



Desafios da gestão de resíduos sólidos urbanos em municípios fluminenses

Bianca de Cássia Cardoso Beraldo; 0000-0001-9465-1995

Flavia Coelho Rocha; 0009-0007-0086-1352

Patrick da Rocha Cotrim; 0009-0006-5751-7117

Emanuel Santos Junior; 0000-0002-2173-7285

Centro Universitário de Volta Redonda (UniFOA), Volta Redonda, RJ

emanuel.junior@foa.org.br

Resumo: Este trabalho aborda os desafios enfrentados na gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) em municípios do estado do Rio de Janeiro. A coleta, tratamento e destinação corretos de RSU são essenciais para a preservação do meio ambiente e saúde pública, com impacto favorável na redução da poluição e disseminação de doenças. A partir de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), o estudo analisou qualitativamente e estaticamente a gestão de RSU nas cinco regiões fluminenses. No entanto, verificou-se que a falta de dados precisos no SINIR foi um obstáculo à elaboração de análises precisas. O Médio Paraíba é a região que apresentou o maior índice de municípios que declararam os dados/informações no SINIR para o período analisado. A análise dos custos de manejo de RSU também evidenciou variações significativas entre as regiões. Diante desse cenário, a gestão de RSU no estado do Rio de Janeiro requer uma abordagem mais abrangente e colaborativa entre os municípios para implementação de políticas assertivas sob as perspectivas econômica, social e ambiental. Como trabalho futuro, pretende-se aplicar técnicas de aprendizado de máquina para imputar dados faltantes, proporcionando uma análise mais robusta apoiada em inteligência artificial.

Palavras-chave: Resíduo sólido urbano. Gestão pública. Meio ambiente. Análise de dados.





INTRODUÇÃO:

De acordo com ABRELPE (2019), entre 2017 e 2018, a geração de resíduo sólido urbano (RSU) no Brasil aumentou quase 1%, atingindo cerca de 216.629 toneladas diárias. Como a população também cresceu em torno de 0,40% neste mesmo período, a geração per capita teve elevação semelhante (~ 0,39%). Isso significa que, em média, cada brasileiro gerou pouco mais de 1 quilo de RSU por dia.

Com o decorrer dos anos, o avanço da tecnologia tem impressionado a sociedade, introduzindo novas perspectivas e inovações. No entanto, essa evolução tem deixado um impacto significativo no meio ambiente devido ao consumismo desenfreado, gerando uma crescente preocupação global. Isso resultou a exploração demasiada dos recursos naturais, aumento dos vetores de propagação de doenças, poluição do solo e da água, afetando o equilíbrio ecológico do planeta.

A região Sudeste, diferentemente das demais regiões brasileiras, produz resíduos em proporção maior que sua participação na população brasileira: concentra 42% dos habitantes, com geração de 50% do RSU no país, representando um índice per capita de 1,23 quilo por dia (ABRELPE, 2019).

Cerca de 51% do RSU gerado no país trata-se principalmente de matéria orgânica (ABRELPE, 2019). Outra metade (~49%) é composta por materiais diversificados, tais como: plástico, vidro, alumínio, papel, tecidos e borracha. A quantidade elevada de resíduos provoca um grande impacto socioambiental, especialmente se considerarmos que a maioria das cidades brasileiras não possui uma destinação adequada para eles.

A Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010), que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispõe sobre o gerenciamento de RSU, tendo como proposta um conjunto de instrumentos de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável. Além disso, a responsabilidade pela gestão de RSU passa a ser compartilhada entre os cidadãos, as empresas e o poder público.

Neste contexto, as cooperativas de coleta seletiva, os sistemas de coleta municipal de resíduos, os pontos de descarte de resíduos eletrônicos e de produtos de riscos





biológicos são ações atualmente existentes no país. Além disso, as instituições de pesquisa desempenham um papel relevante quanto ao desenvolvimento de novas tecnologias de reciclagem (FERREIRA, 2000). A criação de novos padrões de comportamento e valores culturais requer esforços de educação e sensibilização, e essa responsabilidade deve ser compartilhada tanto pela geração atual quanto pelas futuras, no sentido de construir um novo paradigma para o mundo (FERREIRA, 2000). Segundo Cortez e Ortigoza (2007), adotar um consumo responsável e sustentável teria um efeito positivo na redução da geração excessiva de resíduos, causada pelo desperdício em consumo desenfreado. A relação entre a qualidade ambiental e a gestão adequada dos resíduos sólidos urbanos, aliada ao consumo consciente, contribuiria para a preservação de diversos serviços ecossistêmicos, incluindo os ligados à saúde pública e à conservação dos ecossistemas (SILVA, 2015).

O estado do Rio de Janeiro enfrenta desafios significativos com relação à produção e gestão de RSU. Com uma população densamente concentrada em áreas urbanas, com 16 milhões de habitantes (IBGE, 2022), o estado enfrenta um aumento contínuo na geração de resíduos, impulsionado pelo crescimento populacional e pelo aumento do consumo. Esse cenário é agravado pela falta de infraestrutura adequada para o tratamento e a destinação correta de RSU.

A partir do levantamento de dados disponíveis dos municípios do estado do Rio de Janeiro, o objetivo deste trabalho é analisar a gestão de resíduos sólidos urbanos no estado. Certamente, um sistema eficaz de gestão de RSU, baseada dados e em evidências, contribui para a preservação do meio ambiente e da saúde pública, reduzindo a propagação de doenças decorrentes da destinação inadequada de resíduos por meio de políticas públicas mais assertivas.

METODOLOGIA:

Os dados utilizados no estudo estão disponibilizados em Relatórios Municipais e Estaduais de Gestão de Resíduos Sólidos, no Sistema Nacional de Informações sobre Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), disponível em <https://sinir.gov.br/relatorios>, para o período de 2016 a 2019. Os dados utilizados são de domínio público, excluindo-se a necessidade de apreciação por um comitê

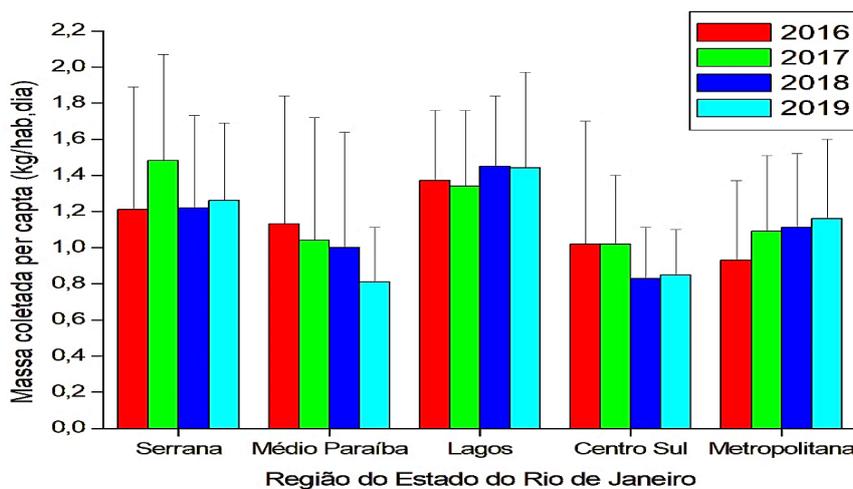


de ética em pesquisa. A partir do levantamento dos dados foi possível estudar índices e tendências anuais correspondentes a cada região do estado do Rio de Janeiro: Região Centro Sul, Região dos Lagos, Região Metropolitana, Região Médio Paraíba e Região Serrana. Após coleta e avaliação preliminar dos dados obtidos, foi construído um *dataset* para realização de análises exploratória qualitativa e estatística para cada região do estado do Rio de Janeiro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

A coleta adequada de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) pelos municípios desempenha um papel primordial na promoção da saúde pública, na conservação do meio ambiente e no desenvolvimento sustentável das comunidades. Além de contribuir para a redução da poluição do solo, da água e do ar, a coleta eficiente de RSU também minimiza os riscos à saúde humana, reduz a propagação de doenças transmitidas por vetores, cria oportunidades de emprego e geração de renda por meio da reciclagem, e ainda, promove a conservação de recursos naturais. Neste contexto, a Figura 1 apresenta a massa de RSU per capita coletada no estado do Rio de Janeiro entre os anos de 2016 e 2019, de acordo com levantamento a partir de informações disponibilizadas pelo poder público.

Figura 1 – Média da massa de RSU coletada per capita (kg/hab,dia) das regiões do estado do Rio de Janeiro entre 2016 e 2019.



Fonte: os autores.



De acordo com o levantamento, pode-se notar que coleta de massa de RSU per capita é variável ao longo do período. A partir de observação visual, podemos observar que a região do Médio Paraíba apresentou tendência de redução do indicador. Por outro lado, a região Metropolitana parece aumentar gradualmente a coleta de massa de RSU per capita ao longo do período. As demais regiões não apresentaram tendências notáveis quanto ao comportamento do indicador. É importante ressaltar que a coleta de dados pelo sistema SINIR não parece ser eficiente, visto muitos municípios não declaram os dados adequadamente (ver Tabela 1). Além de dados faltantes, a inserção de dados confiáveis também é questionável. Apesar de ser constituída por 11 municípios, por exemplo, apenas 4 municípios declaram informações no sistema SINIR na região Centro Sul. Ou seja, em torno de 63,6% dos municípios da região não declararam informações no sistema SINIR. Apenas 25% dos municípios da região do Lagos oferecem informações quanto ao RSU anual. Em contraste, a região do Médio Paraíba destaca-se ao possuir apenas 13,3% de municípios não-declarantes.

Tabela 1 – Quantidade total de municípios e percentual de municípios por região que não declararam informações no sistema SINIR.

Regiões	Nº de cidades	Ausência de dados (2016 - 2019)
Região Centro Sul	11	63,6%
Região dos Lagos	12	75,0%
Região Médio Paraíba	15	13,3%
Região Metropolitana	16	50,0%
Região Serrana	16	37,5%

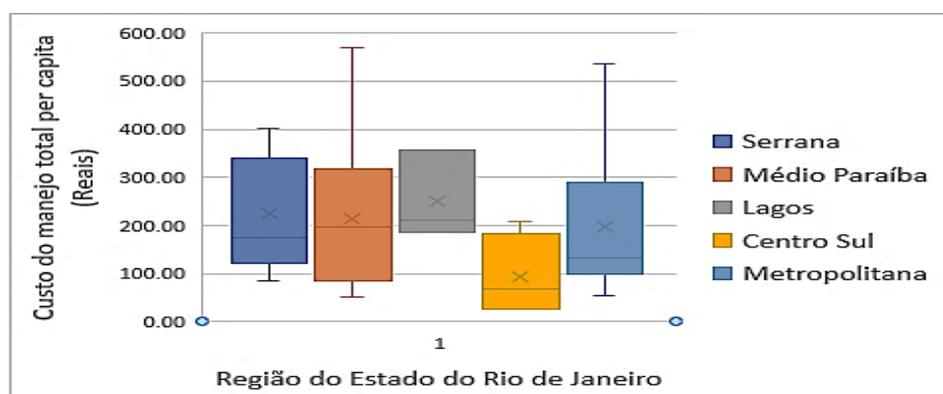
Fonte: os autores.

Diante desse cenário, uma análise robusta da gestão de RSU no estado do Rio de Janeiro torna-se complexa, uma vez que os dados/informações disponibilizados não são totalmente representativos. Seguramente, a conjuntura atual não permite uma gestão de RSU voltada às políticas públicas eficazes, pois a falta de informações detalhadas pode comprometer o planejamento adequado das estratégias para implementação de medidas para coleta, tratamento e destinação



correta dos resíduos. Além disso, este fato reflete desfavoravelmente no dimensionamento de recursos e infraestrutura locais adequados ao manejo de RSU. Nessas circunstâncias, a destinação de recursos para o custeamento de manejo de RSU pode ser inadequada, como recursos dispendidos equivocadamente. Para exemplificação, a Figura 2 apresenta a análise Box-plot do custo do manejo de RSU total per capita em cada região fluminense no ano de 2019.

Figura 2 - Custo total de manejo per capita (Reais) das regiões do estado do Rio de Janeiro em 2019.



Fonte: os autores.

Para os resultados apresentados na Figura 2, não foram detectados valores atípicos ou discrepantes. Apesar de possuir maior quantidade relativa de municípios declarantes de dados no sistema SINIR, o comprimento das caudas de distribuição são as maiores, comparáveis à região Metropolitana. Isto mostra uma maior variabilidade dos custos de manejo em comparação às demais regiões. Em outras palavras, apresentaram maiores dispersões com relação à diferença entre os valores máximos e mínimos, bem como aos intervalos interquartílicos das caixas.

A mediana é uma métrica de tendência central mais indicada quando os dados possuem distribuição assimétrica, uma vez que a média está sob influência de valores extremos (FAVERO E BELFIORE, 2021). A partir da Figura 2, observa-se que todas as regiões apresentaram distribuição assimétrica positivas, com a menor mediana (e média) na região Centro Sul. Ainda considerando a mediana, as demais regiões apresentaram valores próximos. É interessante notar que os valores de



mediana e média estão muito próximos para a região do Médio Paraíba, o que poderia estar relacionado à maior quantidade relativa de dados disponíveis. Mesmo assim, no que diz respeito ao indicador custo de manejo de RSU, deve-se também considerar variáveis não-controláveis, como a tomada de decisão subjetiva por parte dos administradores.

Como a região do Médio Paraíba possui cerca de 86,7% de seus municípios declarantes de dados no sistema SINIR (Tabela 1), permite-se uma análise qualitativa um pouco mais detalhada para a região. Quanto à coleta direta de resíduos sólidos, a maioria dos municípios da região demonstra um índice superior a 90% de eficiência na coleta adequada. Entretanto, a região ainda se depara com diversos obstáculos, por exemplo: os municípios de Itatiaia, Resende, Rio das Flores e Valença possuem lixões em operação (ABRELPE, 2019). O município de Resende não apenas lida com a gestão de RSU produzidos em seu território, mas também recebe resíduos de Itatiaia, além dos resíduos de serviços de saúde originários de Itatiaia, Porto Real e Rio Claro. Não obstante, o município de Resende enfrenta desafios relacionados ao destino e tratamento dos rejeitos provenientes das Indústrias Nucleares do Brasil, exigindo a disponibilidade de uma infraestrutura especializada para o tratamento adequado desses materiais. Dessa forma, é possível inferir que os dados relativos à coleta de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), que são registrados e comunicados pelo sistema SINIR, aparentemente não estão sendo empregados de maneira eficaz na formulação de políticas públicas direcionadas para uma gestão eficiente de RSU.

Como perspectiva para futuras pesquisas, planeja-se empregar técnicas apropriadas de aprendizado de máquina para estimar dados ausentes no conjunto de dados, proporcionando, assim, uma análise mais sólida apoiada em dados e métodos avançados de inteligência artificial. Tais algoritmos podem aprender padrões complexos e prever dados faltantes com base nas informações disponíveis, mesmo em conjuntos de dados com lacunas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS:

O levantamento de dados e análise exploratória sugerem que a gestão de RSU no estado do Rio de Janeiro apresenta desafios significativos relacionados à coleta de



dados confiáveis, ao planejamento estratégico e à alocação de recursos. Para melhorar a eficácia da gestão de RSU e promover o desenvolvimento sustentável, é importante que os municípios melhorem a qualidade de suas informações, adotem abordagens mais abrangentes e trabalhem em conjunto para implementar políticas públicas eficazes.

AGRADECIMENTOS:

CNPq (programa PIBIC/CNPq) e FOA (Programa PIC/UniFOA).

REFERÊNCIAS:

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS, 2019. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018-2019**. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/panorama/>>. Acesso em: 22 ago. 2022.

BRASIL. Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 14 ago. 2022.

CORTEZ, C. A. T.; ORTIGOZA, G. S. A. **Consumo Sustentável: conflitos entre necessidade e desperdício**. São Paulo, Ed. Unesp, 2007.

FAVERO, L. P.; BELFIORE, P. **Manual de análise de dados: estatística e modelagem multivariada com Excel, SPSS e Stata**. Rio de Janeiro, Ed. LTC, 2021.

FERREIRA, J. A. Resíduos Sólidos: perspectivas atuais. *In*: SISINNO, C. L. S. **Resíduos Sólidos, ambiente e saúde: uma visão multidisciplinar**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2000.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2022. **Censo Demográfico 2022**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados>>. Acesso em: 09 set. 2023.

SILVA, J. S. Gestão de resíduos sólidos e sua importância para a sustentabilidade urbana no Brasil: uma análise regionalizada baseada em dados do SNIS. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, v.1, n. 12, p. 61-70, 2015.