

# Engenharia Sanitária e Ambiental: Tecnologias para a Sustentabilidade 3

**Alan Mario Zuffo  
(Organizador)**



**Atena**  
Editora

Ano 2019

Alan Mario Zuffo

(Organizador)

# Engenharia Sanitária e Ambiental: Tecnologias para a Sustentabilidade 3

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

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

**Diagramação e Edição de Arte:** Lorena Prestes e Karine de Lima

**Revisão:** Os autores

### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

E57 Engenharia sanitária e ambiental [recurso eletrônico]: tecnologias para a sustentabilidade 3 / Organizador Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Engenharia Sanitária e Ambiental; v. 3)

Formato: PDF

Requisitos do sistema: Adobe Acrobat Reader.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-251-7

DOI 10.22533/at.ed.517191104

1. Engenharia ambiental. 2. Engenharia sanitária.  
3. Sustentabilidade. I. Zuffo, Alan Mario.

CDD 628

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

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

2019

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.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “*Engenharia Sanitária e Ambiental Tecnologias para a Sustentabilidade*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu III volume, apresenta, em seus 22 capítulos, os conhecimentos tecnológicos da engenharia sanitária e ambiental.

As Ciências estão globalizadas, englobam, atualmente, diversos campos em termos de pesquisas tecnológicas. Com o crescimento populacional e a demanda por alimentos tem contribuído para o aumento da poluição, por meio de problemas como assoreamento, drenagem, erosão e, a contaminação das águas pelos defensivos agrícolas. Tais fatos, podem ser minimizados por meio de estudos e tecnologias que visem acompanhar as alterações do meio ambiente pela ação antrópica. Portanto, para garantir a sustentabilidade do planeta é imprescindível o cuidado com o meio ambiente.

Este volume dedicado à diversas áreas de conhecimento trazem artigos alinhados com a Engenharia Sanitária e Ambiental Tecnologias para a Sustentabilidade. A sustentabilidade do planeta é possível devido o aprimoramento constante, com base em novos conhecimentos científicos.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos, os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a Engenharia Sanitária e Ambiental, assim, garantir perspectivas de solução de problemas de poluição dos solos, rios, entre outros e, assim garantir para as atuais e futuras gerações a sustentabilidade.

Alan Mario Zuffo

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS GERADOS NA CIDADE DE DONA INÊS – PARAÍBA	
Narcísio Cabral de Araújo Roseane Carneiro de Oliveira Abílio José Procópio Queiroz Paulo Célio Ramos Soares Jefferson Pereira de Andrade	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5171911041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>11</b>
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE EFLUENTES INDUSTRIAIS COM PÓS-TRATAMENTO ATRAVÉS DE PROCESSOS ELETROLÍTICOS: NATEX (XAPURI, ACRE)	
Emerson Silva de Almeida Julio Cesar Pinho Mattos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5171911042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>21</b>
COLETA DE PRESSÃO - UM ESTUDO PARA TORNAR EFICIENTE O ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM UMA REALIDADE DE DEMANDA REPRIMIDA EM REGIÃO DE GRANDE PERÍODO DE ESTIAGEM	
Uilma Santos Pesqueira Javan Oliveira de Almeida	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5171911043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>36</b>
COMPARATIVO ENTRE TENSOATIVOS ORGÂNICOS E INORGÂNICOS EM PROCESSO DE FLOTAÇÃO POR AR DISSOLVIDO UTILIZANDO EFLUENTE DE LAGOA DE ALTA TAXA PARA CULTIVO DE MICROALGAS (LAT) ALIMENTADA COM EFLUENTE SANITÁRIO	
José Carlos Alves Barroso Júnior Nestor Leonel Muñoz Hoyos Luiz Olinto Monteggia Eddie Francisco Gómez Barrantes Gabielli Harumi Yamashita	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5171911044</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>50</b>
CONHECIMENTO DA POPULAÇÃO DE JATAÍ-GO SOBRE GUARDA RESPONSÁVEL, ZONOSSES E CONTROLE POPULACIONAL DE CÃES E GATOS	
Rayanne Borges Vieira Marcelo Figueiredo dos Santos Patrícia Rosa de Assis Ana Paula de Souza Martins Andréia Vitor Couto do Amaral	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5171911045</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>55</b>
DETERMINAÇÃO DA CURVA DE INTENSIDADE, DURAÇÃO E FREQUÊNCIA DO MUNICÍPIO DE SANTO ESTEVÃO - BA	
Paulo Vitor Santa Rosa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5171911046</b>	

**CAPÍTULO 7 ..... 63**

DETERMINAÇÃO DA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO APLICADO AO MONITORAMENTO DA LAGOA MIRIM E ATUAÇÃO DA ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

Gabriel Borges dos Santos  
Marlon Heitor Kunst Valentini  
Larissa Aldrighi da Silva  
Marcos Antonio da Silva  
Marília Guidotti Corrêa  
Francine Vicentini Viana  
Vitor Alves Lourenço  
Willian César Nadaleti  
Bruno Müller Vieira

**DOI 10.22533/at.ed.5171911047**

**CAPÍTULO 8 ..... 71**

DIAGNÓSTICO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE SENHOR DO BONFIM/BA

Fernando Augusto Kursancew  
Diamile Patricia Lucena da Silva  
Geisa Luiza Macedo Silva

**DOI 10.22533/at.ed.5171911048**

**CAPÍTULO 9 ..... 80**

DIAGNÓSTICO DOS IMPACTOS PROVENIENTES DE AÇÕES ANTRÓPICAS NO MORRO DO URUBU, ARACAJU-SERGIPE

Carolina Cristina da Silva Ribeiro  
Allana Karla Costa Alves  
Paulo Sérgio de Rezende Nascimento

**DOI 10.22533/at.ed.5171911049**

**CAPÍTULO 10 ..... 88**

ECOEFIÊNCIA NA MUDANÇA DOS PADRÕES DE CONSUMO DE ÁGUA: ESTUDO DE CASO DO MUNICÍPIO DE PELOTAS/RS

Samanta Tolentino Ceconello  
Luana Nunes Centeno  
Diuliana Leandro  
Andréa Souza Castro

**DOI 10.22533/at.ed.51719110410**

**CAPÍTULO 11 ..... 99**

EFEITO DA IRRIGAÇÃO COM EFLUENTE DE LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO NOS PARÂMETROS QUÍMICOS DO SOLO

Pedro Henrique Máximo de Souza Carvalho  
William Ralf Santos Costa  
João Vitor Máximo de Souza Carvalho

**DOI 10.22533/at.ed.51719110411**

**CAPÍTULO 12 ..... 107**

EQUILÍBRIO ECONÔMICO-FINANCEIRO E UNIVERSALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO ESTADO DA BAHIA

Clério Ferreira de Sousa  
Gervásio Ferreira dos Santos  
Raymundo José Santos Garrido

**DOI 10.22533/at.ed.51719110412**



<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>123</b>
ESPACIALIZAÇÃO DA POTENCIALIDADE EROSIVA POR ESTIMADOR KERNEL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JAPARATUBA (SE)	
Paulo Sérgio de Rezende Nascimento Lizza Adrielle Nascimento Santos Glauber Vinicius Pinto de Barros	
<b>DOI 10.22533/at.ed.51719110413</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>132</b>
ESTUDO DA COMPOSIÇÃO, RIQUEZA E CONDIÇÃO DA FLORA ARBÓREA DA AVENIDA PRESIDENTE COSTA E SILVA (NOVA FRIBURGO – RJ)	
Tatiana Nicolau Gonçalves Marcello Fragoso Lima Ricardo Finotti	
<b>DOI 10.22533/at.ed.51719110414</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>144</b>
ESTUDO DA RELAÇÃO ENTRE OS ÍNDICES DE MORBIDADE E SERVIÇOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO ENTRE 2013 A 2015, EM SANTARÉM-PA	
Alessandra de Sousa Silva Rebecca da Silva Fraia Soraia Valéria de Oliveira Coelho Lameirão	
<b>DOI 10.22533/at.ed.51719110415</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>150</b>
ESTUDO SOBRE IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO	
Guilherme de Souza Barrucho Juliana Toledo Cota Giselle Martins Machado José Antônio Lins Pereira Andréia Boechat Delatorre Michaelle Cristina Barbosa Pinheiro Campos Ilana Pereira da Costa Cunha	
<b>DOI 10.22533/at.ed.51719110416</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>160</b>
IMPACTOS AMBIENTAIS DA CARCINICULTURA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JAPARATUBA NO MUNICÍPIO DE PIRAMBU-SE	
Paulo Sérgio de Rezende Nascimento Denilma dos Santos Oliveira Ivan Soares Freire Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.51719110417</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>168</b>
IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DO MONOCULTIVO DE EUCALIPTO NOS MUNICÍPIOS DE ITAPORANGA D’AJUDA, ESTÂNCIA E SALGADO (SE)	
Augusto Cruz Barreto Lucivaldo de Jesus Texeira Paulo Sérgio de Rezende Nascimento	
<b>DOI 10.22533/at.ed.51719110418</b>	

<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>177</b>
IMPLANTAÇÃO DO RE-APROVEITAMENTO DE ÁGUA DAS CHUVAS EM PEQUENAS EDIFICAÇÕES COM PROPOSTA DE RE-USO EM CONJUNTOS HABITACIONAIS POPULARES	
Giuliano Mikael Tonelo Pincerato	
<b>DOI 10.22533/at.ed.51719110419</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>188</b>
INDUSTRIAL EFFLUENT TREATMENT FOR SCREEN PRINTING	
Allan Rios Bezerra	
Fernando Jorge Corrêa Magalhães Filho	
Priscila Sabioni Cavalheri	
<b>DOI 10.22533/at.ed.51719110420</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>204</b>
LOGÍSTICA REVERSA NO DESCARTE DE MEDICAMENTOS NAS FARMÁCIAS DO MUNICÍPIO DE POCINHOS-PB	
Jesielly Evane Miranda de Andrade	
Geralda Gilvania Cavalcante de Lima	
Andreia Araújo da Silva	
Carlos Antônio Pereira de Lima	
Neyliane Costa de Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.51719110421</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>221</b>
MAPEAMENTO DAS ÁREAS FAVORÁVEIS À INFILTRAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS PELA DENSIDADE DE LINEAMENTO ESTRUTURAL	
Paulo Sérgio de Rezende Nascimento	
<b>DOI 10.22533/at.ed.51719110422</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>231</b>



## CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS GERADOS NA CIDADE DE DONA INÊS – PARAÍBA

### **Narcísio Cabral de Araújo**

Professor Adjunto do Centro de Tecno-ciências e Inovação da Universidade Federal do Sul da Bahia. Itabuna - Bahia  
E-mail: narcisioufsb@gmail.com

### **Roseane Carneiro de Oliveira**

Graduanda em Bacharelado Interdisciplinar em Ciências pela Universidade Federal do Sul da Bahia. Itabuna - Bahia  
E-mail: rosecarneiro@msn.com

### **Abílio José Procópio Queiroz**

Professor Adjunto do Centro de Tecno-ciências e Inovação da Universidade Federal do Sul da Bahia. Itabuna - Bahia  
E-mail: abiliojq@hotmail.com

### **Paulo Célio Ramos Soares**

Graduado em Matemática pela Universidade Federal de Campina Grande e Especialista em Educação para as Relações Étnico-Raciais pela Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande - Paraíba  
E-mail: pcelio85matematica@gmail.com

### **Jefferson Pereira de Andrade**

Graduando em Eng. Civil pela União Metropolitana de Educação e Cultura. Itabuna - Bahia  
E-mail: jeffersonadv07@hotmail.com

**RESUMO:** A verificação dos materiais presentes nos resíduos diariamente gerados permite inferir sobre a viabilidade da implantação

da coleta seletiva, os recursos humanos necessários, aquisição de viaturas, definição das dimensões das instalações necessárias para acondicionamento, reciclagem, compostagem e destinação adequada dos resíduos sólidos, além de ser fundamental na definição da alternativa mais adequadas para o tratamento final destes. Diante da importância mencionada, este trabalho teve como objetivo determinar a massa específica aparente, a geração *per capita* e a composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos coletados pelo serviço de limpeza pública da cidade de Dona Inês, localizada no estado da Paraíba. A caracterização gravimétrica foi realizada durante dois dias de coleta por meio da técnica do quarteamento. Os resultados apontam que a população urbana do município de Dona Inês produz diariamente aproximadamente 5.048,9 kg de resíduos sólidos, com massa específica de 197,5 kg.m<sup>-3</sup> e geração *per capita* de 1,084 kg hab.<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. Aproximadamente 27% do total de resíduos sólidos gerados (resíduos secos) pela população urbana do município de Dona Inês são diretamente comercializáveis; 33% são passíveis de serem transformados em adubos e utilizados por agricultores da região no condicionamento e fertilidade de solos, e aproximadamente 32% é rejeito, que deverá ser destinado para um aterro sanitário. Sendo assim, mais da metade dos resíduos sólidos

urbanos gerados pelo município de Dona Inês (59%) apresentam potencialidade para voltar para a cadeia produtiva através da reciclagem e compostagem, apenas 1.590,11 kg do total de resíduos diariamente gerados, deverá ser destinado a um aterro sanitário. Estes resultados evidenciam a importância da adoção das práticas de reciclagem e reutilização no contexto do gerenciamento de resíduos sólidos, através da valoração e reintegração de materiais ao ciclo produtivo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Composição gravimétrica; geração *per capita*; massa específica.

**ABSTRACT:** The verification of the materials present in the daily residues allows to infer the viability of the implantation of the selective collection, the necessary human resources, acquisition of vehicles, definition of the dimensions of the facilities required for packaging, recycling, composting and adequate disposal of solid waste, besides be fundamental in the definition of the most suitable alternative for the final treatment of these. Considering the importance mentioned, this work had as objective to determine the apparent specific mass, per capita generation and gravimetric composition of the urban solid waste collected by the public cleaning service of the city of Dona Inês, located in the state of Paraíba. The gravimetric characterization was performed during two days of collection by means of the quartet technique. The results indicate that the urban population of the municipality of Dona Inês produces approximately 5048.9 kg of solid waste each day, with a specific mass of  $197.5 \text{ kg m}^{-3}$  and per capita generation of  $1.084 \text{ kg hab.}^{-1} \text{ day}^{-1}$ . Approximately 27% of the total solid waste generated (dry waste) by the urban population of the municipality of Dona Inês is directly tradable; 33% can be converted into fertilizer and used by farmers in the region in soil conditioning and fertility, and approximately 32% is waste, which should be destined for a landfill. Thus, more than half of the municipal solid waste generated by the municipality of Dona Inês (59%) has the potential to return to the productive chain through recycling and composting, only 1590.11 kg of the total waste generated daily, should be destined to landfill. These results highlight the importance of adopting recycling and reuse practices in the context of solid waste management, through the valuation and reintegration of materials into the production cycle.

**KEYWORDS:** Gravimetric composition; generation per capita; specific mass.

## 1 | INTRODUÇÃO

A crescente geração de resíduos devida ao aumento do consumo de toda a população está entre os maiores problemas ambientais da atualidade no País Rezende et al. (2013). A questão dos resíduos sólidos no Brasil tem sido amplamente discutida por constituir em um dos maiores desafios que qualquer cidade enfrenta Carvalho et al.(2017), pois à produção de resíduos sólidos urbanos é inevitável e se caracteriza por extrair recursos naturais para produzir bens materiais que, no pós-uso, são descartados, sem tratamento algum, gerando impactos ambientais negativos Araújo et al. (2015).

Para o sucesso de qualquer programa de gerenciamento de resíduos é fundamental, portanto, conhecer detalhadamente o que se gera para planejar todo o sistema de gestão Rezende et al.(2013). A caracterização dos resíduos sólidos urbanos (RSU) é de extrema importância, pois possibilita a verificação dos materiais presentes nos resíduos gerados, permitindo inferir sobre a viabilidade da implantação da coleta seletiva, os recursos humanos necessários, aquisição de viaturas, definição das dimensões das instalações necessárias para reciclagem, compostagem e destinação adequada dos resíduos sólidos Fernando e Lima (2012).

Dentre as características físicas dos resíduos sólidos urbanos se destacam a geração *per capita*, massa específica e a composição gravimétrica. A geração *per capita* relaciona a quantidade de resíduos urbanos gerada diariamente e o número de habitantes de determinada região Monteiro et al. (2001). Este parâmetro é bastante importante porque a partir dele e conhecendo a população pode-se estimar a produção de resíduos em função do tempo. A massa específica representa a massa de resíduos soltos em função do volume ocupado livremente, sem qualquer compactação. Sua determinação é importante para o dimensionamento dos equipamentos e instalações de coleta, transporte e destinação final (BRASIL, 2015). E a composição gravimétrica traduz o percentual de cada componente em relação ao peso total da amostra de lixo analisada Monteiro et al. (2001). Segundo Carvalho et al. (2017) este parâmetro expressa bem a característica dos resíduos sólidos, visto que representa o percentual de cada componente presente nesses resíduos em relação à massa total da amostra estudada. Quanto maior a quantidade de um determinado componente, tanto mais as características gerais dos resíduos se assemelharão às características desse componente, assim, com a determinação da composição gravimétrica pode-se avaliar a possibilidade de reaproveitamento dos componentes passíveis de reciclagem e a melhor destinação final para os resíduos Carvalho et al. (2017).

Neste contexto, este trabalho teve como objetivos determinar a massa específica aparente, a geração *per capita* e a caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos coletados pelo serviço de limpeza pública da cidade de Dona Inês, localizada no estado da Paraíba.

## 2 | MATERIAS E MÉTODOS

### 2.1 Caracterização do Município de Dona Inês

A cidade de Dona Inês está localizada nas coordenadas geográficas 6°36'12"S 35°17'30" W a 421 m (Google Maps, 2018). O município encontra-se inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Curimataú. Seus principais tributários são: o Rio Curimataú e o riacho da Vaca Morta. Todos os cursos d' água no município têm regime de escoamento intermitente e o padrão de drenagem é o dendrítico (CPRM, 2005).

Segundo o censo demográfico realizado pelo do Instituto Brasileiro de Geografia

e Estatística (IBGE), em 2010 o município de Dona Inês possuía uma população total de 10517 habitantes, com 4655 habitantes na zona urbana e 5862 habitantes na zona rural. Ainda de acordo com o IBGE a população estimada para o ano de 2018 foi de 10429 habitantes com uma área territorial de 166,128 km<sup>2</sup> e densidade demográfica de 63,29 hab. km<sup>-2</sup>.

## 2.2 Coleta dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)

A coleta dos RSU é do tipo porta a porta, com frequência diária. Em cada dia de coleta são recolhidas três “carradas” através de um carroção com volume de 4,00 m<sup>3</sup> rebocado por um trator.



**Figura 1.** Agentes de limpeza do município realizando a coleta porta a porta com o carroção rebocado pelo trator.

Quando realizado o estudo estes resíduos eram depositados em um vazadouro a céu aberto (“lixão”) instalado a uma distância de aproximadamente 0,200 km da área urbana.

## 2.3 Procedimentos Adotados na Caracterização Física dos RSU

A caracterização dos resíduos sólidos urbano de Dona Inês, foram realizadas em dois dias de coleta, segunda e sexta-feira. Todas as atividades foram executadas com auxílio dos funcionários que atuam na limpeza urbana do município e com os catadores de materiais recicláveis que trabalhavam no “lixão”.

Neste item são descritos os procedimentos adotados para determinar a geração *per capita* (kg hab<sup>-1</sup>. dia<sup>-1</sup>), massa específica aparente (kg m<sup>-3</sup>) e a composição gravimétrica (%) dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Dona Inês - PB.

### 2.3.1 Geração *per capita* ()

Para estimar a geração *per capita* dos resíduos sólidos urbanos do município de Dona Inês, o carroção carregado com os resíduos e rebocado por um trator, após a coleta, era levado para uma área pavimentada próxima ao lixão. No local toda a

massa do carroção era pesada em uma balança analógica com capacidade máxima para 15 kg. De posse da massa líquida dos resíduos de cada carrada previamente pesada e conhecendo a população urbana (4655 habitantes), quantidade de carradas de resíduos transportada por semana e dias de uma semana procedeu-se com os cálculos para estimar a geração per capita (Equação 1).

$$G_{pc} = \frac{M_L \cdot n}{d \cdot P_u} \quad (1)$$

Em que,  $G_{pc}$  = Resíduos gerados por habitante/dia estimados ( $\text{kg} \cdot \text{hab}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$ );  $M_L$  = Massa líquida dos resíduos na viagem do caminhão (kg);  $n$  = número de carradas transportadas em uma semana;  $d$  = quantidade de dias em uma semana (dia);  $P_u$  = População urbana do município (hab), último censo demográfico realizado pelo IBGE em 2010.

### *2.3.2 Preparação da amostra para determinação da massa específica aparente e composição gravimétrica*

As estimativas da massa específica e da composição gravimétrica foram realizadas na área do “Lixão” municipal, onde tinha uma usina de triagem de resíduos abandonada. Neste local foram preparadas as amostras dos resíduos para posterior avaliação. Inicialmente a área que é impermeabilizada por paralelepípedo, foi limpa através de varrição manual. Na sequência o trator despejava os resíduos para o trabalho de homogeneização. Para homogeneizar, toda massa de resíduos da viagem, os agentes de limpeza urbana do município, utilizando foices e facões, rompiam todas as sacolas de resíduos (Figura 2A). Em seguida toda a massa de resíduos era revolvida mecanicamente com auxílio de uma pá carregadeira (Figura 2B).



**Figura 2.** Agentes de limpeza urbana fazendo o rompimento das sacolas com os resíduos (2A) e pá carregadeira fazendo a homogeneização da amostra de resíduos sólidos (2B).

Em seguida realizou-se o quarteamento dos resíduos (Figura 3A), ficando apenas um quartil (Figura 3B) onde retirou-se cinco amostras de resíduos (três na base laterais e duas do topo). As amostras eram retiradas manualmente e colocadas em baldes de plástico com capacidade para  $0,1 \text{ m}^3$  cada, sem serem compactadas



(Figura 3C).



**Figura 3.** Sequências dos passos utilizados na preparação da amostra utilizada na caracterização dos RSU de Dona Inês, PB.

### 2.3.3 *Massa específica aparente*

Nesta determinação, os cinco baldes de amostras preparadas anteriormente foram pesadas em balança manual com capacidade máxima para 150 kg. Conhecida a massa de resíduo colocada em cada balde e seu respectivo volume, estimou-se a massa específica aparente (Equação 2).

$$M_{ea} = \frac{M_L}{V_B} \quad (2)$$

Em que,  $M_{ea}$  = Massa específica aparente da amostra ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ );  $M_L$  = Massa líquida de resíduo amostrada no balde (kg);  $V_B$  = Volume do balde ( $\text{m}^3$ ).

### 2.3.4 *Composição gravimétrica*

Posteriormente, os  $0,500 \text{ m}^3$  de resíduos foi colocado em uma bancada de concreto instalada na usina de triagem, para separação dos componentes. Durante a segregação, cada tipo de material foi acondicionado em baldes (os mais volumosos) e em sacolas plásticas, para posterior pesagem e estimativa da percentagem de cada componente (Papel, Papelão, Plástico filme, Plástico rígido, PET, Trapos e Tecidos, Metais ferrosos, Metais não ferrosos, Alumínio, Isopor, Vidros coloridos, Vidros não coloridos, Madeira, Couro, Borracha, Cerâmica, Resíduos eletrônicos, Matéria Orgânica Biodegradável, Solo e similares, e outros (fraldas descartáveis, papel higiênico, esponjas de aço, etc.)) presente em toda massa de resíduo avaliada. Esta estimativa foi realizada através da razão entre a massa de cada componente segregado na amostra total e a massa total da amostra (Equação 3).

$$C_G (\%) = \frac{M_{tm}}{M_R} * 100 \quad (3)$$

Em que,  $C_G$  (%) = Percentagem da composição gravimétrica (%), referente a cada tipo de material encontrado na massa total de resíduo amostrada;  $M_{tm}$  = massa de cada componente segregado (kg);  $M_R$  = Massa líquida dos 0,500 m<sup>3</sup> de resíduos (kg).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Massa específica aparente ( $M_{ea}$ ) e geração *per capita* ( $G_{pc}$ )

Os valores médios das massas de resíduos nos baldes (MB), das carradas (MC), massa específica aparente ( $M_{ea}$ ) e geração *per capita* ( $G_{pc}$ ) dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Dona Inês, PB, estão apresentados na Tabela 1.

Dia de Avaliação	MB	MC	$M_{ea}$	$G_{pc}$
	.....kg.....		Kg m <sup>-3</sup>	kg hab. <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>
1º	97,5	1718,7	195	1,108
2º	100,0	1645,5	200	1,060
<b>Média Geral</b>	<b>98,75</b>	<b>1682,1</b>	<b>197,5</b>	<b>1,084</b>

**Tabela 1.** Médias das duas avaliações das massas de resíduos nos baldes (MB) e das carradas (MC), massa específica aparente ( $M_{ea}$ ) e geração *per capita* ( $G_{pc}$ ) dos resíduos sólidos urbano da Cidade de Dona Inês, PB.

De acordo com os resultados da Tabela 1, os resíduos sólidos urbanos de Dona Inês apresentam massa específica aparente média de 197,5 Kg m<sup>-3</sup> (quilogramas por metro cúbicos) e geração *per capita* média de 1,084 kg hab.<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (quilograma por habitante dia).

De acordo com a Funasa a massa específica dos resíduos sólidos domiciliar sem compactação pode ser de até 230 kg m<sup>-3</sup> (Brasil, 2015), portanto o valor encontrado para Dona Inês é coerente, porém está acima dos encontrados na literatura. Resende et al. (2013) ao estudarem os resíduos sólidos do Município de Jaú/SP, obtiveram massa específica média de 136,2 kg m<sup>-3</sup> e Araújo et al. (2018) ao avaliarem a massa específica dos resíduos sólidos urbanos da município de Santa Cecília/PB obtiveram uma massa específica de 105,2 kg m<sup>-3</sup>, valor bem abaixo do encontrado neste trabalho.

Segundo consta no Manual de Saneamento da Fundação Nacional da Saúde (Brasil, 2015) a média da geração *per capita* é de resíduos sólidos urbanos pode varia de 0,1 a 2,53 kg hab.<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, portanto o valor obtido (1,084 kg hab.<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) está entre o limite estabelecido pela Fundação Nacional da Saúde, porém acima do desejável para cidades pequenas, como evidenciado por Monteiro et al. (2001). Segundo os autores para cidades pequenas, com população urbana de até 30 mil habitantes, a geração *per capita* é de 0,5 kg hab.<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. Em um estudo semelhante, realizado por Araújo et al. (2015) em Barra de São Miguel/ PB, foi encontrado uma média de 0,6049 kg hab.<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>



para a geração per capita de RSU, valor inferior ao encontrado neste trabalho.

### 3.2 Composição gravimétrica

Na Tabela 2 são apresentados os resultados da composição gravimétrica e as respectivas produções diárias de cada fração de resíduos obtidos no estudo.

<b>Materiais</b>	<b>Porcentagem (%)</b>	<b>Produção Diária (kg dia<sup>-1</sup>)</b>
Papel	3,21	162,00
Papelão	6,29	317,40
Plástico Filme	7,08	357,30
Plástico Rígido	1,85	93,40
PET	2,31	116,60
Trapos e Tecidos	4,02	202,85
Metais Ferrosos	2,66	134,22
Alumínio	0,66	33,30
Vidro Colorido	0,52	26,24
Vidros não Coloridos	2,08	105,00
Madeira	2,81	141,80
Borracha	0,97	49,00
Mat. Org.		
Biodegradável	32,73	1651,56
Solo e Similares	10,74	542,00
Outros	19,8	999,11
Longa Vida	0,61	30,78
Cerâmica	0,97	49,00
Eletrônico	0,69	34,82
Isopor	0,05	2,52
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>5048,9</b>

**Tabela 2.** Composição gravimétrica e produção de resíduos sólidos gerados pela população urbana de Dona Inês, PB.

A população urbana da cidade de Dona Inês/ PB produz diariamente aproximadamente 5.048,9 kg de resíduos sólidos.

Dos RSU produzidos em Dona Inês, a maior proporção foi de 32,73% (1651,56 kg dia<sup>-1</sup>) foi de material orgânico biodegradável sendo este material passível de ser utilizado na produção de biossólido, ou seja, em adubos para serem comercializáveis e utilizados no condicionamento e fertilidades dos solos cultivados na região. Este valor foi bastante inferior à média nacional, que segundo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada é de 51,4% (IPEA, 2012).

A segunda maior produção foi de 1590,11 kg dia<sup>-1</sup> (31,50%) correspondendo aos rejeitos, ou seja, solos, cerâmica e outros materiais que aos se misturarem tiveram suas características físicas alteradas, dificultado sua identificação. Valor inferior ao obtido por Siqueira et al. (2016), que estimou a composição gravimétrica dos resíduos sólidos da cidade Nova Ponte/MG, em torno de 38,05% de rejeito.

A terceira maior geração foi de 1345,46 32,93 kg dia<sup>-1</sup> (26,65%) de materiais considerados recicláveis, ou seja, passíveis de retornarem para a cadeia produtiva minimizando a exploração de matéria prima (recursos ambientais utilizados na confecção de embalagens e outros utensílios) e problemas ambientais relacionados à deposição inadequada e ilegal de resíduos sólidos urbanos.

Uma quantidade bastante considerável de trapos e tecidos 202,85 kg dia<sup>-1</sup> é descartado pela população urbana de Dona Inês. Essa grande massa de resíduos é proveniente das diversas atividades artesanais desenvolvidas *in loco*. Este valor é bem próximo ao diagnosticado por Araújo et al. (2018) para a cidade de Santa Cecília (421,73 kg dia<sup>-1</sup>), sendo que para esta cidade o percentual de trapos e tecidos foi de 13,05% enquanto que para a cidade de Dona Inês foi de 4,02%.

Outra percentagem bastante considerável foi a de madeira (2,81%) e borracha (0,97%), correspondendo a aproximadamente 190,04 kg dia<sup>-1</sup>. Esses resíduos podem ser utilizados como fonte de energia calorífica para alimentar os fornos de panificadoras da cidade.

A reincorporação destes resíduos ao ciclo produtivo, além de ser uma estratégia importante no contexto da gestão de resíduos sólidos, através da valoração de subprodutos, é uma medida importante no que diz respeito à minimização do material que é destinado ao “lixão”, sem nenhum tratamento. Ainda vale ressaltar que o percentual de resíduos recicláveis gerados pela população urbana de Dona Inês pode ser consideravelmente aumentado, dentre a porcentagem total de resíduos sólidos urbanos coletados, caso sejam implantadas ações efetivas voltadas à coleta seletiva domiciliar, a partir da segregação dos resíduos na fonte. Neste caso, grandes quantidades dos materiais considerados como rejeito poderão ser mantidos em suas condições originais, sendo, então, passíveis de serem recuperados e reintroduzidos em cadeias produtivas, aumentando a oferta de materiais para indústria, minimizando a exploração de recursos ambientais utilizados como matéria-prima na confecção de produtos industrializáveis e reduzindo a utilização de áreas para aterro de resíduos.

## 4 | CONCLUSÕES

A cidade de Dona Inês apresenta geração *per carta* de 1,084 kg. hab<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> de RSU, quantidade elevada para o porte do município, com população inferior a 30 mil habitantes.

Mais da metade (59,02%) dos resíduos sólidos urbanos gerados pelo município de Dona Inês apresentam potencial de reciclagem e compostagem.

Ações podem ser direcionadas no sentido sensibilizar a população a segregar o material passível de reaproveitamento em seus domicílios e a implantação de unidades de triagem de materiais, possibilitando o reaproveitamento dos resíduos recicláveis, antes que os mesmos sejam descartados.

Dos 5048,9 kg dia<sup>-1</sup> de resíduos gerados por dia 1590,11 kg dia<sup>-1</sup> é rejeito que

deverá ser destinado a um aterro sanitário.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, N. C.; SANTOS, F. S. E.; SANTOS, M. S. T.; SOARES, F. M. P.; SUASSUNA, R. C. A. **Gravimetria dos resíduos sólidos urbanos gerados na cidade de Santa Cecília, PB.** In: V Congresso baiano de engenharia sanitária e ambiental. Juazeiro – BA: ABES - BA, 2018, P. 961 – 965.

ARAÚJO, N. C.; QUEIROZ, A. J. P.; GUIMARÃES, P. L. F.; GOMES, A. A. Gravimetria e abordagem econômica dos resíduos sólidos urbanos do município de Barra de São Miguel – Paraíba. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 3, p. 67-72, 2015. DOI: 105902/2236117017584

BRASIL. **Manual de Saneamento.** 4. ed. Brasília: Ministério da Saúde e Fundação Nacional de Saúde, 2015. 642 p.

CARVALHO, J. L. V.; JESUS, S. C.; PORTELLA, R. B. Composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares e comerciais do centro da cidade de Barreiras – Bahia. **Revista Eletrônica Chão Urbano.** Disponível em: <<http://www.chaourbano.com.br/visualizarArtigo.php?id=65>>. Acesso em 04 de julho de 2017.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea.** Diagnóstico do município de Dona Inês, Estado da Paraíba. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

FERNANDO, A.; LIMA, S. C. Caracterização dos resíduos sólidos urbanos do município de Maxixe/ Moçambique. **Caminhos de Geografia**, v. 13, n. 42, p. 335–345, 2012.

GOOGLE MAPS. **Dona Inês, Paraíba.** Disponível em: <<https://www.google.com/maps/place/Dona+In%C3%AAs,+PB,+58228-000/@-6.6034556,-35.6350376,3114m/data=!3m2!1e3!4b1!4m3!1m7!3m6!1s0x0:0x0!2zNsKwMzcnMDQuMCJTIDM1wrAzNyc1NS4wllc!3b1!8m2!3d-6.617778!4d-35.631944!3m4!1s0x7adea6f815a6ccd:0x3b4927e15fe951c0!8m2!3d-6.603479!4d-35.6263018>>. Acesso em 21 de dezembro de 2018.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos: Relatório de Pesquisa.** Brasília: IPEA, 2012, 82p. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/121009\\_relatorio\\_residuos\\_solidos\\_urbanos.pdf](http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/121009_relatorio_residuos_solidos_urbanos.pdf)>. Acesso em 06 de junho de 2018.

MONTEIRO, J. H. P.; FIGUEIREDO, C. E. M.; MAGALHÃES, A. F.; MELO, M. A. F.; BRITO, J. C. X.; ALMEIDA, T. P. F.; MANSUR, G. L. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

REZENDE, J. H.; CARBONI, M.; MURGEL, M. A. T.; CAPPS, A. L. A. P.; TEIXEIRA, H. L.; SIMÕES, G. T. C.; RUSSI, R. R.; LOURENÇO, B. L. R.; OLIVEIRA, C. A. Composição gravimétrica e peso específico dos resíduos sólidos urbanos em Jaú (SP). **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.18, n.1, p. 1 - 8, 2013.

SIQUEIRA, H. E.; SOUZA, A. D.; BARRETO, A. C.; ABDALA, V. L. Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos na cidade de Nova Ponte (MG). **Revista DAE**, v. 202, n.64, p. 39 – 52, 2016.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**Alan Mario Zuffo** - Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan\_zuffo@hotmail.com

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-251-7



9 788572 472517