



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^a 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^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^a Dr^a 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^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
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>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
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

CAPÍTULO 1	1
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	
DOI 10.22533/at.ed.5232021011	
CAPÍTULO 2	25
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	
DOI 10.22533/at.ed.5232021012	
CAPÍTULO 3	38
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	
DOI 10.22533/at.ed.5232021013	
CAPÍTULO 4	52
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	
DOI 10.22533/at.ed.5232021014	
CAPÍTULO 5	76
DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÃO WEB APLICADA À HIDRÁULICA DE CANAIS	
Lenise Farias Martins Rafael Pereira Maciel Luis Henrique Magalhães Costa	
DOI 10.22533/at.ed.5232021015	

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

CAPÍTULO 12	161
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	
DOI 10.22533/at.ed.52320210112	
CAPÍTULO 13	180
APLICAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS EM HIDROMETRIA COM BASE EM ESTUDOS DE VIABILIDADE ECONÔMICO FINANCEIRO	
Luiz Claudio Drumond	
DOI 10.22533/at.ed.52320210113	
CAPÍTULO 14	190
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	
DOI 10.22533/at.ed.52320210114	
CAPÍTULO 15	204
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	
DOI 10.22533/at.ed.52320210115	
CAPÍTULO 16	212
OTIMIZAÇÃO OPERACIONAL DE RESERVATÓRIO NA BUSCA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (RESERVATÓRIO DE JORDÃO DE 90.000 M ³ , SISTEMA PIRAPAMA-PE)	
Hudson Tiago dos S. Pedrosa	
DOI 10.22533/at.ed.52320210116	
CAPÍTULO 17	228
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	
DOI 10.22533/at.ed.52320210117	

CAPÍTULO 18 238

**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

DOI 10.22533/at.ed.52320210118

CAPÍTULO 19 247

**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

DOI 10.22533/at.ed.52320210119

CAPÍTULO 20 260

**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

DOI 10.22533/at.ed.52320210120

CAPÍTULO 21 274

**PROJETO DE AÇÃO SOCIAL ALIADO A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA ESCOLA E
SEUS EFEITOS NA COMUNIDADE**

Manuella Andrade Swierczynski

DOI 10.22533/at.ed.52320210121

CAPÍTULO 22 293

**PROJETO DE EFICIÊNCIA HÍDRICA: REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA DESCARTADA
POR DESTILADORES**

Roberto Santos de Oliveira
Julio Cesar Oliveira Antunes
Lucas Olive Pinho Silva Gomes

DOI 10.22533/at.ed.52320210122

CAPÍTULO 23 305

**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

CAPÍTULO 29	370
--------------------------	------------

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

SOBRE O ORGANIZADOR	383
----------------------------------	------------

ÍNDICE REMISSIVO	384
-------------------------------	------------

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 agrônômicos, 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.

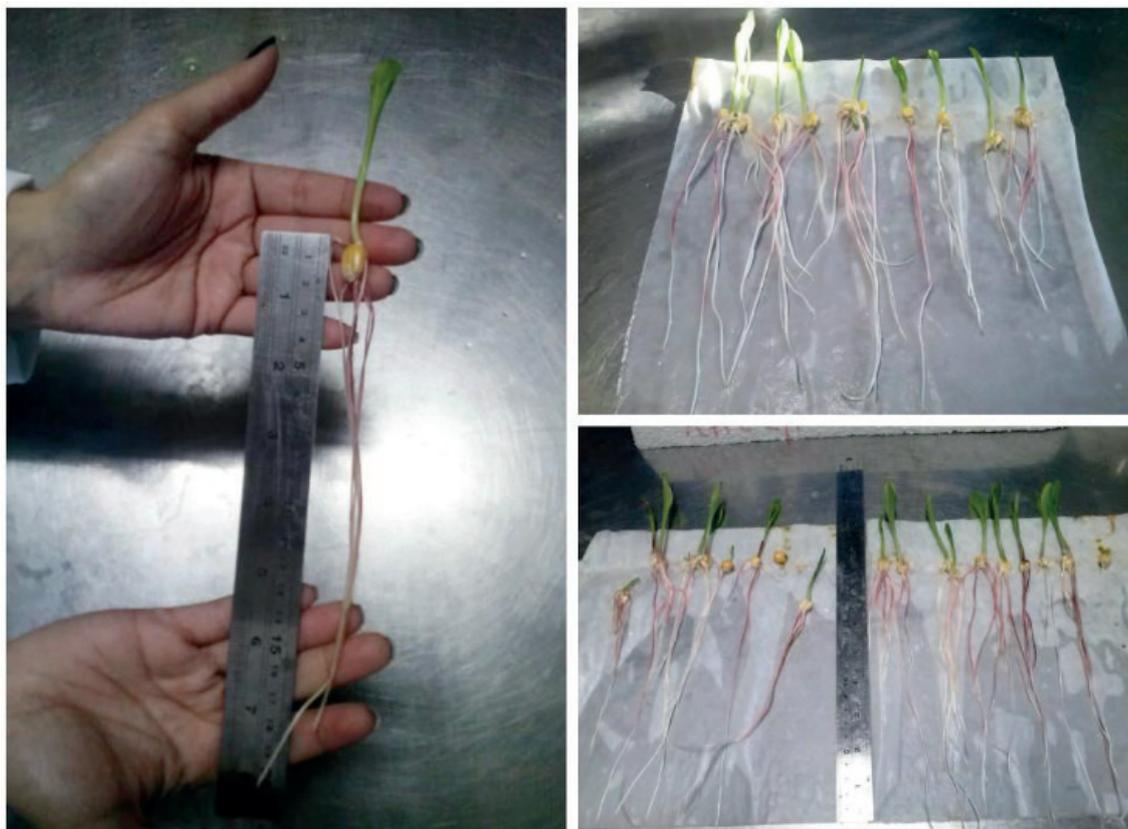


Figura 6 - Comprimento de raiz primária (CRP) e comprimento de parte aérea (CPA) em sementes germinadas.

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.

ARB - 4º dia					
Concentrações	CRP(mm)	CPA (mm)	VR (mm³)	ASR (mm²)	DMR (mm)
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 mm² (0%) e o menor valor, 7.816,96 mm² (100%).

ARB - 7º dia					
Concentrações	CRP(mm)	CPA(mm)	VR (mm³)	ASR (mm²)	DMR (mm)
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.

Lixiviado – 4° dia					
Concentrações	CRP(mm)	CPA (mm)	VR (mm ³)	ASR (mm ²)	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.

Lixiviado – 7° dia					
Concentrações	CRP(mm)	CPA (mm)	VR (mm ³)	ASR (mm ²)	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 mm³ (25%) e o menor valor, 1.582,07 mm³ (100%), uma diferença na ASR, de 77,23%, entre o maior valor, 11.661,60 mm² (0%) e o menor valor, 9.006,45 mm² (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.

ARS – 4º dia					
Concentrações	CRP(mm)	CPA (mm)	VR (mm ³)	ASR (mm ²)	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 mm³ (25%) e o menor valor, 1.704,49 mm³ (100%), e uma diferença na ASR, de 71,33%, entre o maior valor, 14.714,51 mm² (25%) e o menor valor, 10.495,60 mm² (100%).

ARS – 7º dia					
Concentrações	CRP(mm)	CPA (mm)	VR (mm ³)	ASR (mm ²)	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)

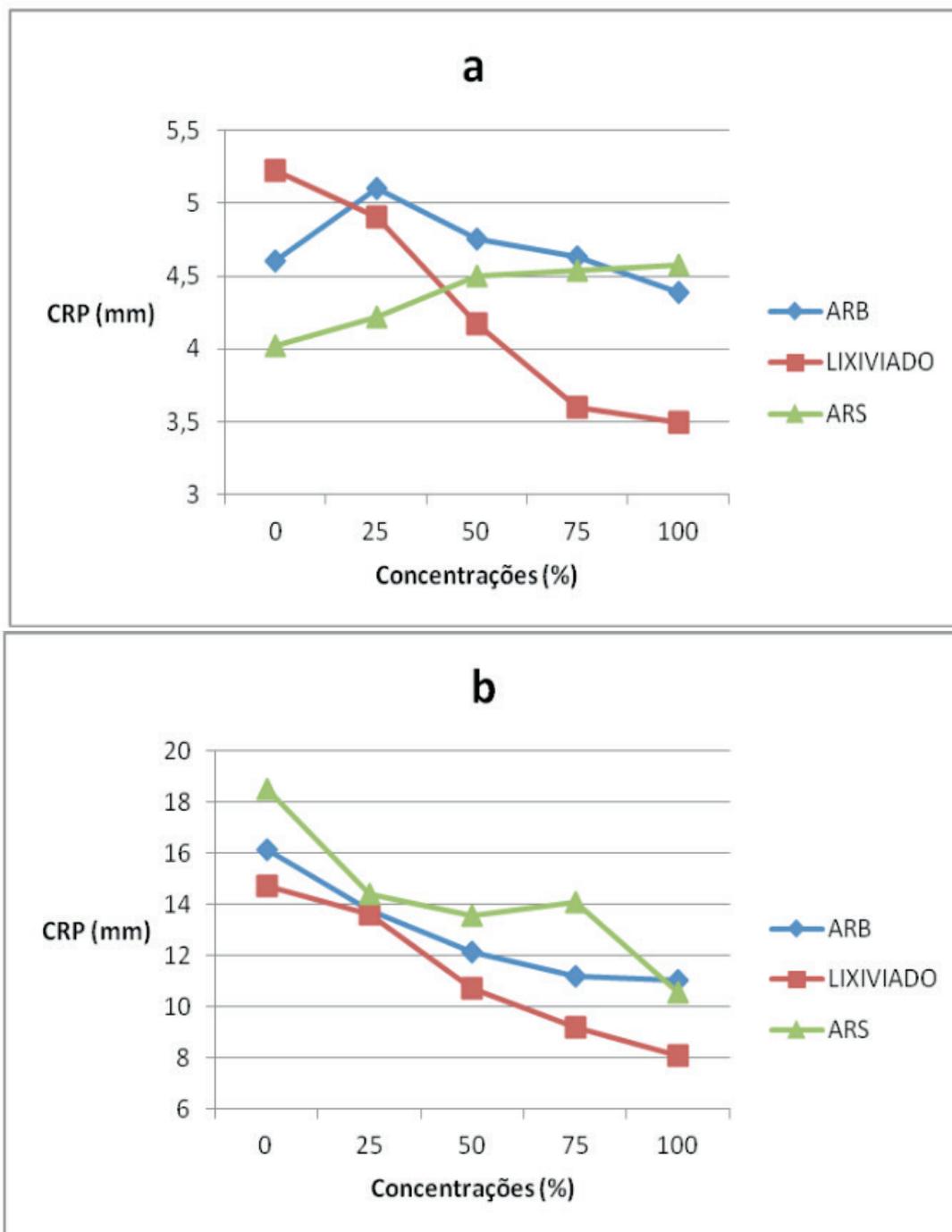


Figura 8 - Valores Médios do Comprimento de Raiz Primária das sementes expostas às diferentes concentrações de lixiviado de aterro sanitário, ARB e ARS no 4° (a) e 7° dias (b).

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.

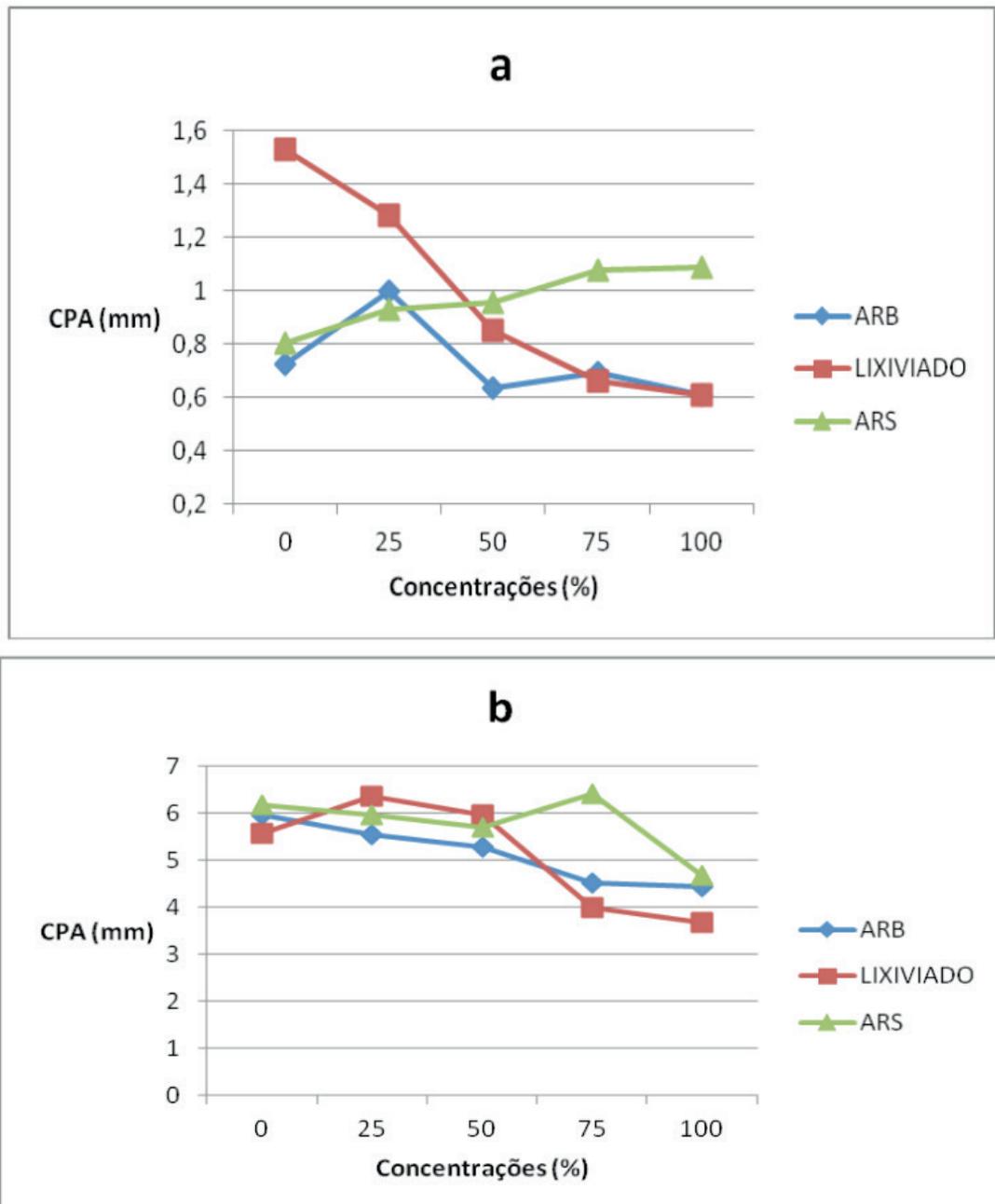


Figura 9 - Comprimento de Parte Aérea das sementes expostas às diferentes concentrações de lixiviado de aterro sanitário, ARB e ARS no 4º (a) e 7º dias (b).

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

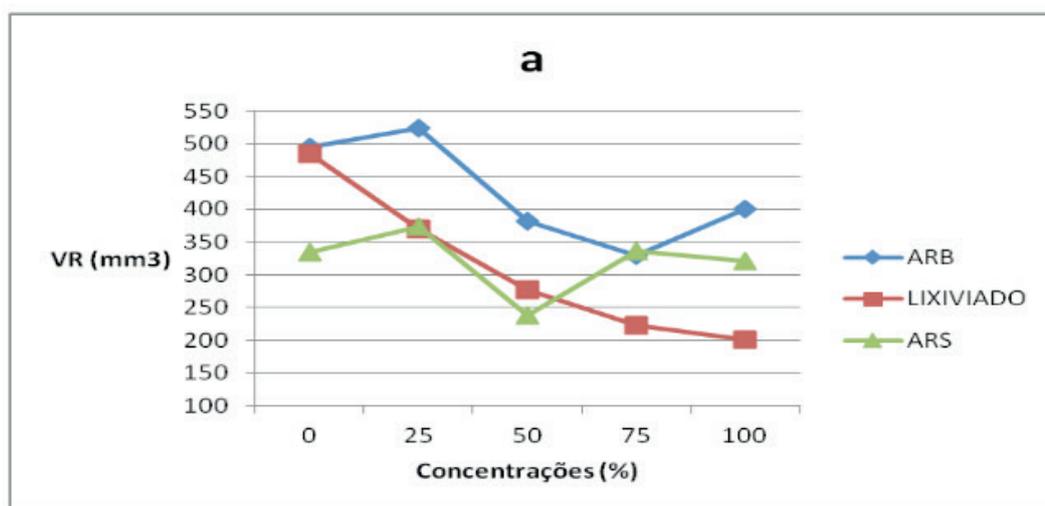
com o CPA, porém após o 4º dia de germinação o CPA aumentou para a concentração de 25% e a partir dela apresentou um declínio, sendo que o valor do CPA para a concentração de 100% (3,6 mm) é 2 mm menor que o valor da testemunha (5,6 mm). Este fato evidencia que há uma influencia (toxicidade) do lixiviado 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.



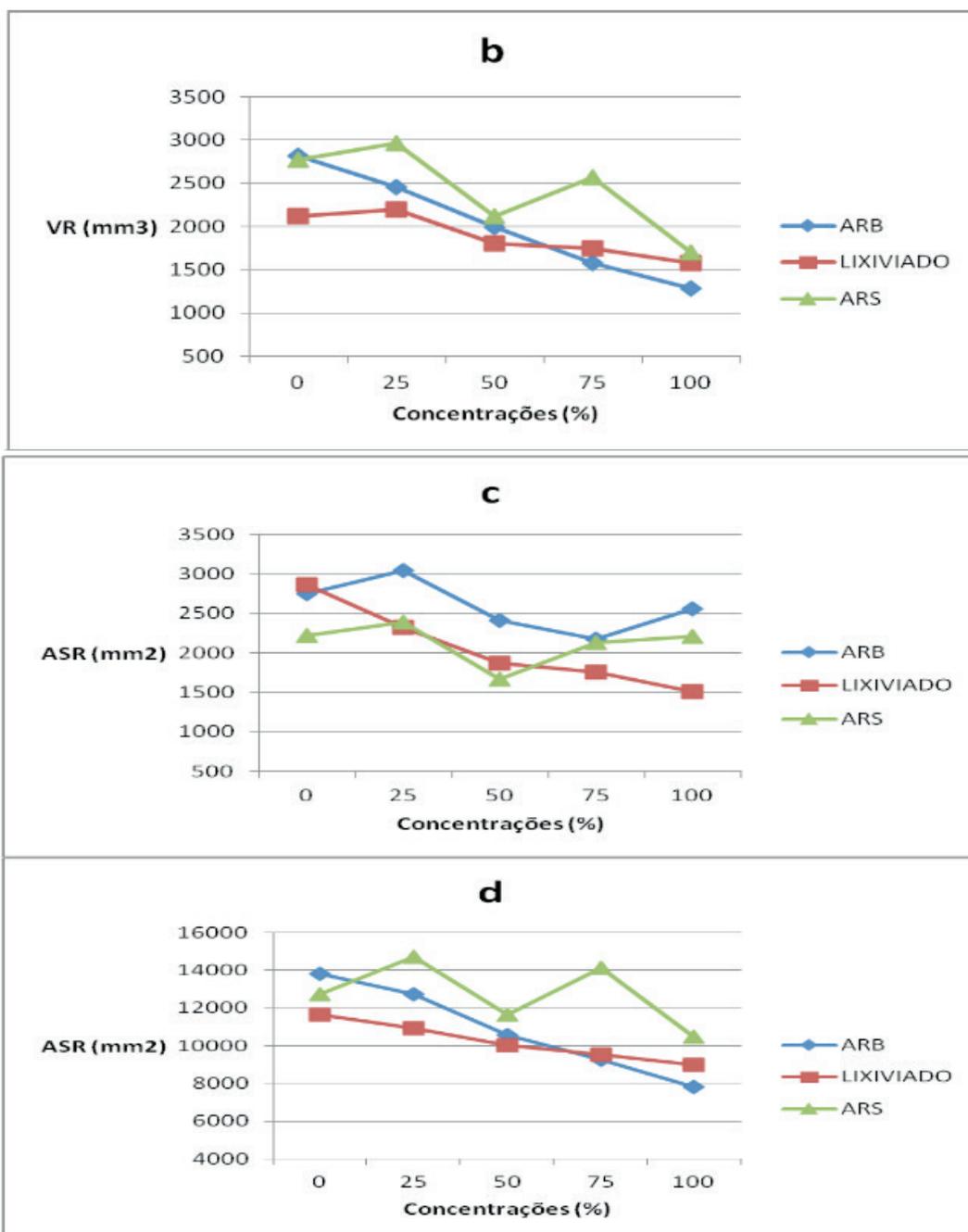


Figura 10 - Volume de raiz das sementes no 4º (a) e 7º dias (b) e área superficial de raiz das sementes no 4º (c) e 7º dias (d), expostas às diferentes concentrações de lixiviado de aterro sanitário, ARB e ARS.

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).

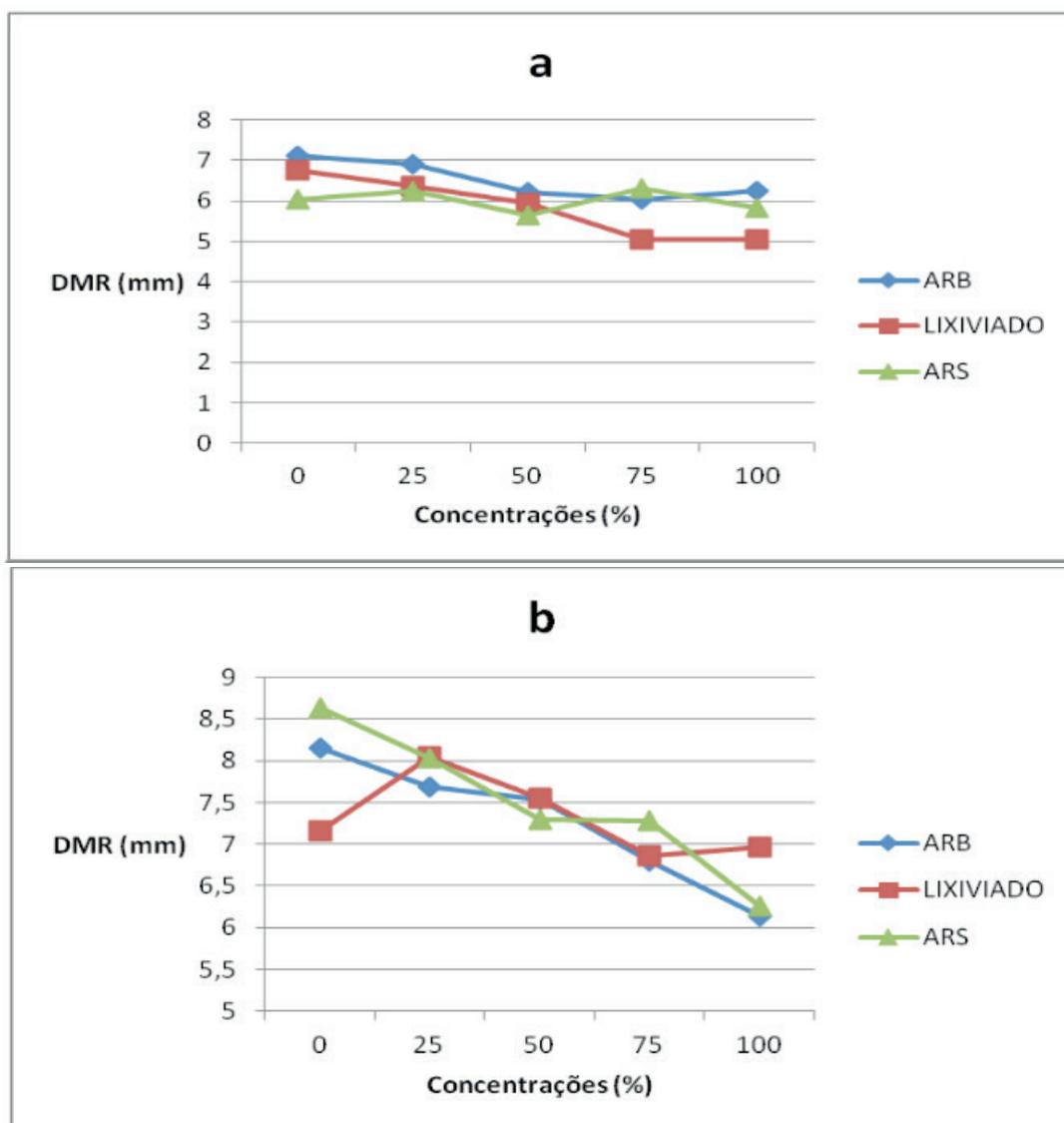


Figura 11 - Diâmetro Médio de Raiz das sementes expostas às diferentes concentrações de lixiviado de aterro sanitário, ARB e ARS no 4º (a) e 7º dias (b).

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%.

ARB	CRP (mm)	CPA (mm)	VR (mm ³)	ASR (mm ²)	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
Lixiviado	CRP (mm)	CPA (mm)	VR (mm ³)	ASR (mm ²)	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
ARS	CRP (mm)	CPA (mm)	VR (mm ³)	ASR (mm ²)	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%.

ARB	CRP(mm)	CPA(mm)	VR(mm ³)	ASR(mm ²)	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
Lixiviado	CRP(mm)	CPA(mm)	VR(mm ³)	ASR(mm ²)	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
ARS	CRP(mm)	CPA(mm)	VR(mm ³)	ASR(mm ²)	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 mm³ (ARS 25% e lixiviado 25%) e 1290,236 mm³ (ARB 100%); e para o ASR, há uma variação de 53,10% entre o maior valor, 14.714,515 mm² (ARS 25%) e 7.816,964 mm² (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