

Maria Elanny Damasceno Silva
(Organizadora)



Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental 2

Atena
Editora
Ano 2020

Maria Elanny Damasceno Silva
(Organizadora)



Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental 2

 **Atena**
Editora
Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Karine de Lima

Luiza Batista 2020 by Atena Editora

Maria Alice Pinheiro Copyright © Atena Editora

Edição de Arte Copyright do Texto © 2020 Os autores

Luiza Batista Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Revisão Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora

Os Autores 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.

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 – Instituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
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
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
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª 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
Profª Drª 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
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
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. 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
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
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

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª 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 – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

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. 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

Meio ambiente, recursos hídricos e saneamento ambiental

2

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

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

M514 Meio ambiente, recursos hídricos e saneamento ambiental 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 978-65-5706-219-7

DOI 10.22533/at.ed.197202407

1. Educação ambiental. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Meio ambiente – Preservação. 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

contato@atenaeditora.com.br


Ano 2020

APRESENTAÇÃO

Prezado leitor (a), a obra Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Saneamento Básico da série 2 e 3, englobam a temática das ciências ambientais no contexto teórico e prático de pesquisas voltadas para a discussão da preservação e recuperação dos recursos naturais, bem como a criação de métodos e tecnologias que contribuem para a redução dos impactos ambientais oriundos dos desequilíbrios das ações humanas.

O volume 2 contém capítulos que tratam da educação ambiental por meio de projetos interdisciplinares em ambientes educacionais e comunitário. Além disso, as pesquisas apresentadas apontam tecnologias diversas que auxiliam no monitoramento de áreas protegidas, risco de queimadas em florestas e simuladores de erosão em solo para formulação de dados sedimentológicos.

Em relação as tecnologias sustentáveis são divulgados estudos sobre os benefícios dos telhados verdes para captação de águas pluviais e o uso de biodigestores em propriedades rurais e zonas urbanas para o tratamento de matérias orgânicas utilizadas na geração de energia, gás e biofertilizantes. Sobre efluentes industriais e domésticos é indicado método de depuração aplicado em Estações de Tratamentos de Esgotos, assim como *Wetlands* construídas para eliminar a deterioração das bacias hídricas.

Diante do crescimento populacional em zonas urbanas é mostrado a necessidade de redimensionamento de área urbana próxima às áreas de inundações, complementando com o estudo sobre a atualização de Plano de Saneamento Básico municipal para controle de enchentes. E por fim, acerca de inundações em locais impermeáveis é evidenciado um sistema de infiltração de águas de chuvas que facilita o escoamento no solo.

No volume 3 é tratado da parceria entre gestores nacionais e internacionais de recursos hídricos a fim de fomentar a Rede Hidrometeorológica do país. As questões jurídicas ganham destaque na gestão ambiental quando se refere ao acesso à água potável na sociedade. E como acréscimo é exposto um modelo hidro econômico de alocação e otimização de água. As águas fluviais compõem uma gama de estudos contidos neste exemplar. Os assuntos que discutem sobre rios e praias vão desde abordagens metodológicas para restaurar rios, análises das características das praias de águas doces sobre o desenvolvimento do zooplâncton e composição granulométrica dos sedimentos dos corpos hídricos.

É destaque para a importância e conservação das Bacias de Detenção de águas de chuvas em zona urbana, como também os sistemas de controle da vazão das águas pluviais na prevenção de enchentes, assoreamento e erosões nas margens de rios. Os modelos matemáticos, hidrogramas e suas correlações são fatores que estimam volume das vazões nas áreas atingidas e servem como instrumentos eficazes preventivos contra inundações inesperadas. Similarmente, a modelagem pode ser bem inserida em um estudo que trata dos componentes aquáticos na qualidade das águas de rios.

A respeito da qualidade da água são mencionados ensaios físico-químicos e microbiológicos coletados em um rio e averiguados com base nos parâmetros das portarias e resoluções nacionais. No quesito potabilidade da água é exibido uma pesquisa com foco nas águas pluviais captadas e armazenadas em cisternas de placas.

Por último, salienta-se os estudos que substituem aparelhos hidrosanitários por modelos que reduzem a quantidade de água descartada, da mesma forma tem-se a substituição de válvulas redutoras de pressão por turbo geradores a fim de verificar a viabilidade financeira e energética em uma Companhia de Abastecimento metropolitano.

Portanto, os conhecimentos abordados e discutidos sem dúvidas servirão como inspiração para trabalhos futuros, replicação em outras regiões como também favorecerá para a minimização dos impactos ambientais provocados a longo prazo, além de ser modelos norteadores de consciência ecológica na sociedade.

Excelente leitura!

Maria Elanny Damasceno Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ORTA ESCOLAR COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA E INTERDISCIPLINAR DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NUMA ESCOLA ESTADUAL DE ARAPUTANGA-MT	
Leiliane Erminia da Silva Stefanello	
Victor Hugo de Oliveira Henrique	
Dhiogo Mendes de Andrade	
Renata Cristina Cordeiro	
Gilmara Matos Centeno	
Ana Paula Batista Silva de Lima	
José Antônio da Silva Andrade	
Juliana Alves de Jesus Quevedo	
Jeferson dos Santos Capelletti	
Maria das Dores Pereira de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.1972024071	
CAPÍTULO 2	13
PROJETO ENGENHEIROS DO FUTURO: O LÚDICO COMO PRINCÍPIO DE APRENDIZAGEM DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL	
Leonardo Di Paulo da Silva Chaves	
Luciana Andréa Tiberi Moreira	
Raphaela Tacine Pinto Modesto	
Gabriel Vinícius Fernandes Miranda	
Gleicy Karen Abdon Alves Paes	
DOI 10.22533/at.ed.1972024072	
CAPÍTULO 3	19
PROJETO AQUARELA: A ECOTÉCNICA DE PRODUÇÃO DE TINTAS DE SOLO COMO MÉTODO PARA REVITALIZAÇÃO DE AMBIENTES	
Jeane de Fátima Cunha Brandão	
Lívia Ferreira Coelho	
Kelly Mesquita Clemente	
Isac Jonatas Brandão	
DOI 10.22533/at.ed.1972024073	
CAPÍTULO 4	27
CONSERVAÇÃO AMBIENTAL E ALTERNATIVA DE RENDA PARA A COMUNIDADE RIBEIRINHA DO RIO JARUMÃ NA AMAZÔNIA TOCANTINA: UMA EXPERIÊNCIA EM CONSTRUÇÃO	
Josiel do Rego Vilhena	
DOI 10.22533/at.ed.1972024074	
CAPÍTULO 5	35
ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A CONSERVAÇÃO: UMA ANÁLISE DAS SOBREPOSIÇÕES COM EMPREENDIMENTOS DE 1998 A 2016	
Marília Teresinha de Sousa Machado	
Francisca Deuzilene Nobre de Lima	
Camila Santana da Rocha	
DOI 10.22533/at.ed.1972024075	

CAPÍTULO 6	47
ANÁLISE DO RISCO DE QUEIMADA COM USO DO MAPA DE KERNEL NO MUNICÍPIO DE MARABÁ-PA	
Layla Bianca Almeida Dias	
Thiago dos Reis Lima	
Gleidson Marques Pereira	
Glauber Epifanio Loureiro	
Gleicy Karen Abdon Alves Paes	
Seidel Ferreira dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.1972024076	
CAPÍTULO 7	56
AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE SOLOS APÓS INCORPORAÇÃO DE PALHA DE CAFÉ	
Daniel Lucas Prudêncio	
Aurélio Azevedo Barreto Neto	
Vinícius Pedro de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.1972024077	
CAPÍTULO 8	64
TELHADO VERDE UMA ALTERNATIVA DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA: UMA REVISÃO	
Janine Farias Menegaes	
Toshio Nishijima	
Rogério Antônio Bellé	
Fernanda Alice Antonello Londero Backes	
DOI 10.22533/at.ed.1972024078	
CAPÍTULO 9	78
SISTEMA PARA INFILTRAÇÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS NO SOLO E SUBSOLO DE CURITIBA EM VIAS URBANIZADAS	
Vinicios Hyczy do Nascimento	
Ernani Francisco da Rosa Filho	
Luiz Eduardo Mantovani	
Eduardo Chemas Hindi	
DOI 10.22533/at.ed.1972024079	
CAPÍTULO 10	90
NECESSIDADE DE ESTUDOS DE REDIMENSIONAMENTO DIANTE DE INUNDAÇÕES URBANAS: UM ESTUDO DE CASO DO CÓRREGO AFONSO XIII EM TUPÃ/SP	
José Roberto Rasi	
Roberto Bernardo	
Cristiane Hengler Corrêa Bernardo	
Valentim Cesar Bigeschi	
DOI 10.22533/at.ed.19720240710	
CAPÍTULO 11	104
SANEAMENTO BÁSICO E O SISTEMA DE ESPAÇOS LIVRES: ESTUDO DE CASO EM ARRAIAL DO CABO - RJ	
Aline Pires Veról	
Bruna Peres Battemarco	
Leonardo Henrique Silva dos Santos	
Victória de Araújo Rutigliani	
Camilla Fernandes da Silva	
Daniel Carvalho da Costa	
Marcelo Gomes Miguez	
Raquel Hemerly Tardin-Coelho	
DOI 10.22533/at.ed.19720240711	

CAPÍTULO 12	115
SISTEMA DE TRATAMENTO <i>COMMUNITY ON-SITE</i> DE EFLUENTES POR MEIO DE WETLANDS CONSTRUÍDAS: METODOLOGIA DE CÁLCULO E IMPLANTAÇÃO	
Mateus Francisquini Bruna Pereira da Silva Regiane Soares Xavier	
DOI 10.22533/at.ed.19720240712	
CAPÍTULO 13	137
AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO COEFICIENTE DE DESOXIGENAÇÃO NO MODELO DE AUTODÉPURAÇÃO UTILIZANDO EFLUENTES DE LATICÍNIO	
Duwylho Moraes Guedes Francisco Javier Cuba Teran Priscila Gracielle dos Santos Aguiar	
DOI 10.22533/at.ed.19720240713	
CAPÍTULO 14	152
APLICABILIDADE DE BIODIGESTORES (REATORES ANAERÓBIOS) PARA O SANEAMENTO AMBIENTAL	
Ricardo Salles Hermanny Carin von Mühlen Carlos Eduardo de Souza Teodoro Rodrigo José Marassi	
DOI 10.22533/at.ed.19720240714	
CAPÍTULO 15	164
USO DE BIODIGESTOR EM COMUNIDADES RURAIS DA GUINÉ-BISSAU PARA GERAÇÃO DE ENERGIA, BIOFERTILIZANTE E SANEAMENTO	
Nino Júlio Nhanca Carlos Alberto Mendes Moraes	
DOI 10.22533/at.ed.19720240715	
SOBRE A ORGANIZADORA	178
ÍNDICE REMISSIVO	179

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO COEFICIENTE DE DESOXIGENAÇÃO NO MODELO DE AUTODEPURAÇÃO UTILIZANDO EFLUENTES DE LATICÍNIO

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 27/03/2020

Duwylio Moraes Guedes

Universidade Federal de Goiás
Goiânia – Goiás

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7225911553670229>

Francisco Javier Cuba Teran

Universidade Federal de Goiás
Goiânia – Goiás

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3433455726987770>

Priscila Gracielle dos Santos Aguiar

Universidade Federal de Goiás
Goiânia – Goiás

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1498356490419463>

RESUMO: As limitações de estudos mais aprofundados e específicos acerca dos efluentes industriais levam cada vez mais os profissionais a utilizarem de parâmetros que destoam da realidade, pelo fato de adotarem coeficientes tabelados que nem sempre refletem a real característica de tais efluentes. O presente trabalho teve por objetivo principal determinar o coeficiente de desoxigenação

(K_1) no corpo receptor que recebe efluentes de uma indústria láctea situada no interior de Goiás. Também foi realizado o estudo de autodepuração utilizando o método de Streeter-Phelps, onde foi possível analisar as diferenças entre o coeficiente teórico e experimental. O Coeficiente de desoxigenação teórico foi adotado pela literatura de Von Sperling para esgoto tratado secundário, variando entre $0,12 \text{ d}^{-1}$ (mínimo), $0,18 \text{ d}^{-1}$ (médio) e $0,24 \text{ d}^{-1}$ (máximo), sendo que esses valores foram corrigidos em função da temperatura do efluente resultando em $K_1^{26^\circ\text{C}} = 0,16 \text{ d}^{-1}$, $0,24 \text{ d}^{-1}$ e $0,32 \text{ d}^{-1}$, respectivamente. Já o coeficiente experimental foi determinado pelo Método de Thomas. O resultado encontrado do coeficiente K_1 corrigido em função da temperatura resultou em $K_1^{26^\circ\text{C}} = 0,46 \text{ d}^{-1}$. Com o estudo de modelagem da autodepuração, foi possível verificar que o efluente industrial teve maior impacto no corpo receptor, o $K_1^{26^\circ\text{C}}$ experimental apresentou valores menores de concentração crítica de oxigênio dissolvido e conseqüentemente após a zona de decomposição ativa houve uma gradual melhora na recuperação do oxigênio dissolvido utilizando o $K_1^{26^\circ\text{C}}$ experimental, isso levou a recuperação das características iniciais da zona de águas limpas em uma distância menor em comparação com os $K_1^{26^\circ\text{C}}$ teóricos.

PALAVRAS-CHAVE: Coeficiente de desoxigenação, DBO, Streeter-Phelps, autodepuração, corpo receptor.

ASSESSING THE INFLUENCE OF THE DEOXYGENATION COEFFICIENT ON THE SELF-DEPURATION MODEL THROUGH THE EFFLUENTS OF A DAIRY PLANT

ABSTRACT: The limitations of in-depth specific studies about industrial discharges have led more and more professionals to make use of parameters that clash with reality, due to the adoption of tabulated coefficients which do not always correspond to the real characteristics of the aforementioned effluents. This study aims above all to determine the deoxygenation coefficient of the water body that receives the discharges of a dairy plant in the interior of the state of Goiás. A self-depuration study was also conducted along the lines of the Streeter-Phelps method, thanks to which it was possible to analyze the differences between the theoretical and experimental coefficients. The theoretical deoxygenation coefficient used was that found in the literature of Von Sperling for secondary treatment wastewater, varying between 0,12 d⁻¹ (minimum), 0,18 d⁻¹ (medium) and 0,24 d⁻¹ (maximum), in which each of these values was corrected on the basis of the temperature of the effluent, resulting in $K_1^{26^\circ\text{C}} = 0,16 \text{ d}^{-1}$, 0,24 d⁻¹ e 0,32 d⁻¹, respectively. As for the experimental coefficient, it was determined using the Thomas method. The figure found for coefficient K_1 corrected on the basis of the temperature resulted in $K_1^{26^\circ\text{C}} = 0,46 \text{ d}^{-1}$. Thanks to the self-depuration data modeling, it was possible to establish that the industrial discharge had the major impact on the receiving water body, the experimental $K_1^{26^\circ\text{C}}$ showed a smaller amount of critical concentration of dissolved oxygen and consequently, after the active decomposition zone, there was a gradual improvement in the levels of the dissolved oxygen by means of the experimental $K_1^{26^\circ\text{C}}$, which in turn led to the restoration of the initial characteristics of the clean waters zone in an area smaller when compared with the theoretical $K_1^{26^\circ\text{C}}$.

KEYWORDS: Deoxygenation coefficient, BOD, Streeter-Phelps, Self-depuration, Water body.

INTRODUÇÃO

A crescente poluição dos corpos hídricos exige esforços cada vez maiores para o controle dessa poluição. Uma das formas de se controlar a poluição é estudar e conhecer a capacidade de autodepuração do corpo hídrico, estimando a quantidade de efluentes tratados que o rio é capaz de receber sem que suas características naturais sejam prejudicadas, sempre observando as leis pertinentes em todos os âmbitos da federação. A depender do tipo de efluente a ser lançado no corpo hídrico e do grau de tratamento, pode existir uma variação na forma em que esse efluente se comportará ao entrar em contato com o manancial, sendo de grande importância neste processo, o coeficiente de desoxigenação (K_1), utilizado para a modelagem de autodepuração pelo método de

Streeter-Phelps.

O lançamento dos despejos de efluentes tratados em um curso d'água tem como consequência o consumo de oxigênio dissolvido no corpo receptor. Isso se deve aos processos de estabilização da matéria orgânica realizados pelas bactérias decompositoras, as quais utilizam o oxigênio disponível no meio líquido para a sua respiração. A diminuição da concentração do oxigênio dissolvido tem diversas implicações do ponto de vista ambiental, constituindo-se em um dos principais problemas de poluição das águas (HESPANHOL, 2009).

A proteção dos recursos hídricos envolve o monitoramento e a avaliação de sua qualidade ao longo dos rios, estabelecendo metas e controlando as descargas de poluentes, de forma que um nível aceitável da qualidade da água seja mantido. Sendo assim, a compreensão da autodepuração dos corpos d'água constitui um elemento básico para a adoção dessas medidas e ações.

A autodepuração é um processo natural, no qual cargas poluidoras biodegradáveis, lançadas em um corpo d'água são atenuadas. De acordo com Von Sperling (2014), pode ser entendida como um fenômeno de sucessão ecológica, em que o restabelecimento do equilíbrio no meio aquático, ou seja, a busca pelo estágio inicial encontrado antes do lançamento de efluentes, é realizada por mecanismos essencialmente naturais.

O modelo de Streeter-Phelps é um método que consiste em auxiliar na modelagem do processo de autodepuração, levando em consideração as características do corpo hídrico e da carga orgânica de entrada. No estudo da autodepuração é contemplado o coeficiente K_1 , no qual descreve a taxa de desoxigenação do efluente, podendo este variar de acordo com o tratamento aplicado e as características do efluente.

Conforme Von Sperling (2014), o coeficiente de desoxigenação (K_1) varia conforme a Tabela 1 e o coeficiente de reaeração (K_2) varia conforme Tabela 2.

Origem	K_1 (dia ⁻¹)
Efluente secundário	0,12 – 0,24

Tabela 1. Valores genéricos do coeficiente K_1 (base e, 20°C)

Fonte: VON SPERLING, 2014. Adaptado.

Corpo d'água	K_2 (dia ⁻¹) Profundo	K_2 (dia ⁻¹) Raso
Rios rápidos	0,69	1,15

Tabela 2. Valores típicos do coeficiente K_2 (base e, 20°C)

Fonte: VON SPERLING, 2014. Adaptado.

O coeficiente de desoxigenação (K_1) é um parâmetro de grande importância na modelagem do oxigênio dissolvido. Ele depende do tipo e concentração da matéria

orgânica, da temperatura e da presença de substâncias inibidoras, além do nível de tratamento (NUNES, 2008). A partir disto, a presente pesquisa buscou estudar o efeito da variação do valor de K_1 na autodepuração do corpo receptor a partir do lançamento do efluente de uma indústria láctea situada no interior de Goiás, e comparar o valor experimental com os valores reportados pela literatura.

O método utilizado para o cálculo do coeficiente K_1 experimental foi o Método de Thomas, conhecido como Método gráfico de Thomas, baseado na similaridade da função $(1 - 10^{-kt})$ com a função $2,3kt[1+(2,3/6)k.t]^{-3}$, obtida por meio de desenvolvimentos matemáticos de $f(t)=10^{-kt}$, justificados por meio da série de expansões de Mc Laurin (MCGHEE, 1991 *apud* ARAGÃO, 2016). Após rearranjos, tem-se que a Equação 1 expressa pelos pares coordenados é linear.

$$\left(\frac{t}{y}\right)^{1/3} = (2,3.K_1.L)^{-1/3} + \left[\frac{K_1^{2/3}}{3,43.L^{1/3}}\right].t \quad \text{equação (1)}$$

Onde:

y = DBO medida no intervalo de tempo t , mg.L^{-1} ;

K_1 = coeficiente de desoxigenação na base 10, dia^{-1} ;

L = DBO máxima exercida ou $\text{DBO}_{\text{ÚLTIMA}}$, mg.L^{-1} .

Então elabora-se um gráfico de valor $(t/y)^{1/3}$ versus t , onde a reta de melhor ajuste pode ser obtida pelo ajuste de regressão linear. O valor de K_1 é gerado por meio do coeficiente angular da reta e intersecção com o eixo das coordenadas. A partir daí, temos a Equação 2.

$$Z = a + b.t \quad \text{equação (2)}$$

Onde:

- $Z = \left(\frac{t}{y}\right)^{1/3}$
- $a = (2,3.K_1.L)^{-1/3}$
- $b = \left[\frac{K_1^{2/3}}{3,43.L^{1/3}}\right]$

Em posse de Z pode-se plotar um gráfico em função de t . A inclinação “ b ” e a ordenada na origem “ a ”, da linha de melhor ajuste dos dados, podem ser usadas para calcular K_1 e L por meio das Equações 3 e 4.

$$K_1 = 2,61 \frac{b}{a} \quad \text{equação (3)}$$

$$L = \frac{1}{2,3Ka^3} \quad \text{equação (4)}$$

Pelo fato de o coeficiente K_1 encontrado pelo Método de Thomas estar em base 10, há a necessidade de efetuar a correção para incluí-lo no método de Streeter-Phelps, que usa o coeficiente com base e. Esta correção é dada pela Equação 5.

$$K_1(\text{base } 10) = \frac{K_1(\text{base } e)}{2,303} \quad \text{equação (5)}$$

Logo, tem-se o cálculo para base e, conforme Equação 6:

$$K_1(\text{base } e) = K_1(\text{base } 10) \cdot 2,303 \quad \text{equação (6)}$$

Meneses (2006) destaca que devido a interferência exercida pelo nitrogênio, as observações diárias da DBO não podem ultrapassar os primeiros dez dias. Portanto, para a utilização do método foi observado DBO durante cinco dias consecutivos.

A influência da variação do coeficiente de desoxigenação pode ser observada por meio do comparativo das diferentes zonas de autodepuração, conforme Braga et al (2005) existe essencialmente quatro zonas de autodepuração (zona de degradação, zona de decomposição ativa, zona de recuperação e zona de águas limpas).

A zona de águas limpas à montante do lançamento em geral é uma região com elevada concentração de oxigênio dissolvido (OD) e vida aquática é superior às demais zonas, considerando que não há focos de poluição e de despejos de esgotos anterior a este ponto.

Assim que é introduzido os efluentes tratados no curso d'água, é iniciada a zona de degradação, que está localizada à jusante do ponto de lançamento dos efluentes tratados. Sua característica é a diminuição inicial na concentração de OD e sedimentação de parte da matéria sólida. Nessa zona podem existir seres vivos que vêm em busca de alimentos devido a elevada quantidade de bactérias e fungos, mas poucas algas devido à dificuldade de penetração da luz, em virtude da turbidez da água.

Uma vez terminada a zona de degradação, o rio dá espaço à zona de decomposição ativa, que é o trecho do rio em que a concentração de oxigênio dissolvido atinge o seu valor mínimo, podendo em alguns casos ser totalmente consumida, denominada de concentração crítica (C_c) e que está associada ao tempo crítico (T_c) e distância crítica (d_c), ou seja, o tempo crítico ou distância crítica é o ponto do perfil longitudinal onde há o menor valor de OD em todo trecho analisado. Nos casos onde há o consumo total do OD, tem-se condições de anaerobiose. Nessa zona, a quantidade de bactérias e

fungos diminuí, havendo também uma redução ou mesmo a eliminação da quantidade de organismos aeróbios.

Após a zona de decomposição ativa, o curso d'água entra na zona de recuperação. Nessa região, ocorre um aumento na concentração de OD, devido os efeitos de reaeração acabar predominando sobre os efeitos da desoxigenação. A água apresenta uma aparência mais clara e percebe-se uma gradual melhora, contudo pode ser observado a presença de algas devido a presença de nutrientes. A vida aquática começa a ser reestabelecida e há presença de organismos mais resistentes, similares aos da zona de degradação.

Por fim, após a zona de recuperação, o rio retorna à zona de águas limpas. Apresentando características similares da região à montante do lançamento e a concentração de OD está próxima a de saturação, devido ao baixo consumo pela comunidade microbiana e à possível elevação de algas. O ecossistema encontra-se estável novamente e a vida aquática pode ser reestabelecida. Todavia, isso não significa que o rio esteja totalmente livre de organismos patogênicos.

MATERIAL E MÉTODOS

Efluente utilizado na pesquisa

A indústria láctea escolhida para esta pesquisa atua na produção de diversos produtos derivados do leite, dentre esses produtos estão: leite condensado, requeijão cremoso, composto lácteo, leite em pó, queijo muçarela e queijo prato. Possui uma área total de 200.000 m², 21.000 m² de área construída e capacidade mensal de processamento de 800 toneladas de soro e de leite em pó.

A Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da indústria é composta por tratamento preliminar (gradeamento, desarenador e medidor Parshall), lagoa anaeróbia e lagoa facultativa. Está em processo de implantação pelos técnicos responsáveis da ETE, um sistema físico-químico de Flotação por Ar Dissolvido (FAD) que será instalado antes da lagoa anaeróbia, visando a melhoria do tratamento e a qualidade do efluente final.

A coleta do efluente tratado foi realizada na saída da lagoa facultativa, em uma caixa de reunião dos efluentes que saem da lagoa, por meio de amostragem simples. Logo após a coleta, o efluente tratado foi disposto em recipientes adequados e encaminhados para laboratório para realização das leituras diárias de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), conforme Tabela 5.

Foi coletada amostra simples in loco do rio à montante do despejo, conforme Figura 1. O critério para definição do ponto de coleta foi devido ser um trecho retilíneo mais próximo da montante do lançamento do efluente tratado, facilitando assim a coleta de amostra. A amostra foi devidamente identificada e refrigerada e sua entrada em laboratório ocorreu 5 horas após a coleta.



Figura 1. Pontos de lançamento do efluente e coleta de amostras do rio

Fonte: Google Earth – adaptado pelos autores.

Os procedimentos de análise seguiram o Standard Methods for the examination of Water and Wasterwater (SMWW) – APHA/AWWA/WEF, 23^a edição, 2017 e os resultados de suas análises seguem na Tabela 3 e Tabela 4.

As amostras do rio e do efluente foram encaminhadas sob refrigeração adequada até as dependências da empresa Microlab Ambiental, onde foram feitas todas as análises laboratoriais dispostas nesta pesquisa.

Na Tabela 3 são apresentados os parâmetros laboratoriais das amostras do manancial, coletadas à montante do lançamento do efluente tratado, no Ponto 1, conforme Figura 1.

PARÂMETROS	REFERÊNCIA	RESULTADO
Oxigênio Dissolvido	SMWW 4500 – G	7,00 mg.L ⁻¹
DBO 5 dias à 20°C	SMWW 5210 B	< 2,0 mg.L ⁻¹

Tabela 3. Parâmetros, Técnicas Analíticas e Resultados – Manancial à montante do lançamento

Fonte: Elaborada pelos autores.

Na Tabela 4 são apresentados os parâmetros laboratoriais das amostras do efluente tratado, coletado à jusante da lagoa facultativa, sem considerar a filtração de algas e sólidos suspensos.

PARÂMETROS	REFERÊNCIA	RESULTADO
DBO 5 dias à 20°C	SMWW 5210 B	527 mg.L ⁻¹
Demanda Química de Oxigênio	SMWW 5220 D	940 mg.L ⁻¹

Tabela 4. Parâmetros, Técnicas Analíticas e Resultados – Efluente Tratado

Fonte: Elaborada pelos autores.

Coeficiente de Desoxigenação (K_1) Teórico

O efluente de estudo pode ser considerado como proveniente de tratamento secundário, pois é efluente de lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa. Portanto foram

utilizados valores variando entre 0,12 e 0,24 d⁻¹, conforme apresentado na Tabela 1.

Como os coeficientes são para 20 °C, os mesmos foram corrigidos para a temperatura de 26°C utilizando-se o valor de $\theta = 1,047$. A interpretação da constante θ é de que o valor K_1 aumenta 4,7% a cada acréscimo de 1°C na temperatura do efluente (VON SPERLING, 2014), conforme Equação 7.

$$K_1^{26^\circ\text{C}} = K_1^{20^\circ\text{C}} \cdot 1,047^{(26-20)} \quad \text{equação (7)}$$

Os valores corrigidos mínimo, médio e máximo do coeficiente K_1 teórico para o efluente secundário estão representados na Tabela 5.

Esta pesquisa utilizou os três coeficientes para melhor representar o efluente teórico e fazer um comparativo entre os limites desta faixa teórica. O K_1 médio foi obtido por meio da média aritmética dos valores mínimo e máximo, 0,12 e 0,24, respectivamente, com o objetivo de efetuar a comparação da faixa média teórica em relação ao K_1 experimental.

$K_1^{20^\circ\text{C}}$ (dia ⁻¹)	$K_1^{26^\circ\text{C}}$ (dia ⁻¹)
0,12 (mínimo)	0,16
0,18 (médio)	0,24
0,24 (máximo)	0,32

Tabela 5. Coeficientes K1 corrigidos em função da temperatura (Efluente secundário)

Fonte: Elaborada pelos autores.

Oxigênio Dissolvido no Rio (OD_m)

Outra variável medida in loco foi a concentração do Oxigênio Dissolvido (OD) no rio à montante do lançamento do efluente tratado (OD_m). Medido com o equipamento “Water Quality Meter”, que apresenta uma faixa de medição de 0 a 20 mg.L⁻¹ com resoluções de 0,01 mg.L⁻¹ e exatidão de +/- 0,7 %.

Para isto, foi coletada uma amostra de água à montante do lançamento e de forma imediata foi feita a leitura do Oxigênio Dissolvido com o equipamento.

Conforme a leitura no equipamento, o Oxigênio Dissolvido à montante do lançamento do efluente tratado (OD_m) no rio foi de 7,00 mg.L⁻¹.

Oxigênio Dissolvido no efluente (OD_e)

Devido a elevada quantidade de matéria orgânica presente no efluente e conseqüentemente um elevado consumo de oxigênio pelos microrganismos decompositores, foi considerado o valor de oxigênio dissolvido no efluente igual a zero (OD_e = 0 mg.L⁻¹), assumindo, portanto, a pior situação possível de concentração de OD,

tornando o estudo mais conservador.

Concentração de Saturação e Oxigênio Dissolvido (C_s)

O coeficiente de saturação de oxigênio pode ser calculado de acordo com a temperatura da água e a altitude do ponto de estudo. Foi utilizada a Equação 8 proposta por Pöpel, 1979 *apud* Von Sperling, 2014.

$$C_s = 14,652 - 0,41022 \cdot T + 7,9910 \cdot 10^{-3} \cdot T^2 - 7,7774 \cdot 10^{-5} \cdot T^3 \quad \text{equação (8)}$$

A temperatura do rio foi 27°C, portanto a concentração de saturação de oxigênio foi de 7,87 mg.L⁻¹.

$$\frac{C_s'}{C_s} = \left(1 - \frac{\text{Altitude}}{9450} \right) \quad \text{equação (9)}$$

A altitude do ponto de estudo é de 390m. Portanto, o Coeficiente de Saturação de Oxigênio é 7,54 mg.L⁻¹.

Coeficiente de reaeração (K_2)

Foi utilizado o valor de 0,92 d⁻¹ a 20°C, conforme Tabela 2. Também foi necessário corrigir o valor do coeficiente para a temperatura do rio de 27°C. De acordo com Von Sperling (2014), o valor utilizando do coeficiente de temperatura θ é 1,024, O cálculo da correção foi efetuado usando a Equação 10.

$$K_2^{27^\circ C} = K_2^{20^\circ C} \cdot \theta^{(27-20)} = 0,92 \cdot 1,024^7 = 1,086 \text{ dia}^{-1} \quad \text{equação (10)}$$

Modelo de Streeter-Phelps

Segundo Teles e Silveira (2006), o modelo de Streeter-Phelps descreve, teoricamente, o comportamento do oxigênio dissolvido ao longo do espaço e do tempo, após o lançamento de poluentes. Sendo este modelo considerado simples, os parâmetros de entrada são: vazão, DBO, OD do rio e do efluente; coeficiente de desoxigenação (K_1) e reaeração (K_2); característica da bacia hidrográfica de estudo e temperatura da água. A partir dessas informações, o cálculo do modelo se procede por meio da Equação 11.

$$C_t = C_s - \left[\frac{K_1 \cdot L_0}{K_2 - K_1} (e^{-K_1 \cdot t} - e^{-K_2 \cdot t}) + D_0 \cdot e^{-K_2 \cdot t} \right] \quad \text{equação (11)}$$

Onde:

- C_t = Concentração de oxigênio ao longo do tempo, mg.L^{-1} ;
- C_s = Concentração de saturação de oxigênio, mg.L^{-1} ;
- L_0 = DBO remanescente em $t=0$, mg.L^{-1} ;
- D_0 = Déficit de oxigênio inicial, mg.L^{-1} ;
- K_1 = Coeficiente de desoxigenação, d^{-1} ;
- K_2 = Coeficiente de reaeração, d^{-1} .

Cálculo do Comprimento da Zona de Mistura (Z_m)

Foi calculado o comprimento da Zona de Mistura (Z_m) pelo método de Yotsukura, 1968 *apud* Chapra, 1997, usando a Equação 12.

$$Z_m = 8,52 \cdot V \cdot \frac{B^2}{H} \quad \text{equação (12)}$$

Onde:

- Z_m = Comprimento da Zona de Mistura, m;
- V = Velocidade média do Rio, m.s^{-1} ;
- B = Largura do Rio, m;
- H = Profundidade do Rio, m.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Determinação do Coeficiente de Desoxigenação (K_1) Experimental

A determinação do K_1 experimental foi realizada a partir de dados de ensaios de laboratório, em que foi efetuada a leitura de DBO durante cinco dias consecutivos. A Tabela 6 e a Figura 2 ilustram os resultados obtidos na evolução da DBO exercida.

DIAS	DBO exercida (mg.L^{-1})	REFERÊNCIA
1	49,30	SMWW 5210 B
2	98,60	SMWW 5210 B
3	221,90	SMWW 5210 B
4	369,80	SMWW 5210 B
5	517,70	SMWW 5210 B

Tabela 6. Resultado da DBO medida ao longo dos cinco dias de incubação

Fonte: Elaborada pelos autores.

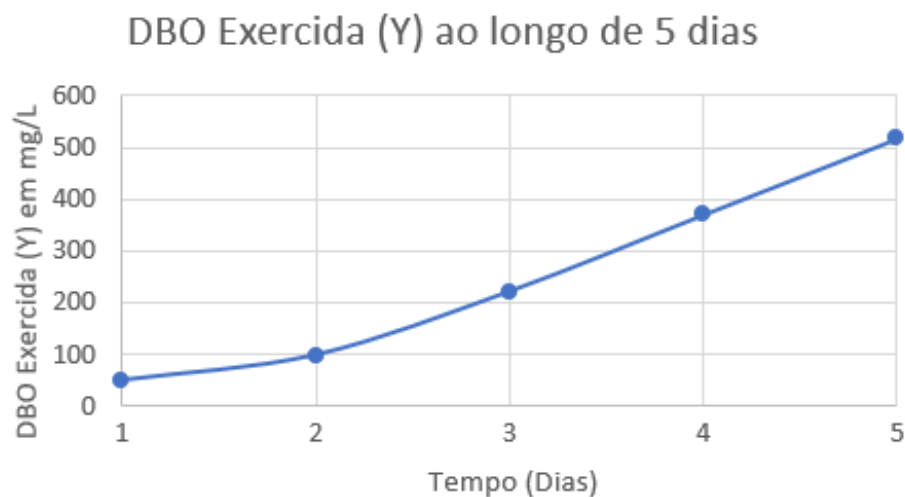


Figura 2. Concentração de DBO exercida (y), em mg.L⁻¹, durante cinco dias de incubação a 20°C

Fonte: Elaborada pelos autores.

Com os dados obtidos pela medição da DBO, conforme Tabela 8, foi possível plotar um gráfico da variação da DBO exercida (mg.L⁻¹) *versus* o tempo (dias), representada pela Figura 2.

Em posse da DBO exercida em função do tempo, foi calculado o termo Z da Equação 2, para posterior elaboração da reta de regressão linear, os resultados seguem na Tabela 7.

DIAS	$(t/DBO)^{1/3}$
1	0,2727
2	0,2727
3	0,2382
4	0,2212
5	0,2130

Tabela 7. Resultado do termo Z $(t/DBO)^{1/3}$

Fonte: Elaborada pelos autores.

Com os valores obtidos na Tabela 7, foi gerado um gráfico de dispersão (Figura 3) e encontrada a equação da reta obtida pela linha de tendência.

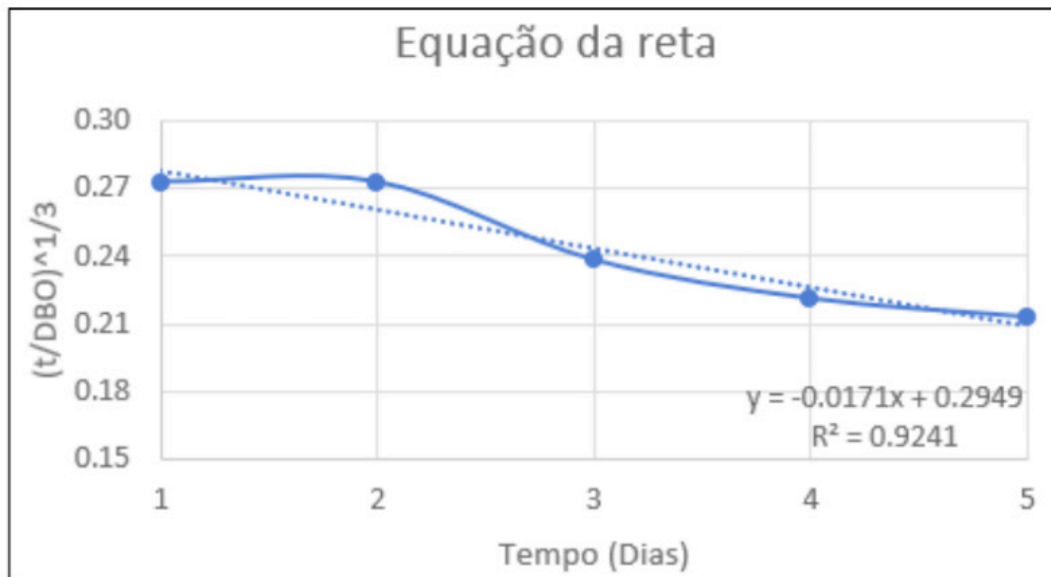


Figura 3. Equação da reta encontrada por meio da análise de regressão linear.

Fonte: Elaborada pelos autores.

A partir da equação da reta encontrou-se os valores de A e B, sendo A o ponto de intersecção da reta e B a inclinação da reta. Para o cálculo de K_1 da base 10, multiplicou-se por 2,61 a razão B/A, posteriormente multiplicou-se por 2,303 para conversão do K_1 para base e. Os resultados podem ser verificados na Tabela 8.

A	0,2949
B	0,0171
$K_1^{20^\circ\text{C}}$ base 10	0,15
$K_1^{20^\circ\text{C}}$ base e	0,35

Tabela 8. Valores da constante $K_1^{20^\circ\text{C}}$ experimental da amostra analisada

Fonte: Elaborada pelos autores.

O resultado encontrado do coeficiente K_1 base e, é para a referência de 20°C , sendo que este valor corrigido em função da temperatura do efluente de 26°C , utilizando a Equação 7, resulta em $K_1^{26^\circ\text{C}} = 0,46 \text{ d}^{-1}$.

O valor do coeficiente $K_1^{26^\circ\text{C}}$ experimental difere-se consideravelmente do $K_1^{26^\circ\text{C}}$ tabelado sugerido por Von Sperling (2014), visto que o coeficiente experimental apresenta um aumento de cerca de 44% em relação ao teórico máximo e 188% em relação ao teórico mínimo. Isso pode se dar devido à maior concentração de matéria orgânica presente no efluente industrial de estudo, uma vez que a carga orgânica do efluente industrial é maior que a do efluente sanitário, o que leva a deprender que o impacto do efluente industrial é maior no corpo receptor.

Na Figura 4 segue o comparativo de depleção do OD em um trecho longitudinal de 100 Km, levando em consideração o início da zona de degradação após a zona de

mistura (Z_m), calculada por meio da Equação 18. Para o comparativo, foram utilizados os resultados encontrados pela Equação 17 para os quatro cenários propostos, uma vez que foi analisado o comportamento do $K_1^{26^\circ\text{C}}$ em quatro cenários diferentes: $K_1^{26^\circ\text{C}}$ experimental, $K_1^{26^\circ\text{C}}$ teóricos tabelados em uma faixa mínima, média e máxima, conforme consta na Tabela 5.

Pôde-se observar que em relação ao perfil de depleção do OD, quando utilizado o coeficiente $K_1^{26^\circ\text{C}}$ experimental, houve uma queda acentuada no consumo de OD, principalmente na zona de decomposição ativa, considerada entre os km 10 e 40, havendo uma diferença no ponto de concentração crítica de oxigênio dissolvido (C_c) de $0,23 \text{ mg.L}^{-1}$, sendo C_c K_1 experimental = $6,65 \text{ mg.L}^{-1}$ e sendo C_c K_1 teórico mínimo = $6,88 \text{ mg.L}^{-1}$.

No início da zona de recuperação, a partir do km 40, ainda houve uma diferença de $0,17 \text{ mg.L}^{-1}$ comparando os dois extremos do gráfico. No km 70 houve uma convergência entre os pontos de OD e após isso o efluente analisado com o $K_1^{26^\circ\text{C}}$ experimental tornou-se mais favorável à recuperação e ao atendimento da zona de águas limpas e favorecendo o atendimento da concentração de saturação (C_s) do rio em uma distância menor, sendo para o $K_1^{26^\circ\text{C}}$ experimental uma distância de 335 km, para o $K_1^{26^\circ\text{C}}$ teórico, recuperará a uma distância de 805 km, 565 km e 450 km, para o mínimo, médio e máximo, respectivamente.

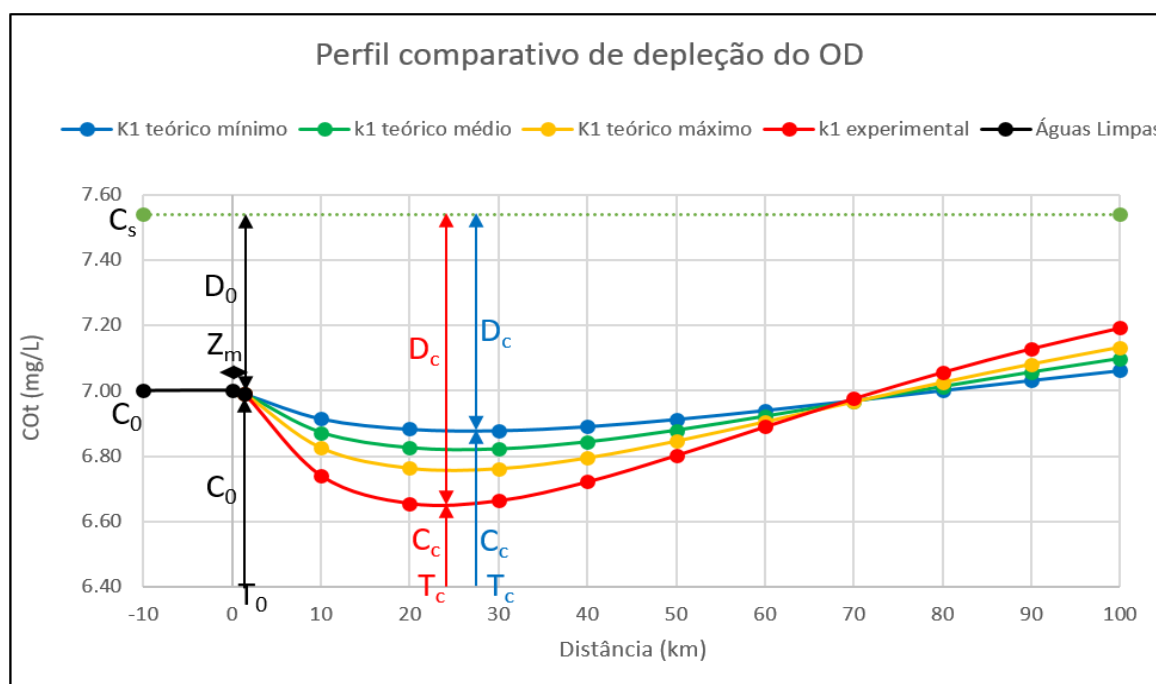


Figura 4. Perfil comparativo de depleção do OD ao longo do trecho longitudinal do rio

Fonte: Elaborada pelos autores.

O atendimento à zona de águas limpas após o despejo ocorreu em uma distância menor quando utilizado o coeficiente $K_1^{26^\circ\text{C}}$ experimental. Pôde-se verificar que para o rio atingir a concentração de OD inicial de $7,00 \text{ mg.L}^{-1}$ foi necessário 75 km para o $K_1^{26^\circ\text{C}}$ teórico máximo, 78 km para o $K_1^{26^\circ\text{C}}$ teórico médio e 82 km para o $K_1^{26^\circ\text{C}}$ teórico mínimo,

enquanto que o $K_1^{26^\circ\text{C}}$ experimental atingiu $7,00 \text{ mg.L}^{-1}$ a uma distância de 72 km.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa foi desenvolvida em um trecho do Rio Piranhas, onde foi possível a determinação de parâmetros necessários para a entrada no modelo de autodepuração, utilizando o método de Streeter-Phelps. Foi utilizado como estudo de caso uma indústria de laticínios, que tem produção diária de efluentes em sua estação de tratamento, composta por uma lagoa anaeróbia seguida de uma lagoa facultativa.

Pôde-se observar que a determinação do coeficiente de desoxigenação K_1 em laboratório teve uma considerável diferença em relação aos valores tabelados indicados em literatura. Este fato deve-se às características particulares dos efluentes industriais em relação aos efluentes sanitários, uma vez que foi possível detectar o aumento significativo da matéria orgânica da indústria do laticínio, devido seus processos produtivos.

A depleção do OD ao longo do rio quando utilizado o coeficiente experimental do efluente foi maior em comparação aos coeficientes teóricos, visto que na zona de decomposição ativa o $K_1^{26^\circ\text{C}}$ experimental mostrou valores menores na concentração crítica de oxigênio dissolvido (C_c), sendo $6,65 \text{ mg.L}^{-1}$ para o $K_1^{26^\circ\text{C}}$ experimental e $6,88 \text{ mg.L}^{-1}$ $K_1^{26^\circ\text{C}}$ teórico mínimo, isso indica que o lançamento de efluentes industriais em corpos receptores pode ser mais suscetíveis à diminuição de OD no processo de autodepuração em comparação aos efluentes sanitários.

Após a zona de decomposição ativa houve uma gradual melhora na recuperação do OD utilizando o $K_1^{26^\circ\text{C}}$ experimental e isso levou a recuperação das características iniciais da zona de águas limpas em uma distância menor em comparação com os $K_1^{26^\circ\text{C}}$ teóricos.

Considerando a importância da utilização do coeficiente de desoxigenação no processo de autodepuração e sua fácil aplicação (MENEZES et al., 2015), esta pesquisa sugere que seja feito a análise do valor real do coeficiente para efluentes industriais, pelo fato dos mesmos distorcerem os valores conhecidos de efluentes sanitários, uma vez que foi possível verificar que o coeficiente de desoxigenação altera consideravelmente os perfis de OD e DBO, podendo acarretar prejuízos ambientais aos corpos hídricos.

REFERÊNCIAS

ARAGÃO, P. E. A. **Análise sobre métodos de estimativa de parâmetros cinéticos em ensaio de degradação de matéria orgânica**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Recursos Hídricos, Fortaleza, 2016. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/22566/1/2016_dis_peaarag%C3%A3o.pdf>. Acesso em 25 de abril de 2019.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; MIERZWA, J. C.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANA, N.; EIGER, S. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 313 p. Disponível em: <<https://www.slideshare.net/hermasantos/introduo-engenharia-ambiental-benedito-braga>>. Acesso em 24 de abril de 2019.

BRASIL. **Resolução CONAMA Nº 430 de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 09 de abril de 2019.

CHAPRA, S. C. **Surface water quality modelling. McGraw-Hill Series in Water Resources and Environmental Engineering**. Boston: WCB/McGraw-Hill, 1997. 844 p.

HESPANHOL, K. M. H. **Monitoramento e diagnóstico da qualidade da água do Ribeirão Morangueiro**. 2009. 156f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá – Departamento de Engenharia Civil, 2009. Disponível em: <<http://www.livrosgratis.com.br/ler-livro-online-126158/monitoramento-e-diagnostico-da-qualidade-da-agua-do-ribeirao-morangueiro>>. Acesso em 25 de abril de 2019.

MENESES, C. G. R. **Evolução da biodegradabilidade da matéria orgânica em um sistema de lagoas de estabilização**. 2006. 120f. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia Química – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2006. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/15938/1/CarlaGracyRM.pdf>>. Acesso em 27 de abril de 2019.

MENEZES, J. P. C.; BITTENCOURT, R. P.; FARIAS, M. S.; BELLO, I. P.; OLIVEIRA, L. F. C.; FIA, R. **Deoxygenation rate, reaeration and potential for self-purification of a small tropical urban stream**. Rev. Ambient. Água v. 10, n. 4, p. 748-757, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v10n4/1980-993X-ambiagua-10-04-00748.pdf>>. Acesso em 24 de abril de 2019.

NUNES, D.G. **Modelagem da autodepuração e qualidade da água do rio turvo sujo**. Dissertação. (Mestrado) – Pós-graduação em Engenharia Agrícola - Universidade Federal de Viçosa, 2008. Disponível em: <<http://alexandria.cpd.ufv.br:8000/teses/engenharia%20agr%C3%ADcola/2008/211962f.pdf>>. Acesso em 21 de abril de 2019.

TELES, R., B.; SILVEIRA, A. **Autodepuração de escoamentos naturais de água – estudo de caso: de modelagem matemática em um trecho do ribeirão preto, Ribeirão Preto – SP**. CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL, XXX. Anais... Uruguai: Punta Del Este, 2006. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/uruguay30/br08489_teles.pdf>. Acesso em 24 de abril de 2019.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto**. 4. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2014. 472 p.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agropecuária 153, 157, 164

Água Residuária 104, 107, 125

Águas Pluviais 8, 64, 65, 68, 73, 74, 75, 77, 78, 79, 80, 81, 83, 84, 85, 87, 92, 94, 98

Alimentação Saudável 1, 9, 11

Ambiente Escolar 3, 10

Artesanato 21, 27, 29, 30, 33

Assoreamentos 78, 79, 89

B

Bacia Sedimentar 78, 81, 89

BDQueimadas 47, 48, 50, 51

Biodegradação Anaeróbia 142

Bioengenharia 64

C

Chorume 160

Conservação da Biodiversidade 35, 37, 38, 39, 45, 46

Controle de Inundação 91

Cores da Terra 21, 26

Cultura Alimentar 3

Curso Técnico em Meio Ambiente 33

D

Déficit de Energia e Gás 153

Déficit de Saneamento 104, 109

Descarte Correto de Resíduos 13

Drenagem Urbana 76, 91, 102

E

Efluente Industrial 126, 137

Erosão de Solo 56

Escoamento das Águas Pluviais 77, 78, 80

Estações de Tratamento de Esgoto 120, 122, 148

Estudo Geológico 78

Estudo Hidrológico 92, 93, 95, 97, 99

F

Futuras Gerações 14

G

Gases do Efeito Estufa 141

Geoprocessamento 35, 41, 54, 55

I

Impactos Socioambientais 27, 29

Impermeabilização 65, 72, 78, 79, 81, 89, 90, 91, 92, 93, 100, 102

Incêndios Florestais 47, 48, 51, 54

J

Jardins Suspensos da Babilônia 68

L

Levantamento Topográfico 94

M

Matéria Orgânica 59, 105, 109, 118, 128, 133, 137, 139, 140, 141, 143, 144, 161, 163

Modelo de Streeter-Phelps 128, 134

N

Nutrientes 8, 23, 48, 57, 58, 72, 105, 106, 109, 131, 148

O

Oficinas de Empreendedorismo 27, 30

Oxigênio Dissolvido 126, 128, 130, 133, 134, 138, 139

P

Parâmetros Físicos 56, 62

Percepção Ambiental 13, 15

Política Pública 31, 35, 36, 37, 42, 43

Público Infantil 13

Q

Qualidade de Vida 5, 15, 25, 43, 68, 141

Questões Culturais 159

R

Recuperação Sustentável 56, 58

Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 