

Base de Conhecimentos Gerados na Engenharia Ambiental e Sanitária

3



Cleiseano Emanuel da
Silva Paniagua
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2021

Base de Conhecimentos Gerados na Engenharia Ambiental e Sanitária

3



Cleiseano Emanuel da
Silva Paniagua
(Organizador)

Atena
Editora

Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 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-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

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
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Prof^ª Dr^ª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
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
Prof^ª Dr^ª Ivone Goulart Lopes – Instituto 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
Prof^ª Dr^ª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^ª Dr^ª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^ª Dr^ª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^ª Dr^ª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª 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 Alfnas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

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^ª Dr^ª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª Dr^ª 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 Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

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^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^ª Dr^ª 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. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª 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. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^ª Dr^ª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Prof^ª Dr^ª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^ª Dr^ª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Prof^ª Dr^ª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^ª Dr^ª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^ª Dr^ª 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. 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. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Prof^ª 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. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
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. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
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. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
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
Prof^ª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Ma. Lilians Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª Livia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof^ª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^ª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
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
Prof^ª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^ª Dr^ª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Prof^ª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Prof^ª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^ª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^ª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^ª 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

Base de conhecimentos gerados na engenharia ambiental e sanitária 3

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

B299 Base de conhecimentos gerados na engenharia ambiental e sanitária 3 / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-974-5

DOI 10.22533/at.ed.745210804

1. Engenharia Ambiental e Sanitária. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.
CDD 628

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

O e-book “Base de conhecimento gerado na Engenharia Ambiental e Sanitária 3”, constituído por vinte e oito capítulos de livros que foram organizados e divididos em três grandes áreas temáticas: (i) gestão de resíduos sólidos e líquidos; (ii) uso e impactos ambientais gerados por aterros sanitários e (iii) gestão e qualidade dos recursos hídricos.

Diante disso, inúmeros estudos já concluíram que vários recursos naturais (água, minerais, combustíveis fósseis e seus derivados entre outros) não são renováveis para suprir a necessidade e crescente demanda para manter tanto a atual quanto as futuras gerações, se não houver uma mudança drástica no atual estilo de vida e visão do homem. Neste sentido, a forma se pensar a relação homem/ambiente, surge a necessidade de melhorar a gestão de materiais e práticas de trabalho. Neste contexto, a construção civil e os diferentes seguimentos industriais passaram por uma mudança radical encararam ao criar e aplicar novas práticas e rotinas de trabalho, possibilitando a geração mínima de resíduos e aumentando o seu reaproveitamento em outros setores da sociedade. Neste sentido, a adoção de novas práticas de fabricação e trabalho levou a: (i) redução de custos com aquisição de matérias – primas; (ii) incorporação de resíduos na composição de diversos produtos industrializados; (iii) o reaproveitamento e tratamento de efluentes antes do seu lançamento em corpos aquáticos; (iv) aprimoramento constante do quadro de colaboradores e (v) aquisição de novas tecnologias foram os principais fatores para se atingir este êxito. Entretanto, a falta de um sistema de educação mais efetivo e uma legislação mais restritiva e punitiva para o poluidor ou a fonte de poluição, se constitui em um entrave para a prática de um desenvolvimento mais sustentável.

Diante disso, inúmeros resíduos são gerados e destinados a áreas para receber todo material enviado que será disposto da forma mais adequada – os aterros sanitários. No entanto, a existência destes não significa em eliminar o impacto gerado pelos resíduos, visto que estas áreas possuem um tempo de vida útil e a precarização da infraestrutura faz com que estes espaços sejam vetores de transmissão de doenças e com alto poder de contaminação tanto do solo com de recursos hídricos que estejam próximos. Não obstante a presença de pessoas e animais nestes lugares se caracteriza como um centro de veiculação de inúmeras doenças.

A destinação inadequada de resíduos se constitui no maior responsável por alterar a qualidade dos recursos hídricos contribuindo tanto para a sua não utilização para fins potáveis quanto para a sobrevivência dos diferentes organismos dos diversos ecossistemas existentes no Brasil. Logo, a utilização de tecnologias que promovam o monitoramento e tratamento dos corpos aquáticos é de suma importância para preservar e garantir que estes não venham a faltar em um futuro bem próximo.

Pensando nisso, a editora Atena trabalha com o intuito de estimular e incentivar tanto

a publicação de trabalhos científicos quanto a disponibilidade destes de forma gratuita por intermédio de diferentes plataformas em tempo real e acessível a todos, contribuindo para o desenvolvimento de uma maior consciência ambiental.

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

COMPARAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE DUAS OBRAS EM BELÉM, PARÁ, BRASIL

Yuri Antônio da Silva Rocha
Bruno Mitsuo Hiura
Douglas Matheus das Neves Santos
Paulo Roberto Estumano Beltrão Júnior
Danúbia Leão de Freitas
Yan Torres dos Santos Pereira
Hugo Augusto Silva de Paula
William de Brito Pantoja
Juliane da Silva Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.7452108041

CAPÍTULO 2..... 13

IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GERENCIAMENTO PARA RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM UMA OBRA NA CIDADE DO RECIFE, PERNAMBUCO

Eduardo Antonio Maia Lins
Vanessa Luana Bezerra Barbosa
Adriane Mendes Viera Mota
Maria Clara Pestana Calsa
Andréa Cristina Baltar Barros

DOI 10.22533/at.ed.7452108042

CAPÍTULO 3..... 22

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE: ESTUDO DE CASO EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR

Mariane Viviurka Fernandes
Silvano da Silva Coutinho
Sílvia Carla da Silva André Uehara
Adriana Aparecida Mendes
Maiara Veiga Coutinho
Tatiane Bonametti Veiga

DOI 10.22533/at.ed.7452108043

CAPÍTULO 4..... 37

AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO DO SHOPPING MEGA MODA PARK, EM GOIÂNIA-GO

Rafaella Ferreira Rodrigues Almeida
Viníciu Fagundes Bárbara
Rosana Gonçalves Barros

DOI 10.22533/at.ed.7452108044

CAPÍTULO 5..... 57

DIAGNÓSTICO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA, ESGOTAMENTO SANITÁRIO E DESCARTE DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM TIMON-MA, BRASIL

George Ventura Alves Neri

Adriana Sotero Martins

Maria José Salles

DOI 10.22533/at.ed.7452108045

CAPÍTULO 6..... 71

ESTUDO DE CASO SOBRE A PERCEÇÃO AMBIENTAL DOS MORADORES DE UM CONDOMÍNIO SOBRE O DESCARTE DO ÓLEO DE COZINHA

Eduardo Antonio Maia Lins

Natália Dias Feijó

Adriane Mendes Vieira Mota

Andréa Cristina Baltar Barros

Maria Clara Pestana Calsa

DOI 10.22533/at.ed.7452108046

CAPÍTULO 7..... 82

SUBTRAÇÃO DE VOLUMES EM ATERROS SANITÁRIOS: GESTÃO DE RESÍDUOS DE PODA DE ÁRVORES URBANAS

Barbara Lucia Guimarães Alves

DOI 10.22533/at.ed.7452108047

CAPÍTULO 8..... 94

GERAÇÃO DE ILHAS DE CALOR EM ATERRO SANITÁRIO – ESTUDO DE CASO

Eduardo Antonio Maia Lins

João Victor de Melo Silva

Regina Coeli Lima

Suzana Paula da Silva França

Sérgio Carvalho de Paiva

Raphael Henrique dos Santos Batista

Camilla Borges Lopes da Silva

DOI 10.22533/at.ed.7452108048

CAPÍTULO 9..... 103

IMPACTOS AMBIENTAIS EM ATERRO SANITÁRIO DO MUNICÍPIO DE SEBERI-RS

Tariana Lissak Schüller

Malva Andrea Mancuso

DOI 10.22533/at.ed.7452108049

CAPÍTULO 10..... 115

GESTÃO AMBIENTAL CONJUNTA DOS SISTEMAS DE ÁGUAS RESIDUAIS E PLUVIAIS

Ricardo Pêra Moreira Simões

DOI 10.22533/at.ed.74521080410

CAPÍTULO 11 127

A INTRUSÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS E O INCREMENTO DE VAZÕES EM ETE'S

Diogo Botelho Correa de Oliveira

Marco Aurélio Calixto Ribeiro de Holanda

Camila Barrêto Rique de Barros

Lorena Clemente de Melo
Willames de Albuquerque Soares
DOI 10.22533/at.ed.74521080411

CAPÍTULO 12..... 136

POTENCIALIDADES NO USO DA ÁGUA DO AQUÍFERO GUARANI

Gilmar Antônio da Rosa
Priscila Mara Knoblauch

DOI 10.22533/at.ed.74521080412

CAPÍTULO 13..... 153

CONFLITOS TERRITORIAIS EM BACIAS URBANAS: ESTUDO DE CASO DA BACIA DO SÃO FRANCISCO NA FRONTEIRA BRASIL/COLÔMBIA E PERU

Ercivan Gomes de Oliveira
Adorea Rebello da Cunha Albuquerque
Manoel Góes dos Santos
Jefferson Rodrigues de Quadros

DOI 10.22533/at.ed.74521080413

CAPÍTULO 14..... 160

DESAFIOS DO NOVO MARCO LEGAL DO SETOR DE SANEAMENTO

Hugo Sergio de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.74521080414

CAPÍTULO 15..... 169

BIOPROSPECÇÃO DE RIZOBACTERIAS DE CAFÉ CONILON

Joyce Rayra Pereira Leite
Wanderson Alves Ferreira
Sabrina Spalenza de Jesus
Elson Barbosa da Silva Júnior

DOI 10.22533/at.ed.74521080415

CAPÍTULO 16..... 185

COMPARAÇÃO ENTRE A ANTIGA E A NOVA CLASSIFICAÇÃO TOXICOLÓGICA DOS AGROTÓXICOS UTILIZADOS NA CULTURA DA MAÇÃ NO MUNICÍPIO DE VACARIA/RS

Nilva Lúcia Rech Stedile
Cassiano da Costa Fioreze
Fernanda Meire Cioato
Tatiane Rech

DOI 10.22533/at.ed.74521080416

CAPÍTULO 17..... 204

AVALIAÇÃO DE RISCO RELATIVO DE DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA DE FONTES DE ABASTECIMENTO INDIVIDUAL DE ÁGUA SUBTERRÂNEA LOCALIZADAS NO BAIRRO GURIRI, SÃO MATEUS-ES

Tamires Lima da Silva
Fernando Soares de Oliveira

Talita Aparecida Pletsch
Daniela Teixeira Ribeiro
Yuri Graciano Bissaro Romualdo
Abrahão Welson de Souza
Bruna Bonomo Cosme

DOI 10.22533/at.ed.74521080417

CAPÍTULO 18.....215

PROGRAMA UM MILHÃO DE CISTERNAS [P1MC]: ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DE INFORMANTES-CHAVE

Juliana Elisa Silva Santos
Patrícia Campos Borja

DOI 10.22533/at.ed.74521080418

CAPÍTULO 19.....229

AVALIAÇÃO DOS INDICADORES DE SANEAMENTO E DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DOS TRIBUTÁRIOS DO SISTEMA LAGUNAR DE MARICÁ, RJ

Luane Marques Toledo
Fernanda Carvalho Moreno Wall
Marcelo Obraczka
André Luís de Sá Salomão

DOI 10.22533/at.ed.74521080419

CAPÍTULO 20.....244

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DA LAGOA DO BALNEÁRIO VENEZA EM CAXIAS – MA

Manoel Vyctor Rocha da Silva
Deuzuita dos Santos Freitas Viana

DOI 10.22533/at.ed.74521080420

CAPÍTULO 21.....253

MODELAGEM COMPUTACIONAL DO ESCOAMENTO DE ESGOTO EM REDES COLETORAS ASSENTADAS EM DECLIVIDADES DRÁSTICAMENTE REDUZIDAS USANDO AS EQUAÇÕES DE SAINT-VENANT E DE BOUSSINESQ

Wolney Castilho Alves
Luciano Zanella

DOI 10.22533/at.ed.74521080421

CAPÍTULO 22.....268

SIMULAÇÃO HIDRÁULICA DE UMA REDE COLETORES DE ESGOTO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE CAMPINA DO MONTE ALEGRE, SÃO PAULO

Fernanda Marques dos Santos
Camila Gallassi
Juliana Noronha Primitz
Vinicius Rainer Boniolo
Jorge Luis Rodrigues Pantoja Filho

DOI 10.22533/at.ed.74521080422

CAPÍTULO 23.....274

AVALIAÇÃO DA PERFORMANCE DOS MODELOS GR4J, GR5J E GR6J NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO, MINAS GERAIS

Wallace Maciel Pacheco Neto
Fabianna Resende Vieira
Cristiano Christofaro Matosinhos

DOI 10.22533/at.ed.74521080423

CAPÍTULO 24.....289

USO DE FERRAMENTAS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS PARA A PLANIFICAÇÃO DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO DESCENTRALIZADO DE ESGOTO SANITÁRIO COM WETLAND CONSTRUÍDO EM MICROBACIA HIDROGRÁFICA URBANA

Lessandro Morini Trindade

DOI 10.22533/at.ed.74521080424

CAPÍTULO 25.....302

SIBOOST – A INOVAÇÃO NA METODOLOGIA DE OPERAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA COM FOCO NA REGULARIDADE DOS EQUIPAMENTOS PRESSURIZADORES DURANTE AS SINGULARIDADES DAS CRISES HÍDRICAS E ENERGÉTICAS – CASE CARMELO BARONI UNIDADE DE NEGÓCIOS SUL – SABESP

Kleber dos Santos
Ricardo Barros Cunha
Marco Antônio de Oliveira
Rogério de Castro Peres
Anderson Cleiton Barbosa
Vagner Motta

DOI 10.22533/at.ed.74521080425

CAPÍTULO 26.....319

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO HIDROLÓGICO DE UM TELHADO VERDE SUBMETIDO AS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE

Camila Barrêto Rique de Barros
Marco Aurelio Calixto Ribeiro de Holanda
Diogo Botelho Correa de Oliveira
Ariela Rocha Cavalcanti
Willames de Albuquerque Soares

DOI 10.22533/at.ed.74521080426

CAPÍTULO 27.....330

REMOÇÃO DE ÁCIDOS HÚMICOS NA FILTRAÇÃO LENTA COM PRÉ-OXIDAÇÃO COM RADIAÇÃO SOLAR

Carlos Henrique Rossi
Edson Pereira Tangerino
Tsunao Matsumoto
Anielle Ferreira de Jesus Pardo

DOI 10.22533/at.ed.74521080427

CAPÍTULO 28.....	342
PHOTODEGRADATION OF WATER POLLUTANTS WITH TIO₂ CATALYSTS ACTIVATED WITH VISIBLE LIGHT AND UV LIGHT	
Maricela Villicaña Mendez	
Luisa Verónica Piña Morales	
Ma. Guadalupe Garnica Romo	
DOI 10.22533/at.ed.74521080428	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	352
ÍNDICE REMISSIVO.....	353

REMOÇÃO DE ÁCIDOS HÚMICOS NA FILTRAÇÃO LENTA COM PRÉ-OXIDAÇÃO COM RADIAÇÃO SOLAR

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 05/02/2021

Carlos Henrique Rossi

Instituto Federal de São Paulo – Campus
Avançado de Ilha Solteira
Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho” – UNESP - Campus de Ilha
Solteira
Ilha Solteira -SP
<http://lattes.cnpq.br/9042838244980395>

Edson Pereira Tangerino

Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho” – UNESP - Campus de Ilha
Solteira
Ilha Solteira -SP
<http://lattes.cnpq.br/1965415209677697>

Tsunao Matsumoto

Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho” – UNESP - Campus de Ilha
Solteira
Ilha Solteira -SP
<http://lattes.cnpq.br/9772438921794907>

Anielle Ferreira de Jesus Pardo

Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho” – UNESP - Campus de Ilha
Solteira
Ilha Solteira -SP
<http://lattes.cnpq.br/7443134033028509>

RESUMO: O processo de oxidação utilizando a radiação solar precedendo a filtração lenta pode ser muito promissor no tratamento de água de

abastecimento para pequenas comunidades ou comunidades rurais isoladas. A praticidade em conjunto com uma tecnologia alternativa vem mostrar a eficiência do uso de energia da radiação solar, renovável e não poluente, não aproveitada ou pouco utilizada no mundo para esta finalidade. A incidência de raios ultravioleta (UV) presente na radiação solar pode romper as moléculas de ácidos **húmicos** facilitando desta forma, a sua remoção pela camada biológica formadas nos filtros lentos de areia. Assim, as moléculas remanescentes deste procedimento poderão ser retiradas por adsorção utilizando uma coluna de carvão ativado granular de polimento. Os ácidos húmicos são moléculas difíceis de serem removidas da água em processo convencional de tratamento de água, tornando estes micros poluentes uma das causas de preocupação entre os pesquisadores. Mediante esta dificuldade, propôs-se em desenvolver um método mais eficaz em tornar a água potável e acessível financeiramente pela população de baixa renda. Na presente pesquisa obteve-se uma remoção em torno de 55% de ácido húmico utilizando um concentrador de radiação solar para o rompimento das moléculas do ácido húmico, facilitando desta forma a potabilização da água para abastecimento.

PALAVRAS-CHAVE: Filtração lenta, radiação solar, tratamento de água.

HUMIC ACIDS REMOVAL IN SLOW FILTRATION WITH PRE-OXIDATION BY SOLAR RADIATION

ABSTRACT: The oxidation process using solar radiation preceding slow filtration can

be very promising in the treatment of water supply for small communities or isolated rural communities. The practicality together with an alternative technology shows the efficiency to use solar radiation energy, renewable and non-polluting, not used or little used in the world for this purpose. The incidence of ultraviolet (UV) rays present in solar radiation can disrupt the humic acid molecules thus facilitating their removal by the biological layer formed in the slow sand filters. Thus, the remaining molecules from this procedure can be removed by adsorption using a polishing granular activated carbon column. Humic acids are molecules that are difficult to remove from water in a conventional water treatment process, making these micro pollutants one of the causes of concern among researchers. In view of this difficulty, it was proposed to develop a more effective method of making water safe and affordable for the low-income population. In the present research, a removal of around 55% of humic acid was obtained using a solar radiation concentrator for the breakdown of the humic acid molecules, thus facilitating the potabilization of water for supply.

KEYWORDS: Slow filtration, solar radiation, water treatment.

1 | INTRODUÇÃO

A água é o bem de consumo mais precioso da humanidade, porém será que a população mundial tem valorizado esse bem como realmente merece? A resposta é não. A cada dia, a água potável acessível tem sido motivo de preocupação para muitos estudiosos, os quais ressaltam a existência de grande quantidade de água salgada em nosso planeta quando comparada com a quantidade de água doce, porém o seu percentual reduz drasticamente para a fração de água doce potável acessível, em valores realmente assustadores (TANGERINO, 2003).

Devido à crescente escassez de água potável, os processos de tratamentos de água têm sido muito pesquisados e cada vez mais à procura de inovações tecnológicas. Em contrapartida, novas tecnologias são financeiramente muito valorizadas e, muitas vezes, torna-os pouco acessíveis às comunidades carentes. Por este motivo, tem-se investido em tecnologias que tenha livre acesso por toda população, tal como o processo de potabilização por radiação solar e filtração lenta (TANGERINO, 2003).

Os raios ultravioletas (UV) emitidos pela radiação solar podem ser aproveitados para realizar pré-tratamento por oxidação das moléculas de micro poluentes existentes na água, e facilitar a remoção destes pelo tratamento biológico em filtros lento e posteriormente na coluna de carvão ativado granular (GRAHAM, 1999).

Os micros-poluentes muito encontrados em águas naturais são as substâncias húmicas (SH) que são moléculas de difícil remoção em um sistema de tratamento de água convencional (TANGERINO, 2003). O pré-tratamento com raios UV pode ser de grande importância para o futuro das populações carentes devido à redução de custos no tratamento da água e, também, para atenuar a escassez de água potável num futuro próximo.

Filtração Lenta

A filtração lenta em areia foi uma das primeiras técnicas de tratamento de água desenvolvidas para produção de água potável em larga escala. O primeiro filtro lento foi construído em Paisley, na Escócia, em 1804 por John Gibbs para abastecer uma indústria (MENDES et al., 2006). Em 1828 os filtros de areia, construídos por James Simpson em Londres, foram usados pela primeira vez para abastecimento público (FERRAZ, 2001).

Segundo Veras (1999) até o início do século XX, 1914, a filtração lenta permaneceu como sendo o único processo de tratamento de água. Após o surgimento da tecnologia de coagulação química seguida da filtração rápida e desinfecção, foi notado o declínio no uso do processo de filtração lenta em areia (MENDES et al., 2006).

A filtração lenta é indicada para áreas com baixa densidade populacional e pouco recursos tanto para implantação como para operação e manutenção. No caso do Brasil, áreas rurais e regiões carentes são as mais indicadas para este sistema de tratamento, isto motivado pela vantagem de não necessitar de mão de obra qualificada na operação e manutenção dos filtros, além de ser eficiente na remoção de patógenos.

Por muitas razões, a filtração lenta deixou de ser uma alternativa de tratamento de água adotada no Brasil a partir da década de 70, especialmente pela falta de avanços em pesquisas para solucionar problemas relacionados à piora de qualidade da água dos mananciais periurbanos utilizados (DI BERNARDO et al., 1999).

A filtração lenta trabalha com taxas de filtração baixas e utiliza meio filtrante de granulometria fina. A operação realizada com baixas taxas de filtração acarreta necessidade de grandes áreas de filtração e, também de maior tempo de detenção da água sobre o meio filtrante e no próprio meio filtrante. Este maior tempo de permanência favorece a intensa atividade biológica na interface água e o meio filtrante, garantindo produção de água com qualidade apropriada para uma desinfecção efetiva (PERALTA, 2005).

A água bruta na unidade de filtração lenta permanece sobre o meio filtrante de 03 até 12h, dependendo da velocidade de filtração (taxa de filtração) adotada. Nesse tempo, as partículas mais pesadas em suspensão vão sedimentar e as partículas mais finas vão se aglutinar, facilitando a posterior remoção (HESPANHOL, 1987).

Na interface água e meio filtrante (areia) forma-se uma camada biológica chamada *schmutzdecke*, constituída de várias espécies microbianas, como por exemplo, bactérias, algas e protozoários, em complexas interações biológicas, como simbiose, competição por espaços ou por alimentos em comum. Nesta camada biológica pode também conter material inerte com argila e minerais precipitados como: manganês e ferro (VARESCHE, 1989).

Esta camada biológica é formada durante um intervalo de tempo chamado “tempo de maturação” (ou amadurecimento) do meio filtrante. Apenas após esse amadurecimento, o filtro se encontra em condições adequadas de produzir água tratada de boa qualidade. A

atividade biológica presente no filtro depende essencialmente da quantidade de nutrientes presentes na água bruta e da temperatura operacional (SÁ, 2002).

A atividade biológica é considerada a ação mais importante que ocorre na filtração lenta, sendo mais pronunciada no topo do meio filtrante, porém, pode se estender até cerca de 40cm de profundidade (DI BERNARDO et al., 1999).

Assim, o rendimento de um filtro lento depende principalmente do processo biológico, sua eficiência inicial, normalmente é baixa, melhorando à medida que a carreira de filtração avança. O período de amadurecimento de um filtro pode variar de alguns dias até cerca de dois meses em função das características da água afluyente, do meio filtrante e dos parâmetros de operação adotados (DI BERNARDO et al, 1999).

Radiação UV

O sol tem uma temperatura superficial próxima de 6.000°C e a energia liberada transmitida para o exterior é denominada de radiação solar. A Terra recebe esta radiação, a qual propicia a vida em nosso planeta e, além disso, é aproveitada como fonte de energia para diversas finalidades. A radiação recebida pela Terra não é constante uma vez que depende da época do ano, da latitude e da longitude do lugar. No nível do mar, em dias limpos, pode ser recebida uma intensidade de radiação de até 1KW/m² (SOARES, 2004).

Segundo Soares (2004), a energia solar é uma realidade que deverá ser contemplada dentro de um enfoque científico e tecnológico, coerente com sua condição de energia difusa, mas que põe à disposição da humanidade uma potência solar da ordem de 1KW/m² da superfície do globo.

A exposição ao calor e as radiações UV, provenientes da radiação solar, são estudadas como processo de desinfecção desde a década de 1970 no Líbano, sendo que nos últimos anos vem sendo dado um enfoque de alternativa de baixo custo para desinfecção de água uma vez que está comprovada a capacidade de eliminação de patógenos (WEGELIN et al, 1994).

A utilização de luz UV na desinfecção da água é um tratamento que apresenta inúmeras vantagens a serem consideradas, tais como: método rápido, barato, confiável, inodoro, não agride o meio ambiente, não há adição de produtos químicos, não acarreta problemas com manuseio ou estocagem de produtos químicos, sem risco de formação de subprodutos como trihalometanos (THM), simplicidade e facilidade de manutenção, limpeza periódica, a troca anual das lâmpadas de fontes artificiais, entre outras.

Substâncias Húmicas

As substâncias húmicas (SHs), apesar da estrutura conhecida e definida, sua macroestrutura pode ser constituída por múltiplos componentes moleculares enlaçados com diferentes tipos de ligações que dificultam sua remoção (HAYES, 1992).

Segundo Sargentini Junior et. al. (2001), as SHs, devido suas características

estruturais, podem interagir com metais e compostos orgânicos como por exemplo, pesticidas e herbicidas presentes no ambiente. O nível mais baixo da água em mananciais ocorre entre novembro e dezembro e o mais alto entre junho e julho. Em período de cheia, as águas do Rio Negro alagam as florestas, várzeas e igarapés (SARGENTINI JUNIOR et. al., 2001), carregando assim em suas águas, as SHs presentes no solo acumuladas no período de estiagem.

Os ácidos, húmico e fúlvico, são bem conhecidos como sendo os maiores precursores na formação de compostos de THM e outros produtos de desinfecção. Estudos laboratoriais detalhados de ozonização de ácidos fúlvicos aquáticos têm indicado uma redução sistemática de THM com doses de ozônio (LANGLAIS et al., 1991) (TANGERINO, 2003). Entretanto a remoção é significativamente menor em águas com baixa alcalinidade sugerindo que a direção molecular é muito seletiva para precursores de THM que a reação radical, ou forma poucos precursores como subprodutos com a desinfecção por ozônio (LANGLAIS et al., 1991).

Os precursores da formação de THM nos mananciais para abastecimento podem variar sazonalmente e dependem do tipo de manancial (rios, lagos, reservatórios ou represas), tipo do solo, vegetação predominante, mata ciliar, ocupação urbana, industrial e agrícola (PARDO, 1996).

Segundo Muttamara et al. (1995), o cloro pode formar THM quando em contato com substâncias húmicas. Para Paschoalato (2005), a concentração de substâncias húmicas, o tempo de contato e a temperatura da água em estudo influenciam na formação dos THM.

Atualmente a concentração máxima permitida de THM é de 0,1mg/L em água para abastecimento público no Brasil de acordo com a Portaria 2914/2011, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).

As SHs na água são de certa forma, biodegradáveis. No entanto, devido à grande dimensão das moléculas, a biodegradabilidade torna-se lenta. Do ponto de vista de modelagem para biodegradação, várias substâncias apresentam complicações nas formulações representativas, entre elas as SHs, pois na maioria dos modelos de biodegradação pode ser assumida a taxa limite do substrato em questão (HUCK, 1999).

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Para atingir o objetivo principal dessa pesquisa, de avaliar o efeito do pré-tratamento com oxidação por radiação solar de substâncias húmicas (SHs) presentes na água a ser tratada pela tecnologia de filtração lenta, foram utilizados concentradores solares na pré-oxidação de SHs, filtros lentos e colunas de polimento final com carvão ativado granular.

A pesquisa foi subdividida em duas fases distintas, a saber:

Primeira fase: foram realizados ensaios para definir o concentrador solar mais eficiente para ser utilizado na segunda fase. Na sequência foram realizados os

ensaios para avaliar o efeito da radiação solar sobre a biodegradabilidade das SHs.

Segunda fase: foi dividida em 4 etapas e utilizado o concentrador solar do tipo parabólico, dois filtros lentos e duas colunas de carvão ativado granular.

Os pontos de coleta a serem considerados neste trabalho foram: P1- ponto de coleta de água sem radiação solar na entrada do filtro lento de areia; P2- ponto de coleta de água com radiação solar na entrada do filtro lento de areia; FL1- ponto de coleta de água sem radiação solar após o filtro lento de areia; FL2- ponto de coleta de água com radiação solar após o filtro lento de areia; CL1- ponto de coleta após o filtro de carvão ativado granular; CL2- ponto de coleta após o filtro de carvão ativado granular.

Procedimentos seguidos durante o período experimental, encontram-se descritas a seguir:

Primeira fase: inicialmente foi realizado a maturação dos filtros lentos, no qual foi utilizada água do lago do bairro do Ipê, localizado no município de Ilha Solteira-SP. Esta etapa foi realizada nos meses de junho e julho de 2009, em um período de temperaturas relativamente baixas, mas em clima atípico para a época, devido às chuvas em toda a região.

Segunda fase: foi realizada após o período de maturação dos filtros. Nessa etapa foi aplicada água natural e com adição de ácido húmico (AH) de grau técnico. A concentração de AH foi de 8mg/L, para se obter cor verdadeira 100uH. A duração desse ensaio foi de 30 dias, durante o mês de agosto. A água de estudo foi exposta à radiação UV no concentrador parabólico diariamente para o pré-tratamento. Um dos filtros lentos recebeu essa água pré-oxidada e o outro recebeu água sem pré-oxidação. As águas dos filtros lentos passaram por colunas com carvão ativado granular auxiliando na remoção das SH.

3 I APARATO EXPERIMENTAL

Na pesquisa foram montados dois filtros lentos de areia, denominados FL1 e FL2 construídos em tubos de polivinil clorado (PVC) com as seguintes dimensões geométricas: 100mm de diâmetro e 2.300mm de altura, espessura do leito de areia de 700mm e granulometria entre 0,08 a 1,00mm e coeficiente de desuniformidade maior que 3. A camada suporte do filtro foi constituída por 4 subcamadas de 75mm cada com as respectivas variações granulométricas, a partir da camada do fundo: 15,9 a 23,4mm; 7,9 a 12,7mm; 3,2 a 6,4mm e 1,4 a 3,2mm (Figuras 1 e 2).

Um concentrador parabólico foi construído em madeira com 11 espelhos planos cada um com 10cm de largura e 100cm de comprimento, instalados de tal forma a concentrar os raios solares no foco situado a 10cm da base. O concentrador foi instalado voltado para o norte e com inclinação variável em relação à vertical (Figura 3), correspondendo ao ângulo de incidência do sol no período da realização dos ensaios.

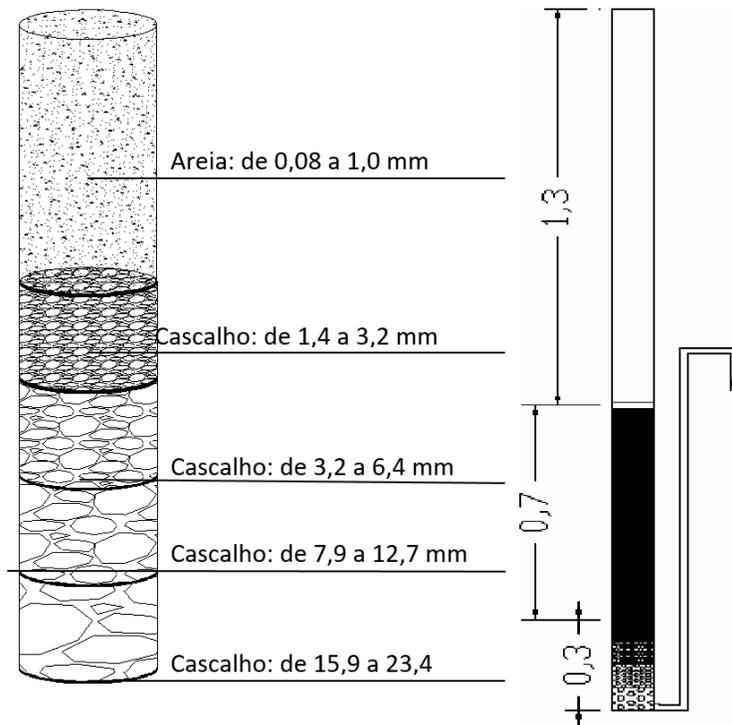


Figura 1: Representação da granulometria do leito filtrante do filtro lento

Figura 2: Altura das camadas de pedra e areia



Figura 3: Concentradores Solar Parabólico

4 | ENSAIOS COM ÁGUA NATURAL MISTURADA COM ÁCIDO HÚMICO

Os ensaios de oxidação com adição de ácido húmico foram realizados com uma concentração de 8,0mg/L para que a cor verdadeira da água em estudo atingisse um valor próximo de 100uH.

A água foi preparada em galão de 50L, homogeneizada e colocada em garrafas

de Polietileno Tereftalato (PET) de 2,5L. Foram instalados dispositivos nas tampas das garrafas para funcionarem como respiro que permitiam a saída dos gases gerados com o aumento da temperatura, que chegou até 120°C no interior das garrafas fechadas.

As garrafas de PET ficaram expostas ao sol no concentrador parabólico, durante o período de 8h da manhã às 17h, ou seja, recebiam em média 9h de radiação UV/d.

A água retirada pela manhã foi colocada no reservatório 2 para que seguir o tratamento passando pelo filtro lento. A água foi passada pelo filtro lento com uma taxa de 3m³/m²d.

5 | RESULTADOS

Primeira fase

Na Figura 4 são representados os valores de turbidez no período de maturação dos filtros utilizados no experimento. Observou-se que entre as coletas 30 e 35 houve um pico devido à chuva ocorrida neste período.

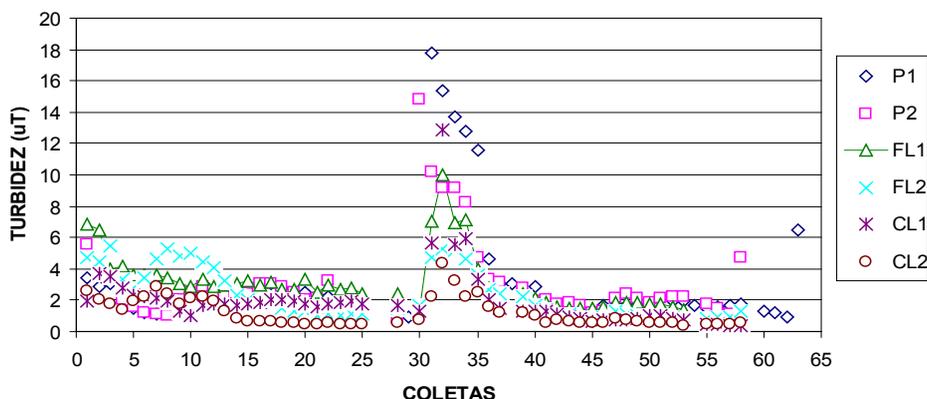


Figura 4: Valores de Turbidez no período de maturação

Nas coletas 30 a 40 houve um pico na cor aparente acompanhando o pico da turbidez, como se pode observar na Figura 5, devido às chuvas ocorridas no período. O desempenho do filtro 2 continuou melhor em comparação com o filtro 1, a coluna CL 2 removeu mais cor do que a CL 1.

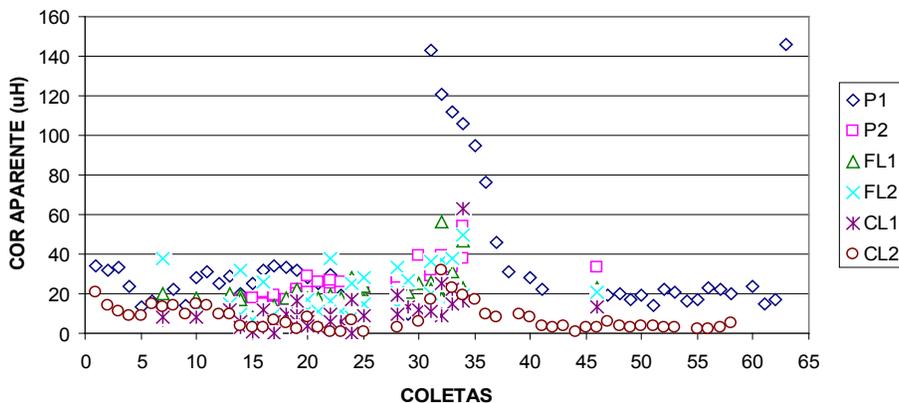


Figura 5: Valores de Cor aparente no período de maturação

Segunda fase

Na segunda etapa os principais resultados estão demonstrados na Figura 6 e na Tabela 1. A Figura 6 apresenta os valores de turbidez no período em que ácido húmico foi adicionado à água.

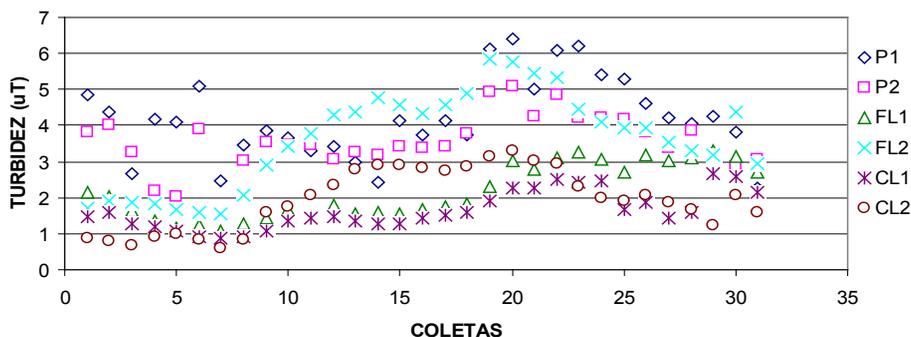


Figura 6: Valores de Turbidez no período de adição de AHgt

As porcentagens de remoção dos filtros de areia (FLs) estão apresentadas por meio da remoção de cor verdadeira em relação à entrada dos filtros (pontos P), conforme mostrados na Tabela 1.

% de REMOÇÃO de COR VERDADEIRA											
PONTO	COLETAS REALIZADAS										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
FL1	55	23	31	27	19	11	15	14	27	21	10
FL2	52	22	0	16	18	12	10	4	16	11	17
CL1	62	65	55	64	60	58	55	53	76	77	48
CL2	62	64	80	68	55	52	61	58	65	65	60

Tabela 1: Porcentagem de remoção de cor verdadeira dos efluentes em relação aos afluentes.

6 | DISCUSSÕES

Nos primeiros dias o FL2 mostrou resultados similares ao do FL1, porém entre as coletas 10 e 25 houve um aumento nos valores de turbidez no período de adição de Ácido Húmico de grau técnico (AHgt). Possivelmente ocorreu uma perda da camada biológica por algum acidente físico no experimento. A coluna CL2 acompanhou os resultados do FL2 fazendo com que, neste período, a água preparada que foi colocada em uma sala escura apresentasse menores resultados que o exposto a radiação (Figura 6).

No ensaio os resultados de cor verdadeira (Tabela 1), demonstraram que não houve uma pequena melhora na água exposta à radiação UV, principalmente ao comparar os resultados do FL1 e do FL2, pois ao observar-se o valor de cor na entrada, o P1 foi maior que o P2 e após os filtros não houve diferença quanto à remoção. As porcentagens de remoção dos filtros de areia (FLs) estão apresentadas por meio da remoção de cor verdadeira em relação à entrada dos filtros (pontos P).

7 | CONCLUSÕES

Quando a água passa pelo pré-tratamento por radiação solar, as substâncias húmicas são removidas com maior facilidade tanto no filtro de areia quanto no filtro de carvão ativado granular.

A radiação solar influenciou na biodegradabilidade das substâncias húmicas, influenciando na cor aparente das águas antes e após a exposição.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2914**, D.O.U. de 12/12/2011, Brasília: Governo Federal, 2011.

DI BERNARDO, L.; BRANDÃO, C.C.S.; HELLER, L. **Tratamento de água de abastecimento por filtração em múltiplas etapas**. Rio de Janeiro: ABES, 1999. 114p. (PROSAB).

FERRAZ, C. F. **Influência da redução da espessura da camada suporte na eficiência da filtração lenta com uso de mantas sintéticas não tecidas para águas de abastecimento.** 2001. 199 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia de Campinas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

GRAHAM, N. J. D. **Removal of humic substances by oxidation/biofiltration processes.** In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON REMOVAL OF HUMIC SUBSTANCES FROM WATER**, 1999, Trondheim. **Conference...** Trondheim: IAWQ. p.141-148. Disponível em: <<http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=1172712>>. Acesso em: 20 dez. 2009.

HAYES, M. H. B. Advances in soil organic matter research; the impact on agriculture and the environment. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.119, p.149-150, 1992.

HESPANHOL, I. **Filtração lenta.** In: AZEVEDO NETTO, J.M. (Ed.). **Técnicas de abastecimento de água.** São Paulo: CETESB, 1987. v.2, p.229-273.

HUCK P.M. **Development of a framework for quantifying the removal of Humic Substances by biological filtration.** **Water Science and Technology**, Canada, v. 40, n.9, p.149-156, 1999.

LANGLAIS, B.; RECKHOW, D.A.; BRINK, D.R. **Ozone in water treatment: application and engineering.** Chelsea: Lewis Publishers, 1991. 569 p.

MENDES, C. G. N. et al. **Contribuição ao estudo da remoção de cianobactérias e micro contaminantes orgânicos por meio de técnicas de tratamento de água para consumo humano.** Belo Horizonte: PROSAB, 2006. p.237-274. (Programa de pesquisa em saneamento básico-PROSAB, 4).

MUTTAMARA, S.; SALES, C. I.; GAZALI, Z. The formation of trihalomethanos from chemical disinfectants and humic substances in drinking water. **Water Supply**, Oxford, v.13, n.2, p.105-117, 1995.

PARDO, S.D.A. **Avaliação do potencial de formação de trihalometanos em sistemas de abastecimento de água.** 1996. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1996.

PASCHOALATO, C. F. P. R. **Efeito da pré-cloração, coagulação, filtração e pós cloração na formação de subprodutos orgânicos halogenados em águas contendo substâncias húmicas.** São Carlos, 2005. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

PERALTA, C. C. **Remoção do indicador *Clostridium perfringens* e de *Oocistos de cryptosporidium parvum* por meio da filtração lenta – avaliação em escala piloto.** 2005. 84 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2005.

SÁ, J.C. Remoção de *microcystis aeruginosa* pelo processo de filtração lenta. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 28, 2002, Cancun. **Anais...** Cancun: FEMISCA, 2002. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/mexico26/i-023.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2010.

SARGENTINI JUNIOR, E.; ROCHA C. J.; ROSA H. A.; ZARA F. L.; SANTOS A. Substâncias húmicas aquáticas: fracionamento molecular e caracterização de rearranjos internos após complexação com íons metálicos. **Química Nova**, São Paulo, v24, n.3, p.339-244, 2001.

SOARES, C. **Tratamento de água unifamiliar através da destilação solar natural utilizando água salgada, salobra e doce contaminada**. 2004. 110 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

TANGERINO, E. P. **Remoção de substâncias húmicas por meio da oxidação com ozônio e peróxido de hidrogênio e filtração lenta**. 2003. 265 f. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

VARESCHE, M.B.A. **Estudo sobre a interferência de algas no sistema de filtração lenta em areia**. 1989. 417 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1989.

VERAS, L. R. V. **Tratamento de água superficial por meio de diferentes alternativas da tecnologia de filtração em múltiplas etapas**. 1999. 243 f. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

WEGELIN, M.; CANONICA, S.; MECHSNER, K.; FLEISHMANN, T.; PESARO, F.; METZLER, A. Solar water disinfection: scope on process and analysis of radiation experiments. **Journal of Water Supply: Research and Technology – Aqua**, London, v. 43, n.3, p.154 – 169, 1994.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ácidos graxos 99

Afluentes 129, 234, 238, 239, 339

Agricultura 84, 137, 140, 144, 145, 170, 171, 181, 182, 185, 189, 202, 203, 222

Águas pluviais 96, 118, 120, 127, 128, 129, 132, 134, 240

Águas residuais 77, 86, 100, 115, 118, 120, 154

Águas subterrâneas 103, 104, 105, 106, 108, 109, 112, 114, 134, 137, 139, 141, 145, 149, 150, 151, 152, 212, 214

Aproveitamento energético 85, 94, 96, 97

Aquífero 106, 114, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 144, 145, 149, 150, 151, 152

Aterro sanitário 32, 94, 96, 97, 98, 99, 100, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 110, 112, 113, 114

Atividade antrópica 156

B

Bacia hidrográfica 141, 154, 156, 229, 274, 275, 276, 281, 285, 286, 288, 297, 300

Bactérias 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 182, 183, 204, 206, 249, 332

Biodegradabilidade 334, 335, 339

Biodiversidade 180, 232, 245

Biogás 94, 96, 97, 99, 100

C

Chorume 96, 108, 111, 112, 113

Coleta seletiva 71, 74, 80

Coliformes fecais 107, 206, 209, 233

Coliformes totais 105, 107, 109, 112, 139, 204, 205, 206, 207, 212, 213

Combustíveis renováveis 100

Composto orgânico 89

Conselho nacional de meio ambiente (CONAMA) 34

Contaminação do solo 110, 112

Cor 30, 147, 173, 175, 187, 188, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 244, 247, 248, 249, 335, 336, 337, 338, 339

Corpos hídricos 95, 96, 113, 128, 233, 238, 239, 240

Crescimento populacional 39, 83, 95, 155, 230, 231, 236

D

Decomposição anaeróbia 94, 95
Degradação ambiental 37, 38, 72, 153, 230, 240
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) 105, 109, 111, 233
Demanda química de oxigênio (DQO) 105
Descarte 8, 25, 49, 57, 58, 59, 60, 64, 67, 71, 73, 74, 76, 77, 80, 81, 239, 247, 295
Desenvolvimento sustentável 26, 35, 58, 69, 151, 152, 181, 294, 320
Dióxido de carbono (CO₂) 94, 95, 96, 99
Doenças de veiculação hídrica 69, 154, 204, 205, 206, 209, 210, 211, 213, 230

E

Ecosistema 81
Educação ambiental 5, 7, 33, 35, 49, 58, 71, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 185, 195, 240, 352
Efeito estufa 95, 99
Efluentes 16, 96, 105, 106, 107, 108, 111, 113, 114, 127, 128, 133, 134, 145, 149, 153, 156, 158, 205, 230, 231, 232, 238, 239, 240, 241, 246, 339, 342, 352
Escoamento pluvial 320, 321
Esgoto doméstico 235, 242, 290
Estação de tratamento de esgoto (ETE) 134, 352

G

Geoprocessamento 67, 289, 291, 293
Gerenciamento de resíduos 1, 2, 9, 10, 13, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 26, 33, 34, 35, 36, 49, 71, 81

I

Impacto ambiental 104, 108, 112, 241
Infraestrutura urbana 149, 155
Instituto brasileiro de geografia e estatística (IBGE) 12, 39, 55, 59, 68, 69, 269, 273

L

Lagoas de estabilização 103, 105, 107, 108, 111, 113, 114
Lixo 13, 34, 36, 49, 64, 77, 81, 83, 92, 128
Lodos ativados 99, 130

M

Meio ambiente 2, 7, 10, 11, 13, 14, 20, 21, 23, 24, 26, 32, 34, 40, 58, 68, 69, 72, 76, 79, 80, 81, 82, 102, 103, 104, 113, 116, 120, 128, 134, 182, 200, 201, 251, 270, 320, 333

Micro-organismos 31

P

Parâmetros físico-químicos e biológicos 231, 352

Patogênicos 8, 31, 204, 206

Política nacional de resíduos sólidos (PNRS) 4, 10, 11, 12, 35, 58, 68

Política nacional do meio ambiente (PNMA) 20, 26, 34

Poluição 14, 49, 72, 100, 121, 122, 141, 154, 156, 158, 170, 229, 230, 231, 244, 245, 246, 247, 251, 290, 294, 295

Poluidor-pagador 26

Potabilidade da água 140, 204, 212

Preservação ambiental 13, 14, 171

R

Radiação solar 330, 331, 333, 334, 335, 339, 352

Reaproveitamento 1, 4, 5, 8, 9, 26, 83, 85, 86, 87, 91, 96, 100

Reciclagem 1, 3, 7, 9, 12, 15, 17, 19, 20, 26, 49, 52, 64, 72, 74, 80, 84, 92

Recursos hídricos 66, 68, 102, 134, 140, 145, 150, 151, 152, 154, 158, 160, 214, 225, 241, 242, 243, 245, 266, 273, 274, 275, 286, 288, 289, 290, 291, 294, 295, 300, 340

Recursos naturais 14, 66, 72, 95, 145, 171, 245, 274

Resíduos biológicos 25, 29, 31

Resíduos perigosos 21, 23, 24, 35, 36, 100

Resíduos químicos 29, 30, 31, 35

Resíduos recicláveis 31

Resíduos sólidos 1, 2, 4, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 20, 21, 23, 24, 34, 35, 36, 37, 49, 52, 53, 57, 58, 60, 62, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 72, 82, 83, 85, 90, 91, 92, 93, 100, 103, 104, 113, 153, 156, 232, 239, 290, 295

Reutilização 3, 4, 5, 7, 9, 11, 12, 15, 18, 21, 26, 52, 81, 352

S

Saneamento básico 58, 59, 68, 69, 118, 129, 154, 157, 168, 229, 230, 231, 233, 235, 236, 237, 240, 241, 242, 245, 252, 266, 269, 303, 306, 340

Segregação de resíduos 17, 35

Sistema de esgotamento sanitário 123, 128, 239, 269, 292, 293, 300

Sistema nacional de informações sobre saneamento (SNIS) 58, 68, 231, 273

Sustentabilidade 9, 11, 12, 39, 40, 54, 72, 81, 91, 104, 146, 148, 160, 181, 183, 184, 319, 328

T

Tratamento biológico 96, 331

Turbidez 66, 233, 244, 247, 248, 249, 251, 337, 338, 339

V

Valor máximo permitido (VMP) 108, 140, 213, 244, 248, 249

Base de Conhecimentos Gerados na Engenharia Ambiental e Sanitária

3

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Base de Conhecimentos Gerados na Engenharia Ambiental e Sanitária

3

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br