

ÁREA TEMÁTICA: GESTÃO AMBIENTAL - Planejamento Ambiental

## CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NO SISTEMA DE TRENS URBANOS DE JOÃO PESSOA

*Samara Teixeira Pereira (samaraeng.amb@gmail.com), Camila de Almeida Porto (camila.aporto@gmail.com), Elisângela Maria Rodrigues Rocha (elis\_eng@yahoo.com.br)*  
Universidade Federal da Paraíba

### RESUMO

A caracterização é uma etapa importante da gestão dos resíduos sólidos em estações de transporte público urbano. Neste sentido, este trabalho objetivou a caracterização dos resíduos sólidos gerados no Sistema de Trens Urbanos da região metropolitana de João Pessoa (STU-JOP). Foram realizadas visitas *in loco* nas estações e na oficina do e a composição gravimétrica foi realizada para os resíduos das estações, subdivididas em zonas. A Zona Sul obteve a menor geração de resíduos, com 55,25 kg, seguida pela Zona Norte, que gerou 81,55 kg, e a estação de João Pessoa com 148,24 kg. O resíduo gerado nas estações é composto basicamente por resíduo orgânico (47%), plástico (24%) e papel (21%). A geração per capita diária foi estimada em 0,0075 kg e grande parte dos resíduos ser reciclados e incluídos na coleta seletiva já realizada pela STU-JOP, entretanto parte dos resíduos pode não ter valor econômico nas cooperativas.

**Palavras-chave:** Caracterização; Diagnóstico quali-quantitativo; Quantificação.

## PHYSICAL CHARACTERIZATION OF SOLID WASTE GENERATED IN THE JOÃO PESSOA URBAN TRAIN SYSTEM

### ABSTRACT

The characterization is an important step in solid waste management at urban public transport stations. In this sense, this work aimed at characterizing the solid waste generated in the Urban Trains System of the metropolitan region of João Pessoa (STU-JOP). On-site visits were carried out at the stations and in the workshop, and the gravimetric composition was performed for station waste, subdivided into zones. The South Zone obtained the lowest generation of waste, with 55.25 kg, followed by the North Zone, which generated 81.55 kg, and the João Pessoa station with 148.24 kg. The waste generated at the stations is basically composed of organic waste (47%), plastic (24%) and paper (21%). The daily per capita generation was estimated at 0.0075 kg and most of the waste can be recycled and included on the selective collection already performed by STU-JOP, although part of the waste may not have economic value at the cooperatives.

**Keywords:** Characterization; Qualitative-quantitative diagnosis; Quantification.

### 1. INTRODUÇÃO

A urbanização dos países em desenvolvimento é marcada pela acelerada industrialização e o rápido crescimento populacional, associados ao desenvolvimento econômico, os quais elevam os números de produtos e serviços e, conseqüentemente, aumentam as gerações de resíduos sólidos urbanos (PRADHAN et al. 2016).

Destaca-se neste contexto, o aumento expressivo do volume e a variação dos resíduos sólidos nas estações de transportes públicos urbanos, em particular, trens, devido a grande circulação de pessoas, a fácil disponibilidade e ao consumo crescente de produtos menos duráveis e/ou descartáveis (SOARES, 2014). Em vista disso, a gestão de resíduos nesses locais é fundamental e demanda ações estratégicas e diferenciadas, nas quais envolvem a articulação entre diversos órgãos, instituições, catadores de materiais recicláveis e sociedade civil.

Barros (2012), destaca que um sistema de gestão sustentável para os resíduos sólidos, a partir de um plano de gerenciamento dos resíduos (PGRS), exige, entre outros fatores, um levantamento confiável de dados, o conhecimento sobre as características qualitativas e quantitativas dos resíduos, a utilização de indicadores de desempenho e uma análise técnica que subsidiem as futuras decisões político-administrativas de qualquer fonte geradora de resíduo (domiciliar, institucional, comercial, hospital).

Um importante instrumento de planejamento para o gerenciamento dos resíduos urbanos é a caracterização gravimétrica. Essa caracterização consiste em determinar as frações percentuais dos diferentes tipos de resíduos, possibilitando o conhecimento do perfil dos resíduos gerados e uma avaliação qualitativa e quantitativa da geração (ADRIANO; MURATA, 2015).

Pereira Neto (2007) relata que os componentes mais utilizados na determinação da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos são: matéria orgânica, papel, papelão, plásticos rígidos e maleáveis, PET, metais, alumínio, vidros, borracha, couro e panos/trapos, sendo essa etapa relevante na tomada de decisão para uma eficiente gestão de resíduos sólidos, pois é possível identificar as frações recicláveis, que podem ser direcionadas à comercialização e a fração orgânica destinada a produção de compostos orgânicos.

No gerenciamento de resíduos e especificamente nas etapas de armazenamento e reciclagem, além da caracterização, necessita-se também de informações quanto ao número de geradores para a determinação da geração per capita, da determinação da densidade aparente para a projeção dos meios de coleta, tratamento e disposição final (SIQUEIRA et al. 2016).

Diante disso, o presente trabalho apresenta a caracterização e a composição gravimétrica dos resíduos gerados no Sistema de Trens Urbanos da Região Metropolitana de João Pessoa – PB (STU-JOP), coletados em doze estações de trens e em uma oficina mecânica.

## **2. OBJETIVO**

A pesquisa teve como objetivo caracterizar os resíduos sólidos gerados no Sistema de Trens Urbanos da região metropolitana de João Pessoa, de modo a se ter um diagnóstico quantitativo e qualitativo.

## **3. METODOLOGIA**

O sistema de trens de João Pessoa é operado e administrado pela Superintendência de Trens Urbanos de João Pessoa (STU-JOP) da Companhia Brasileira de Trens Urbanos - CBTU, desde 1984. O sistema é composto por 12 estações que interligam os municípios de Cabedelo, João Pessoa, Bayeux e Santa Rita, na região Metropolitana de João Pessoa. A área formada por esses quatro municípios apresenta uma população total de aproximadamente um milhão de pessoas, o que corresponde a cerca de 28% do total da população do Estado da Paraíba (IBGE, 2017).

No ano de 2018, 4 locomotivas e 24 carros de passageiros faziam, em média 28 viagens/dia, ao longo de 30 km de extensão, transportando cerca de 6,3 mil pessoas/dia, sendo que, ao longo do mês eram transportadas, aproximadamente, 160 mil passageiros (CBTU, 2018).

O quadro de empregados é composto por 250 profissionais, entre terceirizados e funcionários efetivos. Dessa forma, os resíduos sólidos gerados nas estações da STU-JOP estavam relacionados ao número de usuários do sistema de trens urbanos (população flutuante) e de funcionários da companhia.

Foram realizadas visitas in loco, na primeira semana de julho de 2018, nas 12 estações e na oficina de trens localizada na estação do município de Cabedelo, para o conhecimento da área de estudo. As estações foram agrupadas em três zonas para a caracterização dos resíduos em função do levantamento preliminar da geração dos resíduos nas visitas in loco (Tabela 1).

**Tabela 1.** Zonas definidas para a caracterização dos resíduos da STU-JOP.

<b>Estações</b>	<b>Estrutura física</b>	<b>Porte</b>	<b>Zona</b>
Cabedelo	Bilheteria, banheiros para passageiros, setor administrativo e oficina mecânica	Grande	
Jardim Manguinhos	Bilheteria e banheiros para passageiros	Média	
Poço Jacaré	Bilheteria	Pequena	Norte
Renascer	Bilheteria	Pequena	
Mandacaru	Bilheteria e banheiros para passageiros	Média	
João Pessoa	Bilheteria e banheiros para passageiros e setor administrativo	Grande	João Pessoa
Ilha do Bispo	Bilheteria	Pequena	
Alto do Mateus	Bilheteria	Pequeno	
Bayeux	Bilheteria	Pequeno	Sul
Várzea Nova	Bilheteria	Pequena	
Santa Rita	Bilheteria e banheiros para passageiros	Média	

A composição gravimétrica dos resíduos gerados no STU-JOP foi realizada na segunda semana do mês de julho de 2018. Para as Zonas Norte e Sul, realizou-se a caracterização do volume total de resíduos, enquanto que na estação de João Pessoa, optou-se pelo método de quarteamento, conforme a NBR 1007/2004 e conforme os estudos de Rezende et al. (2013), uma vez que o volume total gerado nessa estação foi expressamente superior, quando comparado com aqueles gerados nas demais estações. Além disso, optou-se pelo método do quarteamento para o resíduo acumulado de dois dias, pois houve um dia chuvoso, no qual não foi possível realizar a caracterização (Quadro 1).

**Quadro 1 - Período de realização da caracterização dos resíduos sólidos gerados no STU-JOP**

<b>Data</b>	<b>Descrição</b>
<b>09/07/2018</b>	Caracterização do resíduo acumulado dos dias 06 e 07/07/2018. *
<b>10/07/2018</b>	Caracterização do resíduo gerado no dia 09/07/2018.
<b>11/07/2018</b>	Não houve caracterização devido à chuva intensa.
<b>12/07/2018</b>	Caracterização do resíduo acumulado dos dias 10 e 11/07/2018. *
<b>13/07/2018</b>	Caracterização do resíduo gerado no dia 12/07/2018.

\*Método de quarteamento na estação de João Pessoa

Obs: 08/07/2018 – domingo

A segregação e caracterização dos resíduos gerados foi baseada nos estudos de Siqueira et al. (2016) e no Relatório de Análise Gravimétrica realizado pelo Serviço de Limpeza Urbana de Brasília. Foram adotados critérios de análise dos materiais que consistiram na separação em grupos plástico, papel, vidro, metal, outros e matéria orgânica e seus subgrupos, de maneira que facilitasse a visualização no momento da triagem dos resíduos.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Geração dos resíduos sólidos

As gerações diárias e totais dos resíduos das Zonas Norte e Sul e da estação de João Pessoa estão expostas na Tabela 2. Pode-se notar que a Zona Sul obteve a menor geração de resíduos, com 55,25 kg, enquanto a Zona Norte gerou 81,55 kg e a estação de João Pessoa obteve a maior produção, 148,24 kg.



**Tabela 2.** Quantidade de resíduos sólidos gerados nas zonas do STU-JOP.

		Zonas		
		Norte <sup>1</sup>	Sul <sup>2</sup>	João Pessoa
Diária (Kg)	09/07/2018*	22,05	4,10	27,29**
	10/07/2018	16,75	21,80	28,45
	12/07/2018*	32,00	14,60	65,65**
	13/07/2018	10,75	14,67	26,85
Total (Kg)	<b>Total gerado</b>	<b>81,55</b>	<b>55,25</b>	<b>148,24</b>
	<b>Total caracterizado</b>	<b>49,15</b>	<b>34,50</b>	<b>112,07</b>

<sup>1</sup>Estações de Mandacaru, Renascer, Jacaré, Poço, Jardim Manguinhos e Cabedelo.

<sup>2</sup>Estações de Ilha do Bispo, Alto do Mateus, Bayeux, Várzea Nova e Santa Rita.

\*Caracterização dos dias acumulados

\*\*Quarteamento

O percentual de resíduos não caracterizados foi considerado como rejeito, pois, a partir do momento que a massa de resíduos se apresentava com grande parte de areia e de resíduos úmidos, tornou-se impossível a segregação dos materiais. Além disso, os pesos da areia e dos resíduos úmidos podem superestimar o resultado final da caracterização. Sendo assim, os percentuais de resíduos caracterizados foram 60,3% e 62,4% para as zonas Norte e Sul, respectivamente e 75,6% para João Pessoa.

Os resíduos não dispostos para a coleta municipal não foram contabilizados na caracterização. Os materiais recicláveis separados seletivamente na estação João Pessoa são repassados a Cooperativa dos Catadores e Catadoras de Reciclagem de Marcos Moura. São gerados cerca de 61 kg/mês, conforme relatório mensal de julho/18, informado pela respectiva cooperativa.

Os resíduos perigosos provenientes da oficina mecânica são encaminhados para aterro industrial. Estes resíduos são classificados como resíduos perigosos devido à presença de óleo lubrificante e são acondicionados separadamente em tambores plásticos e metálicos localizados nas mediações da oficina em uma área coberta de fácil acesso (Figura 1).

Os resíduos perigosos são separados em sólido, líquido e lâmpadas. Foram gerados 4680 L de resíduos líquidos, 1276 toneladas de resíduos sólidos e 121 lâmpadas desde Jan/2018 até o mês de junho/18, segundo registro da STU-JOP.

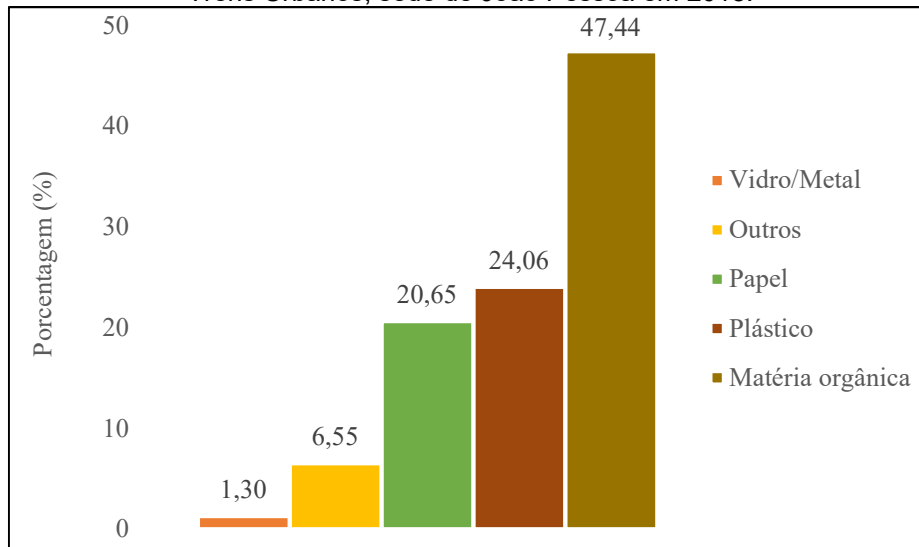
**Figura 1.** Acondicionamento dos resíduos provenientes da oficina mecânica da STU-JOP.



#### 4.2 Composição gravimétrica geral dos resíduos analisados

O montante gerado na semana de caracterização foi de 285,04 kg de resíduos, dos quais 52% foi gerado em João Pessoa, 29% na Zona Norte e 19% na Zona Sul (Tabela 3). Na Figura 2 é apresentado o percentual de cada fração da composição gravimétrica dos resíduos caracterizados no STU-JOP.

**Figura 22.** Composição gravimétrica (% em peso) dos resíduos caracterizados da Superintendência de Trens Urbanos, sede de João Pessoa em 2018.



Observa-se que o resíduo mais gerado foi a matéria orgânica (47%), seguido pelo plástico (24%) e papel (21%). A geração de vidro e metal foi de 1,30 % e a categoria “outros” (6,55%) corresponde aos resíduos ocasionais, tais como roupas, isopor, CDs, lâmpadas, material emborrachado. Na Figura 3 é possível visualizar alguns exemplares dos resíduos gerados. Resíduos como papel, plástico, vidros e metais, os quais representam 46% do total gerado, podem ser incluídos na coleta seletiva já realizada pela STU-JOP.

**Figura 3.** Exemplares de alguns dos resíduos caracterizados do estudo gravimétrico na STU-JOP, 2018:



a) papel de banheiro; b) plástico metalizado; c) plástico filme; d) copo plástico (PS e PP); e) garrafa PET; e f) restos de comida.



A geração diária per capita foi estimada em 0,0075 kg, considerando que 6,3 mil pessoas, entre funcionários (4%) e usuários (96%), frequentam diariamente as estações. Kunz, De Conto e Demori (2015) realizaram a caracterização de resíduos sólidos providos do serviço no sítio do aeroporto Hugo Cantergiani em Caxias do Sul - RS, a partir de uma média de movimentação diária de 839 passageiro e 120 funcionários. Segundo esses autores, a geração per capita no aeroporto foi de 0,0021 kg de resíduos sólidos, sendo maior geração de matéria orgânica putrescível (27,2%), seguida de plástico (19,2%) e papel/papelão (14,0%).

Os resultados encontrados no presente trabalho e por Kunz, De Conto e Demori (2015) apontam que a maioria dos geradores de resíduos sólidos, tanto em estações de trem, quanto em aeroportos, é representada por uma população flutuante, ou seja, pessoas que acessam os serviços transporte e permanecem nos pontos de geração por tempo determinado.

Dessa forma, pode-se constatar que os usuários (população flutuante) foram os principais geradores de resíduos sólidos do STU-JOP, sobretudo, de matéria orgânica como restos de comida e de plástico (filme, metalizado e garrafa PET), correspondente aos lanches rápidos, visto que o tempo de permanência nas estações é em média 60 minutos e o tempo máximo de viagem é de 50 minutos (CBTU, 2018).

## **5. CONCLUSÃO**

Por meio da caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos gerados no Sistema de Trens Urbanos da região metropolitana de João Pessoa, concluiu-se que foram gerados semanalmente 47% de resíduo orgânico, 24% de plástico e 21% de papel. Além disso, constatou-se que a geração per capita diária foi estimada em 0,0075 kg, sendo que a maior contribuição foi da população flutuante representada pelos usuários.

Foi possível constatar ainda, que a 46% destes resíduos podem ser reciclados e incluídos na coleta seletiva já realizada pela STU-JOP.

É importante destacar que esse diagnóstico, que sempre pode ser revisto e aprofundado, pode contribuir para a gestão de resíduos sólidos urbanos, uma vez que auxilia a tomada de decisões a respeito do gerenciamento dos resíduos sólidos provenientes das estações de trens urbanos.

## **REFERÊNCIAS**

ADRIANO, A. P. P.; MURATA, A. T. Caracterização e quantificação de resíduos sólidos em escola pública do município de Matinhos, PR, para proposição e medidas de gestão de resíduos. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGET, v. 19, n. 1, p. 30-37, 2015.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10.007: Amostragem de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/45909538/NBR-10007-Amostragem-de-Residuos>>. Acesso em 05 jun. 2018.

BARROS, R. T. V. Elementos de Gestão de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro. Tessitura, 2012. COMPANHIA BRASILEIRA DE TRENS URBANOS – CBTU. Tarifa. Disponível em <<https://www.cbtu.gov.br/index.php/pt/tarifa-jp>>. Acesso em: 16/08/2018.

KUNZ, J. G.; DE CONTO, S. M.; DEMORI, M. K. A geração de resíduos sólidos aeroportuários e suas interfaces com o turismo: o caso do Aeroporto Hugo Cantergiani, Caxias do Sul-RS, Brasil. Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo, v. 9, n. 1, pp. 59-75, jan./abr. 2015.

PEREIRA NETO, J. T.; Gerenciamento do lixo urbano: aspectos técnicos e operacionais. Viçosa: UFV, 2007. 129 p.

REZENDE, J. H. et al. Composição gravimétrica e peso específico dos resíduos sólidos urbanos em Jaú (SP), Engenharia Sanitária e Ambiental, v.18, n.1. p. 1-8, 2013;

SERVIÇOS DE LIMPEZA URBANA – SLU. Relatório da análise gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos do distrito federal – 2015, Brasília, 2016. Disponível em: [http://www.slu.df.gov.br/wp-content/uploads/2017/12/gravimetria\\_residuos\\_solidos.pdf](http://www.slu.df.gov.br/wp-content/uploads/2017/12/gravimetria_residuos_solidos.pdf). Acesso em 30/07/2018.

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, p. 39-52, mai./ago. 2016.