



## III-747 - ESTIMATIVA DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS PROVENIENTES DE GRANDES GERADORES: ESTUDO DE CASO EM JOÃO PESSOA, PARAÍBA

### **Mariana Moreira de Oliveira**<sup>(1)</sup>

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba. Mestre e Doutora em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba.

### **Igor do Nascimento Quaresma**<sup>(2)</sup>

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba, Mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba e Doutorando em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba.

### **Gilson Barbosa Athayde Júnior**<sup>(3)</sup>

Engenheiro Civil pela Universidade Federal da Paraíba, e Doutor em Engenharia Civil (Saneamento) University of Leeds - Reino Unido.

### **Joácio de Araújo Morais Júnior**<sup>(4)</sup>

Engenheiro Civil pela Universidade Federal da Paraíba, Mestre em Sciences et Techniques du Déchet pelo Institut National Des Sciences Appliquées de Lyon, e Doutor em Techniques du Déchet pelo Institut National Des Sciences Appliquées de Lyon.

### **Mikael Bernardo Vasconcelos de Araújo**<sup>(5)</sup>

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba, Especialista Saneamento Básico e Engenharia Ambiental pela Universidade Estácio de Sá e Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba.

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Universidade Federal da Paraíba - Campus I. Lot. Cidade Universitaria – João Pessoa - PB - CEP: 58051-900 - Brasil - e-mail: [marianamoreiraa@hotmail.com](mailto:marianamoreiraa@hotmail.com)

## **RESUMO**

A gestão dos resíduos sólidos urbanos tem emergido como uma grande preocupação para as autoridades municipais. A maioria dos resíduos gerados é passível de tratamento e reutilização. No Brasil, quase metade dos resíduos urbanos gerados são orgânicos, com alto potencial de reaproveitamento energético, seja pela compostagem ou pela digestão anaeróbia. Uma fonte de geração dos resíduos sólidos orgânicos (RSO) são os grandes geradores, com produção local expressiva de resíduos, como as feiras, hotéis, restaurantes. Considerando o potencial desses resíduos, esse trabalho objetiva estimar a geração de RSO de potenciais grandes geradores, especificamente, restaurantes, hotéis, central de abastecimento local e feiras, localizados no município de João Pessoa, a fim de munir os órgãos públicos com informações relevantes para efetiva gestão local. Partindo do pressuposto que cada grande gerador possui suas especificidades, foram delimitadas metodologias específicas para cada setor, cujos dados foram obtidos em bases oficiais e na literatura mais recente. De acordo com as estimativas, aproximadamente 14.000 toneladas de RSO são produzidas anualmente por restaurantes, feiras, central de abastecimento alimentício e hotéis em João Pessoa, o que representa cerca de 10% de todo o RSO gerado no município. Portanto, é prudente uma abordagem de gestão que englobe a coleta e o subsequente tratamento dessa fração de resíduos. É importante ressaltar que esse tipo de gerador pode ser mais facilmente envolvido nesse processo, o que permite iniciar a gestão dos resíduos orgânicos de forma incremental, especialmente considerando que o tratamento específico para os RSO ainda não está disponível no município.

**PALAVRAS-CHAVE:** feiras; restaurantes; central de abastecimento; hotéis; gestão RSU.

## **INTRODUÇÃO**

A geração de resíduos sólidos urbanos tem se tornado um grande problema para as municipalidades. No Brasil, uma parcela de aproximadamente 45% desses resíduos é composta por resíduos sólidos orgânicos - RSO,



(ABRELPE, 2020), que são compostos por restos de alimentos e vegetais descartados provenientes de diversas origens (BRASIL, 2022).

Devido às suas características, esses resíduos são rapidamente degradados, gerando nesse processo, gases e chorume, que quando não tratados podem causar diversos impactos negativos ao meio ambiente. Por outro lado, tais características conferem a esses resíduos possibilidades de aproveitamento, com a produção, por exemplo, de composto e biogás resultantes do tratamento por meio da compostagem e digestão anaeróbia, respectivamente.

Uma fonte de geração dos RSO são os grandes geradores, que produzem localmente, elevadas quantidades de resíduos, como por exemplo, os restaurantes, os hotéis, as feiras e os supermercados, dentre outros. Esse grupo de geradores é citado no Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) como grupo alvo para implantação da reciclagem dos RSO, devido à maior facilidade de segregação na fonte (BRASIL, 2022).

Conforme Poletto (2018), muitos municípios brasileiros têm cumprido os requisitos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, ao estabelecer critérios para identificar os grandes geradores de resíduos sólidos e responsabilizá-los pela gestão desses resíduos. Esses critérios podem incluir volume, massa ou outros parâmetros específicos. No entanto, Poletto (2018) observa que não há um parâmetro geral no Brasil que caracterize os estabelecimentos comerciais e de serviços como grandes geradores, havendo uma variação considerável nos volumes e/ou massas definidos. Ele aponta que a faixa usual adotada pelos municípios está entre 120 e 200 litros por dia. Isso significa que os municípios que possuem regulamentação têm suas próprias regras específicas para categorizar os grandes geradores.

No município de João Pessoa, o Decreto N.º 8.886, de 23 de dezembro de 2016, instituiu a Política Municipal de Resíduos Sólidos, que estabelece, indiretamente, que a produção diária acima de 200 litros qualifica uma atividade como grande geradora. Esses geradores têm a responsabilidade de gerir esses resíduos desde sua geração até sua destinação adequada, buscando ativamente a não produção e a redução desses resíduos, bem como o dever de realizar a segregação na fonte entre resíduos orgânicos, recicláveis e rejeitos.

Dessa forma, estudos voltados para estimativa e identificação dos grandes geradores têm sido observados na literatura (IOANNOU et al., 2022; BRANCOLI et al. 2022; HAVIZ et al., 2022). No entanto, esses estudos são voltados para uma fonte específica, como restaurantes e feiras livres, não sendo observada uma abordagem conjunta de diversos tipos de grandes geradores.

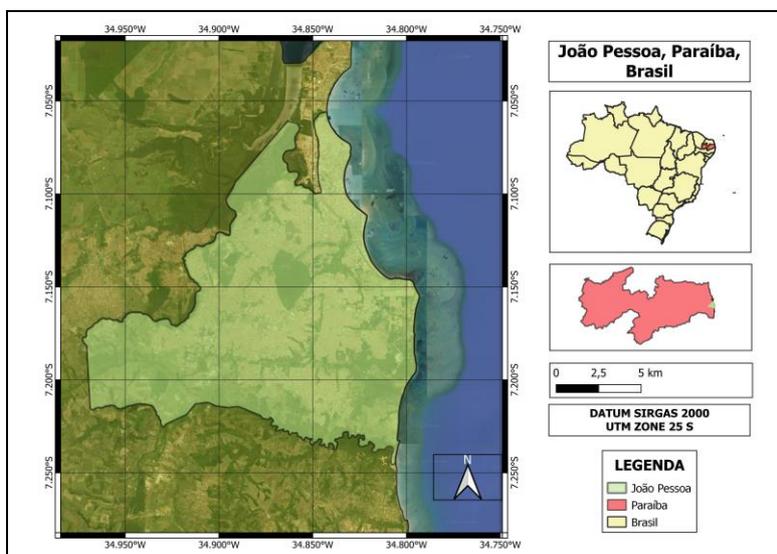
## **OBJETIVO**

O presente artigo tem por objetivo estimar a geração de RSO de potenciais grandes geradores, oriundos de fontes diversas, no município de João Pessoa, a fim de fornecer informações úteis, essenciais para etapa de diagnóstico da gestão desses resíduos.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **DEFINIÇÃO E LOCALIZAÇÃO DOS GRANDES GERADORES**

O presente estudo foi realizado no município de João Pessoa, capital da Paraíba, situado no nordeste brasileiro (Figura 1). O município limita-se ao sul com o município do Conde, ao norte com o município de Cabedelo, a oeste com os municípios de Santa Rita e Bayeux e ao leste com o Oceano Atlântico. Em 2022, João Pessoa apresentou população estimada de 833.932 habitantes e área territorial de 210,044 km<sup>2</sup> (IBGE, 2022).



**Figura 1: Localização do município de João Pessoa.**

Foi realizada uma investigação, a partir de dados oficiais, sobre o número de estabelecimentos desse tipo no município. Em seguida, os estabelecimentos foram identificados no software QGis, versão 3.28.2, um Sistema de Informações Geográficas – SIG, gratuito e livre. Devido à indisponibilidade de dados, foi estimada apenas a produção de RSO das seguintes fontes: central de abastecimento alimentício, hotéis, feiras, e restaurantes. A categoria de restaurantes também inclui aqueles localizados em shopping centers. Os resíduos orgânicos provenientes da indústria agroalimentar e de supermercados não foram incluídos.

O município de João Pessoa possui apenas uma central de abastecimento alimentício. Já os hotéis analisados foram identificados por Quaresma et al. (2024). Enquanto que a quantidade e localização das feiras foram obtidas na Secretaria de Desenvolvimento e Controle Urbano (SEDURB) do município. Para os restaurantes, utilizaram-se informações presentes no sistema de cadastro de pessoas físicas e jurídicas que atuam no setor de turismo (CADASTOUR), bem como da Associação Brasileira de Bares e Restaurantes (ABRASEL) da Paraíba. As informações duplicadas, ou seja, presente em ambas as bases de dados, foram eliminadas. Os dados obtidos são referentes às consultas realizadas em 13 de junho de 2023. A Tabela 1 apresenta a quantidade de restaurantes, por bairro, consideradas na presente pesquisa.

**Tabela 1: Quantidade de restaurantes por bairro considerados no estudo**

Bairro	Quantidade de restaurantes	Bairro	Quantidade de restaurantes
Aeroclub	1	Jardim Oceania	26
Altiplano	3	Jardim São Paulo	2
Anatolia	8	João Agripino	1
Bancários	6	Manaíra	87
Bessa	5	Mangabeira	24
Cabo Branco	8	Miramar	2
Centro	5	Ponta dos Seixas	2
Cristo Redentor	1	Tambaú	9
Estados	5	Tambauzinho	2
Geisel	1	Tambiá	19
Jaguaribe	1	Torre	2
Total			220

## ESTIMATIVA DA GERAÇÃO DE RSO DOS GRANDES GERADORES



Para conhecer a quantidade e a distribuição dos RSO gerados no município de João Pessoa, foi feita uma estimativa da quantidade desses resíduos provenientes de grandes geradores. Após a identificação e quantificação desses geradores foi realizado um estudo bibliográfico, que incluíram estabelecimentos de vários tamanhos, a fim de obter uma ordem de magnitude para a produção desses resíduos, por tipo de estabelecimento, para os restaurantes (Tabela 2) e feiras (Tabela 3). Já o RSO da central de abastecimento alimentício foi estimado usando dados fornecidos pela Empresa Paraibana de Abastecimento e Serviços Agrícolas (Empasa). Enquanto que o RSO de hotéis foi obtido após a pesagem de tais resíduos e extrapolado para todos os hotéis identificados em João Pessoa, conforme apresentado em Quaresma et al. (2024).

**Tabela 2: Estudos utilizados na estimativa de geração de RSO de restaurantes (t.ano<sup>-1</sup>).**

Lugar	Geração (t/ano)	Fonte
Kathmandu (região metropolitana), Nepal	9,45	Dangi et al (2011)
Hoi An, Vietnam	4,39	Hoang et al (2017)
Goiânia (Goiás, Brasil)	33,32	Silva (2022)
Chipre	31,00	Ioannou et al. (2022)
Slovénie	17,26	Juvan et al. (2023)
Montreal (Canadá)	56,21	Levesque et al. (2023)
Hoi An, Vietnam	7,56	Phu et al. (2019)
Kuala Lumpur (Malásia)	63,14	Papargyropoulos et al. (2016)
Annaba (Algeria)	42,03	Medjahed et al. (2019)
Ilha Grande do Havaí (EUA)	29,90	Saito et al. (2013)
Santos (São Paulo, Brasil)	15,85	Lafuente Junior (2012)
Guarapuava (Paraná, Brasil)	39,63	Amorim et al. (2010)

**Tabela 3: Estudos utilizados na estimativa da geração de RSO em feiras (t.ano<sup>-1</sup>).**

Localidade	Geração (t/ano)	Fonte
São Paulo	6,45	Oliveira e Gattamorta (2021)
	13,46	
Niaga daya, Makassar	305,70	Mangarengi et al (2020)
Bandar Lampung, Lampung Province, Indonesia	1336,67	Haviz et al (2022)
Campina Grande, Paraíba	656,08	Sousa et al (2017)
Santos, São Paulo	407,24	Pinto et al (2019)
São Paulo/, São Paulo	57,75	Brancoli et al (2022)
República Democrática do Laos	249,28	Bayer et al (2006)

A estimativa da massa de RSO dos restaurantes, feiras e hotéis foi realizada por meio da multiplicação da taxa média de geração do RSO por tipo de estabelecimento pela quantidade de estabelecimentos (Equação 01).

$$M_i = tx_i * n_i \quad (\text{Eq. 01})$$

No qual:

$M_i$  = Massa de RSO no setor  $i$  (t/ano)

$i$  = restaurantes, feiras e hotéis

$tx_i$  = taxa média de RSO por estabelecimento do tipo  $i$  (t/ano)

$n_i$  = quantidade de estabelecimento do tipo  $i$

Já a estimativa para os RSO da central de abastecimento alimentício foi obtida pela média dos dados de geração desses resíduos fornecidos entre os anos de 2019 e 2020.

## RESULTADOS DA PRIMEIRA ETAPA

### LOCALIZAÇÃO DOS GRANDES GERADORES

A Figura 2 ilustra a localização dos potenciais grandes geradores identificados. A maioria dos restaurantes e hotéis está localizada na área turística da cidade, enquanto as feiras e a central de abastecimento alimentício estão nas áreas centrais.

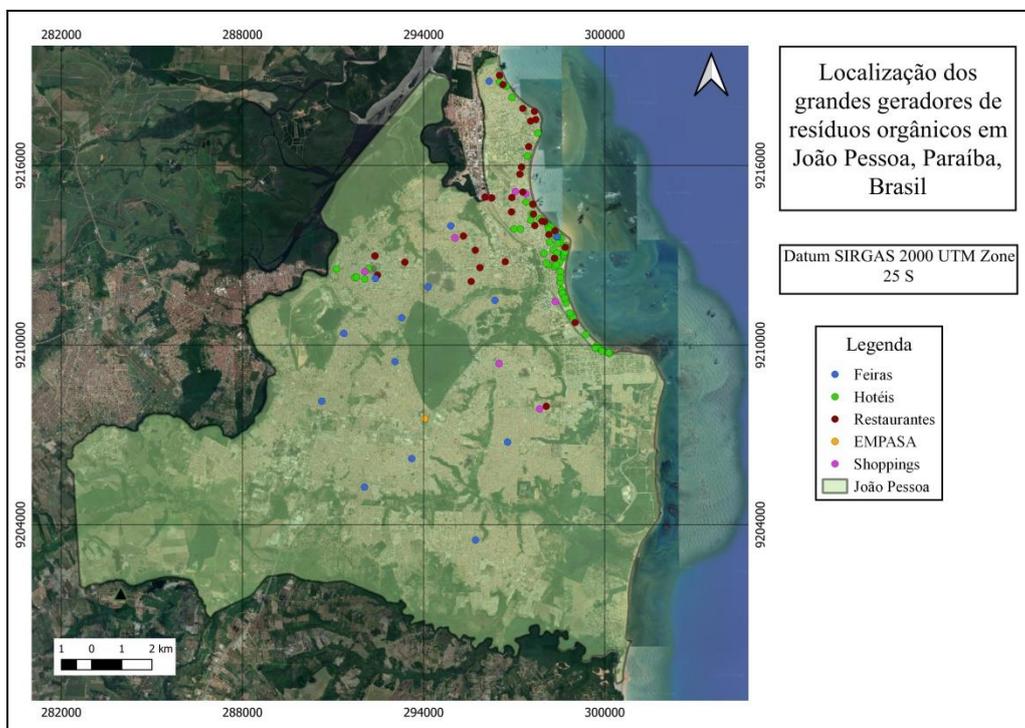


Figura 2: Localização dos grandes geradores de RSO em João Pessoa.

## GERAÇÃO DE RSO

A compilação dos dados da literatura, bem como os obtidos diretamente na fonte de geração, é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4: Dados usados para estimar os RSO de grandes geradores em João Pessoa

Grandes geradores	Quantidade de estabelecimentos	Taxa (t/ano/estabelecimento)	Fonte
Restaurantes	220	29,15	Ver Tabela 2
Feiras	13	379,08	Ver Tabela 3
Central de abastecimento alimentício	1	1.901,65	EMPASA
Hoteis	72	12,06	Quaresma et al. (2024)

De acordo com as estimativas, aproximadamente 14.000 toneladas de RSO são produzidas anualmente por restaurantes, feiras, central de abastecimento alimentício e hotéis em João Pessoa (Tabela 5). Ao acrescentar os RSO das residências essa quantidade se aproxima de 150.000 t.ano<sup>-1</sup> (SNIS, 2021; MORAIS JÚNIOR, ALBUQUERQUE, 2012).

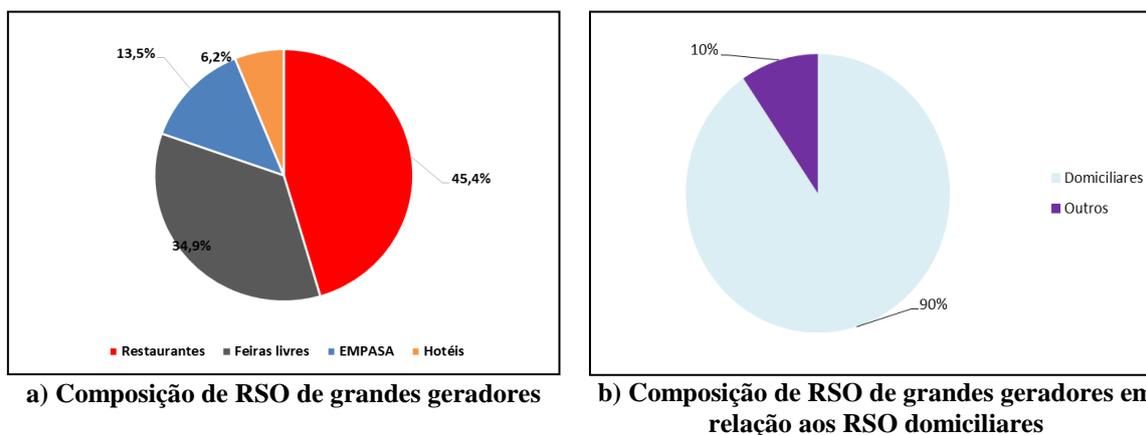
Tabela 5: Geração de RSO em João Pessoa.

RSO	t.ano <sup>-1</sup>
Restaurantes	6.411,99

Feiras	4.928,03
Central de abastecimento alimentício	1.901,65
Hotéis	868,37
<b>Total</b>	<b>14.110,04</b>

### ANÁLISE DOS RESULTADOS

A maior parte do RSO gerado é oriunda dos restaurantes e feiras da cidade, seguidos pela central de abastecimento alimentício e hotéis (Figura 3a). Ao comparar com os RSO do município, esses resíduos representam cerca de 10% dos resíduos gerados no ambiente urbano do município (Figura 3b).



**Figura 3: Composição do RSO por fonte de geração.**

Considerando que há outros potenciais grande geradores que não foram analisados na pesquisa, observa-se que a gestão voltada para os RSO provenientes dos grandes geradores, mostra-se pertinente, visto a quantidade gerada, assim como a maior facilidade de mobilização desses resíduos, sendo uma opção para iniciar a gestão dos RSO no município. Essa ação pode trazer diversos benefícios para o meio ambiente, bem como adequação ao previsto na Política Nacional dos Resíduos Sólidos, instituída pela lei 12.305/2010, que prevê apenas a disposição de rejeitos em aterros sanitários, uma vez que o município ainda destina os RSO para esta unidade de disposição final.

Os mapas abaixo mostram a geração e a concentração da produção de RSO por grandes geradores identificados em  $t.an^{-1}$  (Figura 4) e  $t.an^{-1}.ha^{-1}$  (Figura 5), em cada bairro do município. A maior parte dos resíduos é produzida nas regiões central e nordeste, no litoral da cidade, enquanto a produção está concentrada em alguns bairros, em especial na zona litorânea. Essa concentração dos hotéis e restaurantes em uma região específica torna essa fonte de resíduos mais facilmente mobilizável, possibilitando uma gestão voltada para essas fontes.

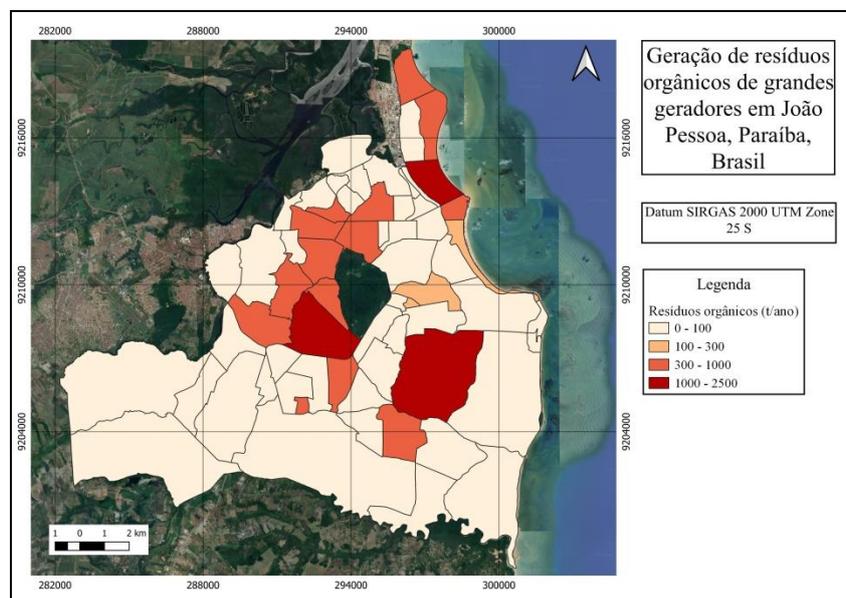


Figura 4: Geração de RSO de grandes geradores ( $t \cdot ano^{-1}$ ) em João Pessoa.

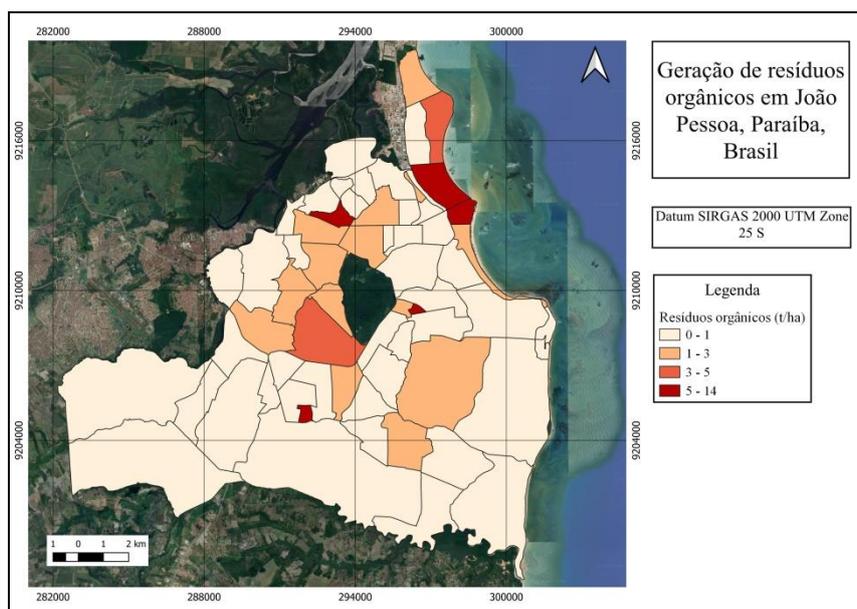


Figura 5: Geração de RSO de grandes geradores ( $t \cdot ano^{-1} \cdot ha^{-1}$ ) em João Pessoa.

## CONCLUSÕES

O presente artigo realizou a identificação dos grandes geradores, bem como a estimativa da geração dos RSO provenientes dessa fonte. Estima-se que são geradas aproximadamente 14.000 toneladas anuais de RSO de restaurantes, hotéis, feiras e central de abastecimento alimentício, que representa cerca de 10% dos RSO quando analisado conjuntamente com os RSO domiciliares.

Observa-se que os RSO dos grandes geradores representam um percentual considerável do quantitativo desses resíduos gerados no município. Assim, uma gestão que inclua coleta e posterior tratamento dessa parcela mostra-se pertinente. Além disso, destaca-se que esse tipo de gerador é mais facilmente mobilizado, podendo



ser utilizado para iniciar a gestão desses resíduos a ser aumentada de forma gradual, visto que ainda não existe o tratamento para os RSO do município.

Recomenda-se a extensão da pesquisa com os demais restaurantes não cadastrados nos órgãos oficiais, a fim de abranger a totalidade dos RSO gerados por essa fonte, bem como a inclusão dos RSO gerados em supermercados e na indústria agroalimentar. Nesse sentido, sugere-se a realização de campanhas específicas em campo para obtenção desses dados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRELPE–Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2022*. 2022. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/>. Acesso em: 20/02/2024.
2. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília. 2022. Disponível em: <https://sinir.gov.br/>. Acesso em: 28/02/2024.
3. BRANCOLI, P., MAKISHI, F., LIMA, P. G., & ROUSTA, K. *Compositional Analysis of Street Market Food Waste in Brazil. Sustainability*, v. 14, n. 12, p. 2-14, jun. 2022.
4. HAVIZ, M., IRYANI, D. A., YULIANDARI, P., HASANUDIN, U., AMIEN, E. R., HARYANTO, A. *Characterization of Traditional Market Solid Waste (TMSW) and Its Recycling Potential. Journal Teknik Pertanian Lampung*, v.11, n. 1, p. 70-78, mar. 2022.
5. IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo Demográfico*. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 01/04/2024.
6. IOANNOU, A., GEORGALI, P. Z., FOKAIDES, P. A. *Quantification of food waste in an insular island state for all stages of the food supply chain. Resources, Conservation and Recycling*, v. 185, p. 1-12, jun.2022.
7. JUVAN, E., GRÜN, B., DOLNICAR, S. *Waste production patterns in hotels and restaurants: An intra-sectoral segmentation approach. Annals of Tourism Research Empirical Insights*, 4(1), 100090. 2023.
8. LAFLUENTE JUNIOR, A. N. D. A. *Resíduos sólidos em restaurante comercial: um estudo de caso na cidade de Santos/SP. Revista de tecnologia aplicada*, v.1, n. 2, p. 44-61, ago. 2012.
9. LÊVESQUE, J., PERREAULT, V., MIKHAYLIN, S. *Food waste environmental impact assessment as leverage to better guide restaurants toward improving their sustainability. International Journal of Gastronomy and Food Science*, v. 33, p.1-10, mai. 2023.
10. MORAIS JÚNIOR, J. A. DE; ALBUQUERQUE, R. M. Y. *Caracterização dos resíduos sólidos urbanos da região metropolitana de João Pessoa - PB. In: XV SILUBESA - Simpósio Luso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, 2012, Belo Horizonte. Anais do XV SILUBESA. Belo Horizonte: ABES, 2012.
11. POLETTTO, L. D. Metodologia de definição de grandes geradores de resíduos sólidos urbanos para o município de Florianópolis. Florianópolis, 2018. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Santa Catarina, 2018.
12. QUARESMA, I. DO N., ATHAYDE JÚNIOR, G. B., BAYARD, R., SOUZA, E. L. DE, MORAIS JÚNIOR, J. DE A., CASTILHOS JÚNIOR, A. B. de. *Models for estimating solid waste production in hospitality establishments. Revista AIDS - Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental*. (no prelo, 2024).
13. SILVA, H. A. P. DA, PONTES JR, A. F., ABRANTES, P., BARRELLA, W. *Diagnóstico e gerenciamento de resíduos em feiras livres do Município de Santos/SP. Unisanta BioScience*, v. 8, n. 1, p. 96-111. 2019.
14. SNIS-SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. *Diagnóstico do manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2020*. Brasília: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA)/Ministério das Cidades, 2021.
15. SOUSA, M. G. DE. O estudo da geração de resíduos sólidos orgânicos: na feira da prata da cidade de Campina Grande. Campina Grande, 2017. Tese de doutorado - Universidade Federal de Campina Grande, 2017.