



Helenton Carlos da Silva  
(Organizador)

# Engenharia Ambiental e Sanitária: Interfaces do Conhecimento

Helenton Carlos da Silva  
(Organizador)

# Engenharia Ambiental e Sanitária: Interfaces do Conhecimento

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Natália Sandrini  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
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. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas



### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
E57	<p>Engenharia ambiental e sanitária [recurso eletrônico] : interfaces do conhecimento / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Engenharia Ambiental e Sanitária. Interfaces do Conhecimento; v. 1)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-693-5 DOI 10.22533/at.ed.935190910</p> <p>1. Engenharia ambiental. 2. Engenharia sanitária I. Silva, Helenton Carlos da. II. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 628.362</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

A obra “*Engenharia Ambiental e Sanitária Interfaces do Conhecimento*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu I volume, apresenta, em seus 26 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da importância da engenharia ambiental e sanitária, tendo como base suas diversas interfaces do conhecimento.

Entre os muitos usuários da água, há um setor que apresenta a maior interação e interface com o de recursos hídricos, o setor de saneamento.

A questão das interfaces entre saneamento e recursos hídricos coloca-se no saneamento como usuário de água e como instrumento de controle de poluição, em consequência, de preservação dos recursos hídricos.

Estas interfaces, como linhas integradas prioritárias de pesquisa, relacionam-se ao desenvolvimento e a inovação, seja de caráter científico e tecnológico, entre as áreas de recursos hídricos, saneamento, meio ambiente e saúde pública.

Dentro deste contexto podemos destacar que o saneamento básico é envolto de muita complexidade, na área da engenharia ambiental e sanitária, pois muitas vezes é visto a partir dos seus fins, e não exclusivamente dos meios necessários para atingir os objetivos almejados.

Neste contexto, abrem-se diversas opções que necessitam de abordagens disciplinares, abrangendo um importante conjunto de áreas de conhecimento, desde as ciências humanas até as ciências da saúde, obviamente transitando pelas tecnologias e pelas ciências sociais aplicadas. Se o objeto saneamento básico encontra-se na interseção entre o ambiente, o ser humano e as técnicas podem ser facilmente traçados distintos percursos multidisciplinares, potencialmente enriquecedores para a sua compreensão.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados a estas diversas interfaces do conhecimento da engenharia ambiental e sanitária. A importância dos estudos dessa vertente é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista o volume de artigos publicados. Nota-se também uma preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento.

Os organizadores da Atena Editora agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Helenton Carlos da Silva

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A CONSCIENTIZAÇÃO EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL, COM OS ATORES ENVOLVIDOS NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Luis Fernando Moreira Rudson Adriano Rossato da Luz Eberson Cordeiro de Almeida	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9351909101</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>15</b>
ESCRITÓRIO DE PROJETOS DE INOVAÇÃO	
Silvio Rocha da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9351909102</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>25</b>
A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NA SABESP	
Diogo Ávila de Castro Wagner Preda de Queiroz Rérison Otoni Araujo José Luis Januário	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9351909103</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>43</b>
XII-015 - APLICAÇÃO DE MÉTODOS ESTATÍSTICOS PARA DETERMINAR CONFIABILIDADE DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ELÉTRICA	
Floriano do Ó do Nascimento Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9351909104</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>51</b>
DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL PARA A RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS: ESTRATÉGIAS E INSTRUMENTOS	
Tainá Ângela Vedovello Bimbati Emília Wanda Rutkowski	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9351909105</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>64</b>
DIAGNÓSTICO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SAÚDE A PARTIR DE UMA FERRAMENTA DE AUTOANÁLISE	
Luiza Portz Rosí Cristina Espíndola da Silveira Ênio Leandro Machado Lourdes Teresinha Kist	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9351909106</b>	

**CAPÍTULO 7 ..... 75**

DIAGNÓSTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM UM JARDIM BOTÂNICO

Eduardo Antonio Maia Lins  
Natália de Cássia Silva Melo  
Luiz Oliveira da Costa Filho  
Luiz Vital Fernandes Cruz da Cunha  
Sérgio Carvalho de Paiva  
Fábio José de Araújo Pedrosa  
Cecília Maria Mota Silva Lins  
Andréa Cristina Baltar Barros  
Maria Clara Pestana Calsa  
Adriane Mendes Vieira Mota  
Roberta Richard Pinto  
Daniele de Castro Pessoa de Melo

**DOI 10.22533/at.ed.9351909107**

**CAPÍTULO 8 ..... 86**

DINÂMICA DO SÓDIO EM ARGISSOLO IRRIGADO COM PERCOLADO DE ATERRO SANITÁRIO E ÁGUA DE ABASTECIMENTO

Daniela da Costa Leite Coelho  
Ana Beatriz Alves de Araújo  
Rafael Oliveira Batista  
Paulo César Moura da Silva  
Nildo da Silva Dias  
Ketson Bruno da Silva  
Fabrícia Gratyelli Bezerra Costa  
Francisco de Oliveira Mesquita  
Alex Pinheiro Feitosa

**DOI 10.22533/at.ed.9351909108**

**CAPÍTULO 9 ..... 97**

EVOLUÇÃO DE ADESÃO DA COLETA SELETIVA NOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DO PARANÁ DE 2002 A 2017

Leticia Framesche  
Thiago Silva Souza  
Ivonete de Souza Gabriel  
Ana Paula Tanabe  
Máriam Trierveiler Pereira

**DOI 10.22533/at.ed.9351909109**

**CAPÍTULO 10 ..... 108**

EXPOSIÇÃO COMBINADA A MÚLTIPLOS CONTAMINANTES AMBIENTAIS: CONCEITOS E ANÁLISE EXPLORATÓRIA

Ana Lúcia Silva

**DOI 10.22533/at.ed.93519091010**

**CAPÍTULO 11 ..... 128**

FAXINEIRA DE SOLOS

Luiza Mayumi Hirai

**DOI 10.22533/at.ed.93519091011**

<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>132</b>
GEOPROCESSAMENTO APLICADO NA ANÁLISE DE SUSCETIBILIDADE E VULNERABILIDADE EM BOÇOROCA URBANA-RURAL	
Fabrícia Vieira Paulo Sérgio de Rezende Nascimento	
<b>DOI 10.22533/at.ed.93519091012</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>143</b>
ESTUDO COMPARATIVO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE HORMÔNIOS REPORTADOS EM MATRIZES AMBIENTAIS AQUOSAS NO BRASIL E NO EXTERIOR	
Thamara Costa Resende João Monteiro Neto Taiza dos Santos Azevedo Sue Ellen Costa Bottrel Renata de Oliveira Pereira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.93519091013</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>167</b>
IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS PROBLEMAS REFERENTES AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA EM PRÉDIOS PÚBLICOS DO SETOR DE EDUCAÇÃO DA ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL NO VALE DO RIBEIRA - SP	
Luciano Zanella Wolney Castilho Alves	
<b>DOI 10.22533/at.ed.93519091014</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>180</b>
INOVAÇÃO DE PROCESSO – UM ESTUDO DE CASO SOBRE A EFICIÊNCIA COMERCIAL	
Vanderléia Loff Lavall Cesar Augusto Ramos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.93519091015</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>190</b>
METODOLOGIA PARA IMPLANTAÇÃO DO PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS EM INSTITUIÇÕES	
Clauciana Schmidt Bueno de Moraes Larissa Marchetti Dolphine Adriana Yumi Maeda Danielle Mayara Pereira Lobo Bruna Ferrari Felipe Ananda Islas da Silva Stephani Cristine de Souza Lima Willian Leandro Henrique Pinto Flávia Moretto Paccola	
<b>DOI 10.22533/at.ed.93519091016</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>203</b>
MONTAGEM E MANUTENÇÃO DE TUBULAÇÕES EM PEAD COM GRANDES DIÂMETROS	
Renato Augusto Costa dos Santos José Leandro Alves de Oliveira Felipe Augusto Eiras de Resende	
<b>DOI 10.22533/at.ed.93519091017</b>	



<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>216</b>
PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DE PROCESSOS DE BIODIGESTÃO ANAERÓBIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA A IMPLANTAÇÃO EM MUNICÍPIOS DE PEQUENO A MÉDIO PORTE	
Cláudia Echevengua Teixeira	
Débora do Carmo Linhares	
Patrícia Léo	
Thomaz de Gouveia	
Letícia dos Santos Macedo	
Bruna Patrícia de Oliveira	
Gilberto Martins	
<b>DOI 10.22533/at.ed.93519091018</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>228</b>
REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS E INDUSTRIAIS PARA A PRODUÇÃO DE BIOFERTILIZANTE	
Ivan Cesar Tremarin	
Dionei Minuzzi Dalevati	
Ênio Leandro Machado	
Odorico Konrad	
Camila Hasan	
<b>DOI 10.22533/at.ed.93519091019</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>241</b>
REMOÇÃO DE AMÔNIA POR ADSORÇÃO COM ARGILA BENTONITA	
Juliana Dotto	
Aline Roberta de Pauli	
Isabella Cristina Dall' Oglio	
Fernando Rodolfo Espinoza-Quiñones	
Helton José Alves	
<b>DOI 10.22533/at.ed.93519091020</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>251</b>
RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA NO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL: ORIENTAÇÕES, DIRETRIZES E CRITÉRIOS	
Neyton Hideki Tadeu Araki	
Maria Fernanda Sala Minucci	
<b>DOI 10.22533/at.ed.93519091021</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>263</b>
A URBANIZAÇÃO E O DESENCADEAMENTO DE PROCESSOS EROSIVOS EM ÁREA DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL NA CIDADE DE MARINGÁ-PR	
Lourival Domingos Zamuner	
Cláudia Telles Benatti	
Bruno Henrique Toná Juliani	
Cristhiane Michiko Passos Okawa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.93519091022</b>	

**CAPÍTULO 23 ..... 272**

**ANÁLISE DE IMPACTO AMBIENTAL EM UM COMPLEXO EÓLICO**

Eduardo Antonio Maia Lins  
Maria Juliana Miranda Correia da Cruz  
Luiz Oliveira da Costa Filho  
Luiz Vital Fernandes Cruz da Cunha  
Sérgio de Carvalho Paiva  
Fábio José de Araújo Pedrosa  
Cecília Maria Mota Silva Lins  
Andréa Cristina Baltar Barros  
Maria Clara Pestana Calsa  
Adriane Mendes Vieira Mota  
Roberta Richard Pinto  
Daniele de Castro Pessoa de Melo

**DOI 10.22533/at.ed.93519091023**

**CAPÍTULO 24 ..... 285**

**EFEITOS DE DILUIÇÕES DE ÁGUA PRODUZIDA DO PETRÓLEO NO DESENVOLVIMENTO DO GIRASSOL CULTIVADO EM CASA DE VEGETAÇÃO**

Audilene Dantas da Silva  
Rafael Oliveira Batista  
Fabrícia Gratyelli Bezerra Costa Fernandes  
Leonardo Cordeiro da Silva  
Igor Estevão Sousa Medeiros  
Jéssica Sousa Dantas  
Juli Emille Pereira de Melo  
Emmilia Priscila Pinto do Nascimento  
Raionara Dantas Fonseca  
Antonio Diego da Silva Teixeira  
Ana Beatriz Alves de Araújo  
Aline Daniele Lucena de Melo Medeiros

**DOI 10.22533/at.ed.93519091024**

**CAPÍTULO 25 ..... 297**

**RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: A DISPOSIÇÃO ILEGAL E SEUS IMPACTOS NA RESILIÊNCIA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO**

Kátia Regina Alves Nunes  
Cláudio Fernando Mahler  
Orlando Sodré Gomes

**DOI 10.22533/at.ed.93519091025**

**CAPÍTULO 26 ..... 303**

**EFEITO DA ADIÇÃO DE ÁGUA AO LODO DE ESGOTO NA BIODIGESTÃO ANAERÓBICA EM BIODIGESTOR**

Ariane da Silva Bergossi  
Juliana Lobo Paes  
Priscilla Tojado dos Santos  
Romulo Cardoso Valadão  
Maxmillian Alves de Oliveira Merlo  
Guilherme Araujo Rocha  
João Paulo Barreto Cunha

**DOI 10.22533/at.ed.93519091026**

<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>315</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>316</b>

## REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS E INDUSTRIAIS PARA A PRODUÇÃO DE BIOFERTILIZANTE

### Ivan Cesar Tremarin

Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC,  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia  
Ambiental – PPGTA  
Santa Cruz do Sul, RS

### Dionei Minuzzi Dalevati

Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC,  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia  
Ambiental – PPGTA  
Santa Cruz do Sul, RS

### Ênio Leandro Machado

Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC,  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia  
Ambiental – PPGTA  
Santa Cruz do Sul, RS

### Odorico Konrad

Universidade do Vale do Taquari – Univates,  
Centro de Estudos de Biogás e Energias  
Renováveis  
Lajeado, RS

### Camila Hasan

Universidade do Vale do Taquari – Univates,  
Centro de Estudos de Biogás e Energias  
Renováveis  
Lajeado, RS

**RESUMO:** O reaproveitamento de resíduos orgânicos para a produção de biofertilizante por processo aeróbio é uma alternativa que pode contribuir, simultaneamente, para o tratamento

destes resíduos e gerar um produto com uso potencial na adubação de plantas. Este trabalho, realizado em reator aeróbio de escala piloto, objetivou avaliar o potencial de uma mistura de resíduos agroindustriais preparada para utilização como biofertilizante. Para tanto, analisou-se sua composição química nutricional e de possíveis contaminantes, conforme a legislação brasileira em vigor, identificando os seguintes parâmetros: a condutividade elétrica (CE), o pH e a concentração de Nitrogênio (N), Fósforo (P), Enxofre (S), Carbono Orgânico Total (COT), Carbono Inorgânico (CIT), Sólidos Totais (ST), Sólidos Suspensos Voláteis (SSV) e contaminantes. Os resultados do biofertilizante mostram uma concentração de: CE (24,5 mS/cm), COT (6,6%), NTK (5%), P (0,7%), K (1,9%). **PALAVRAS-CHAVE:** reutilização de resíduos, produção de fertilizante, composição nutricional.

### REUTILIZATION OF AGRICULTURAL AND INDUSTRIAL WASTE FOR THE PRODUCTION OF BIOFERTILIZER

**ABSTRACT:** The reuse of organic waste for the production of biofertilizer by aerobic process is an alternative that can simultaneously contribute to the treatment of these residues and generate a product with potential use in fertilizing plants. This work, carried out in a pilot scale aerobic

reactor, aimed to evaluate the potential of a mixture of agroindustrial residues prepared for use as biofertilizer. In order to do so, it was analyzed its nutritional chemical composition and possible contaminants, according to Brazilian legislation, identifying the following parameters: the electrical conductivity (EC), the pH and the concentration of Nitrogen (N), Phosphorus (P) (S), Total Organic Carbon (TOC), Inorganic Carbon (CIT), Total Solids (ST), Volatile Suspended Solids (SSV) and contaminants. The results of the biofertilizer show a concentration of: EC (24.5 mS / cm), TOC (6.6%), NTK (5%), P (0.7%), K (1.9%).

**KEYWORDS:** reuse of residues, production of fertilizer, nutritional composition.

## 1 | INTRODUÇÃO

Como tecnologia de tratamento de resíduos, a produção de biofertilizante por processo aeróbio, não é uma técnica utilizada, sendo inexplorado seu potencial. De acordo com a Instrução Normativa (IN) nº 46 do Ministério da Agricultura, os biofertilizantes caracterizam-se como potenciais substitutos dos fertilizantes químicos convencionais, contendo componentes ativos ou agentes biológicos que melhoram o desempenho do sistema de produção e que sejam isentos de substâncias consideradas contaminantes (MAPA, 2011).

Possibilitar a transformação de resíduos com alto potencial poluidor em fonte de fornecimento de nutrientes às plantas, principalmente em substituição às fontes não renováveis e escassas destes nutrientes, é uma forma de inovar garantindo maior sustentabilidade ao agronegócio, atingindo níveis satisfatórios de produtividade e menor impacto ambiental associado. Além disso, esta técnica pode contribuir para a reciclagem de nutrientes, como o fósforo e o potássio, que provém de jazidas de mineração cujas reservas têm diminuído, o que pode resultar em uma eminente crise dentro de algumas décadas (MEDEIROS *et al.*, 2003; SCHMUNDT, 2010; AMUNDSON *et al.*, 2015; STUCHI, 2015; PANTANO *et al.*, 2016).

O objetivo principal de um biofertilizante é fornecer uma parcela dos nutrientes de forma prontamente disponível às plantas e outra parcela na forma orgânica para que ocorra a transformação e disponibilização destes nutrientes no sistema de forma mais lenta. Desse modo, é muito importante a presença do carbono orgânico (MEDEIROS *et al.*, 2003; DE MEDEIROS E DA SILVA LOPES, 2006; YOKOYAMA *et al.*, 2006; BARBOSA, 2007; UPARIVONG, 2012; STUCHI, 2015).

Neste contexto, o trabalho avaliou o potencial da técnica de produção e aplicação de biofertilizante, produzido por processo aeróbio, como alternativa de reaproveitar e revalorizar resíduos orgânicos provenientes dos setores agropecuário e industrial, disponíveis na região do Vale do Taquari, no Rio Grande do Sul.

O processo de transformação dos nutrientes em reator aeróbio foi avaliado, por meio da identificação e quantificação da concentração de nutrientes e substâncias contaminantes presentes no biofertilizante, visando atender aos parâmetros



de concentração estabelecidos pela legislação brasileira, para o registro e comercialização do produto.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Processo de produção do biofertilizante

A produção do biofertilizante foi realizada em escala piloto, em reator aeróbio com volume de 200 litros, monitorado por 21 dias. Foi elaborada uma mistura inicial de 92 litros e massa total de 92,75 kg, contendo bases orgânica, proteica, energética e mineral para *start up*. A cada 48 horas adicionou-se 4 kg de novas bases, compostas por açúcar (45%), ureia (10%), cinza de madeira (5%) e calcário dolomítico filler (40%), como forma de enriquecimento.

As bases, são resíduos específicos com altos teores de elementos necessários ao crescimento de microrganismos no reator ou ainda, com a finalidade de aumentar a concentração de determinado elemento químico do biofertilizante. Portanto, uma base orgânica deve possuir elevado teor de carbono orgânico, nitrogênio e energia.

O experimento foi conduzido junto ao Centro de Estudos em Biogás e Energias Renováveis (CEBER) da Universidade do Vale do Taquari – Univates, coordenadas geográficas no *Datum WGS-1984*, *Lat: 29°13'18.75"S e Long: 51°53'58.55"O*. As análises laboratoriais do processo de produção foram realizadas em laboratórios da Universidade de Santa Cruz do Sul.

Os resíduos para a produção do biofertilizante foram coletados conforme geração e disponibilidade regional. Os mesmos foram estocados no CEBER durante o processo de produção. Os resíduos utilizados para *start up* e os adicionados a cada 48 horas foram: dejetos bovinos, resíduos de biorreator anaeróbio, resíduo de indústria alimentícia com alto teor de açúcar, lodo ativado de estação de tratamento de efluentes de indústria alimentícia, cinza de madeira proveniente de caldeiras, glicerina, calcário dolomítico filler e bicarbonato de sódio.

No transcorrer do processo de produção do biofertilizante, que teve duração de 21 dias, foram monitorados os seguintes parâmetros: Condutividade Elétrica, pH, Nitrogênio Total (NT), Nitrogênio Orgânico (N-Org.), Nitrogênio Amoniacal (N-Amon.), Nitrato, Nitrito, Fósforo Total (P-Tot.), Fosfato, Enxofre Total (S), Carbono Orgânico Total (COT), Carbono Inorgânico Total (CIT), Sólidos Totais (ST) e Sólidos Suspensos Voláteis (SSV).

A temperatura média ambiente foi monitorada por uma estação meteorológica automática presente no CEBER, a medição de temperatura ocorreu 24 horas ao dia, sendo realizada uma leitura a cada 15 minutos.

O pH e a CE foram monitorados a cada dois dias, do dia 0 até o dia 21, sendo o dia 0 a data do *start up* do reator. Os demais parâmetros foram monitorados a

cada sete dias, totalizando quatro amostras analisadas nos dias 0, 7, 14 e 21. O enriquecimento da mistura foi realizado sempre após a coleta das amostras analisadas.

Na amostra do dia 21 (amostra final) a aeração foi desligada e o biofertilizante passou por processo de decantação de duas horas, sendo descartados o lodo de fundo e o material sobrenadante. O material resultante (meia fase) passou por um processo de filtragem com peneira de 1,2 mm para evitar o entupimento dos gotejadores, utilizados posteriormente no teste agrônômico, para a introdução do biofertilizante no substrato contendo as plantas teste.

Os volumes resultantes ao final do processo estão apresentados na Tabela 1.

Descrição	Volume (L)
Biofertilizante (bruto) no final do processo	103
Lodo	28
Sobrenadante	7
Sólidos filtrados em peneira 1,2 mm	6
Biofertilizante para fertirrigação (meia fase filtrada)	62

Tabela 1 – Volumes de produtos resultantes do processo de transformação no reator

As análises do processo de produção foram realizadas como forma de identificar o aumento da concentração de nutrientes e a forma de disponibilidade dos mesmos, através da CE e dos teores de N, P e C. Como forma de manter condições favoráveis para o desenvolvimento de microrganismos, foram avaliados parâmetros como o pH, que foi monitorado a cada dois dias (corrigido quando necessário) e a concentração de SSV, utilizada como forma de medir o crescimento da biomassa do sistema (MOTA E VON SPERLING, 2009; METCALF E EDDY, 2016).

O produto final (62 L) foi armazenado em embalagens de 2 litros vedadas, protegidas da luz, em temperatura ambiente. Após repouso de 45 dias nestas condições, encaminhou-se uma amostra para análise de macro e microelementos e de contaminantes químicos (metais pesados prejudiciais à saúde humana), no Laboratório de Solos – LabSolo, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Os contaminantes microbiológicos (ovos viáveis de helmintos, coliformes termotolerantes e *Salmonella sp.*), foram analisados na Central Analítica, da Universidade de Santa Cruz do Sul. Nestas análises se buscou a verificação dos parâmetros determinados pelas Instruções Normativas nº 25 e 27 do Ministério da Agricultura (MAPA, 2006; 2009).

Mediu-se instantaneamente o pH com pHmetro digital portátil (Digimed, DM-2P) e a CE com condutivímetro portátil (Instrutherm, CD-880), cujas amostras avaliadas eram coletadas com o reator em agitação, em Becker de 1 litro.

Para as amostras destinadas às análises dos sólidos e nutrientes, adotou-se o mesmo procedimento, com o reator em agitação, coletando-se três frascos em

cada amostragem: um para sólidos e análise elementar (C, N e S), sem preservação (frasco plástico com 1 litro de amostra – Frasco 1), um para nitrogênio, com preservação (frasco plástico com 500 ml de amostra – Frasco 2) e outro para fósforo com preservação (frasco de vidro com 300 ml de amostra – Frasco 3).

A preservação das amostras foi realizada com ácido sulfúrico (P.M. 98,08), adicionado até atingir pH 2. Após a coleta e preservação, as amostras eram resfriadas e analisadas após um período de 16 h. Cada frasco seguiu o seguinte procedimento de análise:

Frasco 1: a amostra para análise de ST e SSV, foi realizada por metodologia descrita no *Standard Methods* (APHA, 2005), SMEWW 2540B para ST e SMEWW 2540 E para SSV e a análise elementar de C, N e S em analisador elementar de modelo PE-2400 - Series II CHNS, da marca PerkinElmer, que efetua a identificação dos compostos por combustão dos elementos (separação por cromatografia frontal) e detecção dos gases gerados por TCD (detector de condutividade térmica).

Frasco 2: analisou-se uma fração da amostra por metodologia descrita no *Standard Methods*, para N-Amoniacal (SMEWW 4500-NH3 B) e Nitrito (SMEWW 4500-NO2 B), para o Nitrato utilizou-se a NBR12620; a outra fração, passou por filtragem a vácuo com papel filtro de poro de 45  $\mu\text{m}$  e posteriormente em filtro de seringa de poro de 45  $\mu\text{m}$ . Em seguida, a amostra foi diluída em balão volumétrico de 50 ml, na proporção 1:50, e passada pelo analisador TOC-L, pelo método de Oxidação por Combustão Catalítica a 680 °C e detecção por infravermelho não dispersivo (NDIR), para determinação de COT, CI, S e N.

Frasco 3: a amostra foi analisada por metodologia descrita no *Standard Methods*, para P-Tot (SMEWW 4500-P E) e Fosfato (SMEWW 4500-P A).

A Figura 1 ilustra o fluxograma do processo de análises químicas.

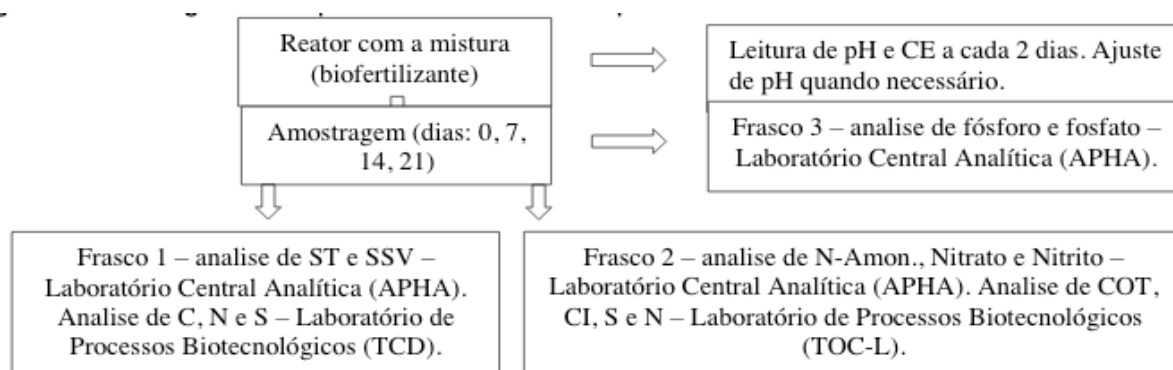


Figura 1 – Fluxograma do processo de análises químicas realizadas

## 2.2 Diluição do biofertilizante para solução de fertirrigação

Após a conclusão da produção do biofertilizante, procedeu-se com os testes de diluição do mesmo, que consistiram no preparo de uma solução de fertirrigação que não provocasse toxicidade nutricional à planta e que fornecesse os nutrientes

necessários para as plantas teste. O parâmetro utilizado para determinar essa diluição se baseou na condutividade elétrica, que de acordo com (SANHUEZA, 2007; ANTUNES *et al.*, 2016)2007; <style face="smallcaps">Antunes</style><style face="italic"> et al.</style>, 2016, deve ficar entre 1,4 a 1,8 mS/cm.

Adotou-se a CE padrão de 1,6 mS/cm, medida com condutivímetro de bolso (Instrutherm, CD-880), para os testes de diluição, realizados em triplicata. Atingiu-se a CE padrão, com a diluição de 200 ml de biofertilizante em 20 L de água, proveniente de poço tubular profundo, obtendo-se, portanto, uma diluição de 1:100.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Processo de produção do biofertilizante

Nesse item, será abordada a discussão de resultados referente ao processo de produção do biofertilizante, onde a temperatura média ambiente foi de 23,6 °C, sendo, a menor temperatura de 16 °C e a maior de 35,4 °C.

Todos os resultados demonstrados foram obtidos diretamente dos laudos, com exceção do N-Org. que foi obtido pela diferença entre NTK e N-Amon.

O controle da faixa adequada de pH (Figura 2) visou a manutenção de condições que permitissem o crescimento de microrganismos no meio (Mota e Von Sperling, 2009; Metcalf e Eddy, 2016).

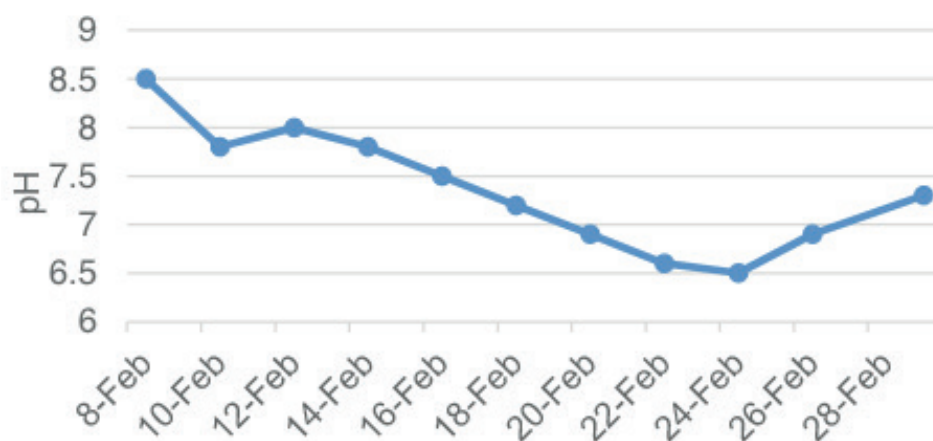


Figura 2 – Variação do pH no processo de produção do biofertilizante

Nesse sentido, no processo de produção do biofertilizante ocorre o consumo de produtos alcalinos para manter o pH dentro dos padrões aceitáveis, esse fato indica a busca por resíduos alcalinos para compor a mistura inicial e reduzir a demanda por calcário agrícola.

O pH no biorreator manteve uma faixa de variação entre pH 6,5 a 8,0, com exceção do início do experimento (*start up*).

Em relação ao estudo da CE (Figura 3), teve como objetivo monitorar o aumento da concentração de sais, quanto maior a CE para um fertilizante, maior a concentração de macro e microelementos, o que representa uma menor quantidade de fertilizante a ser diluída para a solução de fertirrigação.

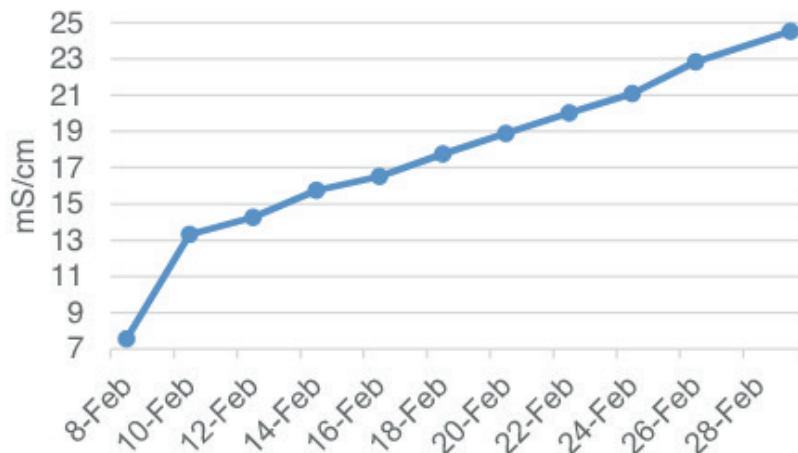


Figura 3 – Variação da CE no processo de produção do biofertilizante

O experimento obteve uma concentração final, com mais de três vezes a concentração inicial de sais, iniciando em 7 mS/cm e ao término do experimento apresentando 24,5 mS/cm.

Obteve-se o aumento na concentração dos sólidos (Figura 4), no processo de produção, com o aumento dos ST e dos SSV.

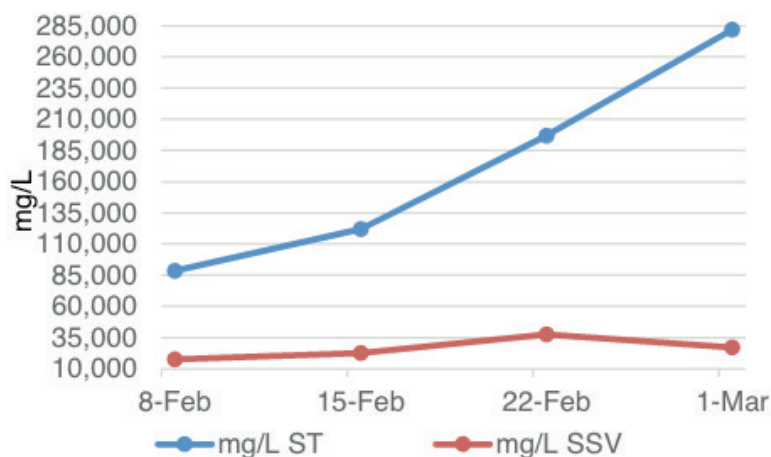


Figura 4 – Concentração de Sólidos no processo de produção do biofertilizante

A elevação dos SSV indica que houve o crescimento da população de microrganismos, mesmo com o aumento da concentração de sais. As adições/enriquecimento a mistura do biofertilizante não apresentaram elementos com toxicidade que impedisse o desenvolvimento de microrganismos (Mota e Von Sperling, 2009; Metcalf e Eddy, 2016). No entanto, observa-se que, o crescimento



dos SSV não acompanhou a mesma ordem de crescimento dos ST.

A Figura 5 demonstra o comportamento do fósforo total e do fosfato, o incremento do fósforo total ocorreu até terceira amostra, já o fosfato teve uma diminuição a partir da adição de calcário dolomítico para ajuste do pH (segunda amostra), o que indica ocorreu a precipitação na forma de fosfato de cálcio.

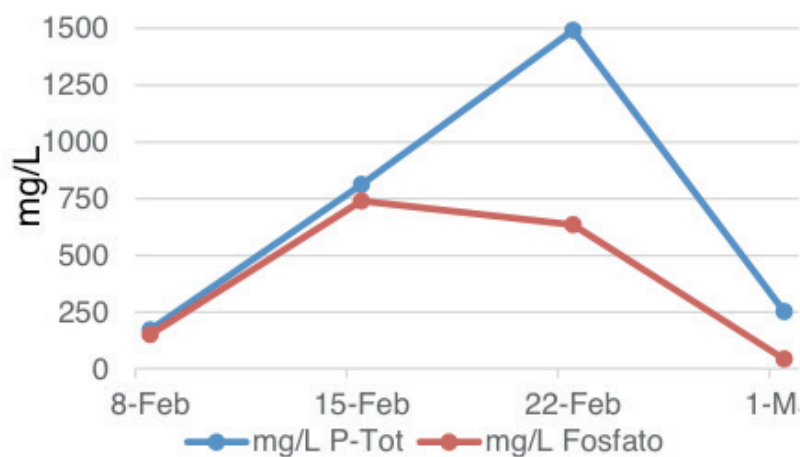


Figura 5 – Fósforo no processo de produção do biofertilizante

Na amostra final, devido ao processo de decantação, houve a diminuição de ambas as formas do fósforo, tanto por precipitação quanto pela remoção da biomassa sobrenadante, o que corrobora com os processos descritos e estudados anteriormente por outros autores (Mota e Von Sperling, 2009; Metcalf e Eddy, 2016).

Para o biofertilizante as duas formas de fósforo são importantes, tanto a fração orgânica como a mineral. O pH do solo ou do substrato influenciam diretamente na absorção do fósforo pelas plantas, sendo uma das formas de absorção o fosfato, no entanto algumas formas podem ser insolúveis, como o fosfato de cálcio (Mota e Von Sperling, 2009; Meurer, 2015; Metcalf e Eddy, 2016).

O fósforo é um elemento muito importante a ser recuperado no processo de produção de biofertilizante, devido a ser um macroelemento que desempenha funções fisiológicas importantes nas plantas. Além de ser um nutriente proveniente da extração mineral, cujas reservas são escassas e sua extração ser de alto impacto ambiental (Schmundt, 2010; Meurer, 2015; Pantano *et al.*, 2016).

Os teores do fósforo podem ser elevados, principalmente se em substituição à decantação for utilizada filtração direta. Fato que aponta para a busca de novos procedimentos relacionados ao elemento e também a um produto alternativo ao calcário agrícola, para evitar a precipitação na forma de fosfato de cálcio.

Neste sentido, para o elemento P, devem ser realizadas novas pesquisas para adequar e aprimorar o processo de produção do biofertilizante a partir da introdução de novas alternativas de produtos para ajuste do pH.

A Figura 6 demonstra o comportamento do N. As formas preferenciais de

absorção de N pelas plantas são a forma de nitrato e de nitrogênio amoniacal, no entanto, a forma orgânica também é uma importante fonte de reserva. Os resultados do N demonstraram o aumento da concentração deste elemento. Para o nitrito, que representa uma forma tóxica de nitrogênio, as concentrações foram baixas, o que é um fator positivo (Mota e Von Sperling, 2009; Metcalf e Eddy, 2016).

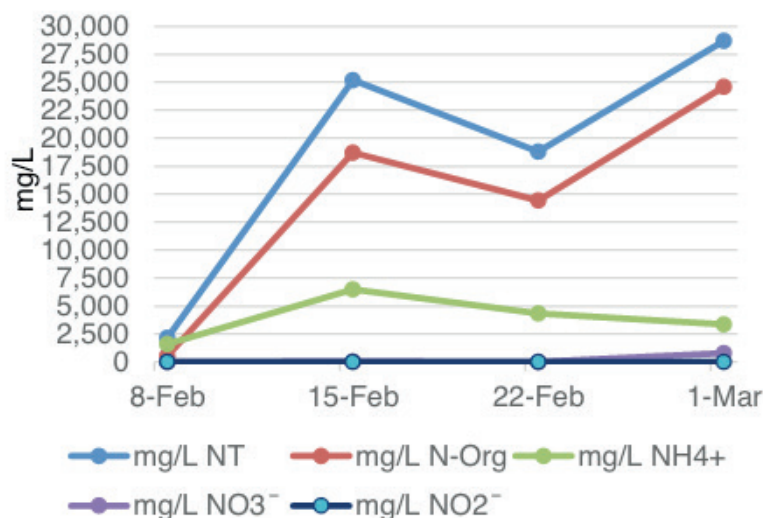


Figura 6 – Concentração de Nitrogênio no processo de produção do biofertilizante

O processo de decantação, diferentemente do fósforo, não influenciou na concentração de N da amostra final, com valores aumentados confirmados no laudo final de macro e microelementos.

A elevação dos teores de N, observada na segunda amostragem (15/fev) – Figura 6, se justifica devido a adição de 1,5 Kg de ureia no período de 10/02.

O comportamento do C (Figura 7), que representa importante elemento em fertilizantes orgânicos devido as suas influências nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo e/ou substratos. Sua degradação tem influência direta na disponibilização de nutrientes para as plantas, principalmente do N. Além disso, é um elemento obrigatório com garantias mínimas para registro de alguns fertilizantes orgânicos (Mapa, 2009; Mota e Von Sperling, 2009; Meurer, 2015).

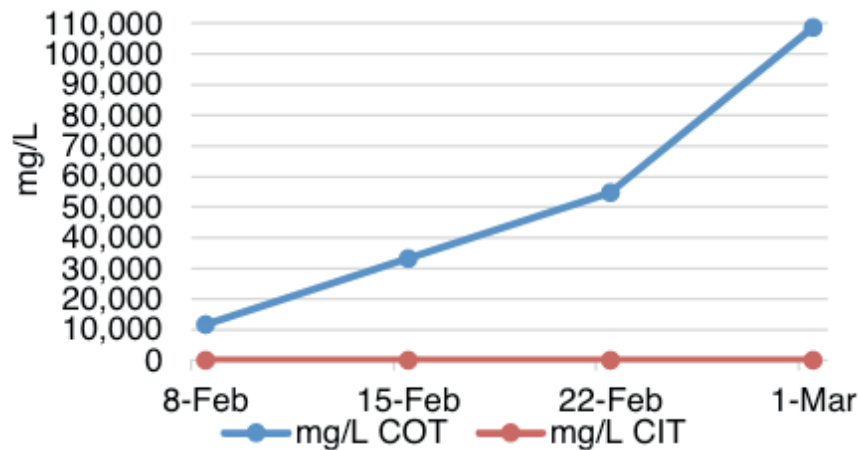


Figura 7 – Concentração de Carbono no processo de produção do biofertilizante

Os valores de C alcançados são crescentes em todas as amostras, com valor final acima da quantidade exigida pela legislação brasileira para fertilizantes orgânicos líquidos, cujo percentual mínimo de COT é de 6% (Mapa, 2009). O valor de Carbono Inorgânico Total (CIT) ficou abaixo de 20 mg/L em todas as amostras devido a origem orgânica dos produtos que compõem a mistura do biofertilizante.

### 3.2 Composição nutricional final e elementos controlados

Os resultados apresentados na Tabela 2 demonstram a composição química do biofertilizante após o período de repouso de 45 dias, contados a partir da data de finalização do processo de sua produção.

O laudo final apresenta uma diminuição da concentração de COT de 10,85% para 6,6%, mesmo com a redução, o valor do COT é válido para o registro do produto como biofertilizante. O valor do NTK saltou de 2,79% da última amostra do biorreator para 5%. O pH passou por uma leve redução, mantendo-se em 6,4 dentro da faixa adequada para biofertilizantes.

Parâmetros Gerais			
Descrição	Concentração	%	Máximo Permitido (Mapa/Fepam)
Umidade – m/m	-	55	Não há
pH	6,4	-	Não há
Densidade – kg/m <sup>3</sup>	1113	-	Não há
Carbono Orgânico – g/L	66	6,6	Não há
Macroelementos Essenciais as Plantas			
Nitrogênio (TKN) - g/L	50	5	Não há
Fósforo - g/L	7	0,7	Não há
Potássio - g/L	19	1,9	Não há
Cálcio - g/L	28	2,8	Não há
Magnésio - g/L	13	1,3	Não há
Enxofre - g/L	6,7	0,67	Não há

<b>Microelementos Essenciais as Plantas</b>			
Cobre - mg/L	44	0,0044	203 - Fepam*
Zinco - mg/L	65	0,0065	120 - Fepam*
Ferro - g/L	1,2	0,12	Não há
Manganês - mg/L	279	0,0279	Não há
Cobre - mg/L	44	0,0044	Não há
Cobalto - mg/L	< 0,003	0,0000002	203 - Fepam*
Molibdênio - mg/L	0,3	0,00003	Não há
Boro - mg/L	8	0,0008	Não há
<b>Elementos Importantes as Plantas</b>			
Sódio - g/L	2,6	0,26	Não há
<b>Elementos Controlados pelo MAPA e Meio Ambiente</b>			
Cobre - mg/L	44	0,0044	203 - Fepam*
Zinco - mg/L	65	0,0065	120 - Fepam*
Cádmio - mg/L	< 0,002	-	3 - MAPA
Cromo - mg/L	< 0,004	-	2 - MAPA
Níquel - m g/L	2	0,0002	70 - MAPA
Chumbo - mg/L	12	0,0012	150 - MAPA
Arsênio - mg/L	< 0,02	0,0000002	20 - MAPA
Selênio - mg/L	< 0,04	0,0000002	80 - MAPA
Mercúrio $\mu$ g/L	0,3	-	1 - MAPA

\*Limites de concentração exigidos para amostras de solo, para região geomorfológica 1, conforme Portaria Fepam 085/2014 não exigidos pelo MAPA. Para aplicação, o biofertilizante é diluído 1:100. Tabela 2 – Nutrientes e Contaminantes Químicos do Biofertilizante

Não foram analisados microelementos devido à complexidade que envolve as reações químicas dos mesmos no processo produtivo, apenas são apresentados devido a necessidade de contê-los no laudo para registro no MAPA e para análise dos considerados como contaminantes.

Para os elementos controlados pelo MAPA e pela Fepam, as concentrações ficaram muito abaixo dos limites máximos estabelecidos pela legislação. Na Tabela 2, dos elementos controlados, optou-se pela utilização do padrão estabelecido pela IN 27/2006 do MAPA para Cr, Ni, Pb e Hg em detrimento dos padrões estabelecidos pela Portaria 085/2014 da Fepam, tendo em vista que o critério para registro é a legislação do MAPA e a Fepam estabelece a concentração dos elementos por quilograma de solo. Para o Cu, Co e Zn, considerou-se a legislação da Fepam. Neste aspecto, há de se considerar que, o biofertilizante será diluído para fertirrigação na proporção 1:100.

Em relação aos padrões microbiológicos os resultados dos laudos demonstram concentrações abaixo dos limites máximos estabelecidos para o registro do produto, conforme a Tabela 3.

Descrição	Concentração	Máximo Permitido pela Legislação
Coliformes termotolerantes - NMP/g de MS	$< 3,0 \times 10^{-1}$	1.000,00
Ovos viáveis de helmintos - nº em 4g ST	0,00	1,00
Salmonella sp.	Ausência em 10 mL	Ausência em 10 g de matéria seca

Tabela 3 – Concentração microbiológica de contaminantes do Biofertilizante

Como a mistura do biofertilizante foi composta por dejetos animais não tratados, havia a possibilidade de contaminantes microbiológicos. Entretanto, os resultados demonstraram que o processo de produção adotado teve efeito positivo sobre a eliminação dos contaminantes microbiológicos, o que favorece a redução de riscos de uso, inclusive, para a aplicação via foliar.

#### 4 | CONCLUSÕES

Os resultados da composição nutricional e de contaminantes verificados para o produto testado, mostraram-se satisfatórios para que o biofertilizante possa ser registrado e comercializado, no entanto, novos estudos e pesquisas referentes ao teor do fósforo são necessários, principalmente em substituição ao calcário agrícola, para evitar a precipitação na forma de fosfato de cálcio.

Evidenciou-se, portanto, o potencial que o biofertilizante possui para o reaproveitamento de resíduos orgânicos disponíveis na região do Vale do Taquari e consequente elaboração de um produto destinado ao fornecimento de nutrientes às plantas.

Referente ao nitrogênio total, considerando que o resultado foi atingido em parte com adição de ureia, fonte que não é permitida para registro como fertilizante destinado a agricultura orgânica, novos estudos devem buscar uma fonte orgânica rica em N, como por exemplo derivados da soja, peixes, algas ou carne.

O estudo do processo de produção tornou possível aprofundar o conhecimento sobre o comportamento do reator, nutrientes e sólidos analisados.

#### REFERÊNCIAS

AMUNDSON, R. et al. Soil and human security in the 21st century. *Science*, v. 348, n. 6235, p. 1261071, 2015. ISSN 0036-8075.

ANTUNES, L. E. C.; REISSER JÚNIOR, C.; SCHWENGBER, J. E. **Morangueiro**. Brasília, DF: Embrapa: 589 p. 2016.



BARBOSA, A. S. D. M., M. B. **Potencial de ação elicitora dos biofertilizantes líquidos na indução de resistência sistêmica vegetal**. Revista Brasileira de Agroecologia, v. 2, n. 2, 2007. ISSN 1980-9735.

DE MEDEIROS, M. B.; DA SILVA LOPES, J. **Biofertilizantes líquidos e sustentabilidade agrícola**. Bahia Agrícola. Salvador. v. 7, 2006.

MAPA, M. D. A., PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Instrução Normativa SDA nº 27 de 05 de junho de 2006 (alterada pela IN SDA nº 7, de 12/04/2016) - Os fertilizantes, corretivos, inoculantes e biofertilizantes, para serem produzidos, importados ou comercializados, deverão atender aos limites estabelecidos nesta Instrução Normativa no que se refere às concentrações máximas admitidas para agentes fitotóxicos, patogênicos ao homem, animais e plantas, metais pesados tóxicos, pragas e ervas daninhas**. Brasília: Republicada no D.O.U. de 02 de maio de 2016, 2006.

\_\_\_\_\_. **Instrução Normativa SDA nº 25 de 23 de julho de 2009 - Aprova as normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, otganominerais e biofertilizantes destinados à agricultura**. Brasília: D.O.U. de 28 de julho de 2009.

\_\_\_\_\_. **Instrução Normativa SDA nº 46 de 06 de outubro de 2011 - Estabelece o regulamento técnico para os sistemas orgânicos de produção, bem como as listas de substâncias e práticas permitidas para uso nos Sistemas Orgânicos de Produção**. Brasília: D.O.U. de 07 de outubro de 2011.

MEDEIROS, M. D.; WANDERLEY, P.; WANDERLEY, M. **Biofertilizantes líquidos: processo trofobiótico para proteção de plantas em cultivos orgânicos**. Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento. 31: 38-44 p. 2003.

METCALF, L.; EDDY, H. P. **Tratamento de Efluentes e Recuperação de Recursos**. 5. Ed. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda., 2016. ISBN 9788580555233.

MEURER, E. J. **Fundamentos de química do solo**. Porto Alegre, RS: Evangraf, 2015. ISBN 978-85-7727-225-9.

MOTA, F.; VON SPERLING, M. **Nutrientes de esgoto sanitário: utilização e remoção**. Rio de Janeiro: ABES 2009.

PANTANO, G. et al. **Sustainability in phosphorus use: a question of water and food security**. Química Nova, v. 39, n. 6, p. 732-740, 2016. ISSN 0100-4042.

SANHUEZA, R. M. V. **Produção de morangos no sistema semi-hidropônico**. IV Seminário Brasileiro sobre Pequenas Frutas. Bento Gonçalves, RS: Embrapa: 61 p. 2007.

SCHMUNDT, H. **Essential Element Becoming Scarce: Experts Warn of Impending Phosphorus Crisis**. Spiegel International, Apr. 2010. 2010. Disponível em: < <http://www.spiegel.de/international/world/essential-element-becoming-scarce-experts-warn-of-impending-phosphorus-crisis-a-690450.html> >. Acesso em: 20 abr. 2016.

STUCHI, J. F. **Biofertilizante: um adubo líquido de qualidade que você pode fazer**. Embrapa Amapá-Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E). Brasília, DF: Embrapa 2015.

UPARIVONG, S. **Bioclean and liquid biofertilizers a new way to the green area**. International Journal of GEOMATE, v. 2, n. 1, p. 144-147, 2012.

YOKOYAMA, T. et al. **Biofertilizer Manual**. Tokio: Japan, 2006. ISBN 4-88911-301-0 C0550. Disponível em: < [http://www.fnca.mext.go.jp/bf/bfm/pdf/Biofertilizer\\_Manual.pdf](http://www.fnca.mext.go.jp/bf/bfm/pdf/Biofertilizer_Manual.pdf) >. Acesso em: 10 abr. 2016.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Análise 1, 6, 7, 8, 12, 14, 21, 22, 23, 35, 36, 44, 50, 57, 59, 66, 67, 68, 72, 76, 90, 91, 95, 104, 105, 107, 108, 109, 113, 117, 119, 120, 121, 124, 125, 126, 132, 135, 137, 139, 147, 154, 162, 169, 170, 171, 172, 173, 178, 181, 188, 189, 197, 198, 226, 231, 232, 238, 244, 245, 247, 248, 260, 263, 272, 274, 284, 290, 291, 293, 296, 302, 306, 307, 309

Análise de risco 108, 109, 117, 120

### B

Berço ao berço 51, 58, 61

### C

Concentrações ambientais 143

Construção Civil 1, 2, 3, 4, 5, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 130, 297, 302, 315

Contaminação ambiental 108, 120, 121

Cultura da inovação 15, 16, 17

### D

Desreguladores endócrinos 108, 109, 119, 120, 125, 143, 144, 153, 155, 156, 157, 160

Distribuição de Weibull 43

### E

Ecologia industrial 51, 54, 60, 61, 62

Educação ambiental 1, 2, 4, 5, 8, 9, 12, 13, 14, 83, 84, 201

Engenharia de confiabilidade 43, 45

Erosão 132, 133, 134, 136, 137, 140, 141, 142, 254, 263, 264, 268, 271

Escritório de projetos 15, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24

### F

Fatores antrópicos 132

Fitoextração 128, 130

Funil de inovação 15, 20

### G

Gerenciamento 4, 14, 15, 18, 20, 21, 22, 29, 51, 58, 64, 66, 67, 69, 70, 71, 72, 73, 77, 82, 84, 85, 97, 98, 99, 106, 127, 182, 183, 187, 188, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 199, 200, 201, 202, 265, 270, 297, 298, 302

Gerenciamento de projetos 15, 18, 20, 21

Gerenciamento de resíduos sólidos 51, 58, 82, 85, 193, 201, 298  
Gestão 1, 2, 3, 4, 5, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 25, 26, 27, 42, 43, 45, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 62, 69, 74, 76, 77, 80, 82, 84, 85, 97, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 106, 107, 141, 143, 167, 168, 184, 191, 192, 193, 194, 195, 201, 202, 218, 296, 297, 298, 300, 301, 302, 314, 315  
Gestão ambiental 1, 2, 3, 4, 10, 12, 14, 53, 54, 55, 57, 85, 97, 141, 194, 195, 201, 202, 296, 302, 315  
Gestão da manutenção 43

## H

Historiador 25, 26, 28, 29, 30, 42  
Hormônios 114, 115, 116, 119, 125, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 164

## I

Impacto ambiental 1, 3, 59, 229, 235, 272, 273, 281, 283, 284, 286  
Impactos 2, 3, 10, 12, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 64, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 74, 77, 97, 98, 99, 106, 190, 191, 192, 194, 201, 218, 266, 267, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 297, 298  
Inovação 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 168, 169, 180, 181, 186, 188, 189, 220, 315

## L

Lixiviado 87, 95, 225, 242  
Lixo 9, 62, 75, 76, 112, 113, 123, 278, 300, 301

## M

Metais pesados 123, 128, 129, 130, 131, 231, 240  
Microcontaminantes 143, 149

## O

Osisoft 25, 26, 42

## P

PIMS 25, 26, 27, 29, 30, 31  
PI System 25, 26, 27, 28, 29, 30, 42  
Plantas hiper- acumuladoras 128, 130, 131  
Processo comercial 180

## Q

QGIS 132, 133, 135, 137

## R

Reciclagem 3, 4, 8, 9, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 76, 77, 80, 83, 84, 85, 193, 199, 219, 229, 298, 299, 300, 301, 302

Resíduos de serviços de saúde 64, 65, 66, 73, 113

Resíduo sólido urbano 87, 92, 93, 95, 96

Resíduos sólidos urbanos 2, 79, 80, 82, 83, 84, 85, 87, 97, 98, 106, 107, 192, 194, 202, 216, 217, 225, 226, 227, 297, 313

Responsabilidade estendida do produtor 51, 56, 59

## S

SABESP 25, 29, 31, 42, 46, 108

Saneamento básico 29, 97, 98, 99, 101, 105, 106, 107, 108, 158, 215, 226, 251, 304

Sanepar 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 189

Saúde pública 66, 82, 106, 108, 120, 121, 122, 124, 125, 191, 251

Segregação 64, 65, 67, 70, 71, 72, 73, 195, 196, 197, 200, 222, 223

Sensoriamento remoto 132, 135

SNIS 97, 100, 101, 102, 104, 105, 107, 150, 304, 314

Sodificação 87, 93, 94, 95

Solo 51, 54, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 108, 112, 113, 121, 123, 124, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 135, 136, 138, 139, 140, 141, 152, 235, 236, 238, 240, 241, 256, 257, 258, 259, 261, 267, 268, 277, 279, 296

## T

Transformação digital 25

## U

Uso agrícola 87, 306

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-693-5



9 788572 476935