD 630

**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.

## APRESENTAÇÃO

A obra Meio Ambiente, Sustentabilidade e Agroecologia vem tratar de um conjunto de atitudes, de ideias que são viáveis para a sociedade, em busca da preservação dos recursos naturais.

Em sua origem a espécie humana era nômade, e vivia integrada a natureza, sobreviviam da caça e da colheita. Ao perceber o esgotamento de recursos na região onde habitavam, migravam para outra área, permitindo que houvesse uma reposição natural do que foi destruído. Com a chegada da agricultura o ser humano desenvolveu métodos de irrigação, além da domesticação de animais e também descobriu que a natureza oferecia elementos extraídos e trabalhados que podiam ser transformados em diversos utensílios. As pequenas tribos cresceram, formando cidades, reinos e até mesmo impérios e a intervenção do homem embora pareça benéfica, passou a alterar cada vez mais negativamente o meio ambiente.

No século com XIX as máquinas a vapor movidas a carvão mineral, a Revolução Industrial mudaria para sempre a sociedade humana. A produção em grande volume dos itens de consumo começou a gerar demandas e com isso a extração de recursos naturais foi intensificada. Até a agricultura que antes era destinada a subsistência passou a ter larga escala, com cultivos para a venda em diversos mercados do mundo. Atualmente esse modelo de consumo, produção, extração desenfreada ameaça não apenas a natureza, mas sua própria existência. Percebe-se o esgotamento de recursos essenciais para as diversas atividades humanas e a extinção de animais que antes eram abundantes no planeta. Por estes motivos é necessário que o ser humano adote uma postura mais sustentável.

A ONU desenvolveu o conceito de sustentabilidade como desenvolvimento que responde as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades das gerações futuras de satisfazer seus próprios anseios. A sustentabilidade possui quatro vertentes principais: ambiental, econômica, social e cultural, que trata do uso consciente dos recursos naturais, bem como planejamento para sua reposição, bem como no reaproveitamento de matérias primas, no desenvolvimento de métodos mais baratos, na integração de todos os indivíduos na sociedade, proporcionando as condições necessárias para que exerçam sua cidadania e a integração do desenvolvimento tecnológico social, perpetuando dessa maneira as heranças culturais de cada povo. Para que isso ocorra as entidades e governos precisam estar juntos, seja utilizando transportes alternativos, reciclando, incentivando a permacultura, o consumo de alimentos orgânicos ou fomentando o uso de energias renováveis.

No âmbito da Agroecologia apresentam-se conceitos e metodologias para estudar os agroecossistemas, cujo objetivo é permitir a implantação e o desenvolvimento de estilos de agricultura com maior sustentabilidade, como bem tratam os autores desta obra. A agroecologia está preocupada com o equilíbrio da natureza e a produção de alimentos sustentáveis, como também é um organismo vivo com sistemas integrados

entre si: solo, árvores, plantas cultivadas e animais.

Ao publicar esta obra a Atena Editora, mostra seu ato de responsabilidade com o planeta quando incentiva estudos nessa área, com a finalidade das sociedades sustentáveis adotarem a preocupação com o futuro. Tenham uma excelente leitura!

Tayronne de Almeida Rodrigues

João Leandro Neto

Dennyura Oliveira Galvão

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
SYNTHESIS OF TRANSITION METAL NITRIDE AT LOW TEMPERATURE FROM COMPLEXED PRECURSOR	
Rayane Ricardo da Silva Carlson Pereira de Souza André Luís Lopes Moriyama	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3091916041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>8</b>
TÉCNICAS ASSOCIADAS DE REMEDIAÇÃO DE CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA E DO SOLO POR HIDROCARBONETOS: ESTUDO DE CASO EM POSTO DE COMBUSTÍVEL	
José Eduardo Taddei Cardoso Paulo Cesar Lodi Ana Maria Taddei Cardoso de Barros	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3091916042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>17</b>
TÉCNICAS DE MANEJO PARA RECUPERAÇÃO DE POMAR DE CUPUAÇUZEIRO COM HISTÓRICO DE ALTA INFESTAÇÃO DA DOENÇA VASSOURA-DE-BRUXA	
Hyanameyka Evangelista de Lima Primo Teresinha Silveira Costa Albuquerque Alcides Galvão dos Santos Rosiere Fonteles de Araújo Ezequiel Souza Queiroz Raimundo Silva Araújo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3091916043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>26</b>
TELECONEXÕES ENTRE O EL NIÑO OSCILAÇÃO SUL E O MODO ANULAR AUSTRAL EM EVENTOS EXTREMOS DE ONDA NAS REGIÕES OCEÂNICAS SUL E SUDESTE DO BRASIL	
Luthiene Alves Dalanhese Thaís Lobato Sarmento André Luiz Belém	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3091916044</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>38</b>
TOPOSLICER® SOFTWARE FOR BIOINSPIRATION USING DOD INKJET PRINTING: FROM AFM IMAGE OF LEAFS TEMPLATES TO A PVB REPLICA OF NON-WETTING SURFACES	
Rosely Santos de Queiroz Elibe Silva Souza Negreiros Sílvio Barros de Melo Severino Alves Júnior Petrus d'Amorim Santa Cruz Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3091916045</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 45**

**UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE PROSIMPLUS® PARA SIMULAÇÃO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CONVENCIONAL**

Tatiana da Silva Sant'Ana  
Thaís Cardozo Almeida  
Sávio de Meneses Leite Asevedo  
Isabella Muniz Monteiro Neves  
Elisa Barbosa Marra  
Camilla Rocha de Oliveira Fontoura  
Moisés Teles Madureira  
Cristiane de Souza Siqueira Pereira

**DOI 10.22533/at.ed.3091916046**

**CAPÍTULO 7 ..... 54**

**REMOÇÃO DE CIANOTOXINAS DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO POR ADSORÇÃO EM CARVÃO ATIVADO**

Maria Virgínia da Conceição Albuquerque  
Amanda da Silva Barbosa Cartaxo  
Ana Alice Quintans de Araújo  
Regina Wanessa Geraldo Cavalcanti Lima  
Kely Dayane Silva do Ó  
Wilton Silva Lopes

**DOI 10.22533/at.ed.3091916047**

**CAPÍTULO 8 ..... 65**

**REMOÇÃO DE EFLUENTE AZUL DE METILENO A PARTIR DA INCLUSÃO DO ADSORVENTE FORMADO POR ÓXIDO DE GRAFITE MISTURADO EM AREIA**

Daniel Mantovani  
Aline Takaoka Alves Baptista  
Luís Fernando Cusioli  
Paulo Cardozo Carvalho Araújo  
Renan Araújo De Azevedo

**DOI 10.22533/at.ed.3091916048**

**CAPÍTULO 9 ..... 73**

**REPRODUÇÃO E PREFERÊNCIA DE *Callosobruchus maculatus* (FABRICIUS) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE) SUBMETIDOS A EXTRATOS DE *Caesalpinia pyramidalis* Tul**

Delzuite Teles Leite  
Adcleia Pereira Pires  
Fabricio Chagas Sobrinho  
Claudia Oliveira dos Santos  
Edson Braz Santana

**DOI 10.22533/at.ed.3091916049**

**CAPÍTULO 10 ..... 79**

**SOLUÇÃO BIOTECNOLÓGICA APLICADA EM REDE DE TRANSPORTE DE ESGOTO PARA REDUÇÃO DE GÁS ODORÍFICO (H<sub>2</sub>S)**

Abraão Evangelista Sampaio  
Almira dos Santos França Carvalho  
Marylia Albuquerque Braga  
Marcius Guimarães Pinheiro de Lemos

**DOI 10.22533/at.ed.30919160410**

**CAPÍTULO 11 ..... 89**

**PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE COMPÓSITOS ARGILO-POLIMÉRICOS PARA O REUSO DE ÁGUA**

Roberto Rodrigues Cunha Lima  
Gabriela Medeiros dos Santos  
Paulla Beatriz França de Sousa  
Paulo Douglas Santos de Lima

**DOI 10.22533/at.ed.30919160411**

**CAPÍTULO 12 ..... 101**

**ANÁLISE DE FALHAS E RISCOS AMBIENTAIS: O USO DA FERRAMENTA FMEA NA IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS NO CAMPUS JOÃO PESSOA DO IFPB**

Jéssica Silva Ramalho  
Adriano Lucena da Silva  
Maria Deise da Dores Costa Duarte

**DOI 10.22533/at.ed.30919160412**

**CAPÍTULO 13 ..... 111**

**ANÁLISE DE EFICIENCIA DE UM COLETOR SOLAR PVT POR SIMULAÇÃO NUMÉRICA COM BASE NO MAPA SOLARIMETRICO DE MINAS GERAIS**

Geisiane Aparecida de Lima  
Fábio Moreira Teixeira  
Marcos Vinícius da Silva  
Rudolf Huebner  
Lucas Paglioni Pataro Faria

**DOI 10.22533/at.ed.30919160413**

**CAPÍTULO 14 ..... 120**

**ANÁLISE DE FOURIER PARA IDENTIFICAÇÃO DOS PERÍODOS DOMINANTES INTRADIÁRIOS DO FLUXO DE DIÓXIDO DE CARBONO NA FLORESTA DE TRANSIÇÃO EM SINOP-MT**

Stéfano Teixeira Silva  
Sergio Roberto de Paulo  
Adriel Martins Lima  
Leomir Batista Neres  
Ricardo Vanjura Ferreira

**DOI 10.22533/at.ed.30919160414**

**CAPÍTULO 15 ..... 134**

**LEVANTAMENTO DAS ETNOVARIEDADES DE MANDIOCA (*MANIHOT ESCULENTA CRANTZ*) NOS ECOSISTEMAS DE TERRA FIRME NAS COMUNIDADES DO LAGO DO ANTÔNIO, PROJETO DE ASSENTAMENTO AGROEXTRATIVISTA SÃO JOAQUIM –HUMAITÁ/AM**

Erika Micheilla Brasil  
Aurelio Diaz  
Sonia Maria Bezerra

**DOI 10.22533/at.ed.30919160415**

<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>141</b>
MONITORAMENTO DA CONCENTRAÇÃO DE DIÓXIDO DE NITROGÊNIO NA ATMOSFERA POR AMOSTRAGEM PASSIVA COMO PARTE DA GESTÃO AMBIENTAL EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR	
Karina Stella da Silva Ferreira dos Santos Aurora Mariana Garcia de Franca Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30919160416</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>148</b>
NANOGERADORES TRIBOELÉTRICOS: NOVOS DISPOSITIVOS PARA ENERGY HARVESTING	
Nilsa Toyoko Azana Pei Jen Shieh Talita Mazon Natanael Lopes Dias Antônio Carlos Camargo do Amaral	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30919160417</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>157</b>
NANOTUBOS DE TITANATO DE SÓDIO E NANOPARTÍCULAS DE DIÓXIDO DE TITÂNIO: SÍNTESE, CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO NA REMEDIAÇÃO DE EFLUENTESCONTENDO O CORANTE RODAMINA B	
Francisco Xavier Nobre Rosane dos Santos Bindá Elton Ribeiro da Silva Rodrigo Muniz de Souza José Milton Elias de Matos Lizandro Manzato Yurimiler Leyet Ruiz Walter Ricardo Brito Paulo Rogério da Costa Couceiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30919160418</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>175</b>
CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA E MICROESTRUTURAL EM HIDROXIAPATITA COMERCIAL E SINTETIZADA PELO MÉTODO SOL-GEL UTILIZANDO CASCA DE OVO DE GALINHA COMO PRECURSOR	
Marcelo Vitor Ferreira Machado José Brant de Campos Marilza Sampaio Aguiar Vitor Santos Ramos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30919160419</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>184</b>
BATERIAS LI-O <sub>2</sub> E A INFLUÊNCIA DE ESTRUTURAS CATALÍTICAS AO ELETRODO DE OXIGÊNIO	
Gustavo Doubek Leticia Frigerio Cremasco André Navarro de Miranda Lorrane Cristina Cardozo Bonfim Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30919160420</b>	

<b>CAPÍTULO 21 .....</b>	<b>197</b>
BIOSENSORES À BASE DE ÓXIDOS METÁLICOS TRANSPARENTES: TRANSISTORES DE EFEITO DE CAMPO (FETS) E NANOFIOS	
Cleber Alexandre de Amorim Kate Cristina Blanco Ivani Meneses Costa Adenilson José Chiquito	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30919160421</b>	
<b>CAPÍTULO 22 .....</b>	<b>214</b>
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E TÉRMICAS DE BLENDS POLIMÉRICAS DE PHBV COM ELASTÔMEROS	
Fernanda Menezes Thais Ferreira da Silva Fábio Roberto Passador Ana Paula Lemes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3091916042122</b>	
<b>CAPÍTULO 23 .....</b>	<b>227</b>
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE FRUTOS DE TAMARILHO EM FUNÇÃO DO ENSACAMENTO	
Fábio Oseias dos Reis Silva José Darlan Ramos Nathalia Vállery Tostes Iago Reinaldo Cometti Alexandre Dias da Silva Letícia Gabriela Ferreira de Almeida Renata Amato Moreira Miriã Cristina Pereira Fagundes Verônica Andrade dos Santos Giovani Maciel Pereira Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3091916042123</b>	
<b>CAPÍTULO 24 .....</b>	<b>233</b>
CARACTERIZAÇÃO BIOMÉTRICA E QUALIDADE FISIOLÓGICA EM SEMENTES DE JACARANDÁ-DA-BAHIA ( <i>Dalbergia nigra</i> (VELL.) FR. ALL. EX BENTH.)	
Tatiana Reis dos Santos Bastos Jacqueline Rocha Santos Cleidiane Barbosa dos Santos Jerffson Lucas Santos Otoniel Magalhães Morais	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3091916042124</b>	
<b>CAPÍTULO 25 .....</b>	<b>239</b>
ESTUDO COMPARATIVO DE PEROVSKITAS CATALÍTICAS OBTIDAS POR MÉTODOS QUÍMICOS MOLHADOS PARA CONVERSÃO DOS COV'S	
Cássia Carla de Carvalho Anderson Costa Marques Alexandre de Souza Campos Felipe Olobardi Freire Filipe Martel de Magalhães Borges	

Juan Alberto Chavez Ruiz

**DOI 10.22533/at.ed.3091916042125**

**CAPÍTULO 26 ..... 249**

**AVALIAÇÃO DE METAIS EM SEDIMENTOS DA MICRO BACIA TIETÊ BATALHA  
POR MEIO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)**

Ana Maria Taddei Cardoso de Barros

Paulo Cesar Lodi

José Eduardo Taddei Cardoso

**DOI 10.22533/at.ed.3091916042126**

**CAPÍTULO 27 ..... 261**

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NA ZONA INDUSTRIAL DO MENDANHA,  
CAMPO GRANDE, RJ**

Ana Cláudia Pimentel de Oliveira

Alessandra Matias Alves

Aron da Silva Gusmão

Devyd de Oliveira da Silva

Tatiane Vieira de Menezes Coelho

**DOI 10.22533/at.ed.3091916042127**

**CAPÍTULO 28 ..... 271**

**AVALIAÇÃO ECOTÓXICOLOGICA DE EFLUENTES NA ZONA INDUSTRIAL DE  
SANTA CRUZ, RJ**

Ana Cláudia Pimentel de Oliveira

Tatiane Vieira de Menezes Coelho

Sirléia Conceição de Medeiros

**DOI 10.22533/at.ed.3091916042128**

**CAPÍTULO 29 ..... 283**

**INFLUENCE OF DIFFERENT PERCENTAGES OF ALUMINA ADDITION IN THE  
HIGH ENERGY BALL MILLING PROCESS OF THE AISI 52100 STEEL**

Bruna Horta Bastos Kuffner

Gilbert Silva

Carlos Alberto Rodrigues

Geovani Rodrigues

**DOI 10.22533/at.ed.3091916042129**

**CAPÍTULO 30 ..... 290**

**ON THE ASSESSMENT OF DYE RETENTION IN QUARTZ-BASED CERAMIC  
POROUS MATERIAL BY OPTICAL FIBER SENSOR**

Marco César Prado Soares

Murilo Ferreira Marques Santos

Egont Alexandre Schenkel

Beatriz Ferreira Mendes

Gabriel Perli

Samuel Fontenelle Ferreira

Eric Fujiwara

Carlos Kenichi Suzuki

**DOI 10.22533/at.ed.3091916042130**

**CAPÍTULO 31 ..... 296**  
**APLICAÇÃO DE ÓXIDOS CONDUTORES TRANSPARENTES PARA DETECÇÃO**  
**DE PRODUTOS ENZIMÁTICOS MICROBIANOS**

Cleber Alexandre de Amorim  
Kate Cristina Blanco

**DOI 10.22533/at.ed.3091916042131**

**SOBRE OS ORGANIZADORES..... 311**

## UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE PROSIMPLUS® PARA SIMULAÇÃO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CONVENCIONAL

### **Tatiana da Silva Sant’Ana**

Universidade de Vassouras, Engenharia Química  
Vassouras - RJ

### **Thaís Cardozo Almeida**

Universidade de Vassouras, Engenharia Química  
Vassouras – RJ

### **Sávio de Meneses Leite Asevedo**

Universidade de Vassouras, Engenharia Química  
Vassouras - RJ

### **Isabella Muniz Monteiro Neves**

Universidade de Vassouras, Engenharia Química  
Vassouras - RJ

### **Elisa Barbosa Marra**

Universidade de Vassouras, Engenharia Química  
Vassouras – RJ

### **Camilla Rocha de Oliveira Fontoura**

Universidade de Vassouras, Engenharia Química  
Vassouras – RJ

### **Moisés Teles Madureira**

Universidade de Vassouras, Mestrado Profissional  
em Ciências Ambientais  
Vassouras – RJ

### **Cristiane de Souza Siqueira Pereira**

Universidade de Vassouras, Engenharia Química  
e Mestrado Profissional em Ciências Ambientais  
Vassouras – RJ

atenda a crescente demanda populacional. Os simuladores são ferramentas importantes na análise de processos, levando em consideração a formulação de novos projetos e a eficiência do desempenho de cada componente e operação unitária utilizada, tendo como vantagem a redução do custo e tempo de pesquisa. Através do uso de simuladores é possível gerenciar um processo de forma a melhorar a eficiência de uma planta e assim prever e reduzir os potenciais impactos que possam vir a ser acometidos. A partir de tal busca, o presente trabalho propôs uma simulação de uma estação de tratamento de esgoto (ETE) utilizando o simulador de processo ProSimPlus® considerando o processo de oxidação biológica por lodo ativado. Para a simulação do processo, utilizou-se os parâmetros cedidos por uma ETE convencional da região com capacidade de tratamento de 58 L/s, seguindo as etapas de captação, tratamento primário, tratamento em reator aeróbio e sedimentação. A avaliação dos resultados levou à conclusão de que a aplicação do software foi satisfatória, indicando ser promissora para novos experimentos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tratamento; Esgoto; Simulador ProSimPlus;

USING OF PROSIMPLUS® SOFTWARE  
FOR SIMULATION OF A CONVENTIONAL  
SEWAGE TREATMENT STATION

**RESUMO:** O crescimento contínuo da conscientização ambiental amplia a busca pelo tratamento eficaz de efluentes que

**ABSTRACT:** The continuous growth of environmental awareness extends the search for efficient treatment of effluents that meets the growing population demand. Simulators are important tools in process analysis, taking into account the formulation of new projects and the performance efficiency of each component and unit operation used, with the advantage of reducing the cost and time of research. Through the use of simulators it is possible to manage a process in order to improve the efficiency of a plant and thus to predict and reduce the potential impacts that may be affected. From this search, the present work proposed a simulation of a sewage treatment plant using the ProSimPlus© process simulator considering the biological oxidation process by activated sludge. For the simulation of the process, the parameters assigned by a conventional sewage treatment plant of the region with treatment capacity of 58 L/s were used, following the steps of uptake, primary treatment, treatment in aerobic reactor and sedimentation. The evaluation of the results led to the conclusion that the application of the software was satisfactory, indicating to be promising for new experiments.

**KEYWORDS:** Sewage; Treatment, Simulator ProSimPlus.

## 1 | INTRODUÇÃO

Devido o aumento da conscientização ambiental, novas formas de tratamentos vêm sendo apresentadas ao decorrer dos anos para o descarte correto de diversos tipos de resíduos. A mais utilizada é a estação de tratamento de efluentes (ETE), que realiza o tratamento de águas residuais reduzindo sua contaminação para níveis aceitáveis, e posteriormente, enviando-as para os mares e rios sem riscos. Em uma estação de tratamento de efluentes (ETE) o objetivo principal é reduzir a contaminação de águas residuais através de cinco principais etapas de tratamento: pré-tratamento, tratamento primário, tratamento secundário, tratamento do lodo e tratamento terciário (CAMMAROTA, 2011).

Um dos estudos mais realizados é a Modelagem, que segundo Woods & Lawrence (1997), se utiliza de equações construídas que representam um sistema a partir da seleção das principais influências do processo por meio de linguagens de programação. A modelagem é realizada através de simulações que representam a realidade ou parte dela. A maior vantagem deste método é a capacidade de se analisar o desempenho do sistema e, a partir disso, obter maior eficiência do mesmo.

Uma vez que, para muitos ambientes aquáticos, o esgoto doméstico é o resíduo visto como o maior poluente causador de prejuízos para a vida aquática e saúde pública, o presente artigo teve como objetivo simular o processo de uma Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário. O processo de tratamento simulado foi o de lodo ativado. Extremamente utilizado para o tratamento de esgoto doméstico, para a formação da biomassa, este sistema utiliza colônias de microrganismos em condições aeróbias para degradar a matéria orgânica presente no efluente, (AMORIM *et al*, 2014).

Devido a composição variável do esgoto doméstico, a simulação do seu tratamento se faz interessante. Os estudos e formulações de projetos através da simulação auxiliam na redução de custos e visualização de melhorias para processos complexos. Assim, com o uso de simuladores para o tratamento de esgoto pode-se prever diferentes resultados sob diferentes condições de operações, (PROSIMPLUS, 2017).

O simulador utilizado foi o ProSimPlus®, um software de simulação e otimização que executa balanços de massa e energia, sendo destinado a melhoria de processos industriais através do aumento da sua eficiência e desempenho, solucionando problemas na fábrica ou reduzindo impactos ambientais, (PROSIMPLUS, 2017). Dentre as simulações ilustrativas presentes na base de dados do ProSimPlus, observou-se a ausência de informações quanto a um modelo padrão para tratamento de águas residuárias, motivando-se desta forma o desenvolvimento de um cenário representativo de estação de tratamento de esgoto convencional que servisse de modelo e representasse uma ferramenta didática para as aulas de simulação de processos da Universidade de Vassouras. O simulador já foi utilizado pelo mesmo grupo de pesquisa do presente trabalho no desenvolvimento de simulações de diferentes processos, podendo citar: Estácio et.al (2018) e da Silva et.al (2017).

## **2 | MATERIAIS E MÉTODOS**

Para a simulação do processo considerou-se os dados fornecidos por uma estação de tratamento de esgoto da região. A ETE em questão opera com uma vazão de projeto de 58 L/s e atende uma população equivalente a 31.320 habitantes. A eficiência global do sistema é de 90% e a composição do efluente utilizada foi de 99,9% de água e 0,1% impurezas de natureza física, química e biológica, sem contribuição significativa dos esgotos industriais (SALEH, 2008).

### **2.1 Composição Do Esgoto**

Os grupos de substâncias orgânicas nos esgotos são constituídos principalmente por compostos de proteína (40 a 60%), carboidratos (25 a 50%), gordura e óleos (10%) além de ureia, surfactantes, fenóis e pesticidas (em menor quantidade, típicos de despejos industriais).

Para a composição do esgoto a ser tratado, considerou-se os parâmetros reportados por Jordão e Pessoa (1985), sendo 70% dos sólidos compostos por matéria orgânica (proteínas, carboidratos, gorduras e óleos) e 30% de matéria inorgânica. A composição de entrada do esgoto é apresentada na Tabela 1.

Componentes	Vazão (L/s)
Glicerol	0,0026
Ureia	0,0215
Amônia	6,894E-06
Dextrose	0,0317
Ác. palmítico	0,0017
Fósforo	0,0009
Cloreto de sódio	0,0161

Tabela 1 - Características das malhas utilizadas nas simulações

Fonte: Elaborada pelos autores

## 2.2 Descrição das etapas de tratamento

O fluxograma com as principais etapas é apresentado a seguir:

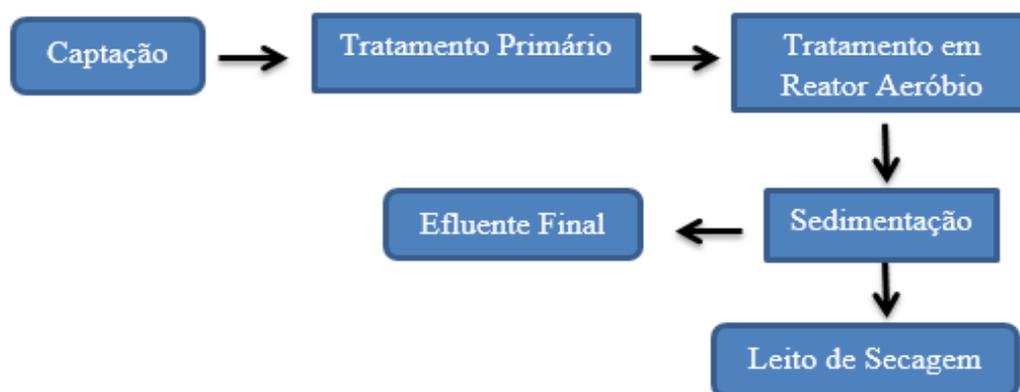


Figura 1 – Fluxograma do processo de tratamento da ETE

Fonte: Elaborada pelos autores

O detalhamento das etapas simuladas é apresentado a seguir.

### 2.2.1 Captação

Para o sistema de captação de água, considerou-se o processo de adução por recalque representado por uma bomba centrífuga presente na base de dados do simulador.

### 2.2.2 Tratamento Primário

O filtro prensa (*Plate frame filter*) é utilizado para representação do tratamento primário. Etapa esta onde ocorre a remoção dos sólidos grosseiros removidos por gradeamento e peneiramento. Nesta etapa, a remoção da gordura é considerada de forma que a mesma não prejudique o processo no reator aeróbio (JORDÃO & PESSÔA, 2011). A Tabela 2 apresenta os parâmetros utilizados nesta etapa.

Umidade da torta	50%
Rendimento sólido em massa	0,04%

Tabela 2 - Parâmetros do filtro prensa

Fonte: Elaborada pelos autores

### 2.2.3 Reator Aeróbio

Após a etapa de filtração o esgoto é encaminhado a um tanque para decomposição da matéria orgânica. Para esta decomposição considerou-se o processo de lodo ativado representado no simulador em um reator (*Reaction Tank*).

Para a etapa de aeração considerou-se a alimentação de 0,00022 L/s de oxigênio no reator, de modo a fornecer quantidade suficiente para a oxidação dos componentes. O produto originado pela digestão aeróbia é gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e mais microrganismos, que podem ser reutilizados como refluxo no processo.

A Tabela 3 apresenta os parâmetros para simulação da etapa de lodo ativado.

Comportamento Térmico do Reator	Temperatura	Tipo de Reator	Taxa de Conversão
Reator com uma temperatura de saída especificada	273,15 K	Conversão fornecida	Glicose – 0,9
			Amônia – 0,9

Tabela 3 – Condições operacionais no reator

Fonte: Elaborada pelos autores

#### 2.2.3.1 Definição das Reações Químicas

As reações que acontecem no reator são reações de oxidação controladas. Simplificadamente, a respiração aeróbia é expressa pela reação 1.



Essa energia liberada é responsável pela formação de novos microrganismos, que dão continuidade ao processo de lodo ativado.

No simulador é necessário fornecer os dados da reação. Para esta etapa considerou-se a reação estequiométrica indicada na Tabela 4.

Componentes	Coefficiente estequiométrico	Ordem
Água	6,0	0
Oxigênio	-6,0	1,0
Dióxido de Carbono	6,0	0
Glicose	-1,0	1,0

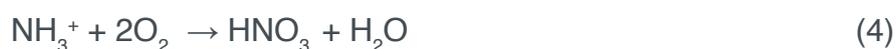
Tabela 4 – Definição da reação química

Fonte: Elaborada pelos autores.

No que diz respeito à amônia presente no efluente, ocorre o processo de nitrificação, ou seja, a oxidação biológica responsável pela passagem da amônia a nitrito e este a nitrato, (METCALF & EDDY, 2016). As reações de nitrificação (2 e 3) estão descritas abaixo.



A reação inserida no simulador é exemplificada pela reação 4 que representa a conversão total de amônia a nitrato.



A Tabela 5 apresenta os dados da reação inseridos no simulador para representação desta etapa.

Componentes	Coefficiente Estequiométrico
Água	1,0
Oxigênio	-2,0
Amônia	-1,0
Ácido nítrico	1,0

Tabela 5 – Definição da reação química

Fonte: Elaborada pelos autores

#### 2.2.4 Sedimentação

Para esta etapa considerou-se um decantador para a simulação da sedimentação dos sólidos. Os parâmetros utilizados no clarificador são descritos na Tabela 6. A Figura 2 apresenta o fluxograma do processo simulado.

Fração sólida no lodo	Fração sólida no efluente clarificado
99,9999%	9E-6%

Tabela 6 – Condições de operação no clarificador

Fonte: Elaborada pelos autores.

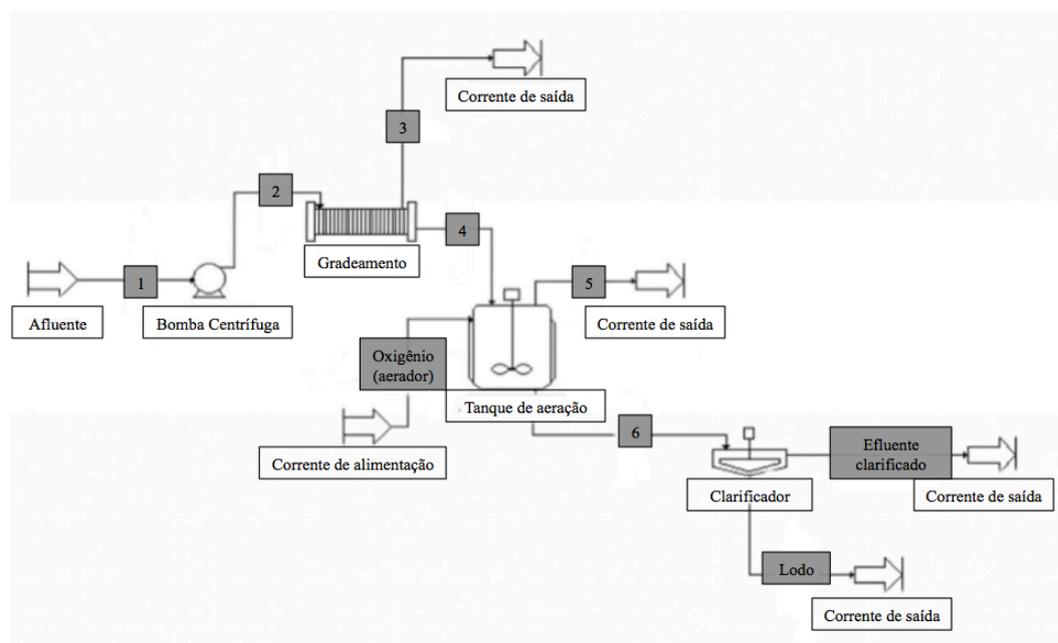


Figura 2 – Fluxograma do sistema de ETE desenvolvido no ProSimPlus

Fonte: Elaborada pelos autores.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

O balanço de massa de um processo é uma computação exata de todos os materiais que entram, saem, acumulam ou sofrem transformação no decorrer do processo em um dado intervalo de tempo. A Tabela 7 apresenta o balanço de massa a partir da simulação.

Componentes	Corrente 2	Corrente 3	Corrente 4	Oxigênio	Corrente 5	Corrente 6	Efluente clarificado	Lodo
Água	57,942	0,00232	57,939	0	7,65E-05	57,958	57,958	6,0E-11
Glicerol	0,0026	0,0001	0,0025	0	4,13E-15	0,0025	2,13E-07	0,0025
Oxigênio	0	0	0	0,000222	2,97E-05	0,00013	0,00013	1,3E-16
Dióxido de carbono	0	0	0	0	3,81E-07	5,04E-05	5,04E-05	5,2E-16
Ureia	0,0214	0,00086	0,0206	0	8,91E-11	0,0206	1,788E-06	0,0206
Amônia	6,89E-06	2,76E-07	6,62E-06	0	6,13E-10	6,61E-07	5,74E-11	6,6E-07
Dextrose	0,0317	0,0013	0,0304	0	0	0,00304	2,641E-07	0,00304
Ác. palmítico	0,0017	6,93E-05	0,00167	0	0	0,00167	1,44E-07	0,00167
Fósforo	0,00094	3,75E-05	0,0009	0	2,06E-13	0,0009	7,82E-08	0,0009
Cloreto de sódio	0,0161	0,00064	0,0155	0	0	0,0155	1,34E-06	0,0155
Ácido Nítrico	0	0	0	0	1,87E-07	0,045589	3,9605E-06	0,045585

Tabela 7– Resultados em L/s obtidos na simulação

Fonte: Elaborada pelos autores

Através do balanço de massa foi identificada a degradação da matéria orgânica, representada majoritariamente pela glicose na reação aeróbia. Desta reação, foi observado o consumo de parte do oxigênio adicionado ao reator aeróbio que de acordo com Ferreira (2002) ocorre em processos com lodo ativado devido a este consumo da biomassa, além da produção de dióxido de carbono característica da reação.

Em relação à reação de nitrificação, foi identificada a produção de ácido nítrico e água como produto da reação e a redução significativa de amônia, que segundo Von Sperling (2002) caracteriza a remoção de nitrogênio do efluente clarificado.

Observa-se na corrente de Lodo, que a maior quantidade de sólidos ficou retida, indicando satisfatoriedade do sistema. Além da apresentação da eficiência em 99% em todos os sólidos adicionados.

A estação de tratamento de esgoto convencional simulada apresentou um comportamento satisfatório com relação às etapas do tratamento com lodo ativado. Sua eficiência ainda pode ser observada através da perda insignificativa de água durante o processo, além da geração de lodo igual a 0,044 L/s como produto de fundo do clarificador.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo foi realizada uma simulação de um sistema de tratamento de esgoto por meio do processo de lodos ativados utilizando simulador de processo ProSimPlus. A justificativa da simulação foi motivada devido à ausência de informações acerca deste processo na base de dados do simulador. A continuação do projeto se faz necessária para melhor representação do processo e aos ajustes de parâmetros no simulador. Simulações deste tipo possibilitam uma representação real dos processos permitindo o desenvolvimento de novos projetos. O simulador avaliado apresenta grande potencial de utilização como uma ferramenta inovadora no processo de tratamento de esgotos domésticos. Novos estudos deverão ser realizados utilizando uma ferramenta de extensão ao simulador ProSimPlus: o *BatchReactor* com possibilidade de ajuste dos parâmetros cinéticos.

#### REFERÊNCIAS

AMORIM, L. L. G.; VARGAS, K. P.; de JESUS, E. H. A.; **Análise de Eficiência do Sistema de Lodo Ativado no Tratamento de Efluentes de um Curtume na Cidade de Uberlândia – MG**, 2014.

Instituição, Universidade de Uberaba – UNIUBE. V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental (2014). Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2014/III-078.pdf>> Acesso em: 15 março 2019.

CAMMAROTA, M. C. **Tratamento de efluentes líquidos**. Escola de química – UFRJ, Engenharia do Meio Ambiente, 2011. Disponível em <<http://www.eq.ufrj.br/docentes/magalicammarota/2013/eqb485.pdf>>. Acesso em: 13 fev. 2019.

da SILVA L.F., da SILVA EUSTÁCIO R., FRAGUAS NETO M.R., de SOUZA SILVA C., MENDES M.F., PEREIRA C.S.S. **Simulation of the Extractive Distillation Process of Ethanol-Water-Propylene glycol System**, 2017. J Thermodyn Catal 8: 191. doi: 10.4179/2160-7544.1000191

EUSTÁCIO, R.S.; da SILVA, L.F.; SOUZA, C.; MENDES, M.F.; NETO, M.R.F.; PEREIRA, C.S.S. **Simulação do processo de destilação da mistura etanol-óleo fúsel utilizando o simulador de processos ProSimPlus**. Revista Teccen. 2018 Jan/Jun.; 11 (1):61-67.

FERREIRA, E.D.S. **Aplicação da respirometria na caracterização do esgoto doméstico afluente a uma ETE por processo de lodos ativados**. 140p. Dissertação(Mestrado). Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília (UnB), Brasília, 2002.

JORDÃO, E. P., & PESSÔA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 3 ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995.

KOYASHIKI, R. S. **Determinação da atividade aeróbia específica de lodo ETE por respirometria**. 10p. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina – PR, 2016.

MARTINS, P. E. S. Avaliação dos modelos de NRTL e Raoult utilizando dados experimentais de equilíbrio líquido-vapor de composto binário álcool alílico e acetonitrila sob diferentes temperaturas, 2010. Enciclopédia biosfera, Goiânia, v. 6, n. 10, p. 4.

PROSIMPLUS (2017) Prosimplus library (standard version+rate base option).

SALEH, B. B. Curso de Gestão Ambiental e Tecnólogo em Saneamento: Tratamento de Efluentes. Instituto Federal Goiano, Campos Rio Verde, GO. 2008. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/133909659/Apostila-de-Tratamento-de-Esgoto>> Acesso em: 15 jan. 2019.

VON SPERLING, M. **Lodos Ativados**. 2. Ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 2002, 243P. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, 4)

WOODS, R. L.; LAWRENCE, K. L. **Modeling and simulation of dynamic systems**, 1997. 1.ed. New Jersey: Prentice Hall.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**TAYRONNE DE ALMEIDA RODRIGUES:** Filósofo e Pedagogo, especialista em Docência do Ensino Superior e Graduando em Arquitetura e Urbanismo, pela Faculdade de Juazeiro do Norte-FJN, desenvolve pesquisas na área das ciências ambientais, com ênfase na ética e educação ambiental. É defensor do desenvolvimento sustentável, com relevantes conhecimentos no processo de ensino-aprendizagem. Membro efetivo do GRUNEC - Grupo de Valorização Negra do Cariri. E-mail: tayronnealmeid@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9378-1456>

**JOÃO LEANDRO NETO:** Filósofo, especialista em Docência do Ensino Superior e Gestão Escolar, membro efetivo do GRUNEC. Publica trabalhos em eventos científicos com temas relacionados a pesquisa na construção de uma educação valorizada e coletiva. Dedicar-se a pesquisar sobre métodos e comodidades de relação investigativa entre a educação e o processo do aluno investigador na Filosofia, trazendo discussões neste campo. Também é pesquisador da arte italiana, com ligação na Scuola de Lingua e Cultura – Itália. Amante da poesia nordestina com direcionamento as condições históricas do resgate e do fortalecimento da cultura do Cariri. E-mail: joaoleandro@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1738-1164>

**DENNYURA OLIVEIRA GALVÃO:** Possui graduação em Nutrição pela Universidade Federal da Paraíba, mestrado pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte e doutorado em Ciências Biológicas (Bioquímica Toxicológica) pela Universidade Federal de Santa Maria (2016). Atualmente é professora titular da Universidade Regional do Cariri. E-mail: dennyura@bol.com.br LATTES: <http://lattes.cnpq.br/4808691086584861>

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-330-9

