

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 Cremona

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. Aleksandro 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 Lívia 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 PERCEPÇÃO 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 COLETORA 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

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

Data de aceite: 01/04/2021

Eduardo Antonio Maia Lins

Universidade Católica de Pernambuco e
Instituto Federal de Pernambuco
Recife – Pernambuco

João Victor de Melo Silva

Universidade Católica de Pernambuco
Recife – Pernambuco

Regina Coeli Lima

Universidade Católica de Pernambuco
Recife – Pernambuco

Suzana Paula da Silva França

Centro Universitário Maurício de Nassau
Recife – Pernambuco

Sérgio Carvalho de Paiva

Universidade Católica de Pernambuco
Recife – Pernambuco

Raphael Henrique dos Santos Batista

Instituto Federal de Pernambuco
Recife – Pernambuco

Camilla Borges Lopes da Silva

Instituto Federal de Pernambuco
Recife – Pernambuco

RESUMO: Ilhas de calor é uma alteração do equilíbrio térmico nos espaços urbanos quando comparado as áreas rurais próximas devido às modificações na transferência de calor, principalmente entre a superfície do solo e a

atmosfera em termos de armazenamento de calor. A maior parte dos gases gerados pelo processo de decomposição anaeróbia sofrido pelos resíduos orgânicos ao serem aterrados é composta por dióxido de carbono e metano. O presente trabalho tem como objetivo analisar a relação entre a disposição de resíduos com a formação de ilhas de calor. Ao analisar os dados da medição, verificou-se que a estação de tratamento de lixiviado e a célula do aterro para resíduos classe II foram os locais com as maiores temperaturas, respectivamente. Já no que diz respeito à umidade, o local que apresentou menor valor foi a ETE, seguido da célula de aterro classe II, do auditório climatizado, da célula de aterro classe I e da central de aproveitamento energético de biogás. De um modo geral, observou-se que as áreas com maiores concentrações de matéria orgânica apresentaram maior incidência de ilhas de calor, fato este justificado pela emissão de gases gerados pela decomposição da matéria orgânica responsáveis pela geração de gases como gás carbônico e metano.

PALAVRAS-CHAVE: Temperatura, Umidade, Destinação Final, Resíduos, Lixiviado.

HEAT ISLANDS GENERATION IN LANDFILL - CASE STUDY

ABSTRACT: Heat island is a change in thermal balance in urban spaces when compared to nearby open areas due to changes in heat transfer, mainly between the soil surface and the atmosphere in terms of heat storage. Most of the gases generated by the anaerobic decomposition process suffered by solid waste when being landed are composed of carbon dioxide and

methane. The present work aims to analyze the relationship between the disposal of waste and the formation of heat islands. When analyzing the class data, it was found that the leachate treatment station and a landfill cell for class II waste were the places with the largest options, respectively. About humidity, the place with the lowest value was the WTP, followed by the class II landfill cell, the air-conditioned auditorium, the class I landfill cell and the biogas energy plant. In general, it was observed that the areas with greater organic matter have a higher incidence of heat islands, a fact justified by the emanation of gases generated by the decomposition of organic matter responsible for the generation of gases such as carbon dioxide and methane.

KEYWORDS: Temperature, Humidity, Destination, Waste, Leachate.

1 | INTRODUÇÃO

A ilha de calor é uma manifestação de mudanças intensas nos padrões humanos tendo como causas o uso excessivo ou inadequado de energia, transportes, além da pressão sobre os recursos naturais causada pela rápida urbanização, crescimento populacional e invasão contínua em áreas naturais (IMHOFF et al., 2010; IZRAEL et al., 1990). Ilha de calor é uma alteração do equilíbrio térmico nos espaços urbanos quando comparado as áreas rurais próximas devido às modificações na transferência de calor, principalmente entre a superfície do solo e a atmosfera em termos de armazenamento de calor (VAILSHERY et al., 2013; DOUSSET e GOURMELON, 2003). A variação de uma Ilha de Calor pode chegar a 11/12 ° C (SANTAMOURIS, 2015; SANTAMOURIS e KOLOKOTSA, 2016). Para os locais onde houve correção nos efeitos das ilhas de calor urbano (ICU) e das mudanças no uso do solo, estima-se que a temperatura média da superfície global teve um aumento de 10%. No entanto, para regiões que desenvolveram ICU e tiveram mudanças no uso do solo de forma rápida, esse valor pode ser maior.

Os principais gases de efeito estufa emitidos pelas atividades antrópicas são o dióxido de carbono (CO_2), o metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O), que tiveram suas concentrações aumentadas de forma substancial ao longo de milhares de anos. Desde os tempos pré-industriais, o CH_4 teve um fator de aumento na atmosfera de 2,5 e o N_2O de 1,2, fazendo com que o óxido nitroso ocupasse o lugar do diclorodifluorometano (CF_2Cl_2 , CFC-12) como o terceiro maior contribuinte da força radiativa entre a mistura dos GEE (IPCC, 2013).

Os aterros sanitários, por serem locais de disposição ambientalmente adequada de resíduos, devem conter técnicas de minimização dos impactos ambientais, impedindo que os solos, os corpos hídricos e o ar sejam contaminados. Para isso, camadas impermeabilizantes para o solo, drenos de lixiviados e drenos de gases devem ser instalados nas células dos aterros. Estas técnicas auxiliam na captura dos lixiviados, que são encaminhados para a estação de tratamento, e dos gases, para que possam ser reaproveitados energeticamente ou queimados antes de serem liberados na atmosfera.

A maior parte dos gases gerados pelo processo de decomposição anaeróbia

sofrido pelos resíduos orgânicos ao serem aterrados é composta por dióxido de carbono e metano. Este, ao ser coletado, é queimado e transformado em CO₂ antes de ser liberado na atmosfera ou levado a estações de reaproveitamento energético. Outro gás gerado pelo processo de decomposição dos resíduos é o óxido nitroso, que, no estado inicial de aterramento, é produzido em maior escala que o metano, situação que se inverte posteriormente (WANG et al. 2016). No entanto, apesar da presença de drenos para coleta e queima dos gases, uma parte destes escapa através da camada de cobertura da célula do aterro, sendo liberados no meio (LEE; HAN; WANG, 2017).

A decomposição dos resíduos orgânicos também gera chorume. Este une-se às águas pluviais infiltradas na célula do aterro e dá origem ao lixiviado, que, devido às suas diversas características, precisa ser tratado para atender aos parâmetros estabelecidos pelos órgãos ambientais antes de ser lançado nos corpos hídricos ou reaproveitado. Autores (MORAVIA, 2010; VONGVICHIANKUL; DEEBAO; KHONGNAKORN, 2017) analisaram em seus estudos que o tratamento biológico desses lixiviados é capaz de gerar GEE, alguns em maiores e outros em menores quantidades, variando de acordo com as características desses e com a tecnologia que é utilizada no tratamento.

O presente trabalho tem como objetivo analisar a relação entre as diferentes etapas de tratamento e disposição de resíduos com a formação de ilhas de calor em um aterro sanitário.

2 | METODOLOGIA

2.1 Área de Estudo

O estudo foi realizado em um aterro sanitário localizado na zona rural de um município pertencente à Região Metropolitana do Recife (RMR), no estado de Pernambuco. O município em questão possui temperatura média anual de 25,1°C, precipitação acumulada da ordem de 2.226 mm, estação climaticamente úmida de fevereiro a setembro e, segundo a classificação de Köppen, encontra-se na faixa de clima pseudo-tropical (As') (KATER; OLIVEIRA, 2016).

Cerca de 24,53% da área total do local estudado é destinada à uma reserva legal composta por Mata Atlântica. O aterro no qual foi realizada a pesquisa conta, entre outras instalações, com área administrativa, laboratório, auditório, local de triagem para recicláveis, células para aterro de resíduos classe I e classe II, estação de tratamento de efluentes (ETE) e central de aproveitamento energético do biogás.

O aterro classe II, que teve as atividades iniciadas em 2008 junto com o empreendimento, possui capacidade para receber até 3.000t/dia. A estação de tratamento de efluentes, por sua vez, foi projetada para tratar 750 m³/dia do lixiviado gerado nas células do aterro classe II e realiza uma combinação de tratamentos físico-químico e biológico. Por fim, a central de aproveitamento energético do biogás possui quatro motogeradores, onde

cada um possui a capacidade de geração de 1 mega watt por hora.

Para obtenção dos dados de temperatura e umidade locais, utilizou-se um sensor DHT22. No que diz respeito à medição de temperatura, o equipamento em questão trabalha com um intervalo que varia de -40°C a 80°C e possui precisão de $0,5^{\circ}\text{C}$. Já para o parâmetro de umidade, o alcance é de 0 a 100% com precisão de 2%. Além do sensor DHT22, utilizou-se também um termohigrômetro digital com sensor externo, cujo intervalo de medição da temperatura varia de -50°C a 70°C , possuindo precisão de 1°C para esta e de 5% para umidade.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O município no qual está inserido o empreendimento estudado apresentou, no mês da coleta, média mensal da temperatura máxima entre 32°C e 33°C e da temperatura mínima entre 24°C e 25°C , enquanto a umidade relativa do ar mínima apresentou média entre 60% e 65% durante o período analisado no Aterro (APAC, 2020). Tomando como referência os anos de 1981 a 2010, o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2020) verificou que em fevereiro de 2020 houve um aumento entre $0,5^{\circ}\text{C}$ e 1°C na temperatura média do município estudado (Figura 1). Para o horário da coleta de dados no aterro sanitário, a temperatura na cidade de Igarassu apresentou uma temperatura média de 33°C , enquanto no local analisado, uma média de 41°C , apresentando uma variação de até 8°C entre os dois locais analisados simultaneamente para uma distância de 15,6 km.

Segundo dados do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA, 2020), o município acumulou um índice pluviométrico de 24,5mm no período de 07 de janeiro de 2020 a 07 de fevereiro de 2020, não havendo precipitação no dia da coleta de dados.

Ao analisar os dados da medição, verificou-se que a ETE e a célula do aterro classe II foram os locais com as maiores temperaturas, respectivamente, seguidos da célula de aterro classe I, da central de aproveitamento energético do biogás e do auditório climatizado. Já no que diz respeito à umidade, o local que apresentou menor valor foi a ETE, seguido da célula de aterro classe II, do auditório climatizado, da célula de aterro classe I e da central de aproveitamento energético de biogás (Figura 2).

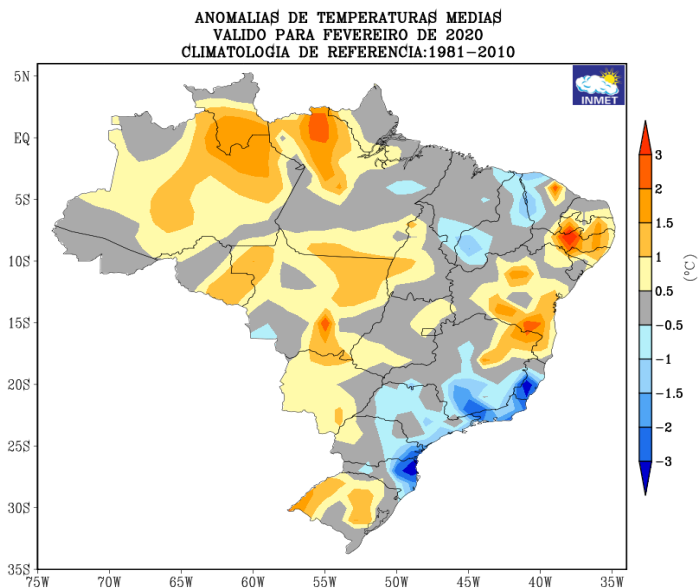


Figura 1: Anomalias de temperaturas médias nacionais em fevereiro de 2020.

Fonte: INMET, 2020.

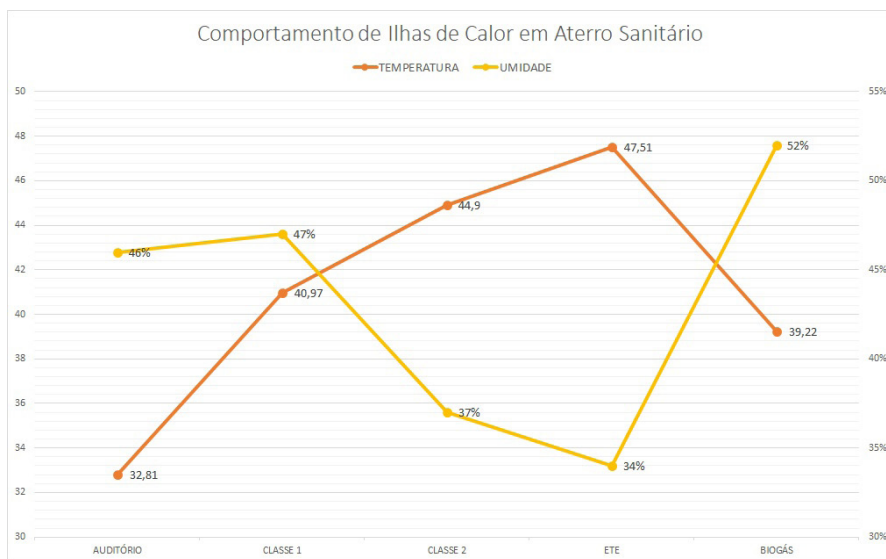


Figura 2: Temperatura e umidade relativa do ar nas instalações do aterro sanitário.

Fonte: Os autores.

O tratamento de lixiviados é comumente realizado através de processos biológicos, que tem como principal aplicação a remoção da matéria orgânica presente. Este processo

pode ser aeróbio ou anaeróbio, onde o primeiro transforma compostos complexos em CO_2 e H_2O e o segundo em CH_4 e CO_2 . O tratamento por lodos ativados é um exemplo de processo aeróbio que, através da ação de microrganismos em tanques aerados mecanicamente, tem como um dos produtos dióxido de carbono (MORAVIA, 2010).

O digestor anaeróbio, comumente utilizado no tratamento de resíduos orgânicos para produção de biomassa e biogás, pode também ser utilizado no tratamento de lixiviados. Em experimento executado alimentando-se o reator com matéria orgânica e lixiviado, observou-se que quanto menor a taxa de carregamento orgânico, maior a produção de biogás. Isto ocorreu devido à alta produção de ácidos graxos voláteis e boa degradação, fazendo com que essa produção chegasse a atingir o pico de 42,63 L/dia. Com a taxa de carregamento orgânica mais alta, a digestão anaeróbia ficou sobrecarregada, fazendo com que o processo ficasse instável e, assim, houvesse a redução na produção desse. Cerca de 68,11% da maior taxa de produção do biogás era composto por CH_4 (VONGVICHANKUL; DEEBAO; KHONGNAKORN, 2017).

Em estudo realizado sobre lixiviados recentes e antigos, Wang et al. (2014) observaram que, nas lagoas de armazenamento, lixiviados mais novos geram maiores quantidades de metano e dióxido de carbono do que os mais antigos, além de em ambos os casos a produção de N_2O ser praticamente nula. No entanto, quando o lixiviado passou para os compartimentos do biorreator, o resultado se inverteu e o óxido nitroso correspondeu a mais de 95% do total de emissões anuais de GEE em CO_2eq . Ao combinar os resultados das lagoas de armazenamento e dos biorreatores, os autores constataram que a quantidade acumulada da emissão anual de gases de efeito estufa foi superior a 33 mil toneladas de CO_2eq .

No que diz respeito à emissão de carbono pelo processo de aterramento de resíduos, esta varia de acordo com os tipos destes e acontece, principalmente, em forma de CO_2 e CH_4 . No entanto, uma parte destes gases escapa através da camada de cobertura do aterro e acaba por ser liberada na atmosfera. O dióxido de carbono pode ser emitido devido ao processo de decomposição de resíduos, queima do metano e oxidação natural deste, enquanto o CH_4 que escapa é devido à porção que não consegue ser coletada pelos drenos de gases. Apesar da quantidade de carbono liberada ser menor em forma de metano, este possui impacto maior como GEE em consequência do alto poder de aquecimento global (LEE; HAN; WANG, 2017).

A quantidade de CH_4 gerado por resíduos mais antigos é bastante superior quando comparada aos resíduos mais recentemente aterrados (HARO et al., 2019). Os resíduos que estão no estágio inicial de aterramento possuem emissões mais intensas de N_2O e o fluxo deste é maior em aterros ativos do que nos que já estão encerrados (WANG et al., 2016). É importante salientar que a geração de gases é diretamente influenciada pelo regime de chuvas, temperatura, umidade e quantidade de matéria orgânica aterrada e, conseqüentemente, varia de acordo com o local no qual está instalado o aterro sanitário.

Para empreendimentos que fazem uso de reaproveitamento energético, o fator de emissão de GEE é reduzido quando comparado a locais onde não há nenhum tipo de tecnologia envolvida, podendo atingir valores de 58 a 327 kgCO₂eq por tonelada de resíduo (KRISTANTO; KOVEN, 2019). Além disso, ao realizar o aproveitamento do biogás gerado na decomposição dos resíduos, estes gases são utilizados na produção de energia, que pode ser elétrica, térmica ou através de combustíveis renováveis (LIMA et al., 2018).

Yang et al. (2020) verificaram que resíduos nitratos, se armazenados de forma inadequada, são passíveis de acumular calor interno e atingir o ponto de autoignição, sofrendo combustão espontânea e podendo levar a explosões, visto que possuem características corrosivas, tóxicas e reativas. Observaram também que partículas de níquel presentes em águas residuais de processos industriais podem se auto inflamar ao passarem por desidratação, reagindo com outras substâncias presentes levando também a explosões, evidenciando que resíduos industriais possuem riscos de poluição, incêndio e explosão. Já Hennebert, Samaali e Molina (2016) observaram em suas pesquisas que os resíduos perigosos são capazes de emitir diversos gases tóxicos e verificaram, através de experimentos, que reações químicas entre estes resíduos são passíveis de produzir, majoritariamente, CO₂, enquanto CH₄ e SO₂ (dióxido de enxofre) são produzidos em menores quantidades.

Em Guadalupe (Antilhas Francesas), os principais aterros de resíduos sólidos urbanos são circundados por áreas altamente urbanizadas e foram identificadas ilhas de calor urbana no ambiente do aterro com temperaturas variando em até mais de 4°C (PLOCOSTE et al. 2014). A emissão de GEE contribui diretamente na formação das ilhas de calor, que tem como alternativa de mitigação a implantação de áreas verdes (BEK; AZMY; ELKAFRAWY, 2018).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

De um modo geral, observou-se que as áreas com maiores concentrações de matéria orgânica apresentaram maior incidência de ilhas de calor, fato este justificado pela emanção de gases gerados pela decomposição da matéria orgânica (presente nos resíduos classe 2 e no sistema de tratamento de lixiviado) responsáveis pela geração de gases como gás carbônico e metano.

Para o horário da coleta de dados no aterro sanitário, a temperatura na cidade de Igarassu apresentou uma temperatura média de 33°C, enquanto no local estudado uma média de 41°C, apresentando uma variação de até 8°C entre os dois locais em um mesmo instante para uma distância de 15,6 km, constatando a influência da decomposição da matéria orgânica na formação de Ilhas de Calor.

O local estudado poderia sofrer efeitos ainda mais intensos do fenômeno de Ilha de Calor caso o empreendimento não estivesse localizado em área rural e não houvesse a

presença de reserva legal de Mata Atlântica.

REFERÊNCIAS

APAC - AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA. Boletim do clima; síntese climática. FERREIRA, M. A. F. Recife, v.8, n.2, fev. 2020.

BEK, M. A.; AZMY, N.; ELKAFRAWY, S. The effect of unplanned growth of urban areas on heat island phenomena. **Ain Shams Engineering Journal**, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.asej.2017.11.001>

DOUSSET, B., GOURMELON, F., 2003. Satellite multi-sensor data analysis of urban surface temperatures and landcover. **ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.** 58, 43–54. [https://doi.org/10.1016/S0924-2716\(03\)00016-9](https://doi.org/10.1016/S0924-2716(03)00016-9).

HARO, K.; OUARMA, I.; NANA, B.; BERE, A.; TUBREOUMYA, G. C.; KAM, S. Z.; LAVILLE, P.; LOUBET, B.; KOULIDIATI, J. Assessment of CH₄ and CO₂ surface emissions from Polego's landfill (Ouagadougou, Burkina Faso) based on static chamber method. **Advances in Climate Change Research**, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.accre.2019.09.002>

HENNEBERT, P.; SAMAALI, I.; MOLINA, P. A proposal for a test method for assessment of hazard property HP 12 (“Release of an acute toxic gas”) in hazardous waste classification – Experience from 49 waste. **Waste Management**, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2016.09.022>

Imhoff, M.L., Zhang, P., Wolfe, R.E., Bounoua, L., 2010. Remote sensing of the urban heat island effect across biomes in the continental USA. **Remote Sens. Environ.** 114, 504–513.

IZRAEL, Y., HASSHIMOTO, M., TEGART, W., 1990. **Potential impacts of climate change**. Rep. IPCC Work. Gr. II

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. INMET: Clima. Disponível em: <<https://clima.inmet.gov.br/prec>>. Acesso em: 31 jul. 2020.

IPA - INSTITUTO AGRONÔMICO DE PERNAMBUCO. Sessão de índices pluviométricos. Disponível em: <http://www.ipa.br/indice_pluv.php>. Acesso em: 30 jul. 2020.

KATER, K. V.; OLIVEIRA, F. M. da C. Vulnerabilidade de aquíferos: caso dos cemitérios de Igarassu e Itapissuma, PE. **Revista de Geologia**, 2016.

KRISTANTO, G. A.; KOVEN, W. Estimating greenhouse gas emissions from municipal solid waste management in Depok, Indonesia. **City and Environment Interactions**, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cacint.2020.100027>

LEE, U.; HAN, J.; WANG, M. Evaluation of landfill gas emission from municipal solid waste landfills for the life-cycle analysis of waste-to-energy pathways. **Journal of Cleaner Production**, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.016>

LIMA, R. M.; SANTOS, A. H. M.; PEREIRA, C. R. S.; FLAUZINO, B. K.; PEREIRA, A. C. O. S.; NOGUEIRA, F. J. H.; VALVERDE, J. A. R. Spatially distributed potential of landfill biogas production and electric power generation in Brazil. **Waste Management**, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.12.011>

MORAVIA, W. G. **Avaliação do tratamento de lixiviado de aterro sanitário através de Processo Oxidativo Avançado conjugado com Sistema de Separação por Membranas**. 2010. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) □ Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

PLOCOSTE, S.; KOALY, J. J.; MOLINIÉ, R.; PETIT, R. Evidence of the effect of an urban heat island on air quality near a landfill, **Urban Climate**, v. 10, n 4, December 2014, p 745-757.

SANTAMOURIS, M., 2015. Analyzing the heat island magnitude and characteristics in one hundred Asian and Australian cities and regions. **Sci. Total Environ.** 512–513, 582–598. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.01.060>.

SANTAMOURIS, M., KOLOKOTSA, D., 2016. **Urban Climate Mitigation Techniques**.

VAILSHERY, L.S., JAGANMOHAN, M., NAGENDRA, H., 2013. Effect of street trees on microclimate and air pollution in a tropical city. *Urban For.* **Urban Green.** 12, 408–415. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2013.03.002>

VONGVICHIANKUL, C.; DEEBAO, J.; KHONGNAKORN, W. Relationship between pH, Oxidation Reduction Potential (ORP) and biogas production in mesophilic screw anaerobic digester. **Energy Procedia**, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.10.113>

WANG, X.; JIA, M.; ZHANG, H.; PAN, S.; KAO, C. M.; CHEN, S. Quantifying N₂O emissions and productions pathways from fresh waste during the initial stage of disposal to a landfill. **Waste Management**, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2016.08.007>

YANG, P.; ZHANG, L. J.; WANG, X. J.; WANG, Z. L. Exploring the management of industrial hazardous waste based on recent accidents. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2020.104224>.

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