

# 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

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

Prof. Dr. 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Lilians Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Prof<sup>ª</sup> 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](http://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 AQÜÍFERO 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**

<b>CAPÍTULO 28.....</b>	<b>342</b>
<b>PHOTODEGRADATION OF WATER POLLUTANTS WITH TIO<sub>2</sub> CATALYSTS ACTIVATED WITH VISIBLE LIGHT AND UV LIGHT</b>	
Maricela Villicaña Mendez	
Luisa Verónica Piña Morales	
Ma. Guadalupe Garnica Romo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.74521080428</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>352</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>353</b>

# CAPÍTULO 2

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

*Data de aceite: 01/04/2021*

### **Eduardo Antonio Maia Lins**

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

### **Vanesa Luana Bezerra Barbosa**

Centro Universitário Maurício de Nassau  
Recife – Pernambuco

### **Adriane Mendes Viera Mota**

Centro Universitário Maurício de Nassau  
Recife – Pernambuco

### **Maria Clara Pestana Calsa**

Centro Universitário Maurício de Nassau  
Recife – Pernambuco

### **Andréa Cristina Baltar Barros**

Centro Universitário Maurício de Nassau  
Recife – Pernambuco

**RESUMO:** A preocupação com o meio ambiente vem crescendo à medida que os anos vão passando, e a preservação ambiental se tornou uma preocupação mundial. Na construção civil, apesar de seus reconhecidos impactos socioeconômicos, é um grande gerador de impactos e degradação ao meio ambiente, gerando grandes quantidades de resíduos que poderiam ser reaproveitados, reciclados e/ou reutilizados. A implantação do método de Gerenciamento de resíduos para a construção civil implica no desenvolvimento de um conjunto

de atividades para se realizar dentro e fora dos canteiros. Entre elas estão à caracterização e quantificação dos resíduos sólidos, a minimização dos resíduos por classe, priorizar a triagem/segregação na origem, acondicionamento/armazenamento dos resíduos sólidos por classe de forma a garantir a integridade dos materiais, transporte interno vertical e horizontal do RCC, transporte externo, transbordo/localização de resíduos e a destinação final dos resíduos. Este trabalho tem por objetivo apresentar a implantação e os resultados do Programa de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil - PGRCC em uma obra na cidade do Recife - PE. Os dados obtidos na construtora mostraram que esta obteve melhoras na sua produção ao utilizar os procedimentos propostos, minimizando a geração de seus resíduos, tornando o processo construtivo mais rentável e competitivo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lixo, Obras, Entulho, Gestão.

### IMPLEMENTATION OF A MANAGEMENT SYSTEM FOR CIVIL CONSTRUCTION WASTE IN A WORK IN THE CITY OF RECIFE, PERNAMBUCO

**ABSTRACT:** Concern for the environment has been growing as the years go by, and environmental preservation has become a worldwide concern. In civil construction, despite its recognized socioeconomic impacts, it is a major generator of impacts and degradation to the environment, generating large amounts of waste that could be reused, recycled and / or reused. The implementation of the Waste Management method for civil construction implies

the development of a set of activities to be carried out inside and outside the construction sites. Among them are the characterization and quantification of solid waste, the minimization of waste by class, prioritizing sorting / segregation at the source, conditioning / storage of solid waste by class to guarantee the integrity of materials, vertical and horizontal internal transport of the RCC, external transport, transshipment / location of waste and the destination of waste. This work aims to present the implementation and results of the Civil Construction Waste Management Program - PGRCC in a project in the city of Recife-PE. The data obtained at the construction company showed that it obtained improvements in its production when using the proposed procedures, minimizing the generation of its residues, making the construction process more profitable and competitive.

**KEYWORDS:** Waste, Works, Rubble, Management.

## 1 | INTRODUÇÃO

A Construção Civil é uma atividade de grande importância para o desenvolvimento econômico e social, gerando empregos, melhoria de infraestrutura, renda, viabilização de moradias, entre outros impactos positivos socioeconômicos (LINTZ et al., 2012). Esse setor é um dos mais importantes setores produtivos da economia, uma vez que colabora substancialmente para a oferta de empregos diretos na própria construção civil, e de milhares de empregos indiretos em outras áreas industriais, como os da ciência e tecnologia (VIEIRA & NOGUEIRA, 2018).

Por outro lado, o crescimento desordenado, o grande consumo de recursos naturais, a grande geração de resíduos e a modificação da paisagem fazem com que se torne uma atividade geradora de impactos ambientais negativos (BRASILEIRO & MATOS, 2015).

À medida que os anos vão passando a preservação ambiental vem se tornando uma preocupação mundial. a questão ambiental é um tema obrigatório, pois compromete a nossa e as futuras gerações, bem como a qualidade de vida de todos os seres vivos do planeta (MACHADO, 2012). A geração desenfreada de resíduos, associada a uma disposição inadequada tem como consequência a poluição do meio ambiente. Aos poucos, a consciência ambiental se estende às empresas deste setor de construção, mas ainda é um processo bastante lento.

Hoje em dia muitos setores têm contribuído para degradação do meio ambiente inclusive o setor da construção civil, pois a quantidade de energia e recursos naturais consumidos e o volume de resíduos gerados são bastante significativos, atingindo e degradando cada vez mais o meio ambiente (DESORDI; VIEIRA; SAUSEN, 2017)

A geração dos Resíduos da Construção Civil (RCC) geralmente se deve às perdas de materiais de construção, tanto através do desperdício durante o processo de execução, quanto pelo uso inadequado, assim como os restos de materiais que são perdidos por danos no recebimento, transporte e armazenamento. São geralmente mais conhecidos por entulhos e são tecnicamente definidos como o rejeito de todo material utilizado na execução de etapas das obras, podendo ser gerados de obras de infraestrutura, demolições,

reformas, restaurações, reparos, construções novas, entre outros, tais como um conjunto de fragmentos ou restos de pedregulhos, areias, materiais cerâmicos, argamassa, aço, madeira e outros (FERREIRA et al, 2014).

Existem vários fatores que contribuem para a geração do RCC, entre eles estão à falta de qualidade dos bens e serviços realizados, que conseqüentemente promovem a geração de entulho e contribuem para o volume de resíduos gerados. Os problemas relacionados ao projeto de elaboração de um gerenciamento de resíduos são pela falta de definições e/ou detalhamentos satisfatórios, falta de precisão nos memoriais descritivos, baixa qualidade dos materiais adotados, baixa qualificação da mão de obra, o manejo, transporte ou armazenamento inadequado dos materiais, a falta ou ineficiência dos mecanismos de controle durante a execução da obra, ao tipo de técnica escolhida para a construção ou demolição, aos tipos de materiais que existem na região da obra e finalmente à falta de processos de reutilização e reciclagem no canteiro.

A implantação do método de Gerenciamento de resíduos para a construção civil implica no desenvolvimento de um conjunto de atividades para se realizar dentro e fora dos canteiros. Entre elas estão à caracterização e quantificação dos resíduos sólidos, a minimização dos resíduos por classe, priorizar a triagem/segregação na origem, acondicionamento/ armazenamento dos resíduos sólidos por classe de forma a garantir a integridade dos materiais, transporte interno vertical e horizontal do RCC, transporte externo, transbordo/localização de resíduos e a destinação final dos resíduos. Este trabalho tem por objetivo apresentar a implantação e os resultados do Programa de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil - PGRCC em uma obra na cidade do Recife- PE.

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Área de Estudo

Os dados foram obtidos na obra do Edifício Residencial Multifamiliar situado na Rua Arnaldo Magalhães, nº80, no bairro de Casa Amarela, Recife/PE.



Figura 1 – Localização do Empreendimento.

Fonte: Googlemaps (2021).

## 2.2 Tipo de Pesquisa

Para a elaboração do referido trabalho foram analisados e coletados dados de um Projeto de Gerenciamento de Resíduo de Construção Civil, sendo necessário um levantamento bibliográfico visando acompanhamento após implantação. As informações acerca do conteúdo foram obtidas através das normas e leis vigentes no estado de Pernambuco, tendo servido como base para nortear o trabalho, além de pesquisas em artigos científicos.

## 2.3 Coleta e Análise de Dados

Os dados foram coletados através de visitas periódicas ao local da obra, onde foi possível registrar as etapas de construção, juntamente com a aplicação das leis vigentes. Realizou-se um levantamento dos projetos ambientais da empresa, os quais têm como objetivo uma redução dos impactos ambientais e educação junto com os funcionários.

Na obra, foram observadas as etapas do sistema de implantação, como: o planejamento e organização; a pré-avaliação e diagnóstico; a realização dos estudos e avaliação; os estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental; e a implantação e planos de ação corretiva e preventiva de melhoria contínua.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) inicial da obra teve como características básicas um bom planejamento onde se identificaram oportunidades de melhorias visando mitigar, eliminar ou reduzir a geração de resíduos e emissões, efluentes fluidos ou gasosos, além de racionalizar a utilização de matéria-prima e seus diversos insumos. O projeto foi implantado utilizando uma metodologia que buscou solucionar os problemas de ordem técnica e ambiental sem que houvesse aumento de ônus para empresa interessada neste modelo de gerenciamento.

As medidas adotadas na implantação do PGRCC no canteiro de obra estudado foram: aquisição de material para serem utilizados no funcionamento do projeto (adesivos de identificação, dispositivos para acondicionamento, sacos de rafia, panfletos educativos para os colaboradores), treinamentos de funcionários, disposição dos dispositivos de acondicionamento inicial e determinação de locais para acondicionamento final, transporte externo e destinação final conforme projeto de canteiro. Os dispositivos utilizados para acondicionamento inicial dos resíduos eram normalmente dispostos nos pavimentos da edificação, onde, diariamente, era realizada a remoção. A forma como os resíduos eram descartados pela obra também era um problema, uma vez que ficavam espalhados pelos pavimentos, dificultando a locomoção dos funcionários, podendo causar acidentes.

No canteiro de obra estudado foram utilizados bombonas de plásticos, dotadas de sacos de rafia para recepção de resíduos de classe B e demarcações no piso para

depósito de resíduos de classe A, conforme Figuras 2 e 3. Os resíduos de classe C ficavam depositados na própria área de trabalho e após o término do serviço eram transportados para o local de acondicionamento final, como uma forma de segregação de resíduos.



Figura 2 - Bombonas para segregação de resíduos classe B.

Fonte: Os autores (2021).



Figura 3 - Demarcação no piso para deposição de resíduos classe A.

Fonte: Os autores (2021).

Observou-se a situação de mistura dos resíduos, em que há resíduos de plástico e tinta. Caso a tinta caísse no plástico, reduziria a chance de fazer a reciclagem ou

reutilização. Assim, após treinamento realizado, os funcionários foram apresentados às classificações dos resíduos, por meio da cartilha e orientados a não os misturar. Em relação à pintura, após a instrução, o problema não voltou a ocorrer. Nas obras de construção civil hoje é muito comum encontrar empresas terceirizadas e com grande rotatividade de trabalhadores. Segundo Martins (2012), uns dos motivos para isso ocorrer são: benefícios financeiros que devem ser dados ao assalariado demitido (Fundo de Garantia do Tempo de Serviço - FGTS) e estrutura do mercado de trabalho, oferta e procura de trabalho. Com a grande rotatividade de funcionários, a dificuldade de conscientização ambiental e de alcançar uma mão de obra de qualidade superior é ainda maior, pois não há continuação dos ensinamentos.

Os dispositivos utilizados para acondicionamento final dos resíduos foram as baias, construídas no pavimento térreo, com fácil acesso para coleta, e caçambas estacionárias, para o caso de resíduos classe A, até que os mesmos fossem removidos pelas empresas coletoras de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) (Figuras 4 e 5). É importante ressaltar que, no caso dos resíduos classe D (gesso), foram armazenados em baias cobertas protegendo-o contra as intempéries.

Embora ainda se encontrem algumas dificuldades no manejo com os resíduos, pois se sabe que cada obra tem um rendimento de construção a ser cumprido, muitas vezes ocorreram acúmulos de resíduos nas baias, deposição de resíduos de outras classes em um mesmo dispositivo de coleta; a melhoria e organização do canteiro foi acontecendo à medida que o projeto passou a ser bem monitorado.



Figura 4 - Baias fixas para acondicionamento final dos resíduos.

Fonte: Os autores (2021).





Figura 5 - Caçamba estacionária para acondicionamento final de resíduos.

Fonte: Os autores (2021).

Com a avaliação da segregação na fonte e acondicionamento inicial e final dos resíduos no canteiro, verificou-se que tiveram uma destinação adequada do ponto de vista ambiental. A análise foi realizada em conformidade com o preenchimento do manifesto de controle de transporte de resíduo (CTR), que deve ser preenchido sempre que qualquer resíduo seja retirado da obra.

O acompanhamento da implantação do Projeto de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil (PGRCC) permite que se torne nítida a importância e melhoria, obtendo-se resultados bastante significativos, tornando assim o canteiro mais limpo e organizado, proporcionando a destinação adequada aos seus resíduos e tornando-se padrão para as diversas obras.

De acordo com Silva et al, (2015), ao realizar um estudo semelhante, observou-se que com a prática das ações de gerenciamento, surgiram a possibilidade de não somente quantificar, mais também de qualificar os resíduos de modo a permitir a identificação das causas de desperdício de materiais no canteiro e, por conseguinte a redução dos custos de destinação para resíduos segregados e valorizáveis, assim como a garantia de defesa quanto à correta destinação dos resíduos.

Para Lins et al (2020), para que se possam ser reaproveitados os resíduos da construção civil, faz-se necessário que haja um processo de beneficiamento que avalie suas características químicas bem como de que forma poderão vir a interferir na reação com os outros insumos, uma vez que suas propriedades físico-químicas estão condicionadas a parâmetros específicos, como a região geradora do resíduo e a ação dos agentes agressivos ao longo do tempo as quais a peça foi solicitada. Tem como principais vantagens a contribuição ambiental que a gestão e a reciclagem produzem, visto que os

entulhos que seriam descartados irregularmente em margens de rios e lagos ou em aterros, são reencaminhados para destinos com maior responsabilidade ambiental e social, além de proporcionar uma redução de custos considerável quando utilizados os produtos reciclados de RCD.

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Construção Civil, no âmbito de atividades geradoras de resíduos, é cada vez mais preocupante, devido ao aumento da taxa de crescimento das obras durante a última década. Este trabalho verificou a aplicação do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Construção civil - PGRCC, pelo qual foram obtidos resultados bastante significativos, tais como: redução no custo operacional em até 5%; baixa no registro de acidentes no canteiro de obra entre outros, tornando-se uma ferramenta eficaz na condução dos canteiros de obra, conscientizando e mobilizando esforços no sentido de se ter uma segregação dos resíduos, passando de uma realidade de meros geradores de "entulhos" para um sistema de gerenciamento dos resíduos. O PGRCC traz boas atividades práticas, que foram incorporadas na obra em relação aos resíduos, como: a adoção de estratégias para conter a geração, diminuindo o desperdício; segregação, triagem e o tratamento de alguns resíduos no próprio canteiro; e transporte e destino compromissado. Trazendo inúmeros resultados indiretos como:

- Redução de perdas;
- Maior satisfação dos operários;
- Maior satisfação dos clientes;
- Melhor imagem da empresa no mercado;
- Redução dos riscos de acidente de trabalho;
- Disseminação das questões relativas à coleta Seletiva.

## REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: resíduos sólidos - classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA e RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo, 2017. 116 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO DRYWALL. **Resíduos de Gesso na Construção Civil: Coleta, armazenagem e reciclagem**. São Paulo: Agns Gráfica e Editora, 2012. 20 p.

BRASIL. **Lei Nº 6.938, de 31 de Agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus Fins e Mecanismos de Formulação e Aplicação, e dá outras Providências.

BRASIL. **Resolução CONAMA no 307, de 5 de julho de 2002.** Estabelece diretrizes, critério e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 jul. 2002.

BRASIL. **Resolução CONAMA N 348, de 16 de agosto de 2004.** Inclui o amianto na classe de resíduos perigosos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 ago. 2004.

BRASIL. **Resolução CONAMA N 431, de 24 de maio de 2011.** Estabelece nova classificação para o gesso. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 maio 2011.

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. (2015). Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil, **Revista Cerâmica**, 61,178-189, <http://dx.doi.org/10.1590/0366-69132015613581860>

DEZORDI, A. P. R., VIEIRA, E. P., SAUSEN, J. O. **O impacto nos custos ambientais dos resíduos gerados na construção civil**, XXIV Congresso Brasileiro de Custos - Florianópolis, SC, Brasil, 15 a 17 de novembro de 2017.

FERREIRA, A. C. A., COSTA, F. M. V., DIAS, I. C. T.; SANTOS, S. **Gestão de Resíduos Sólidos na Construção Civil**, **Revista Pensar Engenharia**, v.2, n. 2, Jul./2014.

LINS, Eduardo Antonio Maia; CAVALCANTI, Eduardo Henrique Bezerra; LINS, Cecília Maria Mota Silva; BARROS, Andréa Cristina Baltar, Estudo de Caso de um Sistema de Tratamento e Reuso dos Resíduos da Construção Civil. In: SILVA, Maria Elanny Damasceno (org.). **O meio ambiente e as interfaces dos Sistemas Social e Natural 2**. 1. ed. Ponta Grossa, PR: Atena, 2020, p. 32-44. Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/post-artigo/39450>. Acesso em: 21 nov. 2020.

LINTZ, R. C. C., JACINTHO, A. E. P. G. A., PIMENTEL, L. L.; GACHET-BARBOSA, L. A.; **Revista Ibracon de Estruturas e Materiais** 5, 2 (2012).

MACHADO, A. de Q. **Licenciamento Ambiental: atuação preventiva do Estado à luz da Constituição da República Federativa do Brasil**. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2012.

MARTINS, F. G. **Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil em Obras de Grande Porte - Estudos de Caso, 2012**. 188 f. Dissertação (Mestrado em Ciências, Programa de Engenharia Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

RECIFE. **Lei Nº 17072, de 04 de Janeiro de 2005.** Estabelece as diretrizes e critérios para o programa de gerenciamento de resíduos da construção civil.

SILVA, I. L. S.; RÊGO FILHO, A. T. C.; DOS REIS, J. C. F.; SOUSA, S. S.; LEMOS, E. J. S. **Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil: um Caso em Santarém, Pará, Brasil**, 10 Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental, Porto Alegre, 2016.

VIEIRA, B. A.; NOGUEIRA, L. (2018), "Construção civil: crescimento versus custos de produção civil", **Sistemas & Gestão**, Vol. 13, No. 3, pp. 366-377, disponível em: <http://www.revistasg.uff.br/index.php/sg/article/view/1419>

## 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 (CO<sub>2</sub>) 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](http://www.atenaeditora.com.br)
-  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)





 Atena  
Editora

Ano 2021



# Base de Conhecimentos Gerados na Engenharia Ambiental e Sanitária

3

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