



Helenton Carlos Da Silva  
(Organizador)

# Demandas Essenciais para o Avanço da Engenharia Sanitária e Ambiental 3

**Atena**  
Editora

Ano 2020



Helenton Carlos Da Silva  
(Organizador)

# Demandas Essenciais para o Avanço da Engenharia Sanitária e Ambiental 3

**Atena**  
Editora

Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Geraldo Alves

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Prof. Dr. 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. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

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

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

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

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof<sup>a</sup> Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

D371 Demandas essenciais para o avanço da engenharia sanitária e ambiental 3 [recurso eletrônico] / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-948-6

DOI 10.22533/at.ed.486202101

1. Engenharia ambiental. 2. Engenharia sanitária. I. Silva, Helenton Carlos da.

CDD 628.362

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

A obra “*Demandas Essenciais para o Avanço da Engenharia Sanitária e Ambiental*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu II volume, apresenta, em seus 25 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da importância da engenharia sanitária e ambiental, tendo como base suas demandas essenciais interfaces ao avanço do conhecimento.

Os serviços inerentes ao saneamento são essenciais para a promoção da saúde pública, desta forma, a disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas constitui fator de prevenção de doenças, onde a água em quantidade insuficiente ou qualidade imprópria para consumo humano poderá ser causadora de doenças; observa-se ainda o mesmo quanto à inexistência e pouca efetividade dos serviços de esgotamento sanitário, limpeza pública e manejo de resíduos sólidos e de drenagem urbana.

Destaca-se ainda que entre os muitos usuários da água, há um setor que apresenta a maior interação e interface com o de recursos hídricos, sendo ele o setor de saneamento.

O plano de saneamento básico é o instrumento indispensável da política pública de saneamento e obrigatório para a contratação ou concessão desses serviços. A política e o plano devem ser elaborados pelos municípios individualmente ou organizados em consórcio, e essa responsabilidade não pode ser delegada. O Plano deve expressar o compromisso coletivo da sociedade em relação à forma de construir o saneamento. Deve partir da análise da realidade e traçar os objetivos e estratégias para transformá-la positivamente e, assim, definir como cada segmento irá se comportar para atingir as metas traçadas.

Dentro deste contexto podemos destacar que o saneamento básico é envolto de muita complexidade, na área da engenharia sanitária e ambiental, pois muitas vezes é visto a partir dos seus fins, e não exclusivamente dos meios necessários para atingir os objetivos almejados.

Neste contexto, abrem-se diversas opções que necessitam de abordagens disciplinares, abrangendo um importante conjunto de áreas de conhecimento, desde as ciências humanas até as ciências da saúde, obviamente transitando pelas tecnologias e pelas ciências sociais aplicadas. Se o objeto saneamento básico encontra-se na interseção entre o ambiente, o ser humano e as técnicas podem ser facilmente traçados distintos percursos multidisciplinares, potencialmente enriquecedores para a sua compreensão.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados a estas diversas demandas essenciais do conhecimento da engenharia sanitária e ambiental. A importância dos estudos dessa vertente é notada no cerne da produção do

conhecimento, tendo em vista o volume de artigos publicados. Nota-se também uma preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento.

Os organizadores da Atena Editora agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Helenton Carlos da Silva

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
COMPOSTAGEM E HORTA ORGÂNICA NA FACULDADE FARIAS BRITO COMO INSTRUMENTO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL	
Cristiano Dantas Araújo Fausto Sales Correa Filho Flávio André de Melo Lima Francisco José Freire de Araújo Pedro Vitor de Oliveira Carneiro Sílvio Carlos Costa de Andrade	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4862021011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>8</b>
ATERRO SANITÁRIO DA CIDADE DE ITAMBÉ – PR: APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DE ATERROS SANITÁRIOS	
Cláudia Telles Benatti Luiz Roberto Taboni Junior Igor José Botelho Valques	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4862021012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>20</b>
AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO USO DE RESÍDUO DE BORRACHA DE PNEU, COM TRATAMENTO SUPERFICIAL, EM ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO	
Jhonatan Smitt Picoli Rafael Verissimo Diana Janice Padilha	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4862021013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>33</b>
AVALIAÇÃO DO LOCAL DE DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DE GOIANÉSIA-PA COM BASE NO ÍNDICE DE QUALIDADE DE ATERRO DE RESÍDUOS (IQR)	
Marta Lima Lacerda Adriane Franco da Silva Ágatha Marques Farias Davi Edson Sales e Souza Deyvson Pereira Azevedo Quetulem de Oliveira Alves Tiele Costa Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4862021014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>46</b>
AVALIAÇÃO DOS CONSÓRCIOS INTERMUNICIPAIS PARA A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NOS ARRANJOS TERRITORIAIS ÓTIMOS EM MINAS GERAIS	
Luciana Alves Rodrigues Macedo Liséte Celina Lange	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4862021015</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 54**

**DESCARGA SÓLIDA EM PARQUE URBANO: ESTUDO DE CASO DO PARQUE DAS NAÇÕES INDÍGENAS EM CAMPO GRANDE/MS**

Bruno Sezerino Diniz  
Daniel de Lima Souza  
Monica Siqueira Ortiz Dias  
Marjuli Morishigue  
Thais Rodrigues Marques  
Yago de Oliveira Martins  
Guilherme Henrique Cavazzana

**DOI 10.22533/at.ed.4862021016**

**CAPÍTULO 7 ..... 62**

**DIAGNÓSTICO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE SERVIÇO DE SAÚDE EM UM HOSPITAL VETERINÁRIO UNIVERSITÁRIO**

Rafael Verissimo  
Diana Janice Padilha  
Daniel Verissimo  
Jhonatan Smitt Picoli

**DOI 10.22533/at.ed.4862021017**

**CAPÍTULO 8 ..... 75**

**DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO CONE SUL DE RONDÔNIA: UM RETRATO DA SITUAÇÃO RECORRENTE NA AMAZÔNIA OCIDENTAL**

Daniely Batista Alves Martines  
Jaqueline Aida Ferrete

**DOI 10.22533/at.ed.4862021018**

**CAPÍTULO 9 ..... 89**

**ESTUDO DE ROTAS TECNOLÓGICAS DE TRATAMENTO E DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA/PB**

Cristine Helena Limeira Pimentel  
Claudia Coutinho Nóbrega  
Ubiratan Henrique Oliveira Pimentel  
Wanessa Alves Martins

**DOI 10.22533/at.ed.4862021019**

**CAPÍTULO 10 ..... 103**

**GEOPROCESSAMENTO NO PLANEJAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS: UMA FERRAMENTA PARA AUXÍLIO NA TOMADA DE DECISÃO**

Fabíola Esquerdo de Souza  
Solange dos Santos Costa  
Kemislani de Souza Lima

**DOI 10.22533/at.ed.48620210110**

**CAPÍTULO 11 ..... 118**

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE ATIVIDADES DE TRANSPORTE: ESTUDO DE CASO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DOS PORTOS ADMINISTRADOS PELA COMPANHIA DOCAS DO PARÁ**

Cristiane da Costa Gonçalves de Andrade  
Paula Danielly Belmont Coelho

Ana Caroline David Ramos  
Arthur Julio Arrais Barros  
Natã Lobato da Costa

**DOI 10.22533/at.ed.48620210111**

**CAPÍTULO 12 ..... 126**

PLANO MUNICIPAL DE GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS  
MARECHAL THAUMATURGO - AC: ANSEIOS E EXPECTATIVAS ATRAVÉS DA  
MOBILIZAÇÃO SOCIAL

Julio Cesar Pinho Mattos  
Rodrigo Junior de Sousa Pereira  
Gleison Aguiar da Silva  
Fernanda Kerolayne

**DOI 10.22533/at.ed.48620210112**

**CAPÍTULO 13 ..... 133**

PROPOSTA DE APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS LENHOSOS DA REGIÃO  
METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE

Natália Fagundes Mascarello  
Renata Farias de Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.48620210113**

**CAPÍTULO 14 ..... 144**

REAPROVEITAMENTO E DESTINO FINAL DO RESÍDUO COMPUTACIONAL  
GERADO POR EMPRESAS DE MANUTENÇÃO E SUPORTE EM INFORMÁTICA  
NA CIDADE DE ASSÚ/RN

Ana Raira Gonçalves da Silva  
Jéssica Cavalcante Montenegro  
José Américo de Lira Silva

**DOI 10.22533/at.ed.48620210114**

**CAPÍTULO 15 ..... 153**

RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO - UM ESTUDO  
DE VIABILIDADE NA REGIÃO DE SUAPE/PERNAMBUCO

Fernando Periard Gurgel do Amaral  
Raquel Lima Oliveira  
Juliana Jardim Colares  
Marina França Guimarães Marques  
Guilherme Bretz Lopes

**DOI 10.22533/at.ed.48620210115**

**CAPÍTULO 16 ..... 163**

RESÍDUOS DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO: ESTUDO DE  
VIABILIDADE PARA USO NA PAVIMENTAÇÃO NO MUNICÍPIO DE VILA VELHA/ES

Diego Klein  
Daiane Martins de Oliveira  
Tamara Lopes Teixeira

**DOI 10.22533/at.ed.48620210116**

**CAPÍTULO 17 ..... 174**

**RESÍDUOS SÓLIDOS DE CURTUME: REAPROVEITAMENTO PARA COMPOSTAGEM EM UMA INDÚSTRIA NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

Aline Souza Sardinha  
Ana Paula Santana Pereira  
Mayara Aires do Espirito Santo  
Suziane Nascimento Santos  
Carlos José Capela Bispo  
Antônio Pereira Júnior  
Vinicius Salvador Soares  
Jeferson Martins Leite  
Mateus do Carmo Rocha  
Hyago Elias Nascimento Souza

**DOI 10.22533/at.ed.48620210117**

**CAPÍTULO 18 ..... 186**

**TECNOLOGIAS PARA O APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS**

Sara Rachel Orsi Moretto  
João Carlos Fernandes

**DOI 10.22533/at.ed.48620210118**

**CAPÍTULO 19 ..... 206**

**USINA DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM NO MUNICÍPIO DE MONTANHA-ES: UM ESTUDO SOBRE A PERCEPÇÃO DOS TRABALHADORES**

Tamires Lima da Silva  
Talita Aparecida Pletsch  
Jane Mary Schultz  
Gilmara da Silva Santos Nass  
Talwany Cezar

**DOI 10.22533/at.ed.48620210119**

**CAPÍTULO 20 ..... 215**

**COMPOSTAGEM COMO FERREMENTA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL: UMA IMPLANTAÇÃO DO MÉTODO SOBRE UMA ESCOLA PÚBLICA EM MARABÁ-PA**

Aline Souza Sardinha  
Vinicius Salvador Soares  
Jeferson Martins Leite  
Antônio Pereira Júnior  
Suziane Nascimento Santos  
Carlos José Capela Bispo  
Ana Paula Santana Pereira  
Mayara Aires do Espirito Santo  
Mateus do Carmo Rocha  
Hyago Elias Nascimento Souza

**DOI 10.22533/at.ed.48620210120**

**CAPÍTULO 21 ..... 226**

**CLASSIFICAÇÃO DO USO E DA COBERTURA DO SOLO UTILIZANDO TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO NO MUNICÍPIO DE BARCARENA (PA), BRASIL, NO PERÍODO DE 2008 A 2012**

Rebeca Emmanuela de Azevedo Duarte

Letícia Karine Ferreira Vilhena

Daniele Miranda Pereira

**DOI 10.22533/at.ed.48620210121**

**CAPÍTULO 22 ..... 237**

**INFLUÊNCIA DOS POLUENTES ATMOSFÉRICOS NAS DOENÇAS RESPIRATÓRIAS EM CENTROS URBANOS**

David Silveira Monteiro

Raquel Lima Oliveira

Fernando Periard Gurgel do Amaral

**DOI 10.22533/at.ed.48620210122**

**CAPÍTULO 23 ..... 249**

**PROPOSTA DE MELHORIA AMBIENTAL PARA UMA FÁBRICA DE GOIABADA**

Renato Carvalho Menezes

Márcio Azevedo Rocha

Tadeu Patêlo Barbosa

Áurea Luiza Quixabeira Rosa e Silva Rapôso

Sheyla Karolína Justino Marques

**DOI 10.22533/at.ed.48620210123**

**CAPÍTULO 24 ..... 261**

**REDUÇÃO DO RESIDUAL DE ALUMÍNIO DISSOLVIDO EM ÁGUA DE POÇO PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO**

Márcia Cristina Martins Campos Cardoso

Lorena Olinda Degasperi Rocha

**DOI 10.22533/at.ed.48620210124**

**CAPÍTULO 25 ..... 274**

**VULNERABILIDADE A PERDA DE SOLO DA BACIA DO RIO URUPÁ, RONDÔNIA, AMAZÔNIA OCIDENTAL**

José Torrente da Rocha

Mayame Martins Costa

Giovanna Maria Cavalcante Martins

Andressa Vaz Oliveira

Marcos Leandro Alves Nunes

**DOI 10.22533/at.ed.48620210125**

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 284**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 285**

## AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO USO DE RESÍDUO DE BORRACHA DE PNEU, COM TRATAMENTO SUPERFICIAL, EM ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO

Data de aceite: 06/01/2020

Data de submissão: 14/10/2019

### Jhonatan Smitt Picoli

Engenheiro Civil pela Universidade Estadual de Maringá – UEM, Umuarama – PR.

<http://lattes.cnpq.br/6778352250250114>

### Rafael Verissimo

Engenheiro Ambiental, Universidade Estadual de Maringá – UEM, Umuarama – PR.

<http://lattes.cnpq.br/4475207294665450>

### Diana Janice Padilha

Engenheira Ambiental, Universidade Estadual de Maringá – UEM, Umuarama – PR

<http://lattes.cnpq.br/7847075774617138>

**RESUMO:** A possibilidade de reutilização de borracha moída proveniente de pneus usados como adição em pasta de cimento se mostra como uma alternativa tanto no gerenciamento deste tipo de resíduo, quanto na redução no uso de recursos naturais, sendo apontada como uma solução ambientalmente adequada. Visto isso, o presente trabalho propôs a substituição de areia por borracha moída na fabricação de pasta de cimento, a fim de avaliar as características do cimento após tal substituição. Foram confeccionados corpos de prova de argamassa com traço 1:2:9, baseado no traço para emboço/reboco aplicado em

obra, contendo 5%, 15% e 25% de borracha (granulometria  $\leq 10$  mesh) em substituição à areia, em volume. As partículas de borracha foram submetidas a tratamento em soluções aquosas de NaOH, visando compatibilizá-las com a matriz de cimento. Para isso, testou-se a melhor concentração da solução química a se utilizar no tratamento da borracha, assim como avaliou-se a melhor proporção de borracha a ser aplicada em substituição à areia, obtendo-se a concentração de NaOH de 10 mols, e a proporção de borracha de aproximadamente 20% em volume. Foram realizados, ainda, ensaios de resistência à tração na flexão, e à compressão. Os corpos de prova com borracha tratada com solução de NaOH não apresentaram melhor desempenho em comparativo à borracha sem tratamento. Entretanto, os resultados apontaram que mesmo na argamassa com 25% de borracha em substituição a areia, não houve queda drástica na resistência, indicando a possibilidade de uso do material reciclado em produtos voltados à engenharia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduo de pneus; Argamassa de revestimento; Tratamento superficial da borracha; Ensaio à tração na flexão; Ensaio à compressão.

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF THE USE OF TIRE RUBBER WASTE WASTE ON COATING MORTARS

**ABSTRACT:** The possibility of reusing ground rubber from tires used as cement slurry is an alternative in the management of this type of waste, as well as in the reduction of the use of natural resources, being pointed as an environmentally appropriate solution. Given this, the present work proposed the replacement of sand by ground rubber in the manufacture of cement paste in order to evaluate the characteristics of cement after such replacement. A 1: 2: 9 trace mortar specimens were made based on the on-site plaster / plaster trace containing 5%, 15% and 25% rubber ( $\leq 10$  mesh size) in lieu of sand, by volume. The rubber particles were subjected to treatment in aqueous NaOH solutions to make them compatible with the cement matrix. For this, the best concentration of the chemical solution to be used in the treatment of the rubber was tested, as well as the best proportion of rubber to be applied in substitution to the sand was evaluated, obtaining the NaOH concentration of 10 moles, and the rubber ratio of approximately 20% by volume. Tests of tensile strength in flexion and compression were also performed. Specimens with rubber treated with NaOH solution did not perform better compared to rubber without treatment. However, the results showed that even in 25% rubber mortar replacing sand, there was no drastic drop in resistance, indicating the possibility of using recycled material in engineering products.

**KEYWORDS:** Tire waste; Coating mortar; Surface treatment of rubber; Flexural tensile test; Compression test.

## 1 | INTRODUÇÃO

A utilização de materiais reciclados é consequência de crescentes preocupações com o meio ambiente e com a necessidade da redução no consumo de recursos naturais.

Conforme CREA-ES (2008), a construção civil é responsável por consumir cerca de 30% dos recursos naturais extraídos, o que equivale a 220 milhões de toneladas de agregados naturais por ano, os quais serão utilizados na produção de concretos e argamassas, levando à exaustão as reservas naturais em diversos locais.

A necessidade que se tem atualmente de encontrar alternativas para a reciclagem de resíduos gerados pela indústria está cada vez mais visível. Assim, diversos estudos estão sendo realizados neste ramo, principalmente no campo da engenharia civil, área que vem sendo ao longo do tempo uma grande auxiliadora no reaproveitamento, ao apresentar soluções que minimizam a degradação ambiental e o custo final de seus produtos.

O aproveitamento de resíduos na composição de novos materiais é uma tendência mundial em crescimento em diversos setores, podendo trazer melhorias técnicas e operacionais, bem como permitir a redução de custos. Esta é uma prática cada vez mais utilizada em países desenvolvidos e começa a ser implantada no Brasil, onde um dos processos praticados é a utilização de produtos provenientes da

reciclagem de pneus usados e descartados.

Segundo Machado (2013), a cada 40 mil km rodados, em média, um veículo precisa trocar seus 4 pneus. De acordo com o Departamento Nacional de Trânsito Brasileiro (DENATRAN, 2016), em dezembro de 2013 o Brasil contava com uma frota de aproximadamente 81,5 milhões de veículos. Considerando que um veículo rode por ano em média 20 mil km, a cada dois anos todos esses veículos precisarão trocar seus 4 pneus (2 pneus por ano) e, com isso, resulta-se numa produção anual de mais de 160 milhões de pneus velhos, número este que tende a aumentar (MACHADO, 2013).

Quanto ao problema do destino final de resíduos, a Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010), que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), define em seu Art.33 que, independentemente do sistema de serviço de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, todo aquele que fabrica, importa, distribui e/ou comercializa pneus é obrigado a estruturar e implementar um sistema de logística reversa, que irá promover o retorno do produto à sua cooperativa após seu uso.

Complementando, o governo brasileiro publicou, no Diário Oficial de 02 de dezembro de 1999, a Resolução nº 258, de 26 de agosto de 1999, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 1999), que trata da destinação final, de forma ambientalmente adequada e segura, dos pneumáticos inservíveis, dispendo sobre, entre outras coisas, a reciclagem e os prazos de coleta.

Sobre a disposição de pneus inservíveis ao consumo, o descarte inadequado pode acarretar vários problemas ambientais, tais como o assoreamento de rios e lagos, o risco de incêndio e a proliferação de insetos. Quando sujeito ao acúmulo de água, este tipo de resíduo pode contribuir para proliferação de mosquitos transmissores de dengue, febre amarela, zika vírus, chikungunya, dentre outras doenças (ALMEIDA e VILHENA, 2000).

Desde 1º de janeiro de 2002 ficou estabelecido que os fabricantes de pneus comprovem junto ao IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente) a destinação final, de forma ambientalmente adequada, das quantidades de pneus inservíveis, correspondentes às quantidades fabricadas (CONAMA, 1999, art. 7).

As sanções impostas aos que descumprem esta Resolução são previstas no Art. 54 da Lei nº 9.605 (BRASIL, 1998), definida como a Lei de Crimes Ambientais. Percebe-se, apesar dos esforços, que estes resíduos têm sido descartados ainda sem um controle eficiente, mesmo que esta imensa quantidade de fibras de borracha vulcanizada possa ser um material alternativo na construção civil, quando incorporado nas misturas de concreto e argamassas.

Por exemplo, o concreto modificado com borracha é um material que possui características únicas, com potencial para uso em várias aplicações. Os compósitos de cimento apresentam facilidade em absorver resíduos sólidos industriais, de forma

que inúmeros órgãos governamentais e privados passaram a realizar pesquisas na tentativa de utilizar resíduos no concreto, visando a redução de custos e mantendo a qualidade (YUNPING *et al.*, 2004; LINTZ e BARBOSA, 2010).

Desta forma, a reciclagem de pneus inservíveis na forma de agregados para concreto e argamassas torna-se uma solução para a disposição indiscriminada deste material, o qual se apresenta muito eficaz quando submetido a efeitos de impacto, por conta da elasticidade do compósito, podendo trazer outros benefícios como elasticidade, isolamento térmico e acústico, isolamento de compostos corrosivos, leveza, etc. (GOMES FILHO, 2007; TURKI *et al.*, 2009; OIKONOMOU e MAVRIDOU, 2009; MESHGIN *et al.*, 2012; THOMAS e GUPTA, 2016).

Entretanto, um importante fator que deve ser levado em consideração é a resistência do material fabricado com o uso dos resíduos. Em particular, o valor da resistência à compressão é normalmente tido como índice básico para comparativo de concretos e argamassas. Em geral, em se tratando de compósitos cimentícios aderidos de partículas de borracha de pneus, observa-se que a resistência à compressão diminui com o aumento da quantidade de borracha incorporada à argamassa e que, quanto maior for o tamanho das partículas, mais significativa é essa redução. Por outro lado, esse desempenho pode ser melhorado a partir de tratamentos superficiais aplicados ao agregado de borracha (ELDIN e SENOUCCI, 1993; SEGRE e JOEKES, 2000; ALBUQUERQUE *et al.*, 2001; RIBEIRO *et al.*, 2002; MENEGUINI, 2003; TURATSINZE *et al.*, 2005; ALBUQUERQUE *et al.*, 2006; THOMAS e GUPTA, 2016).

Deste modo, o presente trabalho, apoiado nas Normas Brasileiras Regulamentadoras (NBR's), tem como proposta analisar o comportamento das partículas de borracha de pneu em meio a uma massa cimentícia, a fim de averiguar a viabilidade da aplicação deste tipo de argamassa como revestimento, de modo a apresentar ao setor da construção civil um material versátil com base na reciclagem.

## 2 | OBJETIVO

Analisar o comportamento de argamassas no estado endurecido de modo a verificar uma possível melhora na resistência de amostras aderidas de compósitos de borracha de pneu que passaram por tratamento superficial através de solução química, de modo a confirmar a viabilidade de uso do material dentro do campo da construção civil, e assim, também, apresentar uma possível solução para o problema ambiental referente ao material não biodegradável.

### 3 | MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do presente trabalho, um conjunto de ações metodológicas foi seguido com o intuito de preparação das amostras para os ensaios de resistência mecânica. Os materiais utilizados na produção das misturas de argamassa foram cimento, cal, areia e resíduos de borracha.

O aglomerante utilizado foi o cimento Portland do tipo VOTORAN CP II-Z-32 R, de alta resistência e secagem rápida, além de cal hidratada comum do tipo CH-II. O agregado miúdo empregado foi uma areia de origem fluvial, adquirida no comércio do município de Umuarama-PR.

O resíduo de borracha é proveniente do processo de recapagem de pneus, resíduo este oriundo do sub-processo de raspagem. Após adquirido da indústria, o resíduo foi selecionado em laboratório, do qual foram aproveitadas apenas as partículas passantes na peneira de 2,40 mm.

Por conseguinte, as partículas de borracha selecionadas foram passadas no moinho do tipo MA 048 – *Marconi*, utilizando-se da tela *mesh* 10 (1,7 mm) para proporcionar homogeneidade e maior finura ao agregado.

Baseado no trabalho de Turatsinze *et al.* (2007), optou-se pela substituição de agregado natural por agregado reciclado numa faixa percentual de até 30% em volume. Desse modo, foram moldados quatro lotes de corpos de prova: de referência (0% teor de borracha); 5%, 15% e 25% de borracha em substituição.

Como traço a ser utilizado para estudo, Canova *et al.* (2007) fizeram uso do traço 1:1,5:9 em volume. Considerando que o traço estudado por estes autores é semelhante ao traço utilizado convencionalmente em obra para emboço e/ou reboco, traço 1:2:9 em volume, segundo Guimarães *et al.* (2004), decidiu-se confeccionar as amostras com o traço convencional de obra.

Entretanto, para substituir o agregado natural por reciclado a relação proposta pela Figura 2 precisou ser considerada, de modo que o percentual de areia a ser retirada foi tratado em massa e o percentual de borracha a substituir a areia foi tratado em volume, de modo a não se interferir no volume global da mistura.

A Figura 1 esboça a relação entre as massas específicas de cada agregado e seus volumes com base na equação linear que representa cada material.

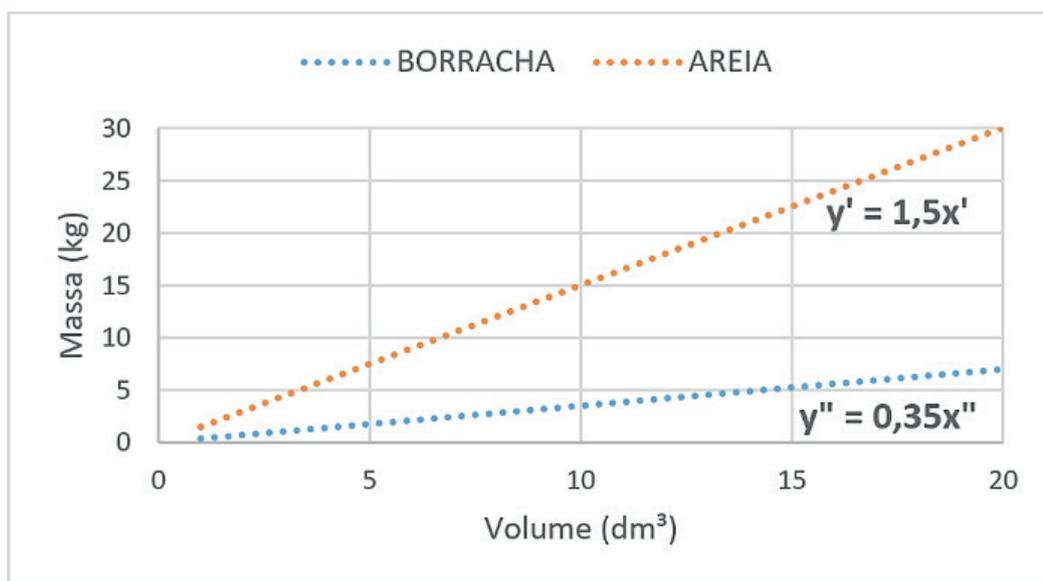


Figura 1 – Relação massa versus volume dos agregados.

Tomando como base a volumetria de 1 corpo de prova prismático, que equivale à 0,256 dm<sup>3</sup>, determinou-se a quantidade de cada material em massa, para se moldar 12 corpos de prova para cada lote de amostragem: referencial (0%), 5%, 15% e 25% de substituição da areia pela borracha de pneu. A Tabela 1 informa a quantidade de cada material de acordo com o traço utilizado.

		<i>Cimento</i>	<i>Cal</i>	<i>Agregado Miúdo</i>	
<i>Traço</i>		1	2	9	
<i>em volume [un]</i>		1,5	3	13,5	
<i>em massa [kg]</i>		0,360	0,525	5,184	
<i>% em substituição</i>	5%	0,360	0,525	0,060	4,925
	15%	0,360	0,525	0,181	4,406
	25%	0,360	0,525	0,302	3,888
				<b><i>Borracha</i></b>	<b><i>Areia</i></b>

Tabela 1 – Traço da argamassa

O preparo das argamassas seguiu os procedimentos descritor na NBR 13276 (ABNT, 2002) para argamassa à base de cimento e cal hidratada, submetendo-se a cal hidratada a um intervalo de maturação de 24h.

Os corpos de prova foram moldados e rompidos de acordo com a NBR 13279 (ABNT, 2005). Os moldes para elaboração das amostras com tamanho de 4 x 4 x 16 cm foram adaptados/confeccionados com madeira compensada naval de 20 mm, revestidos por laminado melamínico de alto brilho (fórmica).

Os corpos de prova foram rompidos em prensa universal da linha DL – EMIC, utilizando uma célula de carga de 300kN, com 7, 14 e 28 dias após sua moldagem, adaptada a um dispositivo de carga para determinação de resistência à flexão conforme. Posteriormente, cada corpo de prova, dividido em duas partes pelo primeiro ensaio, foi submetido ao ensaio de resistência à compressão.

Aferida a carga aplicada pela prensa nos respectivos ensaios, esta foi substituída na fórmula matemática sugerida pela norma NBR 13279 (ABNT, 2005), para determinação da tensão resistente das amostras

$$R_c = \frac{F_c}{1600}$$

onde:

$R_c$  é a resistência à compressão, em megapascals (MPa);

$F_c$  é a carga máxima aplicada, em newtons (N).

Com relação ao tratamento superficial do agregado de borracha, Meneguini (2003), baseando-se no Lange's Handbook of Chemistry (DEAN, 1979), utilizou uma solução saturada de 109 g NaOH/100 g H<sub>2</sub>O à 20°C, solução aproximadamente equivalente à 27 mols de NaOH.

Considerando que a massa molar do hidróxido de sódio (NaOH) é de 40 g/mol, testes foram realizados utilizando soluções a 10 mols e a 30 mols de NaOH aplicados às partículas de borracha de pneu, onde estas, por conseguinte, foram adicionadas a argamassas preparadas e moldadas para teste de resistência à compressão segundo NBR 7215 (ABNT, 1996).

Para análise da melhor concentração de solução a ser aplicada ao agregado de borracha, lotes de 5 corpos de prova cilíndricos de tamanho 5 x 10 cm foram moldados nas proporções 0%, 5% e 10% em massa, de agregado de borracha em substituição a areia, com e sem tratamento superficial, para serem rompidos depois de 7 dias a partir de sua moldagem. Isto utilizando-se do tratamento a 10 mols e a 30 mols de hidróxido de sódio.

O processo de tratamento do agregado de borracha consistiu em imergir a quantidade de resíduo a ser utilizado para moldagem das amostras em solução de hidróxido de sódio e agitar continuamente por aproximadamente 2 horas. Em seguida, foi realizada a lavagem do agregado com água destilada exaustivamente, até que não houvesse nenhum resíduo visível de NaOH, a fim de se eliminar todo o composto químico aplicado. Por fim, foi removido o excesso de água e as amostras foram levadas para secar em estufa à 70°C.

O hidróxido de sódio a ser utilizado foi do tipo comercial em escamas 96/98% de pureza. Para promover a agitação da mistura, construiu-se um agitador composto

por misturador de tintas acoplado à furadeira com regulagem de velocidade, fixada em uma base metálica.

A furadeira do tipo WS3145 – *Wesco*, de 750 watts, foi regulada em rotação mínima, e para controle do acionamento desta, anexou-se um interruptor.

Mesmo o resíduo que não foi submetido ao tratamento superficial passou por lavagem em água destilada, sendo levado ao agitador em água destilada por 30 minutos. Por conseguinte, também removeu o excesso de água e estes foram levados para secar em estufa à 70°C.

## 4 | RESULTADOS

### 4.1 Tratamento Superficial

O Gráfico da Figura 2 que demonstra as médias aritméticas da resistência das amostras, baseado na NBR 7215 (ABNT, 1996), retrata que as partículas de borracha tratadas em solução à 10 mols de NaOH tiveram um melhor desempenho em absorver tensões devido a compressão axial. Assim, tal tratamento foi o selecionado para o presente trabalho.

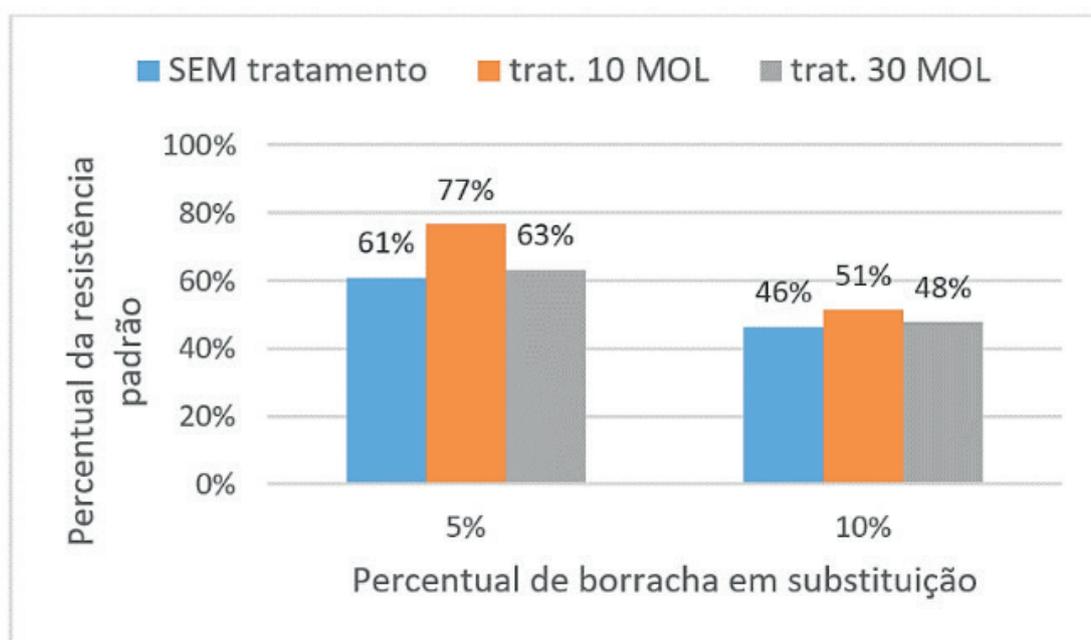


Figura 2 – Porcentagem da resistência padrão devido à compressão aos 7 dias.

### 4.2 Resistência Mecânica

Com base nos cálculos referente a resistência à compressão, foram elaborados os gráficos apresentados nas Figuras 3 e 4, que relacionam a resistência do material em função do percentual de agregado de borracha de pneu em substituição, no decorrer do tempo.

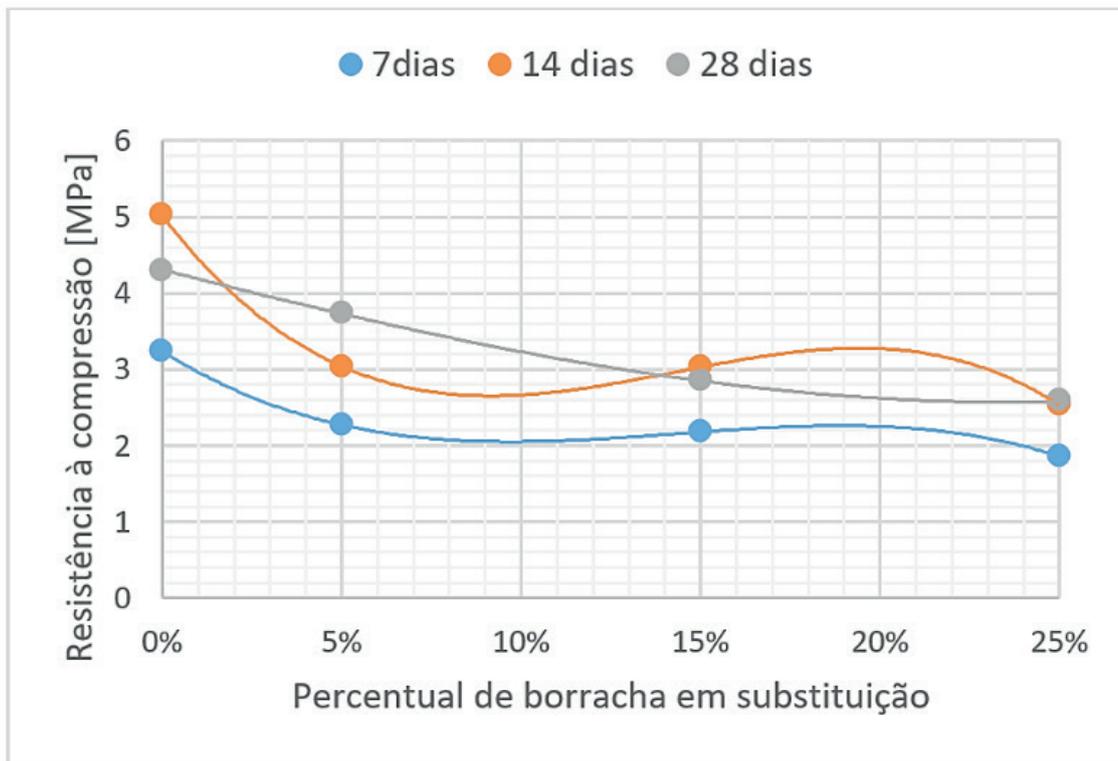


Figura 3 – Resistência à compressão no decorrer do tempo, borracha sem tratamento.

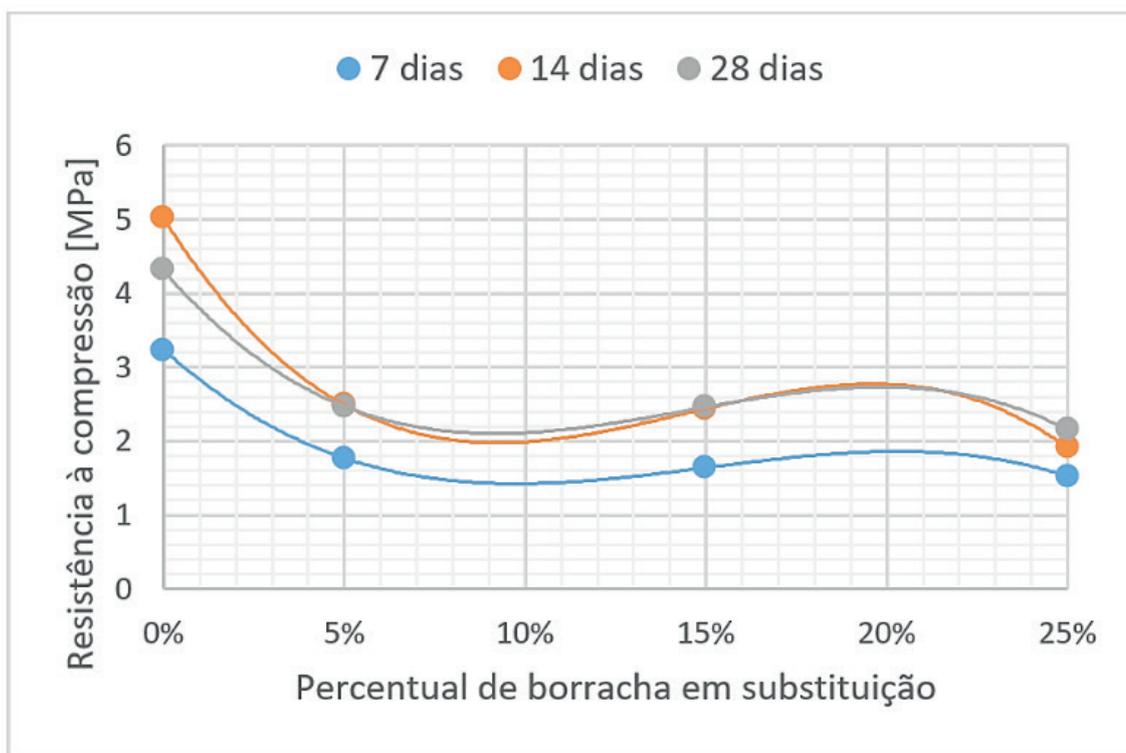


Figura 4 – Resistência à compressão no decorrer do tempo, borracha com tratamento.

### 4.3 Análise dos resultados

Nota-se, ao se comparar as Figuras 3 e 4, que o tratamento superficial aplicado ao agregado de borracha não surtiu efeito de modo a melhorar a argamassa, fato também comprovado na Figura 5, a qual mostra o percentual de resistência, da média aritmética das amostras, comparado ao traço referencial (padrão – 100%),

sem borracha.

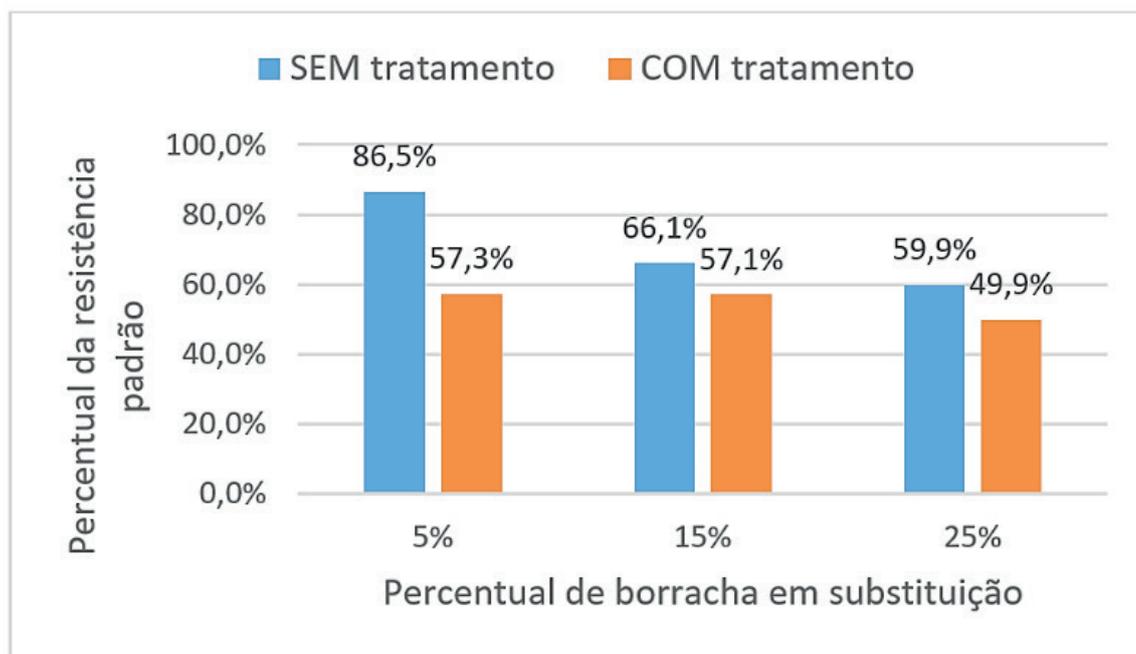


Figura 5 – Porcentagem da resistência padrão devido à compressão aos 28 dias.

Por outro lado, verifica-se nas Figuras 8 e 9, ao se traçar uma linha de tendência baseada numa equação polinomial de terceiro grau, que a possibilidade de haver um ponto ótimo no percentual de substituição do volume de areia por partículas de borracha ocorre numa proporção em torno de 20%.

## 5 | CONCLUSÕES

Quando analisada a melhor concentração de solução de NaOH a ser utilizado no tratamento superficial do agregado de borracha, o teste utilizando moldes cilíndricos constatou uma melhora na ordem de 26% na resistência da argamassa que continha o agregado submetido ao tratamento, testado à compressão. Entretanto, os lotes de corpos de prova prismáticos apresentaram uma queda na resistência à compressão de aproximadamente 23%, fato que pode estar relacionado ao traço, ou até mesmo o tipo de aglomerante que foi utilizado em cada caso.

Para melhor compreender este fato seria necessária uma análise microscópica do material de modo a averiguar de que modo está havendo o arranjo entre a matriz cimentícia e o agregado de borracha. Entretanto, tais resultados demonstram a possibilidade do tratamento superficial com hidróxido de sódio comercial ser uma possível alternativa para melhorar a hidrofiliabilidade da matriz cimentícia para com o agregado.

Analisando a tendência nos resultados referentes à compressão comparando os vários percentuais do agregado de borracha em substituição à areia, independente

do tratamento recebido pelas partículas de borracha, verificou-se a possibilidade de haver um ponto ótimo na substituição dos agregados numa proporção de 20% do volume.

Comparando o lote de argamassa de referência com os lotes que possuíam o agregado de borracha sem tratamento, ambos se mantiveram na mesma classe P3, segundo NBR 13281 (ABNT, 2005), o que evidencia a possibilidade de se utilizar argamassas com até 25% do volume de substituição dos agregados sem que haja uma queda drástica na resistência à compressão do material.

É importante salientar que as Normas Brasileiras não apresentam valores de referência de acordo com as funções de cada argamassa, o que dificulta julgamentos quanto à adequação dessas argamassas aos usos que se propõem a desempenhar e comparações entre elas próprias. Desse modo, apesar da classificação das argamassas segundo os ensaios de tração na flexão, e à compressão, pouco se pode dizer sobre a aplicação dessas argamassas como revestimento. Logo, outros ensaios e/ou estudos mais direcionados, como por exemplo, ensaios de aderência, são necessários para definir a viabilidade ou não da aplicabilidade dessas argamassas.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A et al. **Concreto com borracha de pneu: uma revisão bibliográfica**. Anais do 43º Congresso Brasileiro do Concreto. IBRACON, Foz de Iguaçu, 2001.

ALBUQUERQUE, A. C. et al. **Adição de Borracha de Pneu ao Concreto Convencional e Compactado com Rolo**. In: ANAIS DO ENTAC. 2006.

ALMEIDA, M. L. O; VILHENA, A. **Lixo municipal: Manual de gerenciamento integrado**. 2 ed, p.193. São Paulo: IPT/CEMPRE Ltda, 2000.

Associação Brasileira de Normas Técnicas, **Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão** - NBR 7215, Rio de Janeiro (1996).

\_\_\_\_\_. NBR 13276. **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Preparo da mistura e determinação do índice de consistência**. Rio de Janeiro (2002).

\_\_\_\_\_. NBR 13279. **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão**. Rio de Janeiro (2005).

\_\_\_\_\_. NBR 13281. **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos**. Rio de Janeiro (2005).

BRASIL. Lei 9.605, de 13 de fevereiro de 1998. **Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e da outras providências**. Disponível em: < [http://www.redejucara.org.br/legislacao/lei\\_9605\\_1998.pdf](http://www.redejucara.org.br/legislacao/lei_9605_1998.pdf)>. Acesso em: 05 abr. 2016.

BRASIL. Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências**. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em: 05 abr. 2016.

CANOVA, J. A.; BERGAMASCO, R.; ANGELIS NETO, G. **A utilização de resíduos de pneus inservíveis em argamassa de revestimento**. v. 29, n. 2, p. 141-149, Maringá, 2007. Disponível em: <<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/download/583/364>>. Acesso em: 05 abr. 2016.

CONAMA, Resolução nº 258, de 26 de agosto de 1999. Publicada no DOU nº 230, de 2 de dezembro de 1999. **Gestão de Resíduos e Produtos Perigosos**. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA\\_RES\\_CONS\\_1999\\_258.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_1999_258.pdf)>. Acesso em: 05 abr. 2016.

CREA-ES (Concelho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Espírito Santo). **Construção sustentável, uma questão de cultura, maturidade e compromisso. Construção Sustentável: O desafio. Foco na preservação do planeta**. n. 45, p. 19, set-out. 2008. Disponível em: <[http://www.creaes.org.br/creaes/portals/0/documentos/topicos/topicos\\_44\\_final.pdf](http://www.creaes.org.br/creaes/portals/0/documentos/topicos/topicos_44_final.pdf)>. Acesso em: 04 out. 2016.

DEAN, J. A. LANGE' S **Handbook Of Chemistry**. Mc Graw- Hill, ed. 15, NY, 1979. Disponível em: <<http://fptl.ru/biblioteka/spravo4niki/dean.pdf>>. Acesso em: 18 mai. 2016.

DENATRAN, Ministério das Cidades - Departamento Nacional de Trânsito, RENAVAL - **Registro Nacional de Veículos Automotores. Frota de veículos, por tipo e com placa, segundo as Grandes Regiões e Unidades da Federação - DEZ/2013**. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/index.php/estatistica/249-frota-2013>>. Acesso em: 05 abr. 2016.

ELDIN, N. N.; SENOUCI, A. B. **Rubber – tire particles as concrete aggregate**. Journal of Materials in Civil Engineering, 1993. p. 478-496. Disponível em: <[http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)0899-1561\(1993\)5%3A4\(478\)](http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)0899-1561(1993)5%3A4(478))>. Acesso em: 05 abr. 2016.

GOMES FILHO, C. V. **Levantamento do potencial de resíduos de borracha no brasil e avaliação de sua utilização na indústria da construção civil**. Curitiba, 2007. Disponível em: <<https://sistemas.institutoslactec.org.br/mestrado/dissertacoes/arquivos/CarlosVicente.pdf>>. Acesso em: 05 abr. 2016.

GUIMARÃES, J. E. P.; GOMES, R. D.; SEABRA, M. A. **Guia das argamassas nas construções. Construindo para sempre com Cal Hidratada**. 8 ed, 2004. Disponível em: <<https://ecivilufes.files.wordpress.com/2013/06/guia-das-argamassas-nas-construc3a7c3b5esabpc2007.pdf>>. Acesso em: 04 out. 2016.

LINTZ, R. C. C.; BARBOSA, L. A. G. **Avaliação do comportamento de concreto contendo borracha de pneus inservíveis para utilização em pisos intertravados**. São Paulo, 2010. Disponível em: <[http://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/n37/Artigo%20%20\(pag17-26\).pdf](http://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/n37/Artigo%20%20(pag17-26).pdf)>. Acesso em: 05 abr. 2016.

MACHADO, G. B. **Reciclagem de pneus**. Portal Resíduos Sólidos. Editora: EnviTeSB Ltda, 12 mai. 2013. Disponível em: <<http://www.portalresiduossolidos.com/reciclagem-de-pneus/>>. Acesso em: 04 out. 2016.

MENEGUINI, E. C. A. **Comportamento de argamassas com emprego de pó de borracha**. 85 f. Dissertação de Mestrado na área de concentração de Edificações – Programa de Pós-Graduação, Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, fev. 2003. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000295780>>. Acesso em: 05 abr. 2016.

MESHGIN, P.; YUNPING XI; YUE LI. **Utilization of phase change materials and rubber particles to improve thermal and mechanical properties of mortar Construction and Building Materials**, 2012. p. 713–721. Editora: Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061811005885>>. Acesso em: 18 mai. 2016.

OIKONOMOU, N.; MAVRIDOU, S. **Improvement of chloride ion penetration resistance in cement**

**mortars modified with rubber from worn automobile tires. Cement & Concrete Composites**, 2009. p. 403–407. Editora: Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958946509000602>>. Acesso em: 18 mai. 2016.

RIBEIRO, F; ROLORINO, H; FERNANDES, S. **Análise da influência de pneu na deformabilidade do concreto**. Anais do 44º Congresso Brasileiro do Concreto. Belo Horizonte, ago. 2002.

SEGRE, N.; JOEKES, I. **Use of tire rubber particles as addition to cement paste. Cement and Concrete Research**, 2000, v. 30, p.1421-1425. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0008884600003732>>. Acesso em: 05 abr. 2016.

THOMAS, B.S.; GUPTA, R.C. **A comprehensive review on the applications of waste tire rubber in cement concrete. Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 2016. p. 1323–1333. Editora: Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032115011715?np=y>>. Acesso em: 05 abr. 2016.

TURATSINZE, A.; BONNET, S.; GRANJU, J.L. **Mechanical characterisation of cement-based mortar incorporating rubber aggregates from recycled worn tyres. Building and Environment**, 2005. p. 221–226. Editora: Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132304001854>>. Acesso em: 18 mai. 2016.

TURATSINZE, A.; BONNET, S.; GRANJU, J.L. **Potential of rubber aggregates to modify properties of cement based-mortars: Improvement in cracking shrinkage resistance. Construction and Building Materials**, 2007. p. 176–181. Editora: Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095006180500190X>>. Acesso em: 18 mai. 2016.

TURKI, M. et al. **Microstructure, physical and mechanical properties of mortar–rubber aggregates mixtures. Construction and Building Materials**, 2009. p. 2715–2722. Editora: Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095006180800370X>>. Acesso em: 18 mai. 2016.

YUNPING, XI.; YUE, LI.; ZHAOHUI, XI.; JAE, S. LEE. **Utilization of solid wastes (waste glass and rubber particles) as aggregates in concrete**. International Workshop on Sustainable Development and Concrete Technology, 2004. p. 45-54.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Água de poço 251, 261  
Alcalinizante 261, 264  
Alumínio dissolvido 261, 272  
Amortecimento de cheia 55  
Área costeira 226, 227, 228, 232, 235  
Argamassa de revestimento 20, 31  
Arranjos territoriais 46, 47, 48, 49, 52, 53  
Assoreamento 22, 54, 55, 56, 60, 61  
Aterro sanitário 8, 10, 17, 18, 19, 36, 38, 42, 44, 45, 50, 51, 75, 78, 80, 82, 83, 84, 85, 86, 89, 91, 93, 94, 97, 98, 99, 100, 116, 129, 131, 132, 187, 189, 192, 198, 199, 200, 201, 217

### C

Coleta seletiva 64, 71, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 123, 124, 129, 130, 190, 191, 197, 202, 208, 219, 220, 223  
Composteira 4, 216, 218, 220, 222, 224  
Composto orgânico 1, 3, 5, 174, 175, 177, 179, 180, 181, 182, 184, 200, 218  
Consórcios intermunicipais 46, 47, 48, 52, 53  
Crise hídrica 261, 262

### D

Degradação ambiental 21, 104, 132, 232, 234  
Deslignificação 133, 135, 136, 137, 138  
Destinação 1, 2, 6, 22, 33, 34, 36, 38, 40, 43, 53, 62, 66, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 81, 87, 89, 90, 93, 94, 98, 99, 100, 104, 112, 118, 120, 122, 123, 124, 151, 153, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 166, 170, 173, 174, 175, 188, 190, 206, 207, 208, 215, 217, 218, 219, 220, 223, 255  
Disposição final 2, 8, 9, 10, 15, 19, 33, 34, 36, 38, 39, 40, 42, 43, 45, 46, 49, 51, 52, 53, 64, 66, 72, 74, 75, 77, 78, 89, 91, 93, 94, 95, 98, 100, 101, 127, 130, 131, 134, 156, 187, 190, 191, 203, 204, 217, 253, 255

### E

Ecodesign 249, 250, 254, 257  
Ensaio à compressão 20  
Ensaio à tração na flexão 20  
Erosão 275, 282  
Estação de tratamento 163, 164, 166, 171, 172

### G

Geomorfologia 274, 275, 277, 278, 279, 280  
Gerenciamento de resíduos sólidos 2, 36, 64, 74, 102, 112, 118, 120, 121, 123, 124, 125, 187  
Gerenciamento de resíduos sólidos de atividades de transporte 118, 121, 123, 124

## H

Horta escolar 216, 223

## I

Impacto social 206

Índice de qualidade de aterro de resíduos 8, 9, 33, 34, 44, 45

Internações 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248

## L

Lodo 2, 7, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 175, 176, 177, 178, 179, 183, 184, 185, 186, 196, 197, 198, 203

## M

Mapeamento 103, 104, 107, 252, 274, 275, 277

Material reciclável 206

Meio ambiente 2, 6, 8, 9, 18, 21, 22, 30, 34, 38, 41, 43, 44, 49, 53, 63, 64, 65, 73, 74, 90, 104, 112, 118, 120, 125, 132, 133, 141, 146, 150, 151, 153, 154, 166, 169, 173, 174, 175, 184, 188, 190, 193, 206, 207, 208, 210, 211, 213, 220, 221, 222, 224, 228, 250, 251, 254, 260, 261, 284

Meteorologia 237

Mobilização social 126

## P

Pavimentação 107, 163, 164, 165, 166, 170, 171, 172

Perfil ambiental 249, 252, 253, 255, 258

Pgrss 62, 63, 64, 66, 73

Ph 197

Planejamento urbano 61, 109, 112, 116, 226, 284

Política nacional de resíduos sólidos 1, 2, 6, 8, 9, 19, 22, 30, 35, 36, 44, 46, 47, 52, 53, 73, 75, 77, 87, 88, 119, 120, 124, 126, 127, 132, 145, 148, 150, 151, 188, 189, 191, 217

Poluentes atmosféricos 237, 238, 239, 241, 246

## R

Reciclagem 8, 21, 22, 23, 31, 89, 90, 91, 93, 94, 96, 97, 99, 100, 101, 124, 125, 130, 134, 151, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 160, 161, 162, 178, 186, 187, 191, 192, 199, 200, 201, 203, 204, 217, 223, 255

Recuperação energética 186, 187, 189, 192, 193, 196, 200

Regionalização 46, 47, 48, 49, 51, 53

Reservatório 14, 54, 55, 56, 57, 60

Resíduos sólidos urbanos 8, 10, 16, 19, 34, 35, 36, 39, 45, 46, 47, 49, 50, 53, 63, 75, 78, 81, 87, 88, 89, 90, 93, 95, 98, 99, 100, 101, 102, 104, 118, 130, 131, 155, 186, 187, 189, 190, 195, 204, 205, 206, 207, 208, 217

Rota tecnológica 89, 90, 91, 93, 94, 96, 100, 101

## S

Sedimentos 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 282

Sistema informações geográficas 226

Sustentabilidade 1, 18, 45, 53, 92, 126, 127, 144, 145, 147, 150, 151, 152, 185, 202, 224, 231, 249, 250, 251, 260, 284

Sustentabilidade ambiental 144, 145, 147, 150, 151, 231, 260

## T

Tecnologia 35, 45, 77, 89, 100, 105, 142, 144, 152, 171, 172, 173, 185, 192, 196, 199, 200, 201, 206, 213, 224, 260, 261, 262, 263, 264, 272

Tratamento superficial da borracha 20

Triagem 46, 51, 53, 89, 91, 93, 94, 96, 97, 98, 100, 190, 194, 206, 207, 208, 209, 210, 212, 213, 214

## U

Uso e ocupação do solo 54, 56, 61, 226, 228, 277

## V

Viabilidade 23, 30, 48, 153, 154, 155, 158, 163, 164, 166, 187, 188, 189, 197, 205

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**