

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 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 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 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

CAPÍTULO 1

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

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 05/01/2021

Yuri Antônio da Silva Rocha

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/2137940651590314>

Bruno Mitsuo Hiura

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/2259839055241292>

Douglas Matheus das Neves Santos

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/8865610521814083>

Paulo Roberto Estumano Beltrão Júnior

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/0336937048636729>

Danúbia Leão de Freitas

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/9655471234872805>

Yan Torres dos Santos Pereira

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/0448848350291954>

Hugo Augusto Silva de Paula

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/5296664065991224>

William de Brito Pantoja

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/7245060981828734>

Juliane da Silva Carvalho

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/7500152858541502>

RESUMO: Os Resíduos Sólidos de Construção Civil (RCC) são gerados durante o processo construtivo de edificações e outras estruturas, as quais, em grande volume, podem gerar impactos sociais, econômicos e ambientais. Esses resíduos necessitam, portanto, de uma gestão adequada, que administre seus transportes, armazenamentos, separações, usos, reusos, descartes e destinações finais. Este estudo teve como objetivo analisar e comparar o gerenciamento de RCC em duas obras localizadas na cidade de Belém/PA, tendo o reaproveitamento e a reciclagem de materiais como elementos substanciais de análise, expondo as extremidades positivas e negativas da gestão de RCC nas obras. De forma geral, verificou-se que a negligência do gerenciamento dos RCC é relativa, sendo que ações para mitigar os impactos ambientais variam de empresa para empresa, de engenheiro para engenheiro. A Obra 1 demonstrou uma gestão de RCC significativamente mais efetiva do ponto de vista ambiental, com processos de reaproveitamento dos resíduos gerados, enquanto que a Obra 2 demonstrou uma gestão insuficiente dos RCC.

Logo, notou-se que as extremidades do gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil variam conforme a respectiva administração profissional.

PALAVRAS-CHAVE: Comparação; Gerenciamento; Resíduos Sólidos; Construção Civil.

COMPARISON OF THE SOLID WASTE MANAGEMENT OF TWO WORKS IN BELÉM, PARÁ, BRAZIL

ABSTRACT: The Civil Construction Solid Waste (CCSW) is generated during the construction process of buildings and other structures, which, on a large scale, can bring forth social, economic and environmental impacts, therefore requiring adequate management, to run their transport, storage, separation, use, reuse, disposal and final destination. Contextually, this article aimed to analyze and compare the management of CCSW in two constructions, located in the city of Belém, PA, the reuse and recycling of materials being substantial elements of analysis for the execution of the study in question, exposing the positive and negative ends of the CCSW management in the constructions. In general, it was found that the negligence of the CCSW management is relative, whose actions to mitigate environmental impacts, ethically, vary from company to company, from engineer to engineer. Work 1 demonstrated a CCSW management significantly and environmentally more effective, with processes of reusing the waste generated, while Work 2 demonstrated an insufficient management of the CCSW. Therefore, it was noticed that the ends of solid waste management in civil construction vary according to the respective professional administration.

KEYWORDS: Comparison; Management; Solid Waste; Construction.

1 | INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos da construção civil (RCC) são definidos, de acordo com a resolução do CONAMA N° 307 (2002) (BRASIL, 2002), como sendo os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, bem como tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, telhas, dentre outros. À vista disso, os RCC são alguns dos materiais mais gerados durante quaisquer processos de desenvolvimento urbano – desde construções de pequenas vilas até grandes cidades.

Nesse âmbito, o setor da construção civil é uma das áreas que mais suscita resíduos sólidos no meio urbano, acarretando uma problemática quanto à gestão e gerenciamento, a qual se prolonga desde a geração de resíduos, até a destinação final desses substratos. Demais, é um dos maiores setores consumidores de matérias-primas naturais (MESQUITA, 2012), demandando uma notável quantidade de materiais inertes, como areia e cascalho, que são fornecidos por meio da extração de sedimentos aluviais (BRASILEIRO; MATOS, 2015), tornando-se, assim, um setor potencialmente danoso ao meio ambiente (FERREIRA et al., 2014).

Nessa circunstância, alternativas factíveis para os RCC são suas respectivas reciclagens e reutilizações nas próprias obras, como matéria-prima alternativa, o que pode a

vir reduzir a superexploração de jazidas minerais, além de evitar a necessidade de excesso de locais para a disposição final desses resíduos (BRASILEIRO; MATOS, 2015). Dessarte, por meio do desenvolvimento e aplicação de uma gestão mais sustentável, possibilita, por exemplo, destinar materiais reutilizáveis para cooperativas ou outros setores comerciais que reutilizam RCC para a geração de outros produtos, conforme a demanda do canteiro de obras, resultando em uma ação com três consequências positivas: A doação/venda de resíduos para outro setor resultaria em reciclagem e/ou reutilização de materiais, evitando o acúmulo de RCC nas obras, restando a proliferação de vetores de doenças, como ratos, mosquitos, etc.

Dessa forma, por esses resíduos possuírem uma grande variedade de componentes, a discussão sobre suas gestões e gerenciamentos, torna-se indispensável. Logo, o presente trabalho objetivou comparar a gestão de RCC em duas obras em Belém (Pará, Brasil), comparando o manuseio logístico e prático dos substratos nelas gerados, apontando as extremidades do gerenciamento de RCC entre elas, ressaltando que, ao contrário de um estudo isolado em uma obra, análises comparativas tendem a revelar maior divergências entre objetos de estudos e/ou estudos de caso.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

As obras ocorreram em Belém (Figura 1), capital do Pará, Brasil, e foram visitadas em janeiro de 2018. Belém tem uma população estimada de 1499641 pessoas (IBGE, 2020), com 1.059,466 km² de área de unidade territorial (IBGE, 2019) e com urbanização das vias públicas de 36,1% (IBGE, 2010).

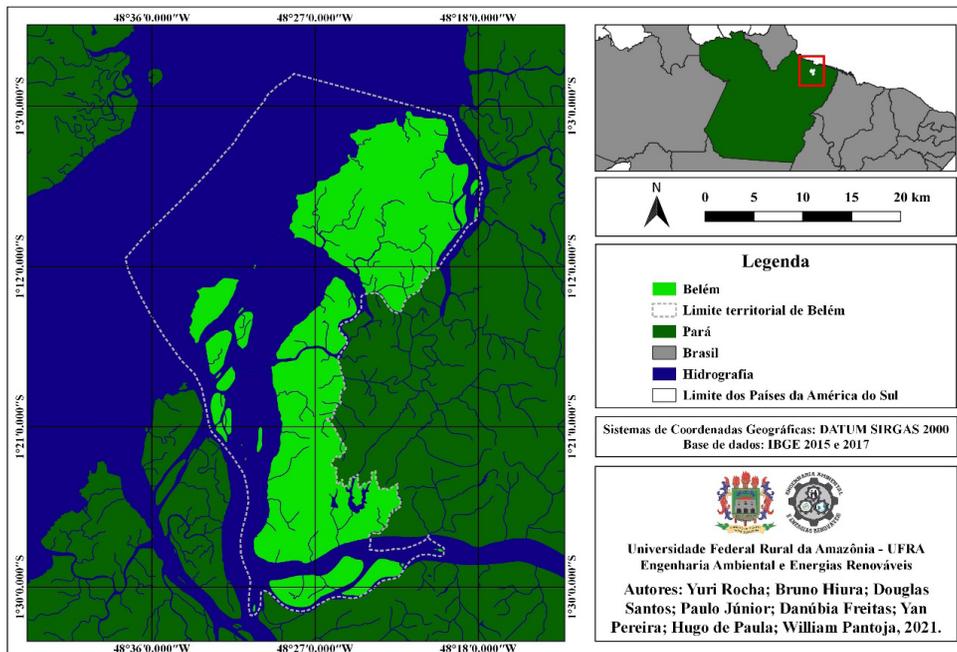


Figura 1 – Mapa de Localização de Belém, Pará, Brasil.

Fonte: Os autores, 2020.

2.2 Avaliação qualitativa

A pesquisa consistiu em inspeção visual e em diálogos com os responsáveis técnicos sobre a gestão dos resíduos sólidos nas obras. Durante o diálogo, tais profissionais foram indagados sobre a situação de cada obra, como: fase da obra; área da construção (tamanho); resíduos mais produzidos; reaproveitamento e destinações dos resíduos. Seguidamente, foi permitido o acesso aos locais, e, dessa forma, foi visualizado a situação real, onde foi possível avistar os elementos descritos acima.

Tais aspectos mencionados proporcionam uma melhor avaliação, haja vista que o tamanho da obra, bem como a fase, reflete, diretamente, na quantidade de resíduos gerados e no tipo de tratamento que esses devem receber, sendo que há variedades dos tipos de materiais empregados pela construção civil. Demais, a avaliação teve como base os processos de separação, reutilização e reaproveitamento, conforme a resolução 307 do CONAMA (BRASIL, 2002) e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) lei nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010). Dessa forma, tendo conhecimento dos fatores expostos acima, foi possível a comparação das respectivas obras visitadas.

No entanto, não foi permitido o registro do nome da empresa e nem das coordenadas geográficas das obras, ou fotos que viessem a divulgar informações sobre as empresas.

Logo, a identificação desses locais neste trabalho se dá como Obra 1 e Obra 2.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Obra 1

A Obra 1 trata-se de um prédio comercial com 3000 m², cujo o responsável técnico foi um Engenheiro Civil. Inicialmente, realizou-se um diálogo, de caráter informal, pois não houve informações detalhadas sobre a obra e sua gestão de resíduos.

Durante toda a visita, observou-se o fato de haver uma organização dos materiais e resíduos (Figura 2A; Figura 2B) antes de suas utilizações durante o processo construtivo, fato esse que possibilita maior distinção para quaisquer eventuais reutilizações e destinações finais.

A construtora responsável, tencionando um gerenciamento por meio de uma “construção com gestão sustentável”, firmou parcerias com panificadoras, metalúrgicas e programas de educação ambiental, para que fosse possível a reutilização e reaproveitamento dos resíduos resultantes da construção.

Verificou-se que, aproximadamente, 70 sacas de cimento eram utilizadas ao dia e, após o uso, eram encaminhadas para um projeto voltado para comunidades carentes, cujo objetivo gira em torno da fabricação de folhas de papel por meio dessas sacas. Do mesmo modo, madeiras foram doadas e vendidas para algumas panificadoras para utilizá-las como lenha e matéria prima para produção de estantes. Demais, peças metálicas foram doadas para algumas metalúrgicas e materiais como tubos, carretéis (Figura 3) e pallets eram distribuídos para uma entidade que possui projetos ambientais, produzindo, por meio desses materiais e outros objetos, mesas, vasos, estande para desenhos (Figura 4A), árvores ecológicas (Figura 4B), entre outros. Além disso, houve uso de portas de madeira reflorestada em todas as salas do edifício (Figura 4C).



Figura 2 – Separação de materiais (A); Separação de resíduos (B).

Fonte: Os autores, 2018.



Figura 3 – Carretéis de madeira.

Fonte: Os autores, 2018.



Figura 4 – RCC reutilizados.

Fonte: Figura 4, A e B: Registros cedidos por colaboradores; Figura 4C: Os autores, 2018.

Os resíduos sólidos não reaproveitados eram armazenados em containers e uma empresa terceirizada, contratada, responsabilizava-se por recolhê-los. Além de amenizar os impactos ambientais que poderiam ser ocasionados pelos RCC, a gestão da obra fomenta o mercado local, pois promove o reuso dos materiais para fins econômicos e a educação ambiental por meio de parcerias firmadas com entidades que incrementam projetos ambientais.

Nesse cenário, nota-se que os responsáveis pela obra adotaram uma visão sistêmica sobre o gerenciamento dos resíduos, pois é preciso ver o entulho como uma oportunidade de reduzir custos e gerar lucros (NASCIMENTO et al., 2015), sendo evidente a relevância de práticas sustentáveis, sendo que, para otimizar o uso dessas práticas, é necessário que se identifique o setor responsável por intensificar os impactos ambientais (RIBEIRO; DE MOURA; DOS SANTOS PIROTE, 2016), o qual adote, por meio de planejamentos, um sistema operacional prático que reduza impactos ambientais pelo excesso de geração de RCC.

Nesse sentido, a empresa responsável, gerou efeito de externalidade positiva, pois evitou a disposição inadequada dos RCC, impedindo possíveis impactos ambientais. Demais, apresentou maior seguimento da resolução 307 do CONAMA (2002) sobre gestão de resíduos de construção civil, demonstrando redução, reutilização, reciclagem de tais materiais, além de apresentar maior conformidade com os padrões estabelecidos pela PNRS (BRASIL, 2010).

Em contrapartida, embora houvesse uma gestão mais eficiente dos RCC, a empresa responsável não tinha o conhecimento e não demonstrou interesse sobre o despejo final dos resíduos armazenados nos containers. Tal aspecto pode implicar negativamente sobre o meio ambiente, pois o desconhecimento do destino final dos RCC deve ser controlado e

fiscalizado, a fim de evitar que sejam abandonados e se acumulem em margens de rios, terrenos baldios ou outros locais inapropriados (NASCIMENTO et al., 2015).

3.2 Obra 2

A Obra 2 trata-se também de um prédio, cuja caracterização, se é residencial ou comercial, não foi informada. O Engenheiro Civil, responsável técnico pela obra 2, permitiu a visita, mas solicitou, como única forma de acordo para que autorizasse a análise dentro da obra, maior sigilo possível, regulando as informações sobre a gestão, efetuação do gerenciamento dos RCC na obra, o histórico detalhado e até mesmo os registros fotográficos, os quais foram mínimos.

A princípio, o responsável pelo empreendimento afirmou, sem detalhes, que houve uma compensação ambiental para a regulamentação da construção da obra, onde, anteriormente, era existente uma cobertura vegetal nativa, a fim de promover um “equilíbrio ambiental”. Pela visita, não foi visualizado nenhuma gestão e gerenciamento eficientes dos RCC. Os “entulhos” eram armazenados em um container (Figura 5) sem tratamento ou reaproveitamento. O transporte dos containers era terceirizado e a destinação final (quando, como e onde era despejado) era desconhecida.

A ausência de planejamento da gestão desses resíduos observada, acarretou consequências, também visualizadas no ambiente. Tal fato resultou em descarte incorreto de resíduos (Figura 6), os quais, em acúmulo, colocam em risco a saúde humana, pois a disposição inadequada favorece para o desenvolvimento de agentes patogênicos responsáveis pela proliferação de diversas doenças, pois os resíduos tornam-se abrigos para ratos, moscas e baratas, atraindo, serpentes, aranhas e escorpiões, os quais buscam, nesses locais, fontes de alimentação – refletindo, dessa forma, em riscos diretos aos trabalhadores que manuseiam os refugos (DA SILVA; LIPORONE, 2011).



Figura 5 – Containers para armazenamento de RCC na obra 2.

Fonte: Os autores, 2018.



Figura 6 – Entulhos espalhados ao redor da obra 2.

Fonte: Os autores, 2018.

Portanto, evidenciou-se claras diferenças da gestão e do gerenciamento de resíduos sólidos dentro das obras, bem como a destinação desses materiais para outros fins, que visam sustentabilidade por meio da reutilização, reciclagem e/ou reaproveitamento.

3.3 Análise comparativa

A desinformação durante a visita na obra 2 alicerça-se sobre a não funcionalidade da obra quanto a gestão e gerenciamento de RCC. Em outras palavras, foi percebido que, devido ao falho seguimento da legislação (CONAMA 307 (2002); PNRS (BRASIL, 2010), sem quaisquer atenções voltadas para potenciais impactos ambientais oriundos da ausência de planejamento, qualquer informação ou registro de irregularidades que fosse fornecida, poderia significar em prejuízos judiciais, econômicos e sociais para a empresa e técnico responsáveis.

Logo, evidenciam-se as divergências da sustentabilidade referente à gestão de resíduos sólidos em comparação das duas obras, como mostra a tabela abaixo:

	Obra 1	Obra 2
Início da Obra	2013	Não informado
Fase da Obra	Revestimento	Ampliação estrutural
Área (m ²)	30000 m²	Não informado
Armazenamento dos RCC	Sim	Parcial
Separação dos RCC	Sim	Não
Grande quantidade de RCC gerada	Sim	Sim
Projetos e parcerias de planejamento	Sim	Não

Resíduos potencialmente danosos ao meio ambiente	Sim	Sim
Resíduos mais gerados	Restos de concreto; latas de tinta; Restos de argamassa.	Restos de concreto; Madeira; Restos de argamassa.
Local de armazenamento dos RCC	Containers	Containers e meio ambiente
Separação dos resíduos dentro da obra	Sim	Não
Gerenciamento dos resíduos não reutilizáveis	Coleta via empresa terceirizada	Coleta via empresa terceirizada
Conhecimento sobre a destinação final dos RCC	Não	Não

Tabela 1 – Comparação entre as obras visitadas.

Fonte: Os autores, 2020.

Com as informações acima, ressalta-se o fato de que, se a obra 2 estava operante a mais de um ano, levando em consideração as demais informações, especialmente a data do início da obra, a qual não foi informada, significa que havia possibilidade de que o local estivesse desprovido de qualquer gestão efetiva de resíduos sólidos durante um longo período. Demais, no início da visita na Obra 2, o engenheiro civil responsável, argumentou, como justificativa do fato de não haver ações quanto ao gerenciamento e gestão de RCC, que “[...] provavelmente, ninguém em Belém segue nenhuma legislação voltada para a gestão e gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil [...]”.

Tal conjuntura se caracteriza como uma inquietante hamartia referente à ética, pois engenheiros devem usar seu conhecimento para o avanço do bem-estar da humanidade, sendo honesto e imparcial, atentando-se à importância dos conceitos básicos de ética e, aliás, levar em consideração as consequências que um ato negligente pode gerar, é ato mínimo a se esperar de qualquer profissional, na engenharia ou fora dela (DE SOUZA, 2013).

Demais, é preocupante o desconhecimento sobre a destinação final dos RCC, mesmo sendo um serviço executado via empresa terceirizada. O motivo de tal atenção é que há na Política Nacional de Resíduos Sólidos o princípio da responsabilidade compartilhada pela qual é imposto uma série de atribuições individualizadas e encadeadas necessárias ao setor empresarial, ao consumidor e ao poder público, para que possam proceder à destinação ambientalmente adequada de resíduos, para minorar o volume dos resíduos sólidos e rejeitos gerados, estorvar impactos à saúde humana e ao meio ambiente decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos da Lei 12.305/2010 (DE MELO SANTOS, 2015; MACHADO, 2012; BRASIL, 2010).

Assim, nota-se uma disparidade em vários aspectos na forma de cada empresa administrar os RCC de suas respectivas construções, sendo que a Obra 1, apresenta

vários meios de amenizar as desvantagens de produção de RCC, enquanto a Obra 2, não apresentou um manuseio adequado com seus resíduos gerados. Dessa forma, expõe-se as extremidades da sustentabilidade, do bom e mau gerenciamento no âmbito da construção civil e o quanto isso oscila conforme uma gestão adequada aplicada por cada técnico responsável, tendo a consciência de que os cuidados com o meio abiótico e biótico se fazem necessários.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O volume de refugo oriundo da obra 1 foi visualmente caracterizado como amplo, embora tenha sido clara a preocupação e aplicação de uma gestão sobre os RCC. A obra 2, por outro lado, careceu de administrações sobre a gestão de resíduos. Os dados obtidos pela investigação de campo mostram que há disparidade no gerenciamento dos RCC nos dois processos construtivos.

Em virtude disso, ressalta-se a importância de que os profissionais envolvidos nesses processos devem elaborar e assegurar a execução de um projeto prévio de gestão ambientalmente adequada dos resíduos sólidos gerados, conforme os padrões impostos pela legislação brasileira, visando a mitigação dos impactos ambientais, para que o gerenciamento desses materiais ocorra durante toda e qualquer obra. Além disso, atuar com ética profissional é essencial para a efetuação sustentável de quaisquer serviços interligados com o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

BRASIL. 2002. Resolução CONAMA nº 307 - **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil de 17 de julho de 2002.

BRASIL. Lei 12305, de 2 de agosto de 2010: **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)**, Brasília: 2010.

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. **Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção**. Cerâmica, v. 61, p. 178-189, 2015.

DA SILVA, C. B.; LIPORONE, F. **Deposição irregular de resíduos sólidos domésticos em Uberlândia: algumas considerações**. OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia, v. 2, n. 6, 2011.

DE MELO SANTOS, M. C. **A responsabilidade compartilhada na Política Nacional de Resíduos Sólidos: uma análise da eficácia das disposições relativas ao consumidor**. Revista Direito Ambiental e Sociedade, v. 5, n. 1, 2015.

DE SOUZA, D. V.; MACHADO, R. F.; MONTES, R. G. E.; DE SOUZA, I. C. **Incêndio da Boate Kiss: análise da conduta ética dos engenheiros civis**. Revista JurisFIB, v. 4, n. 4, 2013.

FERREIRA, A. C. A.; COSTA, F. M. V. da; DIAS, I. de C. T.; SANTOS, S. **Gestão de resíduos sólidos na construção civil**. Revista Pensar Engenharia, v. 2, n. 2, 2014.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **População: população no último censo, Belém/PA**. 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/belem/panorama>. Acesso em: 27/12/2020.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Território e ambiente: Área da unidade territorial, Belém/PA**. 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/belem/panorama>. Acesso em: 27/12/2020.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Território e ambiente: Urbanização de vias públicas, Belém/PA**. 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/belem/panorama>. Acesso em: 27/12/2020.

MACHADO, P. A. L. **Princípios da política nacional de resíduos sólidos**. Revista do Tribunal Regional Federal da 1ª Região, v. 24, n. 7, p. 25-33, 2012.

MESQUITA, A. da S. G. de. **Análise da geração de resíduos sólidos da construção civil em Teresina, Piauí**. Holos, v. 2, p. 58-65, 2012.

NASCIMENTO, F. A. T.; VIEIRA, A. J. B.; BARROSO, I. R. S.; LOPES, J. P. **Reutilização e reciclagem de resíduos sólidos gerados na construção civil**. Cadernos de Graduação: Ciências Exatas e Tecnológicas [online]. Maceió, v. 3, n. 1, p. 141-152, 2015.

RIBEIRO, D.; DE MOURA, L. S.; DOS SANTOS PIROTE, N. S. **Sustentabilidade: Formas de Reaproveitar os Resíduos da Construção Civil**. Revista de Ciências Gerenciais, v. 20, n. 31, p. 41-45, 2016.

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