



Helenton Carlos Da Silva
(Organizador)

Demandas Essenciais para o Avanço da Engenharia Sanitária e Ambiental 3


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^a 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^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Prof^a Dr^a 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^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Prof^a 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
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

CAPÍTULO 1	1
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	
DOI 10.22533/at.ed.4862021011	
CAPÍTULO 2	8
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	
DOI 10.22533/at.ed.4862021012	
CAPÍTULO 3	20
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	
DOI 10.22533/at.ed.4862021013	
CAPÍTULO 4	33
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	
DOI 10.22533/at.ed.4862021014	
CAPÍTULO 5	46
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	
DOI 10.22533/at.ed.4862021015	

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 Karolina 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 ≤ 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 (≤ 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.

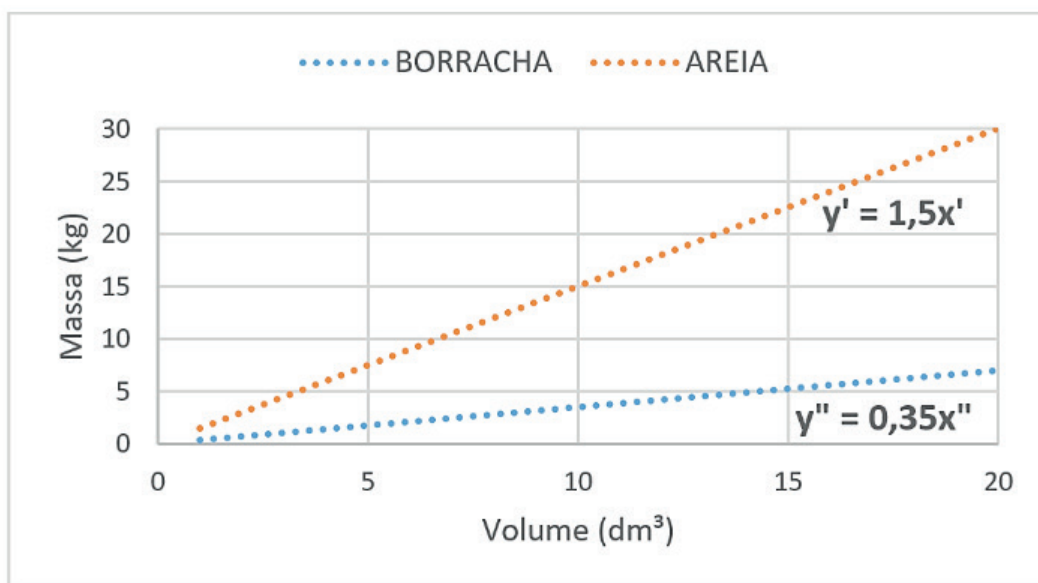


Figura 1 – Relação massa versus volume dos agregados.

Tomando como base a volumetria de 1 corpo de prova prismático, que equivale à 0,256 dm³, 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
				<i>Borracha</i>	<i>Areia</i>

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 H₂O 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.

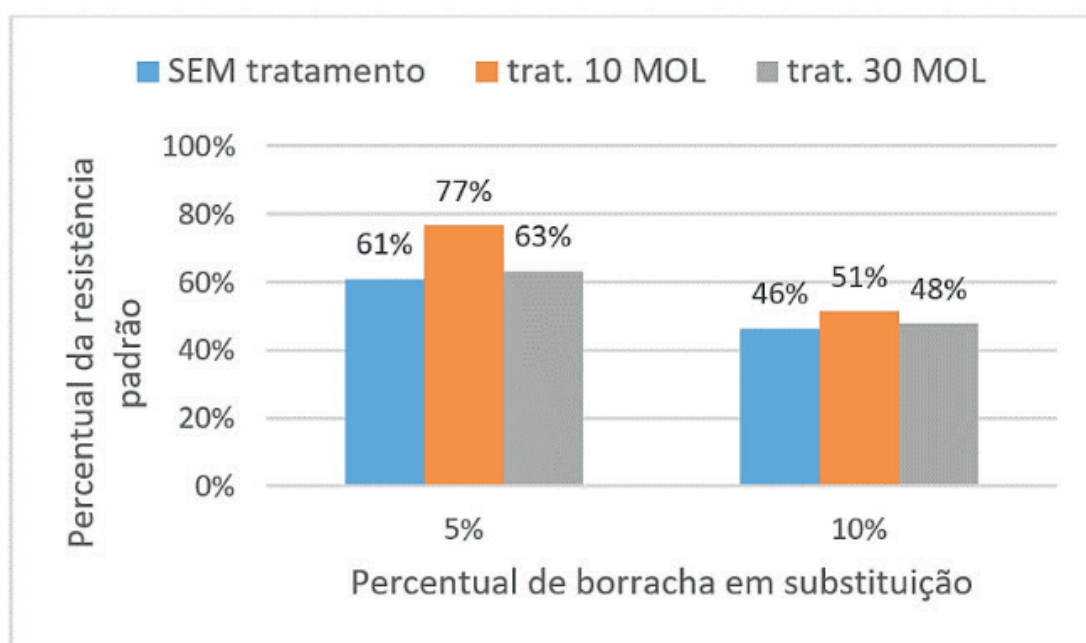


Figura 2 – Porcentagem da resistência padrão devido à compressão aos 7 dias.

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.

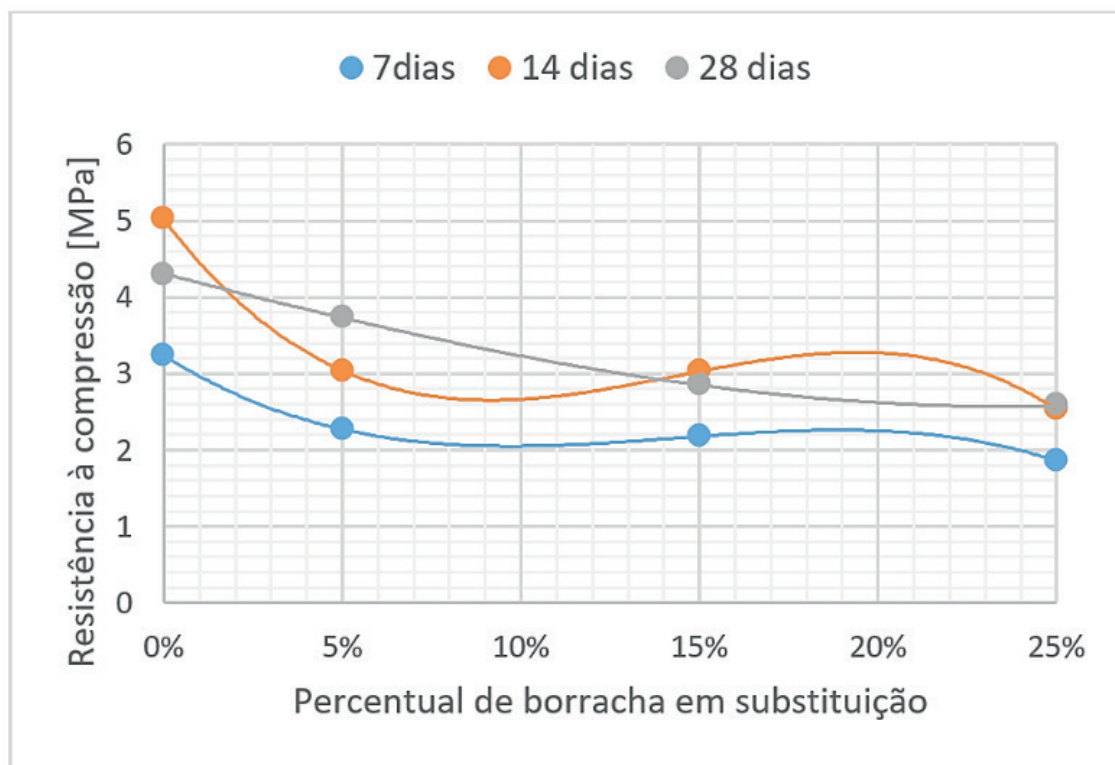


Figura 3 – Resistência à compressão no decorrer do tempo, borracha sem tratamento.

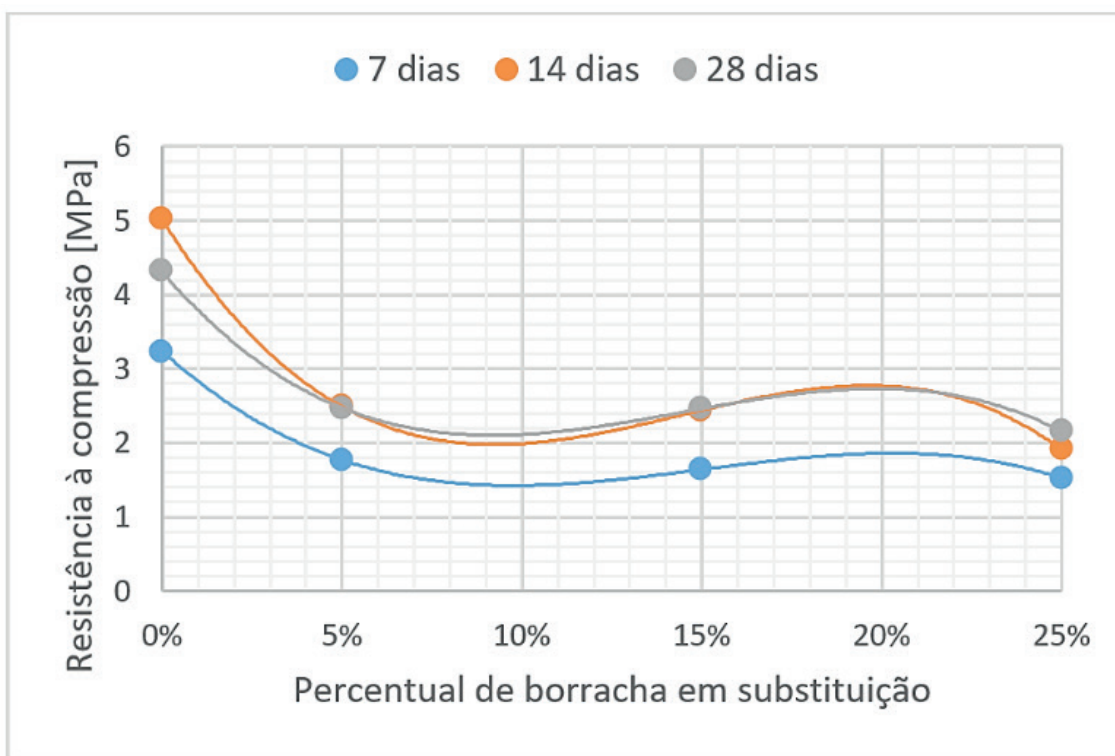


Figura 4 – Resistência à compressão no decorrer do tempo, borracha com tratamento.

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.

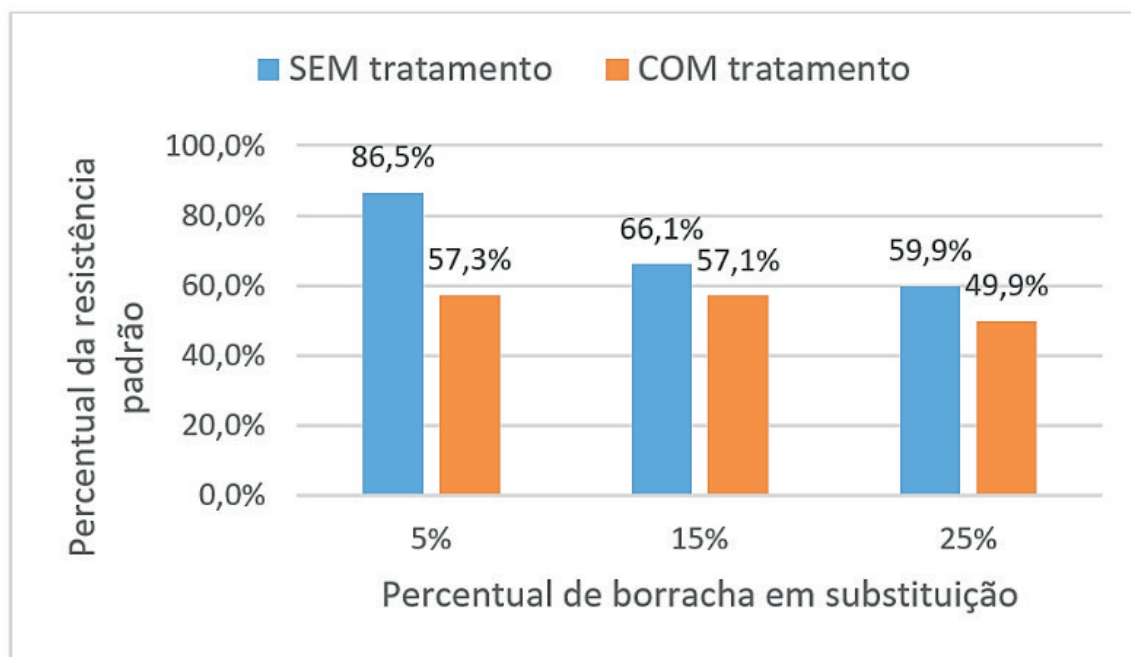


Figura 5 – Porcentagem da resistência padrão devido à compressão aos 28 dias.

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>. 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>. 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>. 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, RENAVAM - **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