



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^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

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

Data de aceite: 06/01/2020

Cristine Helena Limeira Pimentel

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Paraíba
Cabedelo - Paraíba

Claudia Coutinho Nóbrega

Universidade Federal da Paraíba
João Pessoa - Paraíba

Ubiratan Henrique Oliveira Pimentel

Universidade Federal da Paraíba
João Pessoa - Paraíba

Wanessa Alves Martins

Universidade Federal de Campina Grande -
Paraíba
Campina Grande - Paraíba

RESUMO: O estudo foi desenvolvido a partir de um aprofundamento acerca da gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) do município, do levantamento da massa coletada de resíduos, da quantificação gravimétrica, roteirização do percurso da coleta indiferenciada e da estruturação da rota tecnológica existente. Entre os componentes das rotas tecnológicas estão a geração de resíduos, as coletas seletiva e convencional, a triagem nos galpões de coleta seletiva dos bairros e do aterro, a reciclagem e a destinação final no aterro sanitário. A rota tecnológica da coleta indiferenciada do município

está formulada de acordo com os percursos da coleta convencional. A coleta seletiva compõe a etapa da rota tecnológica que fornece o único tratamento disponibilizado no município de João Pessoa para os RSU. Ao todo, 20,12% da população da capital recebe cobertura da coleta seletiva. Assim, após análises técnica e ambiental da gestão dos RSU do município de João Pessoa, são levantadas propostas de rotas tecnológicas com técnicas de tratamento e disposição final conforme a situação local, aspectos sócio, culturais e econômicas da população, tecnologias de tratamento aplicadas e legislação vigente.

PALAVRAS-CHAVE: Rota Tecnológica, Resíduos Sólidos, Coleta Seletiva.

STUDY OF TECHNOLOGICAL ROUTES OF TREATMENT AND FINAL DESTINATION OF URBAN SOLID WASTE IN JOÃO PESSOA/PB

ABSTRACT: The study was developed from a survey about the management of municipal solid waste (MSW), the weighing of the waste collected, the gravimetric analysis of this waste, a routing of the undifferentiated collection path and from structuring of the existing technological route. Among thye components of the technology routes include waste generation, selective and conventional collection, sorting in neighborhood selective collection sheds and landfill, recycling

and final disposal at the landfill. The technological route of undifferentiated collection of the municipality is formulated according to the conventional collection paths. Selective collection is the stage of the technological route that provides the only treatment available in the city of João Pessoa for MSW. In all, 20,12% of the capital's population receives selective collection coverage. After technical and environmental analysis of the MSW management of the city of João Pessoa, proposals are proposed for technological routes with treatment techniques and final disposal according to the local situation, social, cultural and economic aspects of the population, applied treatment technologies and current legislation.

KEYWORDS: Technological Routes; Solid Waste; Selective collection.

INTRODUÇÃO

A gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil é definida pelos entes municipais, enquanto os serviços são executados pelos municípios, principalmente nos de pequeno e médio porte. Os municípios, ao se depararem com a quantidade de resíduos gerada em seu território e frente à necessidade de soluções práticas e imediatas, acabam adotando medidas desprovidas de análises técnicas, considerando principalmente a questão financeira para implementar novos mecanismos para o gerenciamento dos resíduos (MERSONI & REICHERT, 2017). Diante do exposto, consegue-se justificar os grandes debates acerca do fomento ao setor de resíduos sólidos. Pesquisas em busca de soluções ambientais e gerenciais estão sendo concebidas de forma a oferecer opções para o equilíbrio entre os custos e os benefícios gerados, que abrangem não só a prefeituras, mas a toda uma cadeia de atores (o associado de coleta seletiva, o sucateiro, a indústria da reciclagem, a sociedade como um todo e o meio ambiente).

O presente estudo tem o município de João Pessoa como campo de investigação. A pesquisa estrutura e analisa a atual rota tecnológica de tratamento e destinação final dos resíduos sólidos urbanos da capital paraibana e seus componentes, visando fornecer subsídios para a proposta de novas rotas tecnológicas. Os resultados da pesquisa fornecem aos gestores e demais pesquisadores informações que possam subsidiar o processo de tomada de decisões na gestão dos resíduos sólidos. O estudo objetiva analisar as rotas tecnológicas dos resíduos sólidos urbanos (domiciliares/públicos/comerciais) no município de João Pessoa.

MATERIAIS E MÉTODOS

A configuração do estudo que visa identificar os componentes das rotas tecnológicas de resíduos sólidos urbanos (domiciliares/públicos/comerciais) do município de João Pessoa e propor rotas tecnológicas compatíveis com a realidade

atual da gestão municipal de resíduos sólidos, para tanto foi estruturada a metodologia como segue.

Para a criação de propostas de rotas tecnológicas para o município foram observados os princípios utilizados por Jucá et al. (2014) quando da configuração de rotas para as cinco regiões do país e alguns estados. Sendo assim, seguem os princípios:

- as rotas definidas devem estar alinhadas à Política Nacional dos Resíduos Sólidos;
- o horizonte a ser considerado na proposta de rotas deve incluir curto e médio prazos;
- devem ser considerados critérios técnicos, econômicos, ambientais, sociais e culturais associados às tecnologias e à região específica;

Independentemente do tamanho da população atendida, dentro das limitações e possibilidades do município e não excluindo da análise a adoção de tecnologias mais complexas, devem ser consideradas as seguintes atividades:

- coleta seletiva de resíduos recicláveis (secos);
- coleta seletiva de resíduos orgânicos (úmidos);
- coleta de rejeitos;
- unidades de triagem;
- unidades de compostagem;
- aterro sanitário.

Outro princípio defendido pelos autores para montagem de uma rota tecnológica é a conexão entre as tecnologias, o aproveitamento das cooperativas e/ou associações de catadores no aproveitamento de resíduos, a possibilidade da reciclagem orgânica e o aproveitamento energético, seja isolado seja no aterro sanitário. Para a observação dos comportamentos e fluxos das Unidades de Triagem da Coleta Seletiva de João Pessoa, das Coletas Convencionais (resíduos coletados sem prévia separação na fonte geradora, não envolve a coleta de recicláveis), e dos locais de Disposição Final, foram montadas estações de observação semanais em cada Unidade de Triagem catalogada no município através da Autarquia Especial Municipal de Limpeza Urbana (EMLUR), mensal na unidade de Disposição Final, além de acompanhamento da coleta realizada por cada empresa prestadora desse serviço, o qual foi realizado em três oportunidades. A utilização de múltiplas fontes e a triangulação dos dados e

evidências das mesmas são critérios que aumentam a credibilidade e a confiabilidade dos resultados (ALVES-MAZZOTI; GEWANDSZNAJDER, 2004). Ou seja, a partir do cruzamento de uma fonte com outra, consegue-se uma melhor constatação e sustentação das informações. Este método múltiplo, permite uma visão sistêmica, com foco nas informações realmente relevantes, de forma a minimizar possível entraves técnicos e metodológicos e maximizar a sustentabilidade das informações das rotas tecnológicas final dos resíduos sólidos da municipalidade.

Para a montagem das rotas tecnológicas do município foram analisadas algumas variáveis que por meio de correlação permitiram a compreensão da gestão dos resíduos sólidos do município:

- População.
- Densidade demográfica.
- Renda.
- Área.
- Número de domicílios.

Para o estudo das Rotas Tecnológicas Convencionais - RTC (sem coleta seletiva de recicláveis) as variáveis investigadas foram:

- Massa de resíduos coletados.
- Massa de resíduos coletados por habitante.
- Cobertura da coleta convencional (indiferenciada).
- Gravimetria dos resíduos sólidos.
- Total de quilômetros percorridos na coleta.

Para as Rotas Tecnológicas Seletivas - RTS (com coleta diferenciada ou seletiva do município) foram estudadas as seguintes variáveis:

- Gravimetria dos materiais recicláveis.
- Bairros atendidos pela coleta seletiva.
- Domicílios atendidos pela coleta seletiva.
- Material potencialmente reciclável comercializado.

Essas variáveis foram levantadas através de dados obtidos junto ao Instituto

Brasileiro de Geografia (IBGE) e à EMLUR. O município de João Pessoa, segundo os dados censitários do IBGE (2010), possui 215.586 domicílios. Com os dados populacionais de cada bairro e sua respectiva a distribuição de domicílios, pode-se calcular a relação “pessoa/domicílio” que é imprescindível para a especificação da geração dos resíduos e calcular a abrangência da coleta seletiva.

A coleta convencional de resíduos sólidos urbanos domésticos, comerciais e de serviços públicos têm como destino final o Aterro Sanitário Metropolitano de João Pessoa (ASMJP). Ao chegar ao ASMJP, o caminhão é pesado e registrado no sistema os dados a massa bruta, massa líquida (que é calculada após a pesagem do caminhão vazio, tendo o seu peso como tara), horário de entrada e saída do aterro e o bairro atendido. Como o aterro funciona em quatro turnos, o total acompanhamento dessas pesagens tornou-se inviável, optando-se por analisar os relatórios gerenciais da EMLUR e fazer conferências e acompanhar rotina in loco. Essas informações são geridas por um software de armazenagem de informações particular, “Balança”, que permite a emissão de relatórios diários Para uma maior abrangência da geração de resíduos, que envolve fatores sazonais e climáticos, optou-se por acompanhar a série histórica de dois anos (2014 e 2015).

Segundo Pascoal Junior e Oliveira Filho (2010), interferências como armazenamento, reutilização, reciclagem e descarte em locais inadequados desviam parte do fluxo de materiais antes do descarte dos resíduos em locais de destinação final. Desta forma, discussões baseadas sobre a produção de resíduos estão relacionadas a quantidade de resíduos coletados e não aos efetivamente gerados. Assim, para a sistematização dos cenários, foram observadas as etapas de gerenciamento de RSU adotadas em João Pessoa abrangendo as coletas de resíduos convencional e seletiva, transporte, triagem dos resíduos seletivos, reciclagem e disposição final em aterro sanitário. Considerando as metas da PNRS, visando a diminuir gradativamente a quantidade de material disposto em aterro, foram propostos cinco cenários com diferentes rotas tecnológicas para o gerenciamento dos resíduos.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A identificação de rotas tecnológicas em análises de modelos de gestão torna mais simples o sistema e a montagem de estratégias a serem estudadas em processo decisório. É, portanto, um caminho de soluções que envolve várias dimensões, explora técnicas diversas e relevantes.

No contexto da gestão de RSU, Jucá et al. (2014) definem uma rota tecnológica como o conjunto de processos, tecnologias e fluxos dos resíduos desde a sua geração até a sua disposição final, envolvendo circuitos de coleta de resíduos de forma indiferenciada e diferenciada e contemplando tecnologias de tratamento dos

resíduos com ou sem valorização energética. Por esse conceito percebe-se a que a rota tecnológica tem início, necessariamente, com a geração e encerra com a disposição final em um aterro sanitário, podendo haver, entre as etapas, uma ou mais formas ou tecnologias de tratamento.

Seguindo a metodologia já apresentada, foram identificadas, dentro do fluxo dos resíduos no município, duas rotas tecnológicas de tratamento e disposição final do município de João Pessoa (Figura 1).

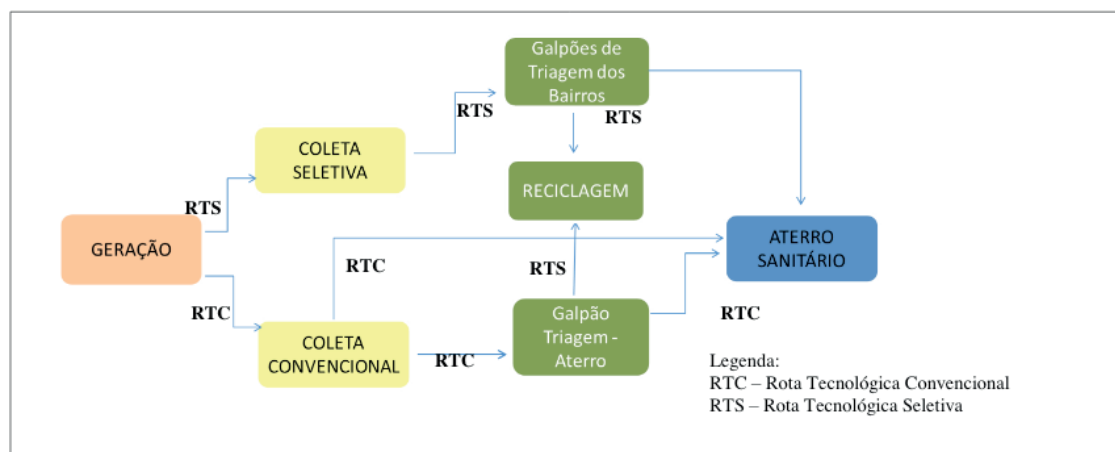


Figura 1: Fluxo dos resíduos sólidos e identificação das rotas tecnológicas de João Pessoa

Pela Figura 1, observa-se que partindo da geração dos resíduos nas residências, comércios, mercados públicos e feiras livres, as coletas indiferenciada (convencional) e a diferenciada (seletiva) marcam o início das rotas tecnológicas do município.

Com a Coleta Convencional tem-se o início da RTC, que tem como Destino Final o ASMJP. Os resíduos de alguns caminhões, após passarem pela balança na entrada do aterro, são interceptados para serem triados na unidade de triagem da Associação dos Trabalhadores de Materiais Recicláveis – ASTRAMARE, que se localiza na área do aterro, os rejeitos seguem para a célula em operação e os recicláveis são comercializados com destino às indústrias. A RTS inicia-se com a Coleta Seletiva e fornece o único tratamento disponibilizado no município de João Pessoa para os RSU, a triagem dos resíduos nos galpões existentes em alguns bairros. Como visto, a rota tecnológica do município de João Pessoa tem como componentes as coletas seletiva e convencional, a triagem nos galpões dos bairros e do aterro, a reciclagem e a destinação final no aterro sanitário.

A Rota Tecnológica Convencional

A RTC é fisicamente percebida de acordo com os percursos da coleta convencional que cobre, segundo o PMGIRS em João Pessoa (2014), noventa e seis por cento do município. Da coleta convencional os resíduos seguem para o aterro sanitário, que também recebe os rejeitos dos galpões de triagem do aterro e

da coleta seletiva.

A quantidade de resíduos influi no porte e no tipo das unidades de coleta, tratamento e disposição final, por isso um primeiro parâmetro a ser considerado para esse estudo foi a massa de resíduos gerados no município. A partir da massa média de resíduos coletados em dois anos, segundo relatórios do software “Balança” da EMLUR, foi calculada a geração média mensal de resíduos do município, os quais resultaram em 21.091,24 toneladas por mês. Vale lembrar que o município coleta 96% do resíduo sólido do gerado pela população (JOÃO PESSOA, 2014), segundo a ABRELPE (2015) essa cobertura no Brasil é de 90,80%.

POPULAÇÃO	TOTAL DE RESÍDUOS COLETADOS (t/mês)	TOTAL DE RESÍDUOS GERADOS (t/mês)	GERAÇÃO PER CAPITA (kg/hab.dia)	TOTAL DE KM PERCORRIDOS PARA COLETA (mês)	DENSIDADE DEMOGRÁFICA DE JOÃO PESSOA (hab/km ²)
787.362	20.247,59	21.091,24	0,892	104.520,55	3.400,82

Tabela 1: A geração de resíduos sólidos urbanos domiciliares, comerciais e públicos de João Pessoa

Na Tabela 1 está evidenciada a média de geração de resíduos, e a partir dela calcula-se taxa de geração per capita, que relaciona a quantidade de resíduos sólidos gerada diariamente e o número de habitantes de determinada região. Para o cálculo da taxa de geração per levou-se em conta os resíduos sólidos domiciliares/comerciais/públicos coletados nos anos de 2014 e 2015. Assim as 21.091,24 toneladas mensais geradas, resultam uma taxa per capita de 0,892 kg/hab.dia, que são coletadas através de um percurso de 104.520,55 km. Ao dividir o percurso pela quantidade de resíduos coletados verifica-se que o município possui uma taxa de eficiência de coleta de 4,95 km/tonelada, que pode variar a depender da densidade demográfica do local e do tipo do resíduo.

Conforme com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2016), a geração total e per capita dos resíduos sólidos nem sempre apresenta resultados condizentes, variando a depender da característica local, principalmente às relacionadas ao crescimento populacional e econômico da região. Também deve-se deixar esclarecido quais os tipos de materiais estão sendo considerados a fim de que possam ser verdadeiramente analisados. No caso da presente pesquisa estão sendo considerados os resíduos sólidos urbanos domiciliares, comerciais e públicos, não sendo considerados, portanto, os resultantes da poda, da construção civil e de serviços de saúde.

Para fins de compreensão acerca das características e comportamentos das rotas tecnológicas é importante ter-se em mão os quantitativos gravimétricos da

localidade estudada. Assim, após a análise dos quantitativos dos resíduos, também são analisadas suas características gravimétricas. O conhecimento da composição dos resíduos sólidos do município delinea a escolha das possíveis formas de tratamento de acordo com a identificação de possível agente poluidor e da sua origem. Os dados gravimétricos apresentados nesta seção são provenientes de caracterização realizada no ASMJP acerca dos RSU de João Pessoa para fins de controle e planejamento da EMLUR.

A figura 02 faz um panorama geral acerca da gravimetria de resíduos domiciliares do município de João Pessoa.

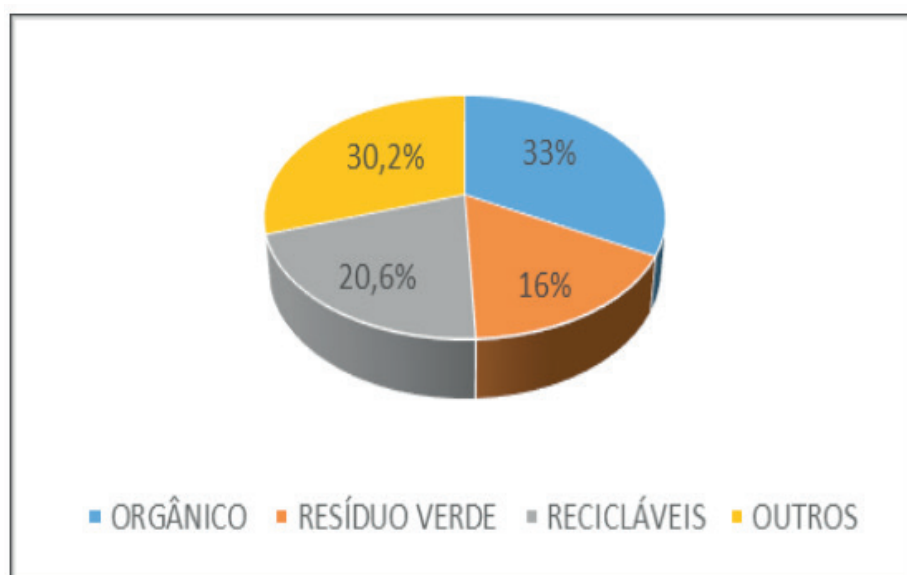


Figura 2: Gravimetria de João Pessoa com base na coleta e separados os recicláveis dos orgânicos

Pela composição gravimétrica realizada em João Pessoa, observa-se que a maior parte dos resíduos são orgânicos, provenientes de restos de comidas e preparo de alimentos. Também se observa que o município tem um bom potencial para reciclagem, uma vez que 20,60% dos seus resíduos são compostos por materiais aceitos pela indústria da reciclagem. E esses materiais recicláveis compõem um outro componente da rota tecnológica de João Pessoa, os que são coletados pela coleta seletiva e encaminhados aos galpões de triagem para posterior comercialização.

Rota Tecnológica Seletiva

Para fins de estudo das rota tecnológicas de João Pessoa, fez-se uma ampla pesquisa acerca da Coleta Seletiva que é o componente de tratamento físico da rota RTS.

Em busca de dados que propusessem o diagnóstico da Coleta Seletiva do município de João Pessoa, foram visitados todos os galpões de triagem, apoiados pela EMLUR e coletadas as informações conforme preparado no roteiro de entrevista.

As informações levantadas permitiram compor um cenário acerca da realidade dessa atividade em João Pessoa, suas divisões operacionais, equipes de trabalho, custos, produções e rendimentos.

Segundo PMGIRS no município de João Pessoa há quatro associações de catadores de resíduos: Associação de Trabalhadores de Materiais Recicláveis (ASTRAMARE), Associação de Catadores de Resíduos de João Pessoa (ASCARE-JP), Acordo Verde e Catajampa. Todas são sociedades civis sem fins lucrativos, não sujeitas à concordata ou falência, constituídas para prestar serviços aos seus cooperados. Pode-se dizer que se tratam de sociedade autônoma, com características de microempresa de seleção e comercialização de materiais recicláveis regida pela Lei Federal nº 5.764 que regulamenta o funcionamento do cooperativismo (JOÃO PESSOA, 2014).

Dos sessenta e quatro bairros existentes no município de João Pessoa, vinte (20) são contemplados com o programa de coleta seletiva. Além das unidades mencionadas, ainda existem as unidades de triagem do Aterro Sanitário Metropolitano de João Pessoa, operada pela ASTRAMARE, e a unidade da CATAJAMPA, que não possui núcleo formalizado na EMLUR, sendo os materiais armazenados nas residências dos associados no bairro de Mandacaru. Para fins de estudo da operacionalização de cada núcleo da coleta seletiva, observou-se que em um município com 787.363 habitantes tem-se 169 agentes de coleta seletiva, há uma proporção de 4.658,95 habitantes para cada agente de coleta.

A área do município de João Pessoa é de 18.860,40 ha, considerando a área dos bairros participantes, calcula-se a proporção da área do município coberta pela coleta seletiva desses bairros (Tabela 2).

População Atendida pela Coleta Seletiva	Cobertura da Coleta Seletiva relacionada à população do Município (%)	Área coberta pela Coleta Seletiva (ha)	Área Total (ha)	Cobertura da Coleta Seletiva relacionada à área do Município (%)
158.437	20%	3.877,30	18.860,90	21%

Tabela 2 - Cobertura da Coleta Seletiva no município e nos lotes da pesquisa

A área total de cobertura da coleta seletiva no município de João Pessoa é 3.877,30 hectares o que representa 20,56% da área total do município. O percentual de atuação da coleta seletiva sobre a população é de 20%, uma vez que a mesma atende a 158.437 habitantes (Tabela 2).

Os materiais provenientes da coleta seletiva de João Pessoa têm como destino a indústria da reciclagem e os rejeitos ao aterro sanitário. Com vistas a compor os fluxos de massa e custo da coleta seletiva, assim como, conhecer o potencial de reciclagem e a eficácia da mesma, foram pesquisados na EMLUR e nos núcleos, os

quantitativos de massa e os custos operacionais do sistema.

Destinação e Disposição final dos Resíduos Sólidos Urbanos do Município de João Pessoa

Após serem coletados nas fontes geradoras os resíduos domiciliares/comerciais/públicos são encaminhados ao ASMJP, que com a desativação do Lixão do Roger em 2003, foi inaugurado e posto em operação no dia 05 de agosto do mesmo ano. A operação do ASMJP está prevista para durar vinte e um (21) anos, sendo composta por 24 (vinte e quatro) células (RSU), 5 células especiais, células para Resíduos de Saúde, células para resíduo industrial, um viveiro de mudas para reflorestamento, escritórios, vias de acesso, laboratório, alojamentos, galpão de triagem de resíduos recicláveis e oficina. Para o aterro também são encaminhados os rejeitos resultantes do processos de triagem nos diversos galpões de coleta seletiva do município.

Logo na entrada do aterro há uma unidade de triagem, a maior do município, cuja gestão envolve interesses diversos, catadores, a EMLUR, a PMJP e os gestores do ASMJP. De acordo com o Relatório de Monitoramento do Aterro Sanitário (2015) foi feita uma análise geral acerca dos materiais encaminhados para o galpão de triagem do aterro a fim de obter-se o percentual de aproveitamento da coleta seletiva com relação a coleta convencional (Tabela 3).

ANO	Coletados pela Coleta Convencional	Núcleos da Coleta Seletiva		Galpão de Triagem		Total da Coleta Seletiva	Percentual de Aproveitamento da Coleta Seletiva em massa
	(t)	(t)	%	(t)	%	(t)	%
2010	220.818,00	1.179,36	0,53	2.338,00	1,06	3.517,36	1,59
2011	260.963,00	935,66	0,36	1.611,00	0,62	2.546,66	0,98
2012	239.441,00	865,24	0,36	1.806,00	0,75	2.671,24	1,12
2013	238.263,44	1.325,11	0,56	2.101,09	0,88	3.426,20	1,44
2014	242.961,81	1.929,26	0,79	1.997,52	0,82	3.926,78	1,62
2015	243.999,10	1.457,82	0,60	1.595,71	0,65	3.053,53	1,25
TOTAL	1.446.446,35	7.692,45	0,53	11.449,32	0,79	19.141,77	1,32

Tabela 3 - Resíduos da Central de Triagem em relação ao total pesado no Aterro Sanitário

Analisando os percentuais calculados (Tabela 3), percebe-se que por mais que exista um investimento da Prefeitura para manter o programa de coleta seletiva, a maior parte dos resíduos recicláveis de João Pessoa são os da Central de Triagem, que em 2010, eram quase 100% a mais que a quantidade de resíduos comercializada pelos Núcleos da Coleta Seletiva. A medida que os catadores conseguem atingir a um maior número de adesões, esse percentual vai caindo e chega a 9,45% em 2015.

Na Tabela 3 estão expressos os percentuais dos resíduos coletados nos núcleos dos bairros e do galpão aterro, em relação ao total de resíduos domésticos/comerciais coletados pela coleta convencional. Ao serem somados todos os materiais absorvidos pela coleta seletiva no município alcança-se uma média de 1,32% com relação ao total captado pela coleta convencional.

Santos et al. (2012) afirmam que no Brasil, a prestação do serviço de coleta seletiva pelos municípios ainda é incipiente. Para os autores, existem algumas experiências bem sucedidas em municípios brasileiros, mas na maior parte são programas com baixa abrangência, pontuais em escolas, ou às vezes, apenas pontos de entrega voluntária, que não funcionam efetivamente.

Como já apresentado na análise gravimétrica, o município de João Pessoa possui potencial de reciclagem de 20,60%, a ineficiência do sistema é, provavelmente, por questões administrativas e operacionais, inclusive por parte das associações. Esse valor representa o percentual de resíduos do município que são aceitos pela indústria da reciclagem. A retirada desse material do aterro sanitário e sua devida absorção pela Coleta Seletiva traz vantagens sob vários aspectos, ambientais, sociais e econômicos.

A questão social da expansão programada da coleta seletiva, sempre é benéfica, principalmente quando se tem investimento da prefeitura sem cobrar contrapartida. Do ponto de vista ambiental, conseguirá aumentar a vida útil do ASMJP por meio da redução de resíduos (não rejeitos) aterrados indiscriminadamente. Bovea et al (2012) colocam que a evolução e a otimização do processo de coleta seletiva é um parâmetro fundamental para melhorar o comportamento ambiental de um sistema de gestão de resíduos.

Segundo o PMGIS o sistema integrado de destinação final dos resíduos sólidos proposto para a área metropolitana de João Pessoa – PB prevê a disposição de receber 1100t/dia dos resíduos sólidos urbanos no primeiro ano, até absorver a produção gerada em 21 anos, que é prevista para 8.431.500 toneladas (JOÃO PESSOA, 2014).

Expandindo a coleta seletiva em 20,60%, essa média diária de aterramento cai para 896,15 toneladas por dia por meio da destinação final ambientalmente correta de 232,50 toneladas por dia, ou seja, as 2.423.046,97 toneladas só serão alcançadas em 8,03 anos.

A identificação de rotas tecnológicas em análises de modelos de gestão torna mais simples o sistema e a montagem de estratégias a serem estudadas em processo decisório. É, portanto, um caminho de soluções que envolve várias dimensões, explora técnicas diversas e relevantes.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Como visto, o município de João Pessoa possui duas rotas tecnológicas, RTS e RTC, as quais têm como componentes a geração de resíduos, as coletas seletiva e convencional, a triagem nos galpões dos bairros e do aterro, a reciclagem e a destinação final no aterro sanitário.

A rota tecnológica da coleta indiferenciada do município está formulada de acordo com os percursos da coleta convencional que cobre, segundo o PMGIRS em João Pessoa (2014), noventa e seis por cento do município. Partindo da geração dos resíduos nas residências, comércios, mercados públicos e feiras livres, as coletas indiferenciada (convencional) e a diferenciada (seletiva) formalizam o início da Rota Tecnológica. A coleta convencional tem como destino final o ASMJP. Os resíduos de alguns caminhões (4,73%), após passarem pela balança na entrada do aterro, são interceptados para serem triados em uma unidade de triagem da Associação dos Trabalhadores de Materiais Recicláveis – ASTRAMARE, que se localiza na área do aterro, os rejeitos seguem para a célula em operação e os recicláveis para a indústria. A Coleta Seletiva compõe a etapa da Rota Tecnológica que fornece o único tratamento disponibilizado no município de João Pessoa para os RSU. Ao todo, 20,12% da população da capital recebe cobertura da coleta seletiva.

Da coleta convencional os resíduos seguem para o aterro sanitário que também recebe os rejeitos dos galpões de triagem do aterro e da coleta seletiva. A quantidade de resíduos a ser tratada e disposta influi no porte e no tipo das unidades a serem instaladas, por isso um primeiro parâmetro a ser considerado na decisão de investir em uma determinada tecnologia de tratamento, e conseqüente determinação de rotas tecnológicas para um determinado município, é a sua massa de resíduos. Assim, foi determinada a massa de resíduos domiciliares/comerciais/públicos de João Pessoa, através de uma série histórica mensal de dois anos, 2014 e 2015, os quais apresentam uma média de 20.333,26 toneladas por mês. A geração per capita de resíduos sólidos urbanos domiciliares/comerciais/públicos de João Pessoa foi calculada em 0,89 kg/hab*dia.

Outras considerações merecem destaque neste trabalho, como a relação direta do tamanho do percurso e a quantidade de resíduos coletada. Para a coleta convencional dos resíduos são percorridos mensalmente 104.520,55 quilômetros, que geram uma taxa de 5,14 km/tonelada para a coleta de resíduos sem qualquer forma de tratamento. Após análise dos quantitativos dos resíduos, também são analisadas suas características gravimétricas. O conhecimento da composição dos resíduos sólidos do município delinea a escolha das possíveis formas de tratamento de acordo com a caracterização do agente poluidor sobre sua origem e geração.

Para fins de estudo da rota tecnológica de tratamento e disposição final de João

Pessoa, fez-se uma ampla pesquisa acerca da Coleta Seletiva que é o componente de tratamento físico da rota. Assim, foram coletados dados que propusessem o diagnóstico da coleta seletiva do município de João Pessoa. As informações levantadas permitiram compor um cenário acerca da realidade dessa atividade no município, suas divisões operacionais, equipes de trabalho, custos, produções e rendimentos.

A equipe de atuação da coleta seletiva de Joao Pessoa ainda é muito incipiente, um município com 787.363 habitantes conta com apenas 169 agentes de coleta seletiva, com uma proporção de 4.658,95 habitantes para cada agente de coleta. A área do município de João Pessoa é de 18.860,40 ha, considerando a área de cobertura da coleta seletiva nos dos bairros participantes de 3.877,30 hectares, tem-se a proporção da área do município coberta pela coleta seletiva, que representa 20,56% da área total do município.

Assim, após análises técnica e ambiental da gestão dos RSU do município de João Pessoa, foram levantadas propostas de rotas tecnológicas com técnicas de tratamento e disposição final conforme a situação local, aspectos sócio, culturais e econômicas da população, tecnologias de tratamento aplicadas e legislação vigente. O estudo consistiu em confrontar a rota tecnológica existente com possíveis tecnologias identificadas para o perfil do município. Ademais em assim procedendo também há de ser seguido o preconizado pela PNRS nos seus objetivos, a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos; e nos seus princípios quando prega a visão sistêmica na gestão dos resíduos sólidos, considerando as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública.

REFERÊNCIAS

ALVES-MAZZOTI, Alda Judith; GEWANDSZNAJDER, Fernando. *O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa*. 2 ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil - 2011*. São Paulo, 2011. 186p.

BOVEA, Maria Dolores. *Evolution of Environmental Performance in Waste Management in João Pessoa-Paraíba-Brazil*. In: *CONGRESSO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA DE PROYECTOS*. Valencia, 11-13 de jul. 2012. Anais... Valencia, 2012.

BRASIL. *Instituto de Política Econômica Aplicada (IPEA). Comunicados do IPEA. Comunicado nº 60 - Desigualdade da renda no território brasileiro*. Brasil, 2010a. 17p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Indicadores de desenvolvimento sustentável: Brasil 2010*. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, v. 7, 2010.

JUCÁ, José Fernando Thomé et al.. *Análise das Diversas Tecnologias de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão – Produto 12*. Recife:

CCS Gráfica Editora Ltda, 2014. 186p.

JOÃO PESSOA. Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), 2014. João Pessoa, 2014. Disponível em:< <http://www.joaopessoa.pb.gov.br/secretarias/emlur/plano-municipal-de-residuos-solidos/>> Acesso: 17 out. 2015.

MERSONI, Cristina; REICHERT, Geraldo Antônio. Aplicação da Avaliação do Ciclo de Vida como técnica de apoio à decisão no gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no município de Garibaldi/RS. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 22, n. 5, 2017.

PASCOAL JUNIOR, Alcides; OLIVEIRA FILHO, Paulo Costa de. Análise de rotas de coleta de resíduos sólidos domiciliares com uso de geoprocessamento. Rev. Acad., Ciênc. Agrárias. Ambient, v. 8, n. 2, p. 131-144, 2010.

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