



Helenton Carlos Da Silva  
(Organizador)

# Demandas Essenciais para o Avanço da Engenharia Sanitária e Ambiental 4

**Atena**  
Editora

Ano 2020



Helenton Carlos Da Silva  
(Organizador)

# Demandas Essenciais para o Avanço da Engenharia Sanitária e Ambiental 4

**Atena**  
Editora

Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Geraldo Alves

**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 Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – 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 Internazionale delle Figlie di 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. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

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. 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

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

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
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 Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
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 Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
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  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
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  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
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

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
 Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá  
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
D371	<p>           Demandas essenciais para o avanço da engenharia sanitária e ambiental 4 [recurso eletrônico] / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020.         </p> <p>           Formato: PDF            Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader            Modo de acesso: World Wide Web            Inclui bibliografia            ISBN 978-85-7247-952-3            DOI 10.22533/at.ed.523202101         </p> <p>           1. Engenharia ambiental. 2. Engenharia sanitária. I. Silva, Helenton Carlos da.         </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](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “*Demandas Essenciais para o Avanço da Engenharia Sanitária e Ambiental*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu III volume, apresenta, em seus 29 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da importância da engenharia sanitária e ambiental, tendo como base suas demandas essenciais interfaces ao avanço do conhecimento.

Os serviços inerentes ao saneamento são essenciais para a promoção da saúde pública, desta forma, a disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas constitui fator de prevenção de doenças, onde a água em quantidade insuficiente ou qualidade imprópria para consumo humano poderá ser causadora de doenças; observa-se ainda o mesmo quanto à inexistência e pouca efetividade dos serviços de esgotamento sanitário, limpeza pública e manejo de resíduos sólidos e de drenagem urbana.

Destaca-se ainda que entre os muitos usuários da água, há um setor que apresenta a maior interação e interface com o de recursos hídricos, sendo ele o setor de saneamento.

O plano de saneamento básico é o instrumento indispensável da política pública de saneamento e obrigatório para a contratação ou concessão desses serviços. A política e o plano devem ser elaborados pelos municípios individualmente ou organizados em consórcio, e essa responsabilidade não pode ser delegada. O Plano deve expressar o compromisso coletivo da sociedade em relação à forma de construir o saneamento. Deve partir da análise da realidade e traçar os objetivos e estratégias para transformá-la positivamente e, assim, definir como cada segmento irá se comportar para atingir as metas traçadas.

Dentro deste contexto podemos destacar que o saneamento básico é envolto de muita complexidade, na área da engenharia sanitária e ambiental, 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 demandas essenciais do conhecimento da engenharia sanitária e ambiental. 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>
ALGORITMO DE BUSCA EXAUSTIVA PARALELA EM PROBLEMAS DE OTIMIZAÇÃO EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	
Artemisa Fontinele Frota Luís Henrique Magalhães Costa Rafael Pereira Maciel Marco Aurélio Holanda De Castro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5232021011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>25</b>
POÇO ARTESIANO; AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA QUE ABASTECE A ZONA RURAL NO MUNICÍPIO DE CALÇADO-PE	
Angela Maria Coêlho de Andrade Caio Cesário de Andrade	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5232021012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>38</b>
AVALIAÇÃO DE DIGESTOR ANAERÓBIO PARA OTIMIZAÇÃO OPERACIONAL E VIABILIZAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DO BIOGÁS NA GERAÇÃO DE ENERGIA	
Felipe R. A. dos Santos Clément Van Vlierberghe Guilherme F. Campos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5232021013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>52</b>
AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE BOVINOCULTURA, SUINOCULTURA E LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MILHO ( <i>Zea mays</i> L.)	
Rhégia Brandão da Silva Leonardo Duarte Batista da Silva Alexandre Lioi Nascentes Antonio Carlos Faria de Melo Dinara Grasiela Alves Everaldo Zonta João Paulo Francisco Marcos Filgueiras Jorge	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5232021014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>76</b>
DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÃO WEB APLICADA À HIDRÁULICA DE CANAIS	
Lenise Farias Martins Rafael Pereira Maciel Luis Henrique Magalhães Costa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5232021015</b>	



**CAPÍTULO 6 ..... 86**

ESTUDO EXPERIMENTAL E MODELAGEM MATEMÁTICA DE UM REATOR ANAERÓBIO HORIZONTAL DE LEITO FIXO (RAHLF) PARA TRATAMENTO BIOLÓGICO DE EFLUENTE SINTÉTICO CONTENDO D-LIMONENO

Arnaldo Sarti  
Bruna Sampaio de Mello  
Brenda Clara Gomes Rodrigues  
Maria Angélica Martins Costa  
Samuel Conceição de Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.5232021016**

**CAPÍTULO 7 ..... 98**

ESTIMATIVA DE REDUÇÃO DE PERDAS ATRAVÉS DO CONTROLE DE PRESSÃO – MODELO HIDRÁULICO DO SISTEMA MORROS DA ZONA NORTE DO RECIFE-PE

Marcos Henrique Vieira de Mendonça  
Hudson Tiago dos S. Pedroso

**DOI 10.22533/at.ed.5232021017**

**CAPÍTULO 8 ..... 111**

ESTUDO DA VULNERABILIDADE DA ÁGUA SUBTERÂNEA NO DISTRITO INDUSTRIAL DE ICOARACI (BELÉM-PA)

Ana Carla Leite Carvalho  
Leonardo Augusto Lobato Bello  
Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes  
Marco Valério Albuquerque Vinagre

**DOI 10.22533/at.ed.5232021018**

**CAPÍTULO 9 ..... 122**

ESTUDO DE ÁREA DE RISCO DEVIDO À EROÇÃO HÍDRICA EM TRECHO DO CÓRREGO AFONSO XIII EM TUPÃ / SP – CAUSAS E SOLUÇÃO

José Roberto Rasi  
Roberto Bernardo  
Cristiane Hengler Corrêa Bernardo

**DOI 10.22533/at.ed.5232021019**

**CAPÍTULO 10 ..... 136**

FATORES DETERMINANTES PARA GESTÃO DA MANUTENÇÃO ELETROMECÂNICA EFICAZ EM UMA EMPRESA DE SANEAMENTO

Karlos Eduardo Arcanjo da Cruz  
Tiago Pontual Waked  
Bruno Roberto Gouveia Carneiro da Cunha

**DOI 10.22533/at.ed.52320210110**

**CAPÍTULO 11 ..... 145**

FISCALIZAÇÃO TÉCNICO-OPERACIONAL REMOTA DA PRESTAÇÃO DE SERVIÇO DE ÁGUA E ESGOTO – DO PLANEJAMENTO A EXECUÇÃO

Flávia Oliveira Della Santina  
Rodolfo Gustavo Ferreras

**DOI 10.22533/at.ed.52320210111**

<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>161</b>
GESTÃO E CONSERVAÇÃO DE ÁGUA: ALTERNATIVAS PARA MELHORAR O ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DO CENTRO DE CONVENÇÕES DE PERNAMBUCO	
Amanda Almeida de Oliveira Figueiredo Simone Rosa da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52320210112</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>180</b>
APLICAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS EM HIDROMETRIA COM BASE EM ESTUDOS DE VIABILIDADE ECONÔMICO FINANCEIRO	
Luiz Claudio Drumond	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52320210113</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>190</b>
METODOLOGIA DE LEVANTAMENTO DE DADOS DE PROJETO DE SANEAMENTO APLICADA AO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA REGIÃO DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE BRASÍLIA PRESIDENTE JUSCELINO KUBITSCHKE UTILIZANDO O SOFTWARE EPANET	
Stefan Igreja Mühlhofer Carolina Silva de Oliveira Sá Teles	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52320210114</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>204</b>
VISITAS DOMICILIARES JUNTO À POPULAÇÃO BENEFICIÁRIA DE OBRAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – UMA ABORDAGEM SOCIOAMBIENTAL EM CAICÓ – RN	
Julyenne Kerolainy Leite Lima Marília Adelino da Silva Lima Teonia Casado da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52320210115</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>212</b>
OTIMIZAÇÃO OPERACIONAL DE RESERVATÓRIO NA BUSCA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (RESERVATÓRIO DE JORDÃO DE 90.000 M <sup>3</sup> , SISTEMA PIRAPAMA-PE)	
Hudson Tiago dos S. Pedrosa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52320210116</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>228</b>
PERSPECTIVA DOS 20 ANOS DA LEI N°9.433/97: PERCEPÇÕES DOS COMITÊS DE BACIA HIDROGRÁFICA E DOS ÓRGÃOS GESTORES DE RECURSOS HÍDRICOS ACERCA DO ENQUADRAMENTO DE CORPOS D'ÁGUA	
Paulo Eduardo Aragon Marçal Ribeiro Mônica de Aquino Galeano Massera da Hora	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52320210117</b>	

<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>238</b>
PRÉ-DIAGNÓSTICO DAS EFICIÊNCIAS ELETROMECÂNICAS E HIDROENERGÉTICAS DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA A PARTIR DO CONSUMO ENERGÉTICO NORMALIZADO	
Luis Henrique Pereira da Silva Karlos Eduardo Arcanjo da Cruz Leonardo Nascimento de Oliveira Milton Tavares de Melo Neto Hudson Tiago dos Santos Pedrosa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52320210118</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>247</b>
PROCEDIMENTO PARA AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS DE REUSO DE ÁGUA EM SISTEMAS RESFRIAMENTO	
Ewerton Emmanuel da Silva Calixto Fernando Luiz Pellegrini Pessoa Lidia Yokoyama Sérgio Pagnin Andréa Azevedo Veiga	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52320210119</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>260</b>
PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA LAGOA DA GAROPABA DO SUL/SC COM VISTAS A EFETIVA EXECUÇÃO DOS INVESTIMENTOS DO CONTRATO DE CONCESSÃO EM SANEAMENTO	
Ricardo Martins Anderson Sandrini Botega Eduardo Silvano Batista Gislaine Lonardi Katia Viviane Motta Martins	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52320210120</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>274</b>
PROJETO DE AÇÃO SOCIAL ALIADO A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA ESCOLA E SEUS EFEITOS NA COMUNIDADE	
Manuella Andrade Swierczynski	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52320210121</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>293</b>
PROJETO DE EFICIÊNCIA HÍDRICA: REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA DESCARTADA POR DESTILADORES	
Roberto Santos de Oliveira Julio Cesar Oliveira Antunes Lucas Olive Pinho Silva Gomes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52320210122</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>305</b>
PROJETO DE INFRAESTRUTURA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO DESENVOLVIDO ATRAVÉS DA FILOSOFIA BIM	
Marcos André Capitulino de Barros Filho Pedro Henrique Matias Dantas	

Lucas Vieira Fernandes  
Aldrin Magno Dantas Siqueira Júnior  
**DOI 10.22533/at.ed.52320210123**

**CAPÍTULO 24 ..... 318**

QUALIDADE DA ÁGUA DOS POÇOS DO BAIRRO JARDIM CABANO DA VILA DOS CABANOS, MUNICÍPIO DE BARCARENA-PA

Claudio Farias de Almeida Junior  
Ronaldo Pimentel Ribeiro  
Mirian Favacho da Silva Ramos  
Amanda Ingrid da Silva Therezo  
Márcia de Almeida  
Marcos Antônio Barros dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.52320210124**

**CAPÍTULO 25 ..... 327**

RECUPERAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM POÇOS TUBULARES PROFUNDOS: O CASO DE VALE DO CATIMBAU

Karlos Eduardo Arcanjo da Cruz  
Paulo César Nunes Pinho  
José Antônio Charão Cunha  
Luis Henrique Pereira da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.52320210125**

**CAPÍTULO 26 ..... 338**

RESPONSABILIDADE SOCIAL E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. AÇÕES QUE FIZERAM A DIFERENÇA NA COMPANHIA DOCAS DO PARÁ/PORTO DE SANTARÉM – PARÁ – AMAZÔNIA

Cristiane da Costa Gonçalves de Andrade  
Andrelle Soares Dantas Faria  
Paula Danielly Belmont Coelho

**DOI 10.22533/at.ed.52320210126**

**CAPÍTULO 27 ..... 349**

SANEAMENTO DE QUALIDADE É CONSTRUÍDO COM FOCO EM GESTÃO: A EXPERIÊNCIA DA EMBASA – UNIDADE REGIONAL DE ITABERABA COM A IMPLANTAÇÃO DO MEG

Sebastiana Flávia Lima dos Santos  
Gustavo Lima Magalhães Ferreira

**DOI 10.22533/at.ed.52320210127**

**CAPÍTULO 28 ..... 360**

TOXICOLOGIA AGUDA DE *Rhamdia quelen* EXPOSTOS A XENOBIÓTICOS UTILIZADOS EM LAVOURAS ARROZEIRAS

Jaqueline Ineu Golombieski  
Débora Seben  
Joseânia Salbego  
Elisia Gomes da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.52320210128**

<b>CAPÍTULO 29 .....</b>	<b>370</b>
--------------------------	------------

**TRATAMENTO NATURAL DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE PISCICULTURA COM USO DE SEMENTE DE MORINGA OLEIFERA**

Edilaine Regina Pereira  
Maik Mauro Alves  
Bruna Ricci Bicudo  
Dandley Vizibelli  
Fellipe Jhordã Ladeia Janz

**DOI 10.22533/at.ed.52320210129**

<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>383</b>
---------------------------------	------------

<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>384</b>
-------------------------------	------------

## AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE BOVINOCULTURA, SUINOCULTURA E LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MILHO (*Zea mays* L.)

Data de aceite: 09/01/2020

### **Rhégia Brandão da Silva**

Agrônoma UFRRJ, Mestre Engenharia de Biosistemas UFF

### **Leonardo Duarte Batista da Silva**

Professor Associado UFRRJ

### **Alexandre Lioi Nascentes**

Professor Adjunto UFRRJ

### **Antonio Carlos Faria de Melo**

Engenheiro Agrícola UFRRJ, Mestre em Engenharia Agrícola e Ambiental UFRRJ

### **Dinara Grasiela Alves**

Pós Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental UFRRJ

### **Everaldo Zonta**

Professor Titular UFRRJ

### **João Paulo Francisco**

Professor UEM Campus Umuarama

### **Marcos Filgueiras Jorge**

Engenheiro Agrícola UFRRJ, Mestre em Agricultura Orgânica UFRRJ-EMBRAPA Agrobiologia, Doutor em Ciência, Tecnologia e Inovação em Agropecuária UFRRJ-UNRC

**RESUMO:** Atualmente, nos países em desenvolvimento, houve aumento da geração de resíduos, com consequência direta no ambiente e na saúde. Vários países, já produzem alimentos com o reuso de águas

residuárias e lixiviado de aterro. Essa prática é um fator importante para a gestão dos recursos hídricos, uma vez que fomenta a reciclagem dos nutrientes e matéria orgânica dos dejetos animais, minimizando a poluição ambiental, bem como preservando as características físicas, químicas e biológicas do solo, além de uma alternativa econômica para propriedades rurais. De maneira geral, significa um aporte considerável de nutrientes que causa um incremento na produtividade. As concentrações ideais das ARB, ARS e lixiviado podem ser aplicados de modo não tóxico às plantas e ao solo. O experimento utilizou sementes de milho (*Zea mays*, L.), cultura que requer determinados nutrientes encontrados em abundância nos efluentes utilizados, para os ensaios toxicológicos. Neste trabalho foram avaliados os valores médios dos parâmetros CRP, CPA, VR, ASR e DMR, comparando-os entre os efluentes. O lixiviado, nas suas diferentes concentrações, apresentou o efeito mais tóxico, em relação aos demais tratamentos. Quanto às amostras tratadas, merece destaque o fato das sementes terem obtido melhor desenvolvimento na concentração 25%, demonstrando que os compostos presentes nas amostras tratadas favoreceram seu desenvolvimento, ressaltando que deve-se avaliar adequadamente questões relativas à qualidade e segurança do vegetal para fins de alimentação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Águas residuárias; lixiviado; toxicidade; *Zea mays* L.

**ABSTRACT:** Nowadays in developing countries there was an increase of waste production with a direct consequence on the environment and health in general. Several countries already yield food by reusing wastewater and landfill leachate. Such practice is a key factor for the management of water resources since it promotes the nutrients and the organic matter of animal excrement's recycling, minimizing environmental pollution as well as preserving the physical, chemical and biological soil features and, besides that, it's an economic alternative for rural properties. Overall, this means a significant nutrients' supply which causes an increase in productivity. The optimal concentrations of the leachate, wastewater dairy cattle and swine wastewater can be applied to plants and soil in a non-toxic way. The experiment used corn grain (*Zea mays*, L.), a crop that requires certain nutrients found in abundance within the effluents used, for toxicological tests. Within this study were evaluated the mean values of the following parameters: primary root length, shoot length, shoot length, root surface area and root mean diameter, comparing them among the effluents. The leachate, in its different concentrations, presented the most toxic effect in comparison with the remaining treatments. As for the treated samples, it is worth highlighting the fact that the seeds have gotten better development in the concentration of 25%, demonstrating the compounds present within the treated samples improved their development, nevertheless issues related to quality and safety of the plant for nourishment purposes must be properly evaluated.

**KEYWORDS:** wastewater; leachate; toxicity; *Zea mays* L.

## INTRODUÇÃO

No Brasil, dentre outros países em desenvolvimento, a globalização aumentou a geração de resíduos com características sintéticas, cuja deposição sobre o solo, implica em impacto ambiental negativo e elevados riscos à saúde pública (NASCENTES, 2013).

Em países desenvolvidos ou em desenvolvimento, poucas são as áreas povoadas que não sofram com a poluição dos recursos hídricos, a contaminação por material biológico ou químico é um problema mundial (BAIRD e CANN, 2011).

O reuso da água residuária (AR) é um fator importante para a gestão dos recursos hídricos, pois fomenta a reciclagem dos nutrientes e matéria orgânica dos dejetos animais, sendo o melhor destino de modo a evitar a poluição ambiental, bem como preservar as características físicas, químicas e biológicas do solo (CAMPOS et al., 2002).

O aproveitamento agrícola de AR constitui uma importante contribuição para a minimização da contaminação ambiental devido à redução de seu lançamento em mananciais e/ou solos, além de ser uma alternativa econômica para a propriedade

rural (SEGANFREDO, 2007; FRANCISCO et al., 2014). Cabe ressaltar que o lançamento de efluentes diretamente em corpos de água receptores deve atender a padrões estabelecidos pela legislação federal.

A quantidade de AR é gerada em função do número de animais, alimentação, quantidade de água utilizada na higienização das instalações e manejo dos dejetos. Com o desenvolvimento industrial houve a produção de grande quantidade de dejetos que, pela falta de tratamento adequado, se transformou em uma das maiores fontes poluidoras dos mananciais hídricos, principalmente nas regiões de intensa produção, já que os dejetos, em especial dos suínos, constituem-se num problema sério devido ao seu elevado número de contaminantes presentes (NOLASCO et al., 2005).

No entanto, a aplicação da prática de utilização de AR na agricultura, ainda é feita com pouco embasamento experimental, e pode ocasionar contaminação de águas subterrâneas e desequilíbrios na relação solo-planta (MARTINS, 2014). Na Europa e Estados Unidos, a utilização de AR é observada em técnicas de tratamento por escoamento superficial e, também na fertilização de solos cultivados, no Brasil sob forma de fertirrigação de culturas exploradas em regiões produtoras de suínos e bovinos (FREITAS et al., 2005).

A fertirrigação de culturas agrícolas é uma das possibilidades de disposição final de efluentes líquidos, todavia, de acordo com estudos, deve ser aplicada ao solo de forma criteriosa (SILVA et al., 2012; FREITAS et al., 2005; LO MONACO, 2009).

Em alguns países, onde o racionamento de água é severo, o reaproveitamento de AR é realidade, em Israel por exemplo, 65% do efluente sanitário tratado é utilizado na irrigação agrícola (CAPRA e SCICLONE, 2004).

Outra forma de reuso acontece no México, onde 45000 litros de esgoto produzidos na cidade do México são misturados diariamente, por segundo, com água de chuva, após é levada por meio de canais a uma distância de 60 km, para irrigação de milhares de hectares cultivados com cereais e forragens (BASTOS, 2003). Na Austrália, áreas de 600 hectares cultivadas com cana-de-açúcar são irrigadas com efluentes de tratamento de esgoto. A utilização dos efluentes proporcionou aumento de 62,5% da produção de açúcar (BRADDOCK e DOWNS, 2001).

Na mesma proporção, pesquisadores observaram que a utilização de lixiviado na fertirrigação do cafeeiro contribuiu de maneira mais efetiva quando comparado com o manejo convencional (RIBEIRO et al., 2009).

O crescente interesse de pesquisadores e órgãos governamentais se dá pelo fato do incentivo à agricultura sustentável, da agricultura familiar, as quais podem utilizar AR e o lixiviado, substituindo os fertilizantes químicos de alto custo e reduzindo o impacto negativo ao ambiente (SIMAS e NUSSIO, 2001).

Além do uso de AR, o lixiviado oriundo de aterros sanitários contém elevada



concentração de substâncias orgânicas e inorgânicas, apresenta composição complexa e variável, sendo observado na agricultura como material em potencial na melhora nutricional do solo, substituindo a adubação e, conseqüentemente reduzindo os custos da propriedade, bem como destinando-o de forma eficiente, o que gera menos impactos negativos ao ambiente.

De maneira geral, AR e lixiviado de aterro sanitário apresentam um aporte significativo de nutrientes, os quais podem ser absorvidos pelas plantas e, com isso, virem a proporcionar um incremento na produtividade. O desenvolvimento e a produtividade das culturas apresentam valores crescentes com a adição desses nutrientes, porém, tal aumento na produtividade pode vir aliado a uma possível contaminação do perfil do solo (FRANCISCO et al., 2014).

A aplicação de AR e lixiviado no sistema solo-planta deve ser fundamentada em critérios agronômicos, levando em consideração a possível toxicidade às plantas, por isso a importância do conhecimento das taxas ideais de aplicação desses efluentes, de acordo com a necessidade da cultura (FONSECA et al., 2007; SEGANFREDO, 2007; ERTHAL et al., 2010).

Em um estudo, constatou-se um aumento de 40% em produtividade de uma variedade de milho, 19% na altura da planta e 65% no peso da espiga, quando comparado com o controle, em um sistema de sulcos irrigado com água residuária de suinocultura (ARS) (CHATEAUBRIAND, 1988).

Leigue et al., 2013; investigaram a irrigação de culturas destinadas à produção de biodiesel (soja e girassol) utilizando uma diluição de 20% de lixiviado em água e, notaram que o crescimento das plantas não foi afetado negativamente, e o desenvolvimento foi melhor se comparados com as plantas, especialmente o girassol.

A toxicidade desses efluentes, em contato com um organismo vivo, é determinada pelos bioensaios, observando o seu desenvolvimento quando colocado em diferentes concentrações da água residuária de bovinocultura (ARB), ARS e lixiviado (SANT'ANNA JUNIOR, 2010).

Com isso, a realização de ensaios toxicológicos é de extrema importância para a aplicação de efluentes no solo (FUENTES et al., 2004).

Determinadas as concentrações ideais das ARB, ARS e lixiviado, essas podem ser aplicadas de modo não tóxico às plantas e ao solo, tendo em vista que os macronutrientes nitrogênio e potássio são altamente requeridos pela cultura do milho, e os resíduos apresentam taxas elevadas dos mesmos.

## OBJETIVOS

Como objetivo geral, tem-se: verificar a toxicidade de distintas concentrações de água residuária de bovinocultura, água residuária de suinocultura e lixiviado de

aterro sanitário, na germinação da cultura do milho (*Zea mays L.*). Como objetivos específicos, tem-se: avaliar o efeito tóxico de quatro concentrações (diluição em água destilada) distintas: 25%, 50%, 75%, 100%; além do controle (0% de efluente e 100% de água destilada) de água residuária de bovinocultura, na germinação de milho (*Zea mays L.*), variedade BRS 4157 (Sol da Manhã); avaliar o efeito tóxico de quatro concentrações (diluição em água destilada) distintas: 25%, 50%, 75%, 100%; além do controle (0% de efluente e 100% de água destilada) de água residuária de suinocultura, na germinação de milho (*Zea mays L.*), variedade BRS 4157 (Sol da Manhã); avaliar o efeito tóxico de quatro concentrações (diluição em água destilada) distintas: 25%, 50%, 75%, 100%; além do controle (0% de efluente e 100% de água destilada) de água residuária de suinocultura, na germinação de milho (*Zea mays L.*), variedade BRS 4157 (Sol da Manhã); e comparar parâmetros morfológicos (comprimento de raiz primária; comprimento de parte aérea; área superficial de raiz; volume de raiz e diâmetro médio de raiz) de sementes pós-germinadas de milho (*Zea mays L.*), variedade BRS 4157 (Sol da Manhã), submetidas a distintas concentrações de água residuária de bovinocultura, água residuária de suinocultura e lixiviado de aterro sanitário.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido e realizado no decorrer dos meses de março, abril, maio e junho de 2014, envolveu desde a coleta dos efluentes, preparo do material até o período de análises no Laboratório de Estudo das Relações Solo-Planta, localizado no Departamento de Solos do Instituto de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ); para os ensaios toxicológicos utilizou-se sementes de milho (*Zea mays, L.*), variedade Sol da Manhã, estas foram obtidas na Fazendinha Agroecológica do km 47, bem como os resíduos de bovinocultura de leite em um sistema orgânico de produção, usados no preparo da respectiva água utilizada no trabalho.

A água residuária de suinocultura foi preparada a partir dos dejetos dos suínos do Instituto de Zootecnia da UFRRJ, e o lixiviado foi coletado no Aterro Sanitário de Paracambi.

Todos os efluentes foram diluídos em água destilada, de modo a avaliar-se 5 tratamentos, nas concentrações à 25%, 50%, 75%, além do controle (0% de efluente) e 100% do preparado; numa mesma batelada, de modo a garantir amostras em triplicatas com as mesmas características físico-químicas sendo aplicadas ao organismo-teste; cabe ressaltar que a ARB deve ser mantida em repouso por um período de 24 horas, devido ao seu alto teor de material orgânico, para que haja decantação do material em suspensão (Figura 1).



Figura 1 - As soluções dos efluentes, totalizando 5 tratamentos para cada.

As sementes foram enroladas em papel filtro “*germitest*®”, próprio para ensaios de germinação, cada rolinho foi preparado com 10 sementes, conforme apresentado na Figura 2



Figura 2 - Preparação das sementes para ensaio de germinação.

Os rolos com papel filtro foram colocados em tubos “*falcon*” contendo as misturas, conforme apresentado na Figura 3



Figura 3 - Enchimento dos tubos falcon e imersão do rolos de papel filtro com as sementes.

O delineamento experimental desta fase previu um branco (água destilada), além das amostras brutas e diluídas dos efluentes 0%, 25%, 50%, 75% e 100%. Foram preparadas amostras para avaliação após 4 e 7 dias de germinação, seguindo recomendações do MAPA (2009) para a realização de ensaios de germinação de sementes de milho. Para cada tratamento foram realizadas 3 repetições com rolinhos contendo 10 sementes cada, totalizando 30 resultados por tratamento. Após a preparação de todas as amostras, estas foram incubadas em estufa (Figura 4) com controle de temperatura, tendo-se adotado 28°C, conforme recomendações do MAPA (2009) para ensaio de germinação de sementes de milho (Figura 5).

Diariamente era verificado o nível do líquido nos tubos, repondo-se na amostra, caso necessário.



Figura 4 - Amostras em estufa com controle de temperatura.



Figura 5 - Controle de temperatura conforme recomendações do MAPA, 2009.

No quarto dia após a incubação, três rolinhos de cada tratamento foram retirados da estufa, mantendo-se outros três para avaliação somente no sétimo dia, momento em que se repetiu a metodologia descrita a seguir.

Os parâmetros morfológicos avaliados foram: Comprimento de Raiz Primária (CRP), Comprimento de Parte Aérea (CPA), Área Superficial de Raiz (ASR), Volume

de Raiz (VR) e Diâmetro Médio de Raiz (DMR).

Para a avaliação dos parâmetros Comprimento de Raiz Primária (CRP) e Comprimento da Parte Aérea (CPA), os rolinhos foram abertos e, com uso de régua, procederam-se as medições, conforme apresentado na Figura 6.

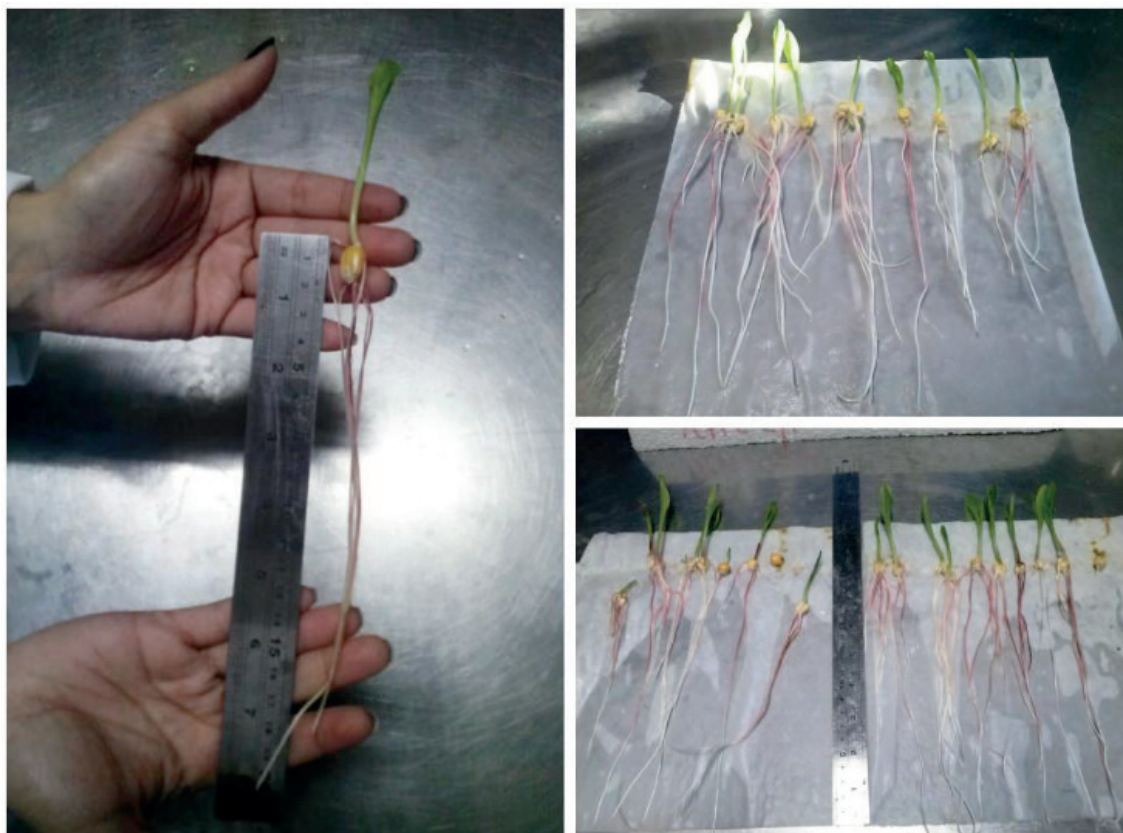


Figura 6 - Comprimento de raiz primária (CRP) e comprimento de parte aérea (CPA) em sementes germinadas.

Para a análise de Comprimento Total de Raiz (CTR), Área Superficial de Raiz (ASR), Volume de Raiz (VR) e Diâmetro Médio de Raiz (DMR), utilizou-se o sistema WinRHIZO® 2012b (Regent Instr. Inc.), acoplado a um *scanner* profissional Epson XL 10000 equipado com unidade de luz adicional. Foi utilizada uma definição de 400 dpi para as medidas de morfologia de raiz (BAUHUS E MESSIER, 1999).

As raízes foram separadas da semente e da parte aérea e dispostas em uma cuba de acrílico de 20 cm de largura por 30 cm de comprimento contendo água destilada (Figura 7). A utilização deste acessório permitiu a obtenção de imagens em três dimensões, evitando também a sobreposição das raízes.



Figura 7 - Raízes dispostas em cuba para digitalização de imagens e análise morfológica de sistema radicular.

Na análise das médias dos resultados, foram realizados Teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro, e submetidos à análise de variância pelo Teste F.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 5, verifica-se o resultado das médias avaliadas do Comprimento de Raiz Primária (CRP); Comprimento de Parte Aérea (CPA); Volume de Raiz (VR), Área Superficial de Raiz (ASR); Diâmetro Médio de Raiz (DMR); da cultura do milho submetido a diferentes concentrações de ARB, medidos no 4º dia.

<b>ARB - 4º dia</b>					
<b>Concentrações</b>	<b>CRP(mm)</b>	<b>CPA (mm)</b>	<b>VR (mm<sup>3</sup>)</b>	<b>ASR (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>DMR (mm)</b>
0%	4,600 a	0,723 a	495,40 a	2756,81 a	7,128 a
25%	5,103 a	1,000 a	524,85 a	3041,12 a	6,910 ab
50%	4,753 a	0,633 a	382,17 a	2415,44 a	6,227 ab
75%	4,633 a	0,693 a	329,80 a	2176,38 a	6,040 b
100%	4,386 a	0,607 a	400,44 a	2561,51 a	6,255 ab

Tabela 5 - Valores médios de CRP, CPA, VR, ASR, DMR, com as diferentes concentrações de ARB, analisadas no 4º dia.

\*Dentro da mesma coluna, as médias com mesma letra não diferem.

Observa-se, na Tabela 5, que não houve diferença estatisticamente significativa entre os comprimentos de raiz primária das amostras com 0%, 25%, 50%, 75% e 100%, com exceção da coluna que apresenta os valores de DMR, a qual há uma pequena diferença entre as concentrações 0% e 75%. Neste caso verifica-se que o efeito toxicológico da ARB, ainda não afetou significativamente a germinação do milho.

Na Tabela 6, verifica-se o resultado das médias avaliadas do Comprimento de Raiz Primária (CRP); Comprimento de Parte Aérea (CPA); Volume de Raiz (VR), Área Superficial de Raiz (ASR); Diâmetro Médio de Raiz (DMR); da cultura do milho submetido a diferentes concentrações de ARB, medidos no 7º dia.

Na tabela abaixo, observa-se diferença significativa nas colunas CRP, VR e DMR, desse modo evidencia-se o efeito toxicológico potencializado com o aumento das concentrações, uma vez que com o aumento da concentração há uma diminuição dos parâmetros avaliados. Com relação a CPA e ASR, apesar de não se verificar diferença significativa, vale ressaltar que ocorreu uma diferença de 74,60% no CPA, entre o maior valor, 5,956 mm (0%) e o menor valor, 4,443 mm (100%) e uma diferença na ASR, de 56,58% o maior valor, 13.816,57 mm<sup>2</sup> (0%) e o menor valor, 7.816,96 mm<sup>2</sup> (100%).

<b>ARB - 7º dia</b>					
<b>Concentrações</b>	<b>CRP(mm)</b>	<b>CPA(mm)</b>	<b>VR (mm<sup>3</sup>)</b>	<b>ASR (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>DMR (mm)</b>
0%	16,136 a	5,956 a	2824,00 a	13816,57 a	8,149 a
25%	13,756 ab	5,536 a	2453,67 ab	12755,10 a	7,682 ab
50%	12,146 ab	5,280 a	1999,40 ab	10574,55 a	7,540 ab
75%	11,190 ab	4,520 a	1581,14 ab	9281,68 a	6,801 bc
100%	11,043 b	4,443 a	1290,23 b	7816,96 a	6,142 c

Tabela 6 - Valores médios de CRP, CPA, VR, ASR, DMR, com as diferentes concentrações de ARB, analisadas no 7º dia.

\*Dentro da mesma coluna, as médias com mesma letra não diferem.

Nas Tabelas 7 e 8, verifica-se o resultado das médias avaliadas do Comprimento de Raiz Primária (CRP); Comprimento de Parte Aérea (CPA); Volume de Raiz (VR), Área Superficial de Raiz (ASR); Diâmetro Médio de Raiz (DMR); da cultura do milho submetido a diferentes concentrações de lixiviado de aterro sanitário, medidos no 4º e no 7º dia, respectivamente.



<b>Lixiviado – 4° dia</b>					
Concentrações	CRP(mm)	CPA (mm)	VR (mm <sup>3</sup> )	ASR (mm <sup>2</sup> )	DMR (mm)
0%	5,226 a	1,530 a	485,21 a	2863,87 a	6,765 a
25%	4,906 a	1,280 ab	370,14 ab	2327,25 ab	6,372 a
50%	4,176 a	0,853 bc	277,24 b	1869,09 ab	5,940 ab
75%	3,596 a	0,663 c	223,03 b	1756,72 ab	5,043 b
100%	3,493 a	0,607 c	200,05 b	1508,34 ab	5,035 b

Tabela 7 - Valores médios de CRP, CPA, VR, ASR, DMR, com as diferentes concentrações de lixiviado de aterro sanitário, analisadas no 4° dia.

\*Dentro da mesma coluna, as médias com mesma letra não diferem.

<b>Lixiviado – 7° dia</b>					
Concentrações	CRP(mm)	CPA (mm)	VR (mm <sup>3</sup> )	ASR (mm <sup>2</sup> )	DMR (mm)
0%	14,710 a	5,570 a	2125,58 a	11661,60 a	7,160 a
25%	13,623 ab	6,356 a	2195,80 a	10914,63 a	8,050 a
50%	10,730 ab	5,963 a	1808,31 a	10030,14 a	7,557 a
75%	9,196 bc	4,000 a	1742,80 a	9519,67 a	6,862 a
100%	8,060 c	3,670 a	1582,07 a	9006,45 a	6,971 a

Tabela 8 - Valores médios de CRP, CPA, VR, ASR, DMR, com as diferentes concentrações de Lixiviado de Aterro Sanitário, analisadas no 7° dia.

\*Dentro da mesma coluna, as médias com mesma letra não diferem.

Nas Tabelas 7 e 8 acima, pode-se observar os valores médios dos tratamentos referentes ao lixiviado, tanto do 4° como do 7° dia, apresentam diferenças significativas distintas dos parâmetros avaliados. No 4° dia apenas o parâmetro CRP não apresentou diferença significativa, enquanto no 7°, CPA VR, ASR e DMR, não apresentaram diferenças significativas. Vale ressaltar que apesar desses parâmetros, no 7° dia, não apresentarem diferenças significativas, ocorreu uma diferença de 65,89% no CPA, entre o maior valor, 5,570 mm (0%) e o menor valor, 3,670 mm (100%), uma diferença de 72,05% no VR, entre o maior valor, 2.195,80 mm<sup>3</sup> (25%) e o menor valor, 1.582,07 mm<sup>3</sup> (100%), uma diferença na ASR, de 77,23%, entre o maior valor, 11.661,60 mm<sup>2</sup> (0%) e o menor valor, 9.006,45 mm<sup>2</sup> (100%) e ainda uma diferença de 85,24% no DMR, entre o maior valor, 8,050 mm (25%) e o menor valor, 6,862 mm (75%).

De acordo com Nascentes (2013), o qual avaliou-se a toxicidade do lixiviado seguindo a metodologia abordada neste trabalho, e as recomendações do MAPA para germinação do milho, os valores seguem a mesma tendência dos resultados obtidos no experimento, apesar de não apresentarem diferenças estatisticamente significativas, os valores das médias são menores conforme há aumento da concentração do lixiviado.

Na Tabela 9, verifica-se o resultado das médias avaliadas do Comprimento de Raiz Primária (CRP); Comprimento de Parte Aérea (CPA); Volume de Raiz (VR), Área Superficial de Raiz (ASR); Diâmetro Médio de Raiz (DMR); da cultura do milho submetido a diferentes concentrações de ARS, medidos no 4º dia.

<b>ARS – 4º dia</b>					
Concentrações	CRP(mm)	CPA (mm)	VR (mm <sup>3</sup> )	ASR (mm <sup>2</sup> )	DMR (mm)
0%	4,020 a	0,803 a	335,11 a	2221,67 a	6,044 a
25%	4,217 a	0,930 a	373,35 a	2389,74 a	6,254 a
50%	4,500 a	0,957 a	237,53 a	1669,23 a	5,646 a
75%	4,536 a	1,077 a	335,62 a	2133,71 a	6,301 a
100%	4,580 a	1,090 a	320,45 a	2205,26 a	5,828 a

Tabela 9 - Valores médios de CRP, CPA, VR, ASR, DMR, com as diferentes concentrações de ARS, analisadas no 4º dia.

\*Dentro da mesma coluna, as médias com mesma letra não diferem.

Na Tabela 9, observa-se que não houve diferença estatisticamente significativa entre os parâmetros avaliados, das amostras com 0%, 25%, 50%, 75% e 100%.

Na Tabela 10, verifica-se que ocorre diferença significativa para o resultado das médias avaliadas do Comprimento de Raiz Primária (CRP) e Diâmetro Médio de Raiz (DMR); e que não há diferença entre as médias do Comprimento de Parte Aérea (CPA); Volume de Raiz (VR) e Área Superficial de Raiz (ASR); da cultura do milho submetido a diferentes concentrações de ARS, medidos no 7º dia. Apesar de não ocorrer diferença significativa, verifica-se que uma diferença de 72,92% no CPA, entre o maior valor, 6,407 mm (75%) e o menor valor, 4,673 mm (100%), uma diferença de 57,53% no VR, entre o maior valor, 2.962,67 mm<sup>3</sup> (25%) e o menor valor, 1.704,49 mm<sup>3</sup> (100%), e uma diferença na ASR, de 71,33%, entre o maior valor, 14.714,51 mm<sup>2</sup> (25%) e o menor valor, 10.495,60 mm<sup>2</sup> (100%).

<b>ARS – 7º dia</b>					
Concentrações	CRP(mm)	CPA (mm)	VR (mm <sup>3</sup> )	ASR (mm <sup>2</sup> )	DMR (mm)
0%	18,530 a	6,173 a	2770,10 a	12746,65 a	8,634 a
25%	14,400 ab	5,973 a	2962,67 a	14714,51 a	8,026 ab
50%	13,550 ab	5,710 a	2120,63 a	11640,29 a	7,291 bc
75%	14,080 ab	6,407 a	2574,88 a	14124,18 a	7,283 bc
100%	10,550 b	4,673 a	1704,49 a	10495,60 a	6,259 c

Tabela 10 - Valores médios de CRP, CPA, VR, ASR, DMR, com as diferentes concentrações de ARS, analisadas no 7º dia.

\*Dentro da mesma coluna, as médias com mesma letra não diferem.

Na Figura abaixo são apresentados a evolução dos resultados dos valores médios do comprimento de raiz primária (CRP) das amostras brutas e tratadas, após

4 (Figura 8a) e 7 dias de germinação (Figura 8b)

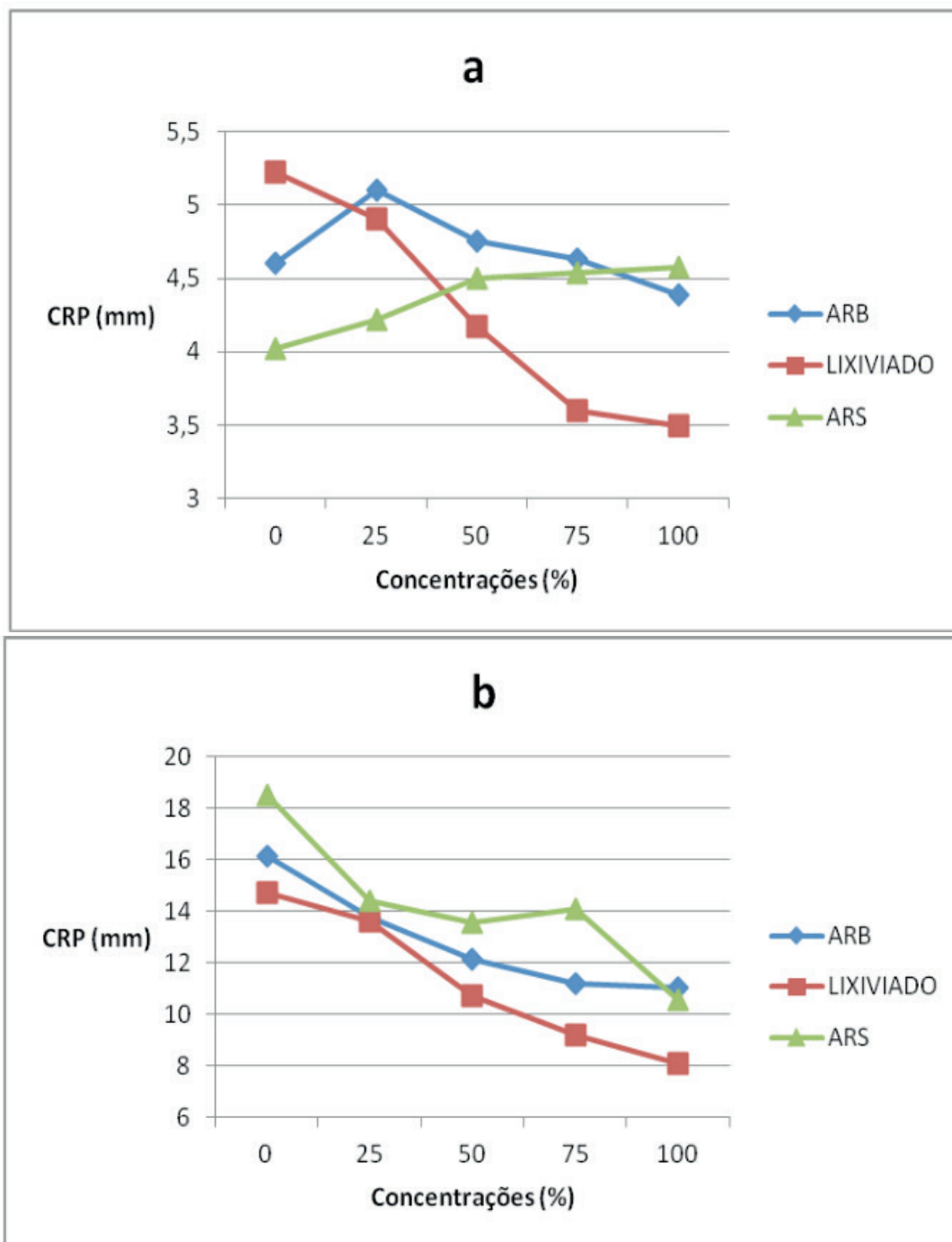


Figura 8 - Valores Médios do Comprimento de Raiz Primária das sementes expostas às diferentes concentrações de lixiviado de aterro sanitário, ARB e ARS no 4° (a) e 7° dias (b).

Pode-se observar na Figura 8a, referente ao 4° dia de germinação, que ocorreu um decréscimo de comprimento de raiz com o aumento da concentração de lixiviado; essa mesma tendência também ocorre no 7° dia de germinação (Figura 8b). Já a germinação das sementes utilizando ARS, apresentou um comportamento inverso, na avaliação do 4° dia (Figura 8a), porém na avaliação do 7° dia apresentou diminuição do CRP com o aumento das concentrações (Figura 8b).

Com relação a ARB, em ambos os dias (4° e 7° dia), a concentração de 25% apresentou um maior valor para o CRP, sendo que a partir desta concentração há

um declínio no CRP.

Nota-se ainda nas figuras 8a e 8b, que os valores médios de CPR, para as testemunhas (0%), apresentaram uma discrepância para os três tratamentos, sendo assim fica evidente que variabilidade genética, também influencia nos resultados para este parâmetro avaliado.

Nas Figuras 9a e 9b são apresentados os resultados dos valores médios dos comprimentos de parte aérea (CPA) das amostras de lixiviado de aterro sanitário, ARS e ARB, após 4 e 7 dias de germinação.

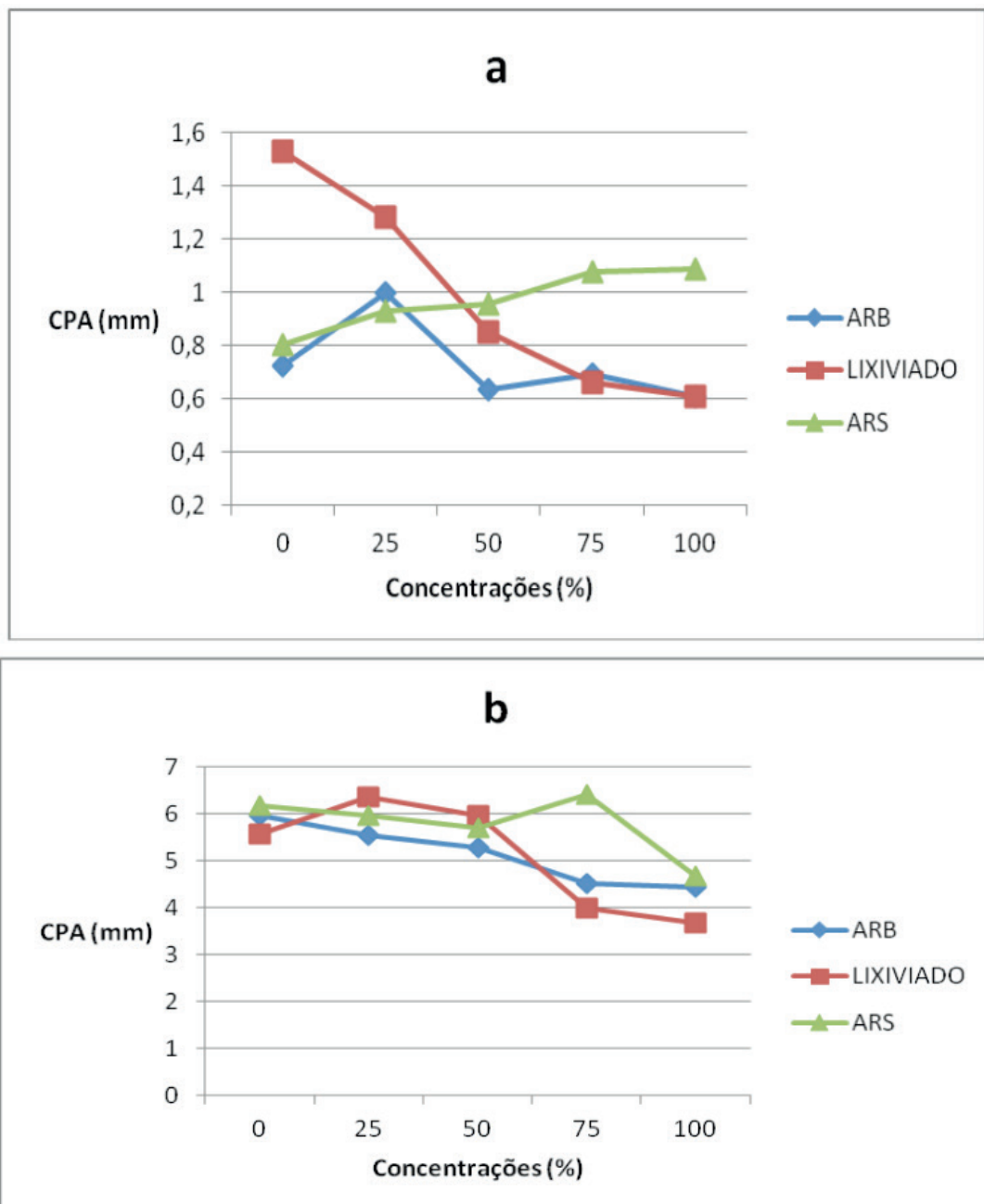


Figura 9 - Comprimento de Parte Aérea das sementes expostas às diferentes concentrações de lixiviado de aterro sanitário, ARB e ARS no 4º (a) e 7º dias (b).

Verifica-se que após o 4º dia de germinação (Figura 9ª) o lixiviado de aterro sanitário apresentou um comportamento inverso do aumento de sua concentração

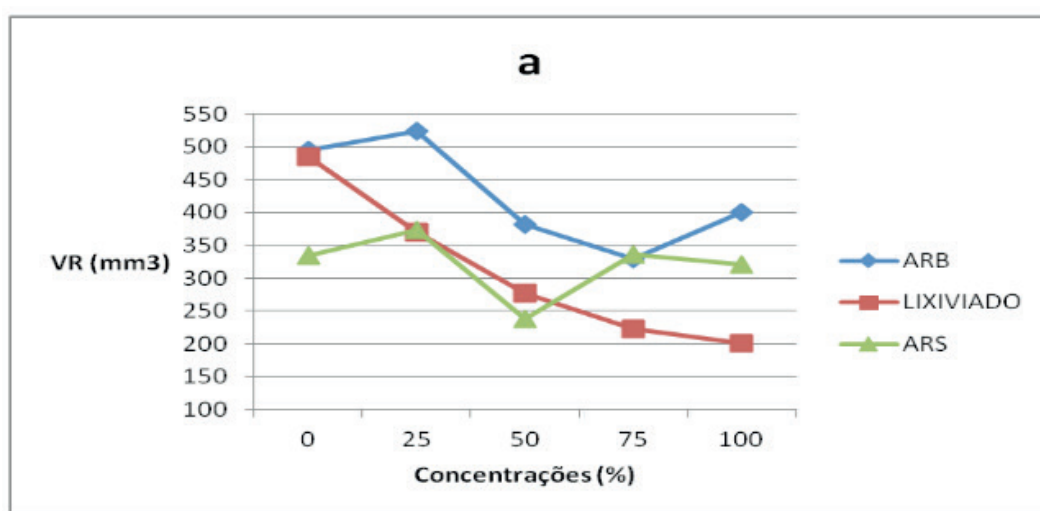
com o CPA, porém após o 4º dia de germinação o CPA aumentou para a concentração de 25% e a partir dela apresentou um declínio, sendo que o valor do CPA para a concentração de 100% (3,6 mm) é 2 mm menor que o valor da testemunha (5,6 mm). Este fato evidencia que há uma influencia (toxicidade) do lixiviado no desenvolvimento da parte aérea do milho.

Após o 4º dia de germinação das sementes utilizando ARS, verifica-se que ocorreu um comportamento do CPA (Figura 9a) semelhante ao comportamento do CRP (Figura 8a), ou seja, esses comprimentos aumentaram com o aumento da concentração. Este fato evidencia que inicialmente a ARS apresenta um aporte de nutrientes que promovem a germinação. Analisando ainda a Figura 9b (7º dia de germinação), verifica-se que a concentração de 75% de ARS, promoveu o maior aumento de CPA.

No caso da ARB, que após o 4º dia o tratamento de 25% apresentou um aumento no crescimento, porém no 7º dia ocorreu um declínio do CPA com o aumento da concentração de ARB.

Nota-se ainda na Figura 9a, que há uma discrepância para os três tratamentos os valores médios de CPA, após o 4º dia de germinação das sementes, para as testemunhas (0%), porém esses valores ficam semelhantes após o 7º dia de germinação das sementes (Figura 9b). Este fato mostra que apesar da variabilidade genética, há uma tendência de igualdade no desenvolvimento da parte aérea da planta, quando submetidas ao mesmo tratamento.

Nas Figuras 10a, 10 b, 10c e 10d são apresentados os resultados dos valores médios do volume de raiz (VR) e área superficial de raiz (ARS) das amostras de lixiviado de aterro sanitário, ARS e ARB, após 4 e 7 dias de germinação., respectivamente.



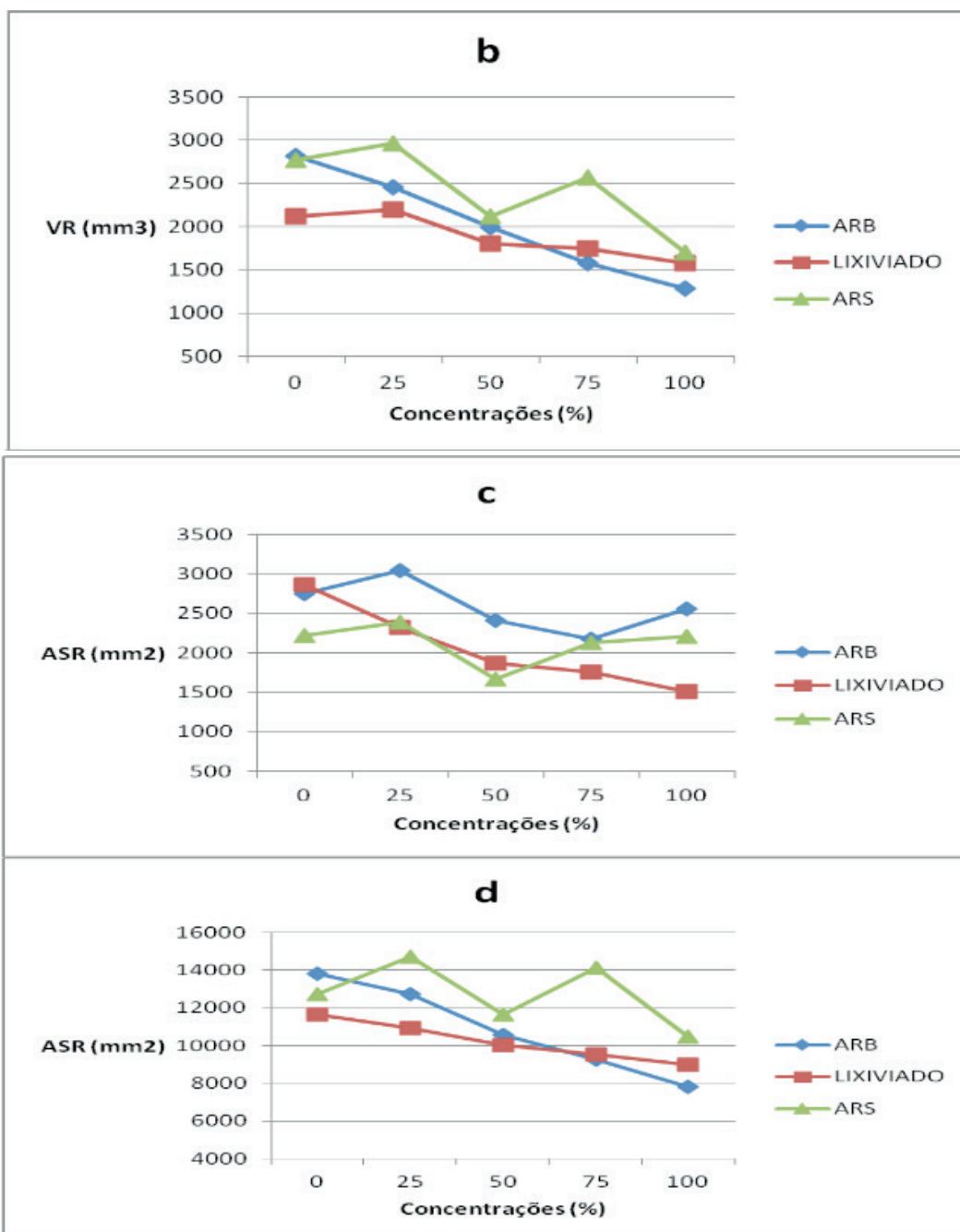


Figura 10 - Volume de raiz das sementes no 4º (a) e 7º dias (b) e área superficial de raiz das sementes no 4º (c) e 7º dias (d), expostas às diferentes concentrações de lixiviado de aterro sanitário, ARB e ARS.

Nota-se um comportamento muito semelhante para os parâmetros avaliados, ou seja, VR e ARS seguem a mesma tendência.

Com aumento da concentração do lixiviado há uma diminuição de VR e ARS, tanto para o quarto como para 4º (Figuras 10a e 10c), como para o 7º dia de germinação das sementes (Figuras 10b e 10d), evidenciando o efeito da toxicidade deste efluente na germinação do milho, principalmente no desenvolvimento radicular, como também foi avaliado no CPR.

Com relação a ARS, nota-se uma inconstância na tendência do efeito da concentração do efluente, no desenvolvimento do sistema radicular das sementes,

porém é possível verificar que a qual a concentração de 50% mostrou os menores valores em ambos os dias de avaliação, bem como as concentrações de 25% e 75%, os maiores valores.

Com relação a ARB, no 4º dia (Figuras 10a e 10c), a concentração de 25% apresentou um maior valor para VR e ARS, e após uma queda nos valores referentes as concentrações de 50 e 75%, há uma pequena elevação na concentração de 100%. .Verifica-se ainda que, após o 7º dia de germinação das sementes, o aumento da concentração da ARB é inversamente proporcional aos valores de VR e ASR (Figuras 10b e 10d).

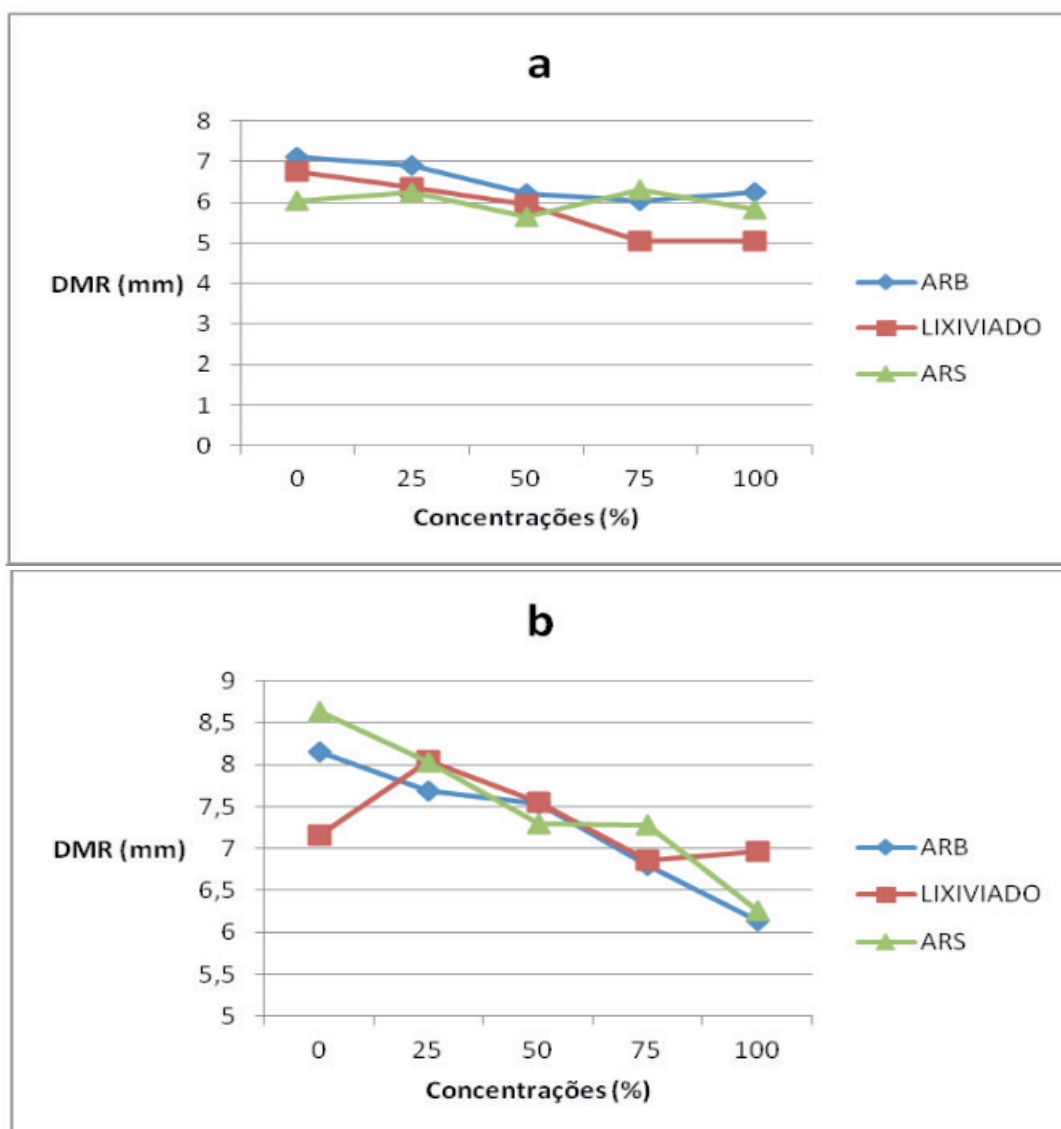


Figura 11 - Diâmetro Médio de Raiz das sementes expostas às diferentes concentrações de lixiviado de aterro sanitário, ARB e ARS no 4º (a) e 7º dias (b).

Nas Figuras 11a e 11b, verifica-se que, de um modo geral em todos os tratamentos com o aumento da concentração há uma diminuição do DMR. Vale ressaltar que o DMR foi o parâmetro que apresentou menos diferenças quando comparados os três efluentes, principalmente no 7º dia de germinação das sementes (Figura 11b). Este

fato se dá, pois o diâmetro é um parâmetro pouco variável após quatro e sete dias.

Na Tabela 11, verifica-se a comparação estatística entre os valores médios de CPR, CPA, VR, ASR e DMR; 4º dia de germinação das sementes de milho, submetida aos efluentes: lixiviado de aterro sanitário, ARS e ARB, nas concentrações 0, 25, 50, 75 e 100%.

<b>ARB</b>	CRP (mm)	CPA (mm)	VR (mm <sup>3</sup> )	ASR (mm <sup>2</sup> )	DMR (mm)
0%	4,600 a	0,723 b	495,396 a	2756,82 ab	7,128 a
25%	5,103 a	1,003 ab	524,850 a	3041,124 a	6,191 ab
50%	4,753 a	0,633 b	382,180 abc	2415,44 ab	6,227 abcd
75%	4,633 a	0,693 b	329,802 abc	2176,38 ab	6,040 abcd
100%	4,386 a	0,606 b	400,443 abc	2561,512 ab	6,255 abcd
<b>Lixiviado</b>	CRP (mm)	CPA (mm)	VR (mm <sup>3</sup> )	ASR (mm <sup>2</sup> )	DMR (mm)
0%	5,226 a	1,530 a	485,216 ab	2863,87 ab	6,765 ab
25%	4,907 a	1,280 ab	370,141 abc	2327,25 ab	6,372 abc
50%	4,177 a	0,853 ab	277,244 abc	1869,09 ab	5,940 abcd
75%	3,597 a	0,663 b	223,030 c	1756,72 ab	5,035 d
100%	3,493 a	0,607 b	200,052 c	1508,34 b	5,043 cd
<b>ARS</b>	CRP (mm)	CPA (mm)	VR (mm <sup>3</sup> )	ASR (mm <sup>2</sup> )	DMR (mm)
0%	4,020 a	0,803 ab	335,119 abc	2221,67 ab	6,044 abcd
25%	4,217 a	0,957 ab	373,357 abc	2389,75 ab	6,255 abcd
50%	4,500 a	0,930 ab	237,536 bc	1669,24 ab	5,646 Bcd
75%	4,537 a	1,077 ab	335,628 abc	2133,72 ab	6,301667 abcd
100%	4,580 a	1,090 ab	320,455 abc	2205,26 ab	5,828 abcd
f	ns	*	*	*	*
CV (%)	18,46	28,19	23,48	20,61	7,24

Tabela 11 - Comparação estatística dos valores médios de CRP, CPA, VR, ASR, DMR, com as diferentes concentrações de lixiviado de aterro sanitário, ARS e ARB, analisadas no 4º dia após a germinação.

\*Dentro da mesma coluna, as médias com mesma letra não diferem.



É possível notar na Tabela 11, os valores médios de CRP, não apresentam diferença significativa para os distintos tratamentos e respectivas concentrações. Apesar de não ocorrer diferença significativa, há uma variação de 66, 84% entre o maior valor, 5,226 mm (lixiviado 0%) e 3,493 mm (lixiviado 100%).

Verifica-se na Tabela acima que existe uma diferença significativa dos valores de CPA, VR, ASR e DMR, demonstrando que esses parâmetros foram sensíveis aos tratamentos e suas respectivas concentrações.

Verifica-se que para os valores de VR, ASR e DMR, não correram diferenças significativas para as sementes que receberam somente água destilada (0%).

Na Tabela 12, verifica-se a comparação estatística entre os valores médios de CPR, CPA, VR, ASR e DMR; 7° dia de germinação das sementes de milho, submetida aos efluentes: lixiviado de aterro sanitário, ARS e ARB, nas concentrações 0, 25, 50, 75 e 100%.

<b>ARB</b>	CRP(mm)	CPA(mm)	VR(mm <sup>3</sup> )	ASR(mm <sup>2</sup> )	DMR(mm)
0%	16,137 b	5,957 a	2824,001 a	13816,572 a	8,148 ab
25%	13,623 abcd	5,280 a	2453,667 a	12755,098 a	7,682 abc
50%	12,146 abcd	5,567 a	1999,391 a	10574,556 a	7,540 abc
75%	11,043 bcd	4,520 a	1581,140 a	9281,687 a	6,802 bc
100%	11,190 bcd	4,443 a	1290,236 a	7816,964 a	6,142 c
<b>Lixiviado</b>	CRP(mm)	CPA(mm)	VR(mm <sup>3</sup> )	ASR(mm <sup>2</sup> )	DMR(mm)
0%	14,710 abc	5,570 a	2125,576 a	11661,596 a	7,160 abc
25%	13,623 abcd	6,357 a	2962,675 a	10914,636 a	8,050 ab
50%	10,730 bcd	5,963 a	1808,312 a	9519,676 a	7,557 abc

Tabela 12 - Comparação estatística dos valores médios de CRP, CPA, VR, ASR, DMR, com as diferentes concentrações de lixiviado de aterro sanitário, ARS e ARB, analisadas no 7° dia após a germinação.

\* Dentro da mesma coluna, as médias com mesma letra não diferem.

75%	9,197 cd	4,000 a	1742,800 a	10030,140 a	6,862 bc
100%	8,060 d	3,670 a	1582,073 a	9006,454 a	6,971 abc
<b>ARS</b>	CRP(mm)	CPA(mm)	VR(mm <sup>3</sup> )	ASR(mm <sup>2</sup> )	DMR(mm)
0%	18,530 a	6,173 a	2770,102 a	12746,655 a	8,633 a
25%	14,400 abcd	5,973 a	2962,675 a	14714,515 a	8,026 ab
50%	13,550 abcd	5,710 a	2120,640 a	11640,292 a	7,281 abc
75%	14,080 abcd	6,407 a	2574,880 a	14124,178 a	7,291 abc
100%	10,550 bcd	4,673 a	1582,073 a	10574,556 a	6,259 c
f	*	ns	ns	ns	*
CV (%)	16,76	21,31	26,93	22,78	7,66

Tabela 12 - Comparação estatística dos valores médios de CRP, CPA, VR, ASR, DMR, com as diferentes concentrações de lixiviado de aterro sanitário, ARS e ARB, analisadas no 7º dia após a germinação.

\* Dentro da mesma coluna, as médias com mesma letra não diferem.

Na Tabela 12, os valores médios de CRP e DRM, apresentaram diferença significativa entre os tratamentos ao nível de 5% de significância. Demonstrando que ocorreu uma grande diferenciação entre os tratamentos e suas respectivas concentrações. Verifica-se ainda que os valores de CPA, VR e ASR, não apresentam diferença significativa para os distintos tratamentos e respectivas concentrações. Este fato se deve aos altos valores de coeficientes de variação, 21,31; 26,93 e 22,78%. Apesar de não ocorrer diferença significativa, para o CPA, há uma variação de 57,28% entre o maior valor, 6,407 mm (ARS 75%) e 3,670 mm (lixiviado 100%); para o VR foi de 43,55% entre o maior valor, 2962,675 mm<sup>3</sup> (ARS 25% e lixiviado 25%) e 1290,236 mm<sup>3</sup> (ARB 100%); e para o ASR, há uma variação de 53,10% entre o maior valor, 14.714,515 mm<sup>2</sup> (ARS 25%) e 7.816,964 mm<sup>2</sup> (ARB 100%).

Verifica-se ainda na Tabela 12, que para os valores de CPA, VR, ASR e DMR, não correram diferenças significativas para as sementes que receberam somente água destilada (0%).

## CONCLUSÕES

Verificou-se a ocorrência de efeito tóxico crônico da utilização de água residuária de bovinocultura em distintas concentrações, na germinação de milho (*Zea mays* L.),

variedade BRS 4157 (Sol da Manhã), sendo este efeito potencializado pelo aumento da concentração deste efluente.

O efeito tóxico da utilização de água residuária de suinocultura, na germinação de milho (*Zea mays* L.), variedade BRS 4157 (Sol da Manhã); foi muito variável com relação as diferentes concentrações nos dois períodos avaliados, ou seja, após o 4º e 7º dias de germinação das sementes.

A utilização do lixiviado de aterro sanitário, na germinação de milho (*Zea mays* L.), variedade BRS 4157 (Sol da Manhã), apresentou uma grande toxicidade crônica, prejudicando a germinação da semente, comprometendo o desenvolvimento tanto da parte aérea do vegetal como do sistema radicular, sendo que quanto maior a concentração deste efluente maior é o grau de toxicidade.

Os parâmetros morfológicos avaliados (comprimento de raiz primária; comprimento de parte aérea; área superficial de raiz; volume de raiz e diâmetro médio de raiz), demonstraram ser bons indicativos de desenvolvimento vegetal, na utilização de efluentes em diferentes concentrações em sementes pós-germinadas de milho (*Zea mays* L.).

Os testes de toxicidade utilizando sementes de milho (*Zea mays* L.) demonstraram ser uma interessante ferramenta para verificação do efeito tóxico do lixiviado e de AR, sendo de baixo custo, rápida execução e alta sensibilidade.

O lixiviado de aterro sanitário, nas suas diferentes concentrações, apresentou o efeito mais tóxico, em relação aos demais tratamentos.

## REFERÊNCIAS

BAIRD, C.; CANN, M. **Química Ambiental**. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

BASTOS, R.K.X. **Utilização de esgotos tratados em fertirrigação, hidroponia e piscicultura**. PROSAB. Viçosa, Minas Gerais, 2003.

BAUHUS, J.; MESSIER, C. **Evaluation of Fine Root Length and Diameter Measurements Obtained Using WinRhizo Image Analysis**. Agronomy Journal, Madison, v. 91, n. 1, p.142-147, 1999.

BRADDOCK, D & DOWNS, P **Wastewater irrigation A strategy for increasing suga cane production**. In International Society of Sugar Cane Technologists. Vol. 24. Ed. D M Hogarth. pp. 171 - 173. 2001.

CAMPOS, A. T.; FERREIRA, W. A.; JUNIOR, J. L.; ULBANERE, R. C.; CAMPOS, A. T. **Tratamento biológico aeróbico e reciclagem de dejetos de bovinos em sistemas intensivo de produção de leite**. Revista de Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 26, n. 2, p 426-438, 2002.

CAPRA, A.; SCICOLONE, B. **Emitter and filter tests for wastewater reuse by drip irrigation**. Agricultural Water Management, v.68, 135-149, 2004.

CHATEAUBRIAND, A.D. **Efeito de dejetos de suínos, aplicados em irrigação por sulco, na cultura do milho (Zea mays L.)**. 1988. 61f. Mestrado. Viçosa: UFV, 1988.

EMBRAPA. **Infoteca-e - Informação Tecnológica em Agricultura. Milho (*Zea Mays L.*) Variedade BRS 4157 Sol da Manhã.** Disponível em <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/487305>. Acesso em: fev/2015. EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1990.

ERTHAL, V. J. T. **Fetirrigação de capim-Tifton 85 e aveia preta com águas residuárias de bovinocultura: efeitos no solo e nas plantas.** Viçosa, MG,: p. 84. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Viçosa.

ERTHAL, V. J. T.; FERREIRA, P. A.; MATOS, A. T.; PEREIRA, O. G. **Alterações físicas e químicas de um Argissolo pela aplicação de Água Residuária de bovinocultura.** R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.14, n.5, p.467–477, 2010.

FONSECA, A. F. ; HERPIN, U; PAULA, A. M.; VICTORIA, R. L.; MELFI, A. J. **Agricultural use of treated sewage effluents: Agronomic and environmental implications and perspectives for Brazil.** Scientia Agrícola, v. 64, n.2, p.194-209, 2007.

FRANCISCO, J.P.; SILVA, J. G. B.; NASCENTES, A. L.; SILVA, L. D. B.; FOLEGATTI, M. V. **Desempenho de Filtros Orgânicos com o Uso de Extrato de Sementes de *Moringa oleifera* Lam.** Irriga, Botucatu, v. 19, n. 4. p 705-713, 2014.

FREITAS, W.S.; OLIVEIRA, R.A.; PINTO, F.A.; CECON, P.R.; GALVÃO, J.C.C. **Efeito da aplicação de águas residuárias da suinocultura na produção do milho para silagem.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.8, n.1, p.120-125, 2005.

FUENTES, A.; LLORENS, M.; SAEZ, J.; AGUILAR, M.I.; ORTUÑO, J.F.; MESEGUER, V.F. **Phytotoxicity and heavy metals speciation of stabilized sewage sludges.** Journal of Hazardous Materials, v.108, p.161-169, 2004.

LEIGUE, M.A.; LAVAGNOLO, M.C.; MALAGOLI, M. COSSU, R. **Leachate irrigation of energy crops.** In: Fourteenth International Waste Management and Landfill Symposium, Italy, 2013.

LO MONACO, P.A.; MATOS, A.T.; MARTINEZ, H.E.P.; FERREIRA, P.A.; MOTA, M.M. Características químicas do solo após a fertirrigação do cafeeiro com águas residuárias da lavagem e descascamento de seus frutos. Irriga, Botucatu, v. 14, n. 3, p.348-364, 2009.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes.** MAPA, 2009.

MARTINS, I. G. C. **Avaliação do efeito tóxico de água residuária de suinocultura utilizando germinação de milho (*Zea mays L.*).** 2014. 35f. Monografia (TCC em Engenharia Agrônômica) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

RIBEIRO, MOISÉS S.; LIMA, LUIZ A.; FARIA, FÁBIO H. DE S.; REZENDE, FÁTIMA C.; FARIA, LUCAS DO A. **Efeitos de águas residuárias de café no crescimento vegetativo de cafeeiros em seu primeiro ano.** Scielo, Engenharia Agrícola, vol.29 , no.4 , Jaboticabal, 2009.

NASCENTES, A. L. **Tratamento combinado de Lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico.** 2013. 166f. Tese. (Doutorado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 2013.

NOLASCO, M. A. et al. **Implicações ambientais e qualidade da água da produção animal intensiva.** Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais, Paraná, v.3, n.2, p. 19-26, 2005.

RIBEIRO, I. C. A.; LO MONACO, P. A. V.; NASCIMENTO, F. S.; SILVA, R. A.; MATOS, A. T.; SARMENTO, A. P. **Utilização extrato de sementes de moringa como agente coagulante natural no tratamento da água residuária de suinocultura.** In: Simpósio de Iniciação Científica. Anais...

Viçosa: UFV, 2009.

SANT'ANNA JUNIOR, G.L. **Tratamento biológico de efluentes: Fundamentos e aplicações.** Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 2010.

SEGANFREDO, M. A. **Gestão ambiental na suinocultura.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007.

SILVA, J.B.G.; MARTINEZ, M.A.; PIRES, C.S.; ANDRADE, I.P.S.; SILVA, G.T. Avaliação da condutividade elétrica e pH da solução do solo em uma área fertirrigada com água residuária de bovinocultura de leite. *Revista Irriga, Botucatu, Edição Especial*, p.250-263, 2012.

SIMAS, J. M.; NUSSIO, C. M. **Reciclagem de nutrientes de esterco tendo em vista o controle da poluição do meio ambiente.** In: MATTOS, W. R. **A produção animal na visão dos brasileiros.** Piracicaba: FEALQ, 2001. P 383-394.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Água potável 27, 35, 189, 264, 293, 302, 303, 325, 336, 350

Águas subterrâneas 25, 26, 27, 30, 33, 36, 37, 54, 111, 112, 113, 115, 117, 118, 120, 121, 123, 174, 179, 318, 319, 322, 323, 324, 326, 336, 361

Água subterrânea 25, 35, 36, 112, 117, 118, 119, 120, 161, 175, 318, 319, 324, 325, 377

Análises 25, 27, 28, 35, 37, 38, 41, 43, 45, 49, 50, 56, 91, 126, 140, 141, 158, 164, 267, 271, 301, 302, 320, 321, 322, 324, 360, 370, 373, 376, 379

### B

Biogás 38, 39, 40, 46, 47, 48, 49, 90

Busca exaustiva 1, 3, 4, 7, 20, 22, 23

### C

Conservação 159, 161, 162, 163, 164, 171, 178, 179, 259, 264, 274, 275, 276, 277, 279, 280, 281, 283, 284, 287, 292, 303, 338, 342

### D

Degradação dos solos 122

Desenvolvimento web 76, 78

Desperdício de água 293, 303

Destilador 293, 295, 296, 298, 301, 302

Digestor anaeróbio 38, 40, 43, 49

### E

Educação ambiental 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 284, 290, 291, 292, 304, 338, 340, 342, 344, 345, 347, 348

Eficiência hídrica 293, 294

Erosão hídrica 122, 123, 124, 126, 129, 135

Erosão urbana 122

### F

Fiscalização 140, 145, 146, 147, 148, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 261, 263, 264, 383

Fiscalização direta 145

Fiscalização indireta 145

### G

Gestão da manutenção 136, 137, 138, 139, 143, 144

God 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121

### H

Hidráulica de canais 76, 77, 78, 79, 85

## I

Indicadores 100, 140, 145, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 160, 176, 181, 241, 246, 292, 358  
Inibição da atividade microbiana 38

## L

Lodo físico-químico 38, 41, 42, 43, 47, 48

## M

Manutenção evolutiva 136

Manutenção preventiva 136, 330, 335

Medidores estáticos 180, 181, 184, 189

Meio ambiente 75, 111, 116, 122, 123, 228, 229, 233, 235, 236, 237, 263, 264, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 281, 283, 284, 285, 289, 290, 291, 292, 293, 296, 303, 304, 326, 338, 339, 342, 344, 345, 347, 362, 382, 383

## O

Otimização 1, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 19, 20, 21, 22, 23, 38, 40, 147, 161, 162, 163, 212, 213, 239, 240, 247, 249, 256, 259

## P

Planejamento 111, 125, 137, 139, 140, 143, 145, 146, 147, 155, 162, 228, 229, 230, 231, 236, 237, 246, 289, 305, 306, 308, 310, 315, 317, 326, 349, 351, 355, 356, 383

Poço artesiano 25, 27, 28, 29, 30, 31, 35

## Q

Qualidade da água 25, 27, 30, 35, 36, 37, 74, 197, 296, 301, 302, 303, 318, 319, 325, 326, 364, 372

## R

Redes de distribuição de água 1, 2, 4

Reuso de água 178, 247, 293

## S

Submedição 100, 180, 181, 185, 187

Sulfato de alumínio 38, 41, 46, 47, 49, 50, 380

Sustentabilidade 111, 123, 162, 163, 179, 205, 206, 211, 235, 236, 274, 275, 277, 280, 285, 292, 296, 303, 304, 338, 351, 383

## T

Tecnologia 22, 35, 37, 51, 52, 74, 76, 96, 98, 109, 168, 179, 180, 182, 188, 189, 212, 227, 238, 247, 259, 274, 299, 305, 308, 313, 316, 326, 360

## V

Viabilidade 8, 161, 180, 181, 186, 187, 188, 189, 235, 261, 296

Vulnerabilidade 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 125, 181

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**