

**MARIA ELANNY DAMASCENO SILVA  
(ORGANIZADORA)**



**O MEIO AMBIENTE  
E A INTERFACE DOS  
SISTEMAS SOCIAL  
E NATURAL 2**

**Atena**  
Editora

**Ano 2020**

**MARIA ELANNY DAMASCENO SILVA  
(ORGANIZADORA)**



**O MEIO AMBIENTE  
E A INTERFACE DOS  
SISTEMAS SOCIAL  
E NATURAL 2**

**Atena**  
Editora

**Ano 2020**

**Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecário**

Maurício Amormino Júnior

**Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

**Imagens da Capa**

Shutterstock

**Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

**Revisão**

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos 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, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

**Conselho Editorial****Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

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. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

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

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
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  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
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. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
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. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

#### **Linguística, Letras e Artes**

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

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 Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

#### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa  
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Eivaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza

Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

# O meio ambiente e a interface dos sistemas social e natural

2

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecário** Maurício Amormino Júnior  
**Diagramação:** Camila Alves de Cremona  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizadora** Maria Elanny Damasceno Silva

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

M499 O meio ambiente e a interface dos sistemas social e natural 2  
[recurso eletrônico] / Organizadora Maria Elanny Damasceno  
Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-278-4

DOI 10.22533/at.ed.784201008

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Meio ambiente.  
3. Sustentabilidade. I. Silva, Maria Elanny Damasceno.

CDD 363.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

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

contato@atenaeditora.com.br

  
Ano 2020

## APRESENTAÇÃO

Estimados leitores do Livro “*O Meio Ambiente e a Interface dos Sistemas Social e Natural*” é com satisfação que entregamos 44 capítulos divididos em dois volumes, que tratam da diversidade acadêmica em pesquisas sociais, laboratoriais e tecnológicas na área ambiental e afins.

O volume 2 destaca-se para os meios de reúso de águas e resíduos em geral com potencial de poluição. A reutilização de águas pluviais em sistemas agrícolas é uma ótima estratégia ambiental. As formas de destinação final de esgoto doméstico é tema relevante para pesquisas em regiões de bacia hidrográfica. A reciclagem de sobras da construção civil é analisada sob a perspectiva da certificação e normas ambientais.

Um estudo de caso é mencionado com um método inovador de Produção Mais Limpa aplicado em um salão de beleza. Questões de gerenciamento de resíduos em serviços de saúde básica são revistos sob a ótica de profissionais da saúde. Os aterros sanitários são fontes de substratos químicos perigosos e para isso precisam de autodepuração dos efluentes.

Medidas de monitoramento de desmatamento e queimadas em florestas é assunto importante em simulações de modelagem espacial atuais e futuras, assim como sistemas de alertas de incêndios estruturados por softwares.

As explorações vegetais e minerais são discutidas com base nos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável na tentativa de redução dos impactos advindos da urbanização. A relevância das coberturas vegetais na hidrologia do solo é objeto de pesquisas com medições por sensores em ecossistemas florestais.

As condições de equilíbrio de nutrientes químicos em solo específico é avaliado ao comparar técnicas com diferentes arranjos produtivos em plantio direto. Frutos e sementes com alta qualidade são excelentes para produção de mudas em Parque Botânico. O uso de agroquímicos não é saudável e eficiente para conter o mal-do-Panamá que acomete bananeiras, para tanto é apresentado um estudo de biocontrole da doença.

A identificação de aves silvestres e suas características comportamentais é feito com auxílio de fiscalização legal com finalidade de desenvolver um levantamento da avifauna. Nesta lógica, tem-se a criação de um catálogo de borboletas resultante da investigação em uma Reserva Particular do Patrimônio Natural. Além disso, as borboletas são bons bioindicadores de um ambiente natural saudável, sendo utilizadas para trabalhar a conscientização ambiental. A poluição do ar é verificado utilizando dados climatológicos do Instituto Nacional de Meteorologia.

As cianobactérias são exploradas em pesquisas que determinam sua curva de crescimento em ambiente simulado. As fases da lua são averiguadas ao correlacionar seus ciclos com a precipitação chuvosa, na tentativa de comprovar cientificamente a veracidade da sabedoria popular local. Concomitantemente, o conhecimento das propriedades

medicinais, alimentares e madeireiras de plantas nativas é identificada em comunidades rurais.

Por fim, a união entre a ciência e arte é testemunhada em espetáculos no Brasil e Índia ao provocar interesse no público para conservação dos recursos.

Esperamos que estes resultados envolva-os no fortalecimento da preservação dos meios naturais em meio ao sistema produtivo.

Maria Elanny Damasceno Silva

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
RESUSO DE ÁGUA DA CHUVA PELO PROJETO IRRIGAPOTE: ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA RESILIENTE NA AMAZÔNIA	
Lucieta Guerreiro Martorano	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7842010081</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>16</b>
AVALIAÇÃO DA DESTINAÇÃO FINAL DO ESGOTO DOMÉSTICO NA REGIÃO ALTA DA BACIA HIDROGÁFICA DO RIO SANTA MARIA DA VITÓRIA – ES / BRASIL	
Charles Moura Netto	
Sandra Maria Guisso	
Leandro José Schaffer	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7842010082</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>32</b>
ESTUDO DE CASO DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO E REUSO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Eduardo Antonio Maia Lins	
Eduardo Henrique Bezerra Cavalcanti	
Cecília Maria Mota Silva Lins	
Andréa Cristina Baltar Barros	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7842010083</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>45</b>
PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM SALÃO DE BELEZA	
Eduarda Carvalho	
Gabriela Savicki	
Júlia de Vargas Biehl	
Rodrigo D'Avila Barros	
Roxane Oliveira	
Carlos Alberto Mendes Moraes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7842010084</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>59</b>
CONHECIMENTO DOS PROFISSIONAIS ACERCA DO GERENCIAMENTO E DESTINO DOS RESÍDUOS DOS SERVIÇOS DE SAÚDE	
Ane Carolline Donato Vianna	
Cinoélia Leal de Souza	
Elaine Santos da Silva	
Ana Cristina Santos Duarte	
Denise Lima Magalhães	
Vanda Santana Gomes	
Adson da Conceição Virgens	
Leandro da Silva Paudarco	
Diana Êmily Mendes Guimarães	
Sandy Hellen Rodrigues de Souza	
Anne Layse Araújo Lima	
Alysson Matheus Magalhães Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7842010085</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 70**

DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE DESOXIGENAÇÃO: ANÁLISE DE LIXIVIADO

Liara Jalime Vernier  
Patricia Rodrigues Fortes  
Raphael Corrêa Medeiros  
Bruno Segalla Pizzolatti  
Mariza de Camargo  
Juliana Scapin

**DOI 10.22533/at.ed.7842010086**

**CAPÍTULO 7 ..... 82**

MODELAGEM ESPACIAL DA DINÂMICA DO DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA NA REGIÃO DA FLORESTA NACIONAL DO JAMANXIM

Jamile Costa Paes Ferreira  
Alessandra Carreiro Baptista

**DOI 10.22533/at.ed.7842010087**

**CAPÍTULO 8 ..... 95**

SISTEMA DE ALERTA DE RISCO DE INCÊNDIO PARA O PANTANAL

Balbina Maria Araújo Soriano  
Marcelo Gonçalves Narciso

**DOI 10.22533/at.ed.7842010088**

**CAPÍTULO 9 ..... 104**

FRAGMENTAÇÃO DAS FLORESTAS TROPICAIS URBANIZAÇÃO E O IMPACTO NA BIODIVERSIDADE

Emanoel Ferdinando da Rocha Jr  
Cicera Maria Alencar do Nascimento  
Tereza Lúcia Gomes Quirino Maranhão  
Mabel Alencar do Nascimento Rocha  
Letícia Anderson Bassi  
Thiago José Matos Rocha  
Adriane Borges Cabral

**DOI 10.22533/at.ed.7842010089**

**CAPÍTULO 10 ..... 124**

EFFECTO DE LA VEGETACIÓN SOBRE LOS PROCESOS HIDROLÓGICOS DEL SUELO EN ECOSISTEMAS DE CLIMA MEDITERRÁNEO: ANÁLISIS GEOGRÁFICO DESDE UN ENFOQUE REGIONAL

Javier Lozano - Parra  
Jacinto Garrido Velarde  
Manuel Pulido Fernández  
Ramón García Marín

**DOI 10.22533/at.ed.78420100810**

**CAPÍTULO 11 ..... 151**

DINÂMICA DEL CONTENIDO HÍDRICO DEL SUELO EN ECOSISTEMAS AGROFORESTALES MEDITERRÁNEOS

Javier Lozano - Parra

**DOI 10.22533/at.ed.78420100811**

**CAPÍTULO 12 ..... 170**

AVLIAÇÃO DOS PROCESSOS QUÍMICOS DO SOLO EM MANEJO DE PLANTIO DIRETO NA AMAZÔNIA

Bárbara Maia Miranda

Arystides Resende Silva  
Eduardo Jorge Maklouf Carvalho  
Carlos Alberto Costa Veloso

**DOI 10.22533/at.ed.78420100812**

**CAPÍTULO 13 ..... 178**

MORFOMETRIA DE FRUTOS E SEMENTES DE *Dussia tessmannii* HARMS. (FABACEAE)

Ítalo Felipe Nogueira Ribeiro  
Michaela Nascimento Queiroz  
Pedro Raimundo Ferreira de Lima  
Taís de Souza Arruda  
Evandro José Linhares Ferreira

**DOI 10.22533/at.ed.78420100813**

**CAPÍTULO 14 ..... 184**

BIOATIVIDADE DE METABÓLITOS VOLÁTEIS DE *Trichoderma* spp. CONTRA *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*

Maria Muritiba de Oliveira  
Rafael Oliva Trocoli  
Pricila Fagundes Evangelista  
Ester Doanni da Silva Ferreira Dias  
Rozilda Pereira do Nascimento  
Thaylanne Alcântara Matos  
José Luiz dos Santos Silva

**DOI 10.22533/at.ed.78420100814**

**CAPÍTULO 15 ..... 195**

COMPOSIÇÃO E DIVERSIDADE DA AVIFAUNA APREENDIDA NO SUDESTE GOIANO NO PERÍODO DE 2016 A 2019

Bruna Rafaella de Almeida Nunes  
Diogo Baldin Mesquita  
Idelvone Mendes Ferreira  
Thatiana Martins dos Santos Mesquita

**DOI 10.22533/at.ed.78420100815**

**CAPÍTULO 16 ..... 208**

BORBOLETAS (LEPIDOPTERA: PAPILIONOIDEA) DA RESERVA PARTICULAR DO PATRIMÔNIO NATURAL ESTAÇÃO VERACEL, PORTO SEGURO, BAHIA

Gabriel Vila-Verde  
Diego Rodrigo Dolibaina  
Olívia Maria Pereira Duarte  
Márlon Paluch

**DOI 10.22533/at.ed.78420100816**

**CAPÍTULO 17 ..... 234**

UTILIZAÇÃO DA DIVERSIDADE DE BORBOLETAS E MARIPOSAS (LEPIDOPTERA) PARA A CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE EM TREMEDAL, BA

Mauricio de Oliveira Silva  
Ananda Santos Oliveira  
Thomas Leonardo Marques de Castro Leal  
Marcos Anjos de Moura

**DOI 10.22533/at.ed.78420100817**

<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>247</b>
ANÁLISE DA QUALIDADE DO AR REGIÃO CENTRAL DE UBERLÂNDIA: ANÁLISE QUANTITATIVA DE PARTÍCULAS INALÁVEIS (MP <sub>10</sub> )	
Isaac Francisco da Silva	
Euclides Antônio Pereira de Lima	
João Victor Delfino Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.78420100818</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>259</b>
ISOLAMENTO, CULTIVO E CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE <i>Geitlerinema amphibium</i> C. Agardh ex Gomont (CYANOPHYCEAE) DO RESERVATÓRIO BOLONHA (BELÉM - PA)	
Gabriel San Machado Calandrini	
Aline Lemos Gomes	
Vanessa Bandeira da Costa Tavares	
Samara Cristina Campelo Pinheiro	
Eliane Brabo de Sousa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.78420100819</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>267</b>
CICLO LUNAR REGISTRADOS EM FICHAS DE DIVISÃO DE ÁGUAS DE EVENTOS PLUVIAIS ENCONTRADO EM TAPERINHA NA AMAZÔNIA	
Eliane Leite Reis de Sousa	
Lucieta Guerreiro Martorano	
Lucas Vaz Peres	
Samária Letícia Carvalho Silva Rocha	
Raphael Pablo Tapajós Silva	
Núbia Ferreira Campos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.78420100820</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>278</b>
PLANTAS E SEUS USOS: O CONHECIMENTO TRADICIONAL DE UMA COMUNIDADE RURAL NA CAATINGA	
Mychelle de Sousa Fernandes	
Marlos Dellan de Souza Almeida	
Ana Carolina Sabino de Oliveira	
Sabrina Silva Oliveira	
Mikael Alves de Castro	
Jefferson Thiago Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.78420100821</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>288</b>
DA CIÊNCIA À ARTE: ONDA DE DESPERDÍCIO – OS PERIGOS VISÍVEIS E INVISÍVEIS DO LIXO NO MAR	
Camila Burigo Marin	
Kátia Naomi Kuroshima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.78420100822</b>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA</b> .....	<b>299</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>300</b>

## DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE DESOXIGENAÇÃO: ANÁLISE DE LIXIVIADO

Data de aceite: 03/08/2020

Data de submissão: 14/07/2020

### Liara Jalime Vernier

Universidade Federal de Santa Maria  
Santa Maria – RS

<http://lattes.cnpq.br/7747122353709348>

### Patricia Rodrigues Fortes

Universidade Federal de Santa Maria

<http://lattes.cnpq.br/0002893483510573>

### Raphael Corrêa Medeiros

Universidade Federal de Santa Maria

<http://lattes.cnpq.br/2977594460581447>

### Bruno Segalla Pizzolatti

Universidade Federal de Santa Catarina

<http://lattes.cnpq.br/5026793745274166>

### Mariza de Camargo

Universidade Federal de Santa Maria

<http://lattes.cnpq.br/4207917790455660>

### Juliana Scapin

Universidade Federal de Santa Maria

<http://lattes.cnpq.br/1144861955754543>

**RESUMO:** A determinação do coeficiente de desoxigenação de amostras de água ou de efluentes parte de dados de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), exercida durante um certo período de dias. A taxa de

desoxigenação refere-se à velocidade com que o oxigênio é utilizado para degradar a matéria orgânica, sendo utilizada na modelagem de autodepuração de recursos hídricos. Através deste trabalho, objetivou-se determinar o coeficiente de desoxigenação de uma matriz de lixiviado, visando contribuir com estimativas mais eficientes de autodepuração, especificamente abordando amostras de efluente provindo de um aterro sanitário. Para isso foram abordados dois métodos matemáticos para obtenção do coeficiente de desoxigenação: o método de Thomas e método da Diferença de Logaritmos. Foram realizadas análises de  $DBO_{5,20}$  de amostras do lixiviado bruto e também de diluições em diferentes concentrações. Com análises comparativas do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) calculado para ambos os métodos, chegou-se à conclusão de que o método de Thomas se mostrou mais eficiente na determinação do coeficiente de desoxigenação para o caso de matriz lixiviado. **PALAVRAS-CHAVE:** Método de Thomas. Método da Diferença de Logaritmos. Demanda Bioquímica de Oxigênio.

**ABSTRACT:** The determine the coefficient of deoxygenation in water samples as well as effluent, initially the estimates started of Biochemical Oxygen Demand (BOD) occurred in certainly period of days. This deoxygenation rate refers to speed with which the oxygen is used to degrade the organic matter, it's being used in modeling of autodepuration of water resources. The aim of this study is to find the coefficient of deoxygenation from a leachate matrix, aiming contributing to more efficient estimates of autodepuration, approaching effluent samples providing from a landfill. For this purpose was used two math methods to obtaining coefficient of deoxygenation, the Thomas's method and the Logarithm's Difference method. Analyzes of  $BOD_{5,20}$  were performed on samples of the raw leachate and also of dilutions in different concentrations. With comparative analyzes of the determination coefficient ( $R^2$ ) calculated for both methods, it was concluded that the Thomas method was more efficient in determining the deoxygenation coefficient for the case of leachate matrix.

**KEYWORDS:** Biochemical Oxygen Demand. Thomas's method. Logarithm's difference method.

### 1 | INTRODUÇÃO

A população mundial tem vivenciado um aumento exacerbado no consumo, o que acarreta um crescimento progressivo de indústrias, que por sua vez originam grandes centros urbanos. Assim, a quantidade de resíduos sólidos urbanos gerados diariamente aumentou significativamente, sendo que a principal disposição final destes produtos acaba ocorrendo no solo. Muitos dos locais onde são realizados esse tipo de destinação, não recebem o devido cuidado, o que pode ocasionar uma série de problemas ambientais (TAVEIRA; SILVA; RODRIGUES, 2016).

O gerenciamento incorreto de resíduos de descarte compromete a qualidade do ar, do solo e das águas. Por exemplo, em função da decomposição de resíduos sólidos (grande parte orgânicos), são liberados muitos poluentes na atmosfera, e também é gerado um contaminante líquido, altamente tóxico e com composição variada, que pode prejudicar recursos hídricos quando descartado de maneira inadequada, por infiltrar-se facilmente no solo e contaminar águas subterrâneas e também superficiais. Esse líquido, denominado lixiviado (KAWAHIGASHI et al., 2014), geralmente apresenta cor escura e odor nauseante, originado de processos biológicos, químicos e físicos da decomposição de resíduos sólidos.

Como afirmado por Fadini e Fadini (2001), o lixiviado é o líquido proveniente da disposição final dos resíduos sólidos, resultado da umidade presente nos mesmos, da água gerada durante a decomposição destes materiais e de precipitações que percolam através da matéria descartada. O lixiviado apresenta alto teor de matéria orgânica e metais pesados, além de outras características variadas e complexas, sendo um grande

contaminante para o meio ambiente.

O lixiviado contém grande variabilidade na sua composição físico-química, dependendo de vários fatores, tais como: as condições climáticas diversas e as formações geológicas do local onde se constitui. Em aterros sanitários é gerado constantemente e, com o passar dos anos, se torna menos biodegradável (MAIA et al., 2015). Tal composto, por ser um líquido com alto poder de poluição, tem sido um problema relativamente novo para a Engenharia, que procura propor formas eficientes para seu tratamento.

Quando o lixiviado é despejado em meio aquático provoca alterações severas, consumindo o oxigênio dissolvido presente, o qual é utilizado no processo de oxidação da matéria orgânica, em virtude do fenômeno de autodepuração do curso hídrico (ARCHELA et al., 2003).

Na intenção de prever a concentração de oxigênio dissolvido, a partir de modelo matemático de Streeter e Phelps (1925), quando do lançamento de efluente em meio líquido, se faz necessário o conhecimento do coeficiente de desoxigenação ( $k_d$ ). Ele está relacionado à taxa de degradação da matéria orgânica, estimada pela Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), no tempo, e varia de acordo com as características específicas do efluente (RICCIARDONE et al., 2011).

Visto que há carência na disponibilidade de dados referentes a quantificações de  $k_d$ , mais ainda em casos de lixiviado de aterro sanitário, surge a necessidade de se fazer uma tentativa de avaliação destes valores (e conseqüentemente da DBO de matriz lixiviado), para que assim, mais pesquisadores poderem utilizar destes tipos específicos de dados numéricos ambientais.

Neste trabalho, as estimativas para o coeficiente  $k_d$  foram operacionalizadas a partir da aplicação de dois métodos matemáticos, a saber, o método de Thomas e o método da Diferença de Logaritmos, os quais são métodos clássicos para esta finalidade e de fácil aplicação (VON SPERLING, 2014).

## 2 | METODOLOGIA

As amostras de lixiviado utilizadas foram coletadas no aterro sanitário da Companhia Riograndense de Valorização dos Resíduos Sólidos – CRVR, unidade da cidade de Santa Maria. Estima-se que em Santa Maria sejam gerados anualmente cerca de 37.200 toneladas de resíduos sólidos. O município localiza-se na região central do estado do Rio Grande do Sul (Figura 1), latitude de 29° 41' 02" S e longitude de 53° 48' 25" O, estando a uma altitude média de 115 m acima do nível do mar. Segundo estimativas do IBGE (2019), a cidade contém 282.123 habitantes, com área total de 1.780,796 km<sup>2</sup>, sendo considerada uma cidade de médio porte e de grande influência econômica regional.

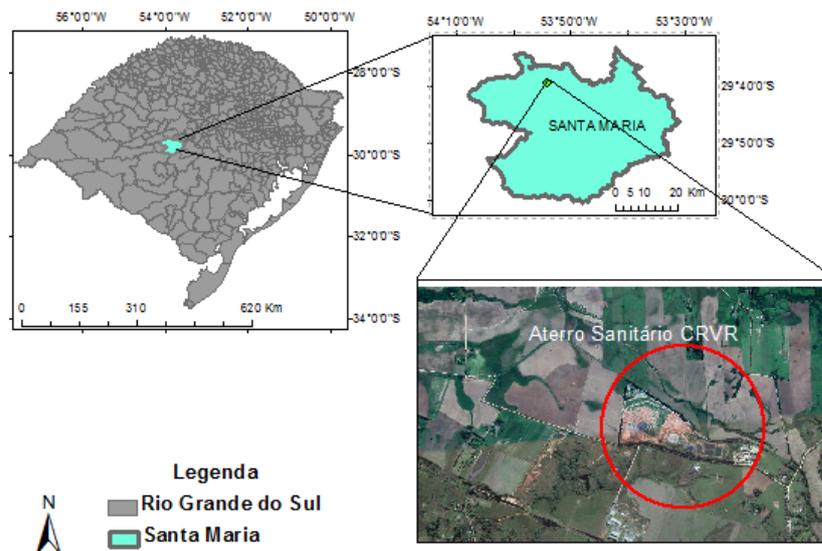


Figura 1 – Localização do aterro sanitário.

Fonte: Adaptado de Google Earth (2018).

O município de Santa Maria apresenta um clima subtropical (Cfa), com temperaturas médias anuais de 18,8 °C, sendo que as temperaturas mais frias ocorrem nos meses de julho e agosto, período em que geralmente é comum a formação de geadas. Além disso, em Santa Maria há pluviosidade significativa ao longo do ano, com precipitação média anual de 1.700 *mm* (PLAMSAB, 2018).

As coletas de lixiviado no aterro sanitário da CRVR foram realizadas nos dias 28/04/2018 (amostra de lixiviado bruto) e 15/05/2018 (amostra de lixiviado bruto para diluições). Estas amostras foram transportadas em recipientes de plástico, conservadas em gelo (como determinado pela Norma Brasileira – NBR 10007/2004), acondicionadas em caixa de isopor por um período de tempo inferior a 24 horas, sendo então encaminhadas ao Laboratório de Controle Ambiental (LabCAmb) do Departamento de Engenharia Química, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em Santa Maria/RS.

As análises laboratoriais consistiram em resultados da denominada  $DBO_{5,20}$  (período de análise de 5 dias, com temperatura de referência de incubação de 20 °C). Para determinação do coeficiente  $K$  pelos métodos matemáticos escolhidos, foram usados os resultados das análises laboratoriais de  $DBO_{5,20}$  de amostras de lixiviado (bruto e em concentrações de 100 *mg/L* e 10 *mg/L*) do aterro sanitário da CRVR.

De posse dos resultados laboratoriais de  $DBO_{5,20}$ , foram aplicados o método de Thomas e o método da Diferença de Logaritmos (MENESES, 2003; ARAGÃO, 2016), sendo obtidas regressões lineares que forneceram os coeficientes (angular e linear) que foram utilizados nas estimativas de  $K$  (tal como determinado em cada um dos dois métodos).

Também foram laboratorialmente determinados valores para a Demanda Química de Oxigênio – DQO (método de refluxo fechado, de acordo com APHA et al., 2012) e para o

potencial hidrogeniônico – pH (pHmetro).

Para determinação laboratorial da  $DBO_{5,20}$ , foi utilizada sonda automática *OxiDirect* (disponível no LabCAmb – UFSM), sendo que o limite máximo de detecção deste referido aparelho não ultrapassava 4.000 mg/L.

Para as concentrações de 100 mg/L e 10 mg/L das amostras de lixiviado analisadas, foram realizadas diluições da amostra de acordo com a equação 1:

$$C_1 V_1 = C_2 V_2 \quad (1)$$

sendo:

$C_1$ : Concentração de DBO do lixiviado bruto;

$V_1$ : Volume de amostra correspondente à concentração pretendida;

$C_2$ : Concentração que se deseja obter (concentração final);

$V_2$ : Volume que será necessário para a diluição (volume final).

Para efetiva aplicação do método de Thomas, também chamado de método gráfico de Thomas, foi elaborado gráfico com cinco pontos discretos,  $P(t, y)$ , cuja abscissa de cada ponto corresponde ao tempo (neste caso em dias) de leitura da DBO (utilizados  $t = 1, 2, 3, 4$  e  $5$ , que corresponde ao período de 5 dias de análise da DBO) e cuja ordenada dos pontos é dada por  $\gamma = \left(\frac{t}{y}\right)^{\frac{1}{3}}$ , sendo que o valor  $y$  corresponde à DBO exercida (dados laboratoriais) em um determinado tempo  $t$ , em mg/L.

A partir da obtenção destes cinco pontos, foi então utilizado o *software* Excel® para se chegar a uma regressão linear  $y = at + b$ , uma vez que, pelo método de Thomas, o valor estimado para o coeficiente  $K$  depende do coeficiente angular ( $a$ ) e do coeficiente linear ( $b$ ) desta respectiva reta de regressão, conforme equação (2):

$$K = \frac{6a}{b} \quad (2)$$

Ainda, pelo método de Thomas, através destes mesmos coeficientes da reta de regressão pode-se estimar, através da equação (3), a Demanda Bioquímica de Oxigênio Última ( $\mathcal{L}_0$ ) em mg/L:

$$\mathcal{L}_0 = \frac{1}{6ab^2} \quad (3)$$

Já a aplicação do método da Diferença de Logaritmos prevê a utilização de pares ordenados do produto cartesiano  $t \times \ln\left(\frac{\Delta y}{\Delta t}\right)$ , utilizando os dados de DBO obtidos em laboratório, sendo  $\frac{\Delta y}{\Delta t}$  a taxa dos valores obtidos de DBO (dados laboratoriais). Assim, depois de calculados cinco pontos, foi utilizado o *software* Excel® para obtenção de uma regressão linear, sendo que o coeficiente angular ( $a$ ) e o coeficiente linear ( $b$ ) da reta de regressão foram utilizados na determinação do coeficiente  $K$  e de  $\mathcal{L}_0$ , de acordo com as equações 4 e 5:

$$K = -a \quad (4)$$

e

$$\mathcal{L}_0 = \frac{e^b}{K} \quad (5)$$

Os valores estimados para DBO, provenientes da aplicação dos dois métodos, foram então obtidos utilizando-se o modelo Streeter-Phelps, equação 6:

$$y = \mathcal{L}_0(1 - e^{-Kt}) \quad (6)$$

Sendo, portanto,  $y$  a DBO exercida ( $mg/L$ ) a partir dos valores de  $\mathcal{L}_0$  e  $K$  calculados pelos métodos matemáticos.

Ainda, para comparações da DBO estimada (pelos dois métodos matemáticos) com a DBO observada (valores computados em laboratório, a partir de amostras de lixiviado), foram elaborados gráficos via *software* Excel®.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores obtidos através da análise realizada em laboratório, de DBO, DQO, DBO/DQO e pH para a amostra de lixiviado bruto estão dispostos na Tabela 1.

Lixiviado Bruto	
DBO <sub>5,20</sub>	582 mg/L
DQO	6110 mg/L
DBO/DQO	0,09
pH	8,4

Tabela 1 – Valores analisados de lixiviado bruto.

No referido estudo, a relação DBO<sub>5</sub>/DQO apresentou um valor de 0,09, sendo que o aterro tem 12 anos de atividade (considerado antigo). Segundo Iwai (2005), a relação DBO/DQO deve manter-se acima de 0,5 para que se tenha uma melhor biodegradabilidade em um aterro sanitário. Para uma relação DBO/DQO > 0,5 o aterro é considerado novo e instável, entre 0,1 e 0,5 indica um aterro moderadamente estável, e para uma relação DBO/DQO < 0,1 o aterro é considerado antigo.

A partir da amostra de lixiviado bruto, obteve-se o valor de pH igual a 8,48, sendo, portanto, um valor considerado alcalino, o que indica que o aterro se encontra numa fase metanogênica, onde há maior geração de metano e como o aterro possui 12 anos de atividade, já se encontra mais estabilizado. Também, a importância de se determinar o pH de uma amostra de lixiviado está relacionada à avaliação da idade do aterro, sendo que um pH mais baixo indica que o aterro é novo e se encontra numa fase ácida e um pH mais elevado indica que é mais velho e está numa fase alcalina (KUHN; REISDORFER, 2015).

Nos Quadros 1, 2 e 3 estão apresentados os valores de DBO observados, em laboratório, e estimados pelo método de Thomas e pelo método de Diferença de Logaritmos (DL) para amostra de lixiviado bruto e para as diferentes concentrações, respectivamente. Também constam o coeficiente angular ( $\alpha$ ) e o coeficiente linear ( $b$ ) da reta de regressão obtida via *software* Excel®, a partir de cinco pontos provindos da aplicação de cada um dos respectivos métodos. Estão ainda elencados os valores obtidos para o coeficiente de regressão ( $R^2$ ) a partir da abordagem de cada um dos dois métodos matemáticos escolhidos para realização deste estudo.

Tempo (dias)	y (DBO observada)	$\left(\frac{t}{y}\right)^{1/3}$	THOMAS		$\frac{\Delta y}{\Delta t}$	$\ln\left(\frac{\Delta y}{\Delta t}\right)$	DL	
			$a = 0,0071$	$K = 0,2475$			$a = -0,1694$	$K = 0,1694$
1	190	0,173946	$b = 0,1721$	$\mathcal{L}_0 = 793$	190	5,2470240	$b = 5,2095$	$\mathcal{L}_0 = 1081$
2	292	0,189910			102	4,6249728		
3	382	0,198770	$R^2 = 0,86$		90	4,4998096	$R^2 = 0,54$	
4	509	0,198814			127	4,8441870		
5	582	0,204808			73	4,2904594		

Quadro 1 – Aplicação do Método de Thomas e da Diferença de Logaritmos para amostra de lixiviado bruto.

Tempo (dias)	y (DBO observada)	$\left(\frac{t}{y}\right)^{1/3}$	THOMAS		$\frac{\Delta y}{\Delta t}$	$\ln\left(\frac{\Delta y}{\Delta t}\right)$	DL	
			$a = 0,011$	$K = 0,2355$			$a = -0,1981$	$K = 0,1981$
1	40	0,292402	$b = 0,2802$	$\mathcal{L}_0 = 193$	40	3,6888794	$b = 3,8341$	$\mathcal{L}_0 = 233$
2	76	0,297444			36	3,5835189		
3	94	0,317199	$R^2 = 0,96$		18	2,8903717	$R^2 = 0,71$	
4	116	0,325487			22	3,0910424		
5	135	0,333333			19	2,9444389		

Quadro 2 – Aplicação do Método de Thomas e da Diferença de Logaritmos para lixiviado na concentração de 100 mg/L.

Tempo (dias)	y (DBO observada)	$\left(\frac{t}{y}\right)^{1/3}$	THOMAS		$\frac{\Delta y}{\Delta t}$	$\ln\left(\frac{\Delta y}{\Delta t}\right)$	DL	
			$a = 0,021$	$K = 0,2366$			$a = -0,1609$	$K = 0,1609$
1	6	0,550321	$b = 0,5325$	$\mathcal{L}_0 = 28$	6	1,7917594	$b = 1,7987$	$\mathcal{L}_0 = 38$
2	11	0,566516			5	1,6094379		
3	13	0,613375	$R^2 = 0,90$		2	0,6931471	$R^2 = 0,34$	
4	17	0,617358			4	1,3862943		
5	20	0,629961			3	1,0986122		

Quadro 3 – Aplicação do Método de Thomas e da Diferença de Logaritmos para lixiviado na concentração de 10 mg/L.

A partir da análise dos valores de  $K$  decorrentes de amostras de lixiviado bruto e de diferentes concentrações, constata-se que foram obtidos resultados relativamente baixos quando comparados a outros valores de  $K$  e que não houve muitas variações nos resultados obtidos nas estimativas deste coeficiente.

O coeficiente de desoxigenação é dependente das características da matéria orgânica, ou seja, do efluente analisado, da temperatura em que se encontra a referida amostra e da presença de substâncias inibidoras. Efluentes tratados possuem um coeficiente de desoxigenação menos elevado (Quadro 4), pois parte da matéria orgânica mais facilmente assimilável já foi removida, restando somente a parte de estabilização mais delongada (VON SPERLING, 2014).

Origem	$K$ (dia <sup>-1</sup> )
Esgoto bruto concentrado	0,35 – 0,45
Esgoto bruto de baixa concentração	0,30 – 0,40
Efluente primário	0,30 – 0,40
Efluente secundário	0,12 – 0,24
Curso d'água com águas limpas	0,08 – 0,20

Quadro 4 – Valores típicos de  $K$  (base  $e$ , 20 °C).

Fonte: Adaptado de Fair et al. (1973) e Arceivala (1981), citados por Von Sperling (2014)

Segundo Marchezi e Engelhardt (2011), que estudaram a cinética de degradação dos efluentes brutos e tratados oriundos de uma fábrica de celulose, o valor estimado para  $K$ , encontrado através do método de Mínimos Quadrados, apresentou pouca variação (diferença entre estimativas para amostra bruta e tratada) além de também serem valores baixos. Para Marchezi e Engelhardt (2011) esse fato pode indicar que o efluente possui baixa taxa de degradação, podendo ser um indicativo da presença de materiais químicos de difícil degradação ou até mesmo tóxicos aos organismos decompositores.

No trabalho de Aragão (2017) foram estudados diferentes tipos de águas (esgoto bruto sanitário, água superficial poluída e lodo de tanque séptico) e determinada a DBO última e o coeficiente de desoxigenação, através dos métodos matemáticos (Método de Thomas, Fujimoto, Mínimos Quadrados e Diferença de Logaritmos). O referido autor relatou valores baixos de  $K$  (0,172 d<sup>-1</sup> para esgoto bruto, 0,141 d<sup>-1</sup> para esgoto tratado e 0,128 d<sup>-1</sup> para água poluída) à medida que se transcorre esse processo, a fração biodegradável é mais facilmente consumida, diminuindo o valor do coeficiente  $K$ .

Na Tabela 2, estão apresentados os valores obtidos com o método de Thomas (amostras: bruto, 100 mg/L e 10 mg/L), sendo este o método que melhor se adequou e apresentou valores mais expressivos para a determinação do coeficiente  $K$  através do

qual foi então calculada a porcentagem de DBO total consumida em 5 dias de análise.

	BRUTO	100	10
$a$	0,0071	0,011	0,021
$b$	0,1721	0,2802	0,5325
$K$	0,2475	0,2355	0,2366
DBO última ( $\mathcal{L}_0$ )	793	193	28
DBO <sub>5</sub>	582	135	20
% DBO consumida	73	70	71

Tabela 2 – Valores em porcentagem da DBO consumida em 5 dias.

Nas Figuras 2 a 4 podem ser observados os resultados obtidos através do modelo de Streeter-Phelps o qual estabelece uma estimativa para DBO através da Equação 6, sendo portanto a DBO obtida a partir dos valores de  $\mathcal{L}_0$  e  $K$  que então foram calculados pelo método matemático de Thomas (M. Thomas) e pelo método da Diferença de Logaritmos (M. DL). Nas figuras estão mostrados os valores da DBO<sub>5,20</sub> tanto observada (dados laboratoriais) como estimada (modelo de Streeter-Phelps).

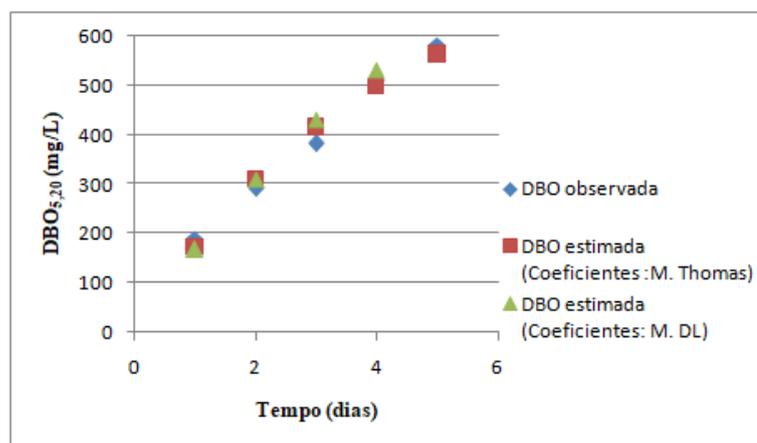


Figura 2 – DBO observada e estimada do lixiviado bruto, a partir dos dois métodos.

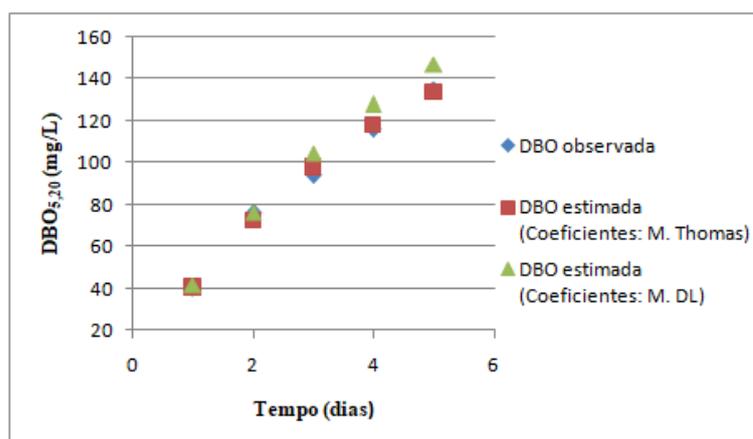


Figura 3 – DBO observada e estimada do lixiviado em concentração 100 mg/L.

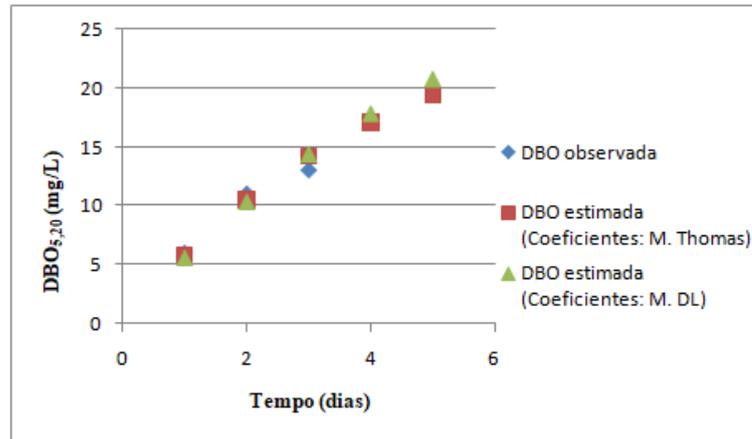


Figura 4 – DBO observada e estimada do lixiviado em concentração 10 mg/L.

Através dos gráficos, pode-se perceber que houve pouca diferença entre os valores observados e estimados para DBO. Dessa forma, os dois métodos, de maneira geral, se mostraram eficientes na determinação dos valores de  $\mathcal{L}_0$  e  $K$ . Esses valores foram associados ao modelo de Streeter-Phelps, vindo a estabelecer a DBO estimada, que por sua vez ficou bem próxima da DBO observada (resultados laboratoriais).

#### 4 | CONCLUSÃO

Estimativas para o coeficiente de desoxigenação  $K$ , realizadas com amostras de lixiviado bruto e em diferentes concentrações (100 mg/L e 10 mg/L), a partir da aplicação do método de Thomas e do método da Diferença de Logaritmos, apresentaram poucas variações.

A amostra de lixiviado bruto obteve valor de  $K$  superior, através da aplicação do método de Thomas; em relação aos valores de  $K$  obtidos para amostras com concentrações menores. Isto se deve à concentração de matéria orgânica na amostra de lixiviado bruto ser maior, o que implica taxa de degradação também superior.

Ambos os métodos matemáticos abordados neste trabalho forneceram bons resultados tanto para o coeficiente  $K$  como para a Demanda Bioquímica de Oxigênio Última ( $\mathcal{L}_0$ ). Em decorrência disso a aplicação do modelo de Streeter-Phelps para cálculo da DBO estimada, conduziu a valores próximos da DBO observada (resultados laboratoriais).

Em uma análise comparativa entre os dois métodos empregados neste estudo avaliou-se o coeficiente de determinação  $R^2$ , sendo que os resultados mais eficientes foram obtidos através do método de Thomas.

#### REFERÊNCIAS

APHA – American Public Health Association, AWWA – American Water Works Association, WEF – Water Environment Federation. **Standard Methods for examination of water and wastewater**. 22nd ed. Washington: American Public Health Association; 2012, 1360 pp. ISBN 978-087553-013-0.

- ARAGÃO, P. E. A. **Análise sobre métodos de estimativa de parâmetros cinéticos em ensaio de degradação de matéria orgânica**. 2016. 70 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.
- ARCHELA, E.; CARRARO, A.; FERNANDES, F.; BARROS, O. N. F.; ARCHELA, R S. Considerações sobre a geração de efluentes líquidos em centros urbanos. **Geografia**, Londrina, v. 12, n. 1, Jan/Jun2003. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/viewFile/6711/6055>>. Acesso em: 05 jul. 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10007: **Amostragem de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro, 2004.
- FADINI, P. S; FADINI, A. A. B. Lixo: desafios e compromissos. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**. São Paulo: Edição especial, 2001.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**: Rio Grande do Sul. Disponível em:<<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=430850>>. Acesso: 09 jul. 2020.
- IWAI, C. K. **Tratamento de chorume através de percolação em solos empregados com material de cobertura de aterros para resíduos sólidos urbanos**. 2005. 222 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2005.
- KAWAHIGASHI, F.; MENDES, M. B.; JÚNIOR, V. G. da A.; GOMES, V. H.; FERNANDES, F.; HIROOKA, E. Y.; KURODA, E. K. Pós-tratamento de lixiviado de aterro sanitário com carvão ativado. **Eng Sanit Ambient**, v. 19, n.3, jul./set., 2014. DOI: 10.1590/S1413-41522014019000000652. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v19n3/1413-4152-esa-19-03-00235.pdf>>. Acesso em: 05 jul. 2020.
- KUHN, D.; REISDORFER, G. Avaliação da eficiência da aplicação de coagulante orgânico em chorume para remoção de carga orgânica e nutrientes. **Tecno-Lógica: Revista do Depto de Química e Física, do Depto de Engenharia, Arquitetura e Ciências Agrárias e do Mestrado em Tecnologia Ambiental**, Santa Cruz do Sul, v. 19, n. 1, p 64-68, jul./dez., 2015. Disponível em: <<https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/5460>>. Acesso em: 07 jul. 2020.
- MAIA, I. S.; RESTREPO, J. J. B.; JUNIOR, A. B. de C.; FRANCO, D. Avaliação do tratamento biológico de lixiviado de aterro sanitário em escala real na Região Sul do Brasil. **Eng Sanit Ambient**, v. 20, n.4, out./dez., 2015. DOI: 10.1590/S1413-41522015020040140926. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v20n4/1413-4152-esa-20-04-00665.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2020.
- MARCHEZI, T. T. B.; ENGELHARDT, B. A. S. Estudo da cinética de degradação da matéria orgânica dos efluentes bruto e tratado oriundos de fábrica de celulose. In: 51º Congresso Brasileiro de Química, 2011, São Luiz/ MA. **Anais**. São Luiz/ MA: CBQ, 2011. Disponível em:<<http://www.abq.org.br/cbq/2011/trabalhos/5/5-144-10574.htm>>. Acesso em: 08 jul. 2020.
- MENESES, C. G. R. Evolução da biodegradabilidade da matéria orgânica em um sistema de lagoas de estabilização. In: 22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2003. Joinville/SC. **Anais**. Joinville/SC: CBESA, 2003. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes22/civ.pdf>>. Acesso em: 05 abr. 2018.
- PLAMSAB – **PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL DE SANTA MARIA**. Introdução, Comunicação e Diagnóstico, 2018.
- RICCIARDONE, P.; PEREIRA, O. dos S.; PEREIRA, C. de S. S. Avaliação da Capacidade de Autodepuração do Rio das Mortes no Município de Vassouras/RJ. **Revista Eletrônica TECCEN**, Vassouras, v. 4, n. 3, set./dez., 2011. Disponível em: <<http://editora.universidadedevassouras.edu.br/index.php/TECCEN/article/view/491/pdf>>. Acesso em: 06 jul. 2020.

TAVEIRA, M. V.; SILVA, A. M. da; RODRIGUES, L. dos S. Impactos do aterro sanitário do município de Três Corações, Minas Gerais, na qualidade da água subterrânea. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v. 14, n. 1, jan./jul. 2016. Disponível em: <<https://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/3005/2420>>. Acesso em: 02 fev. 2018.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4. ed. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2014. 472 p.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Agência nacional de vigilância sanitária 58  
Agroindústria 104, 105, 107  
Artesão 4, 5  
Aterro sanitário 67, 70, 72, 73, 75, 80, 81

### B

Banana 8, 185, 186, 192, 194, 213

### C

Certificação ambiental 32, 43  
Ciclo hidrológico 124  
Coeficiente de determinação 70, 79  
Comercialização ilegal 195, 197  
Compostagem 61, 64  
Condições climáticas 72, 95, 98, 255, 257  
Corredor central da mata atlântica 230  
Cubierta vegetal 125, 126, 127, 141, 144, 151, 155

### D

Diagramas 45  
Doenças respiratórias 248, 257

### E

Emoções 290, 291  
Escalas temporales 124  
Estiagens 1, 8, 10  
Eutrofização 261

### F

Feijão bravo 178, 179, 182  
Fitofisionomias 95, 98, 197, 206  
Flora 106, 183, 204, 206, 207, 235, 279, 280, 285  
Fossa negra 16, 21, 23, 25, 27, 28, 30  
Frota de veículos 247

## I

Incineração 61, 64

Insumos farmacêuticos 61

## L

La cuenca experimental 127, 129, 153, 154, 155, 169

Latossolo amarelo distrófico 170, 172

Linguagem universal 288

## P

Padrões de qualidade do ar 250

Parques nacionais 84

Parque zoobotânico 178, 180

Pegada ecológica 107

Península ibérica 127, 151, 152, 153

Planalto conquistense 236, 237

Polinização 197, 236, 238, 240, 241, 245

Precipitações pluviais 273

Problemas fitossanitários 184, 185

Protagonismo juvenil 236, 245

## R

Raízes de macrófitas 260, 261, 265

Reciclagem 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 60, 61, 62, 63, 65

Rede entomológica 208, 213, 225

Régua linimétrica 269, 271

Reservatório bolonha 259, 260

## S

Sabedoria popular 267, 268, 276

Segurança alimentar 1, 9, 115, 116, 285

Sensores 124, 127, 129, 130, 141, 151, 154, 156, 160, 161, 162, 164, 165, 167

Simulações 82, 93

Sistema de plantio direto 170, 172, 175, 176

Software 21, 74, 75, 76, 84, 85, 94, 95, 96, 99, 100, 188, 267, 268, 271

## V

Vida útil 33

## Z

Zonas rurais 18, 19, 278

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

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

 @atenaeditora

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

# **O MEIO AMBIENTE E A INTERFACE DOS SISTEMAS SOCIAL E NATURAL 2**

 **Atena**  
Editora

**Ano 2020**

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

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

 @atenaeditora

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

# **O MEIO AMBIENTE E A INTERFACE DOS SISTEMAS SOCIAL E NATURAL 2**

 Atena  
Editora

**Ano 2020**