



III-113 - IMPACTOS DA PANDEMIA DE COVID-19/2020 NA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO, BRASIL

Ronei de Almeida⁽¹⁾

Engenheiro Químico e Doutor em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Professor Adjunto da Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (FEN/ UERJ).

Ronaldo Lúcio de Souza Teixeira⁽²⁾

Especialista em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (CESA/ UERJ). Superintendente da Companhia de Limpeza Urbana do Município do Rio de Janeiro – COMLURB.

Endereço⁽¹⁾: Rua São Francisco Xavier, 524 – Maracanã – Rio de Janeiro – RJ – CEP: 20950-000 – Brasil – (21) 2334-0311 – e-mail: ronei.almeida@eng.uerj.br

RESUMO

A crise da COVID-19/2020 impactou vários setores da nossa sociedade, incluindo a gestão de resíduos sólidos das cidades. Alterações nas tendências de geração de resíduos — quantidade e composição — foram relatadas em todo o mundo. A avaliação dos dados qualitativos dos resíduos sólidos fornece aos tomadores de decisão o conhecimento adequado para responder de forma eficaz a futuras situações pandêmicas. O presente estudo analisa os dados quantitativos dos resíduos sólidos domésticos, resíduos de saúde e recicláveis coletados no município do Rio de Janeiro de janeiro de 2018 a dezembro de 2023. A coleta de resíduos hospitalares no Rio de Janeiro apresentou um aumento notável em 2020 e 2021, com uma média de 46,9 e 54,3 toneladas coletadas por mês, respectivamente. Notavelmente, no ano de 2021 houve um aumento significativo de 42% em comparação a 2019 (p-valor < 0,001). Os resíduos recicláveis experimentaram um aumento superior a 40% em 2022 e 2023 em comparação ao período 2018-2020 (p-valor < 0,05). A partir dos resultados obtidos, medidas são sugeridas para aprimoramento da gestão dos resíduos sólidos gerados na cidade: #1 Investir em tratamentos térmicos e termoquímicos para resíduos perigosos e não recicláveis, #2 Soluções descentralizadas de valorização de resíduos, como práticas de compostagem doméstica e sistemas descentralizados de digestão anaeróbica, e #3 Implementação de campanhas públicas de conscientização orientadas, aplicação da separação de resíduos na fonte e criação de programas de reciclagem considerando as circunstâncias locais.

PALAVRAS-CHAVE: Recicláveis, Resíduo domiciliar, Resíduo hospitalar, Valorização de resíduos sólidos urbanos.

INTRODUÇÃO

Em 30 de janeiro de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) anunciou que o surto da doença do coronavírus 2019/2020 (COVID-19/2020) na China seria considerado uma Emergência de Saúde Pública de Preocupação Internacional, representando uma ameaça significativa para países com sistemas de saúde frágeis (Sohrabi et al., 2020). A pandemia de COVID-19/2020, causada pelo coronavírus da síndrome respiratória aguda grave (SARS-CoV-2), provocou problemas de saúde pública sem precedentes, assim como evidenciou vários problemas socioeconômicos e ameaças ambientais da atualidade (Jayasinghe et al., 2023).

Durante o pico do surto, o volume de resíduos biológicos perigosos no epicentro da pandemia de COVID-19/2020 na China aumentou para 247 t/d, aproximadamente seis vezes mais comparado aos níveis pré-pandêmico. Na Índia, cerca de 600 toneladas de resíduos de serviços de saúde foram geradas diariamente, representando um aumento de cerca de 10%. Da mesma forma, centros urbanos, tais como, Manila, Kuala Lumpur, Hanói e Bangkok, relataram aumentos semelhantes na geração de resíduos hospitalares (Hantoko et al., 2021). Além disso, diversos estudos exploraram possíveis mudanças na coleta de recicláveis durante a pandemia da COVID-19/2020. No entanto, dados numéricos relacionados ao gerenciamento de resíduos sólidos urbanos (GRSU) ainda são escassos (Azevedo et al., 2022; Urban & Nakada, 2021). Conforme



destacado por (Park, 2023), é essencial realizar estudos locais de gestão de resíduos para explorar as variações de resultados, mesmo quando confrontados com a mesma pandemia.

O GRSU é um desafio em várias nações, especialmente em países de economia emergente como Brasil (de Almeida et al., 2021). A pandemia afetou fortemente o gerenciamento de resíduos em várias partes do mundo. O GRSU é fundamental em uma crise sanitária como a da COVID-19/2020 para garantir a qualidade da saúde pública e evitar o escalonamento da crise sanitária. Portanto, torna-se imperativo a avaliação da geração de resíduos sólidos como ferramenta de identificação de oportunidades e melhorias nos sistemas públicos de limpeza urbana.

O presente estudo analisa a geração de resíduos hospitalar, domiciliar e recicláveis coletados no município do Rio de Janeiro (Brasil) no período de janeiro de 2018 a dezembro de 2023. Esse trabalho oferece uma referência para os municípios que enfrentam desafios semelhantes na gestão de resíduos, visando fornecer um arcabouço para enfrentamento de emergências futuras de saúde pública no contexto do gerenciamento de resíduos sólidos.

MATERIAIS E MÉTODOS

ESTUDO DE CASO

A cidade do Rio de Janeiro é a segunda cidade mais populosa do Brasil (depois de São Paulo) e a sexta mais populosa cidade das Américas. O município do Rio de Janeiro tem toda a sua população vivendo em áreas urbanas. A população estimada é de 6.211.423 habitantes (em 2022), e a área é de 1.200.329 km². O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) do Rio de Janeiro é de 0,799 (ano 2010), o que o coloca na faixa de cidades de nações altamente desenvolvidas. A cidade é dividida em cinco áreas de planejamento (AP) com base na ocupação humana, no uso da terra e nos aspectos ambientais e socioeconômicos de cada bairro (Figura 1). As APs orientam a administração pública na implementação de políticas governamentais e ações integradas em diferentes setores, incluindo a gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) (de Almeida & Lúcio de Souza Teixeira, 2024).

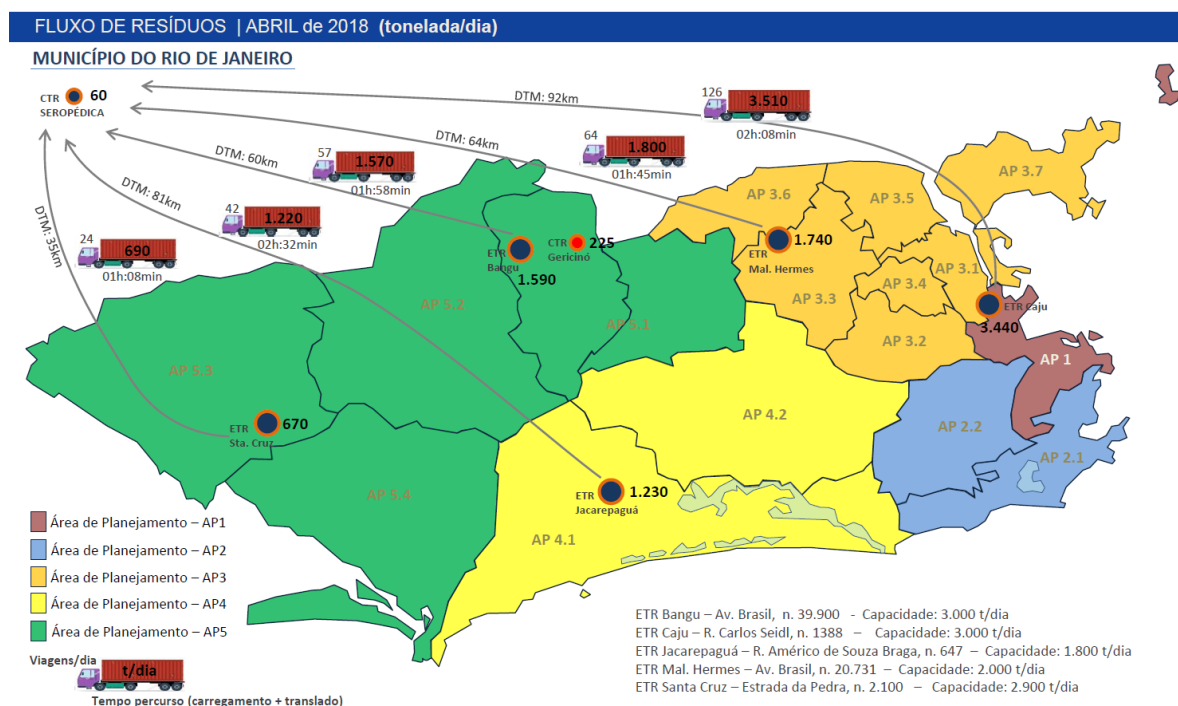


Figura 1: Áreas de planejamento do município do Rio de Janeiro/ Brasil e fluxo de resíduos sólidos urbanos em abril/2018. (de Almeida & Lúcio de Souza Teixeira, 2024) (Adaptado).



Os RSU coletados no Rio de Janeiro são transferidos para estações de resíduos dentro das áreas de planejamento e enviados para o aterro sanitário de Seropédica (CTR Seropédica). As atividades do CTR Seropédica foram iniciadas em abril de 2012. Em seguida, foi autorizado o fechamento do “lixão” de Gramacho - maior vazadouro a céu aberto em operação na América Latina de 1976 a 2012. Atualmente, o CTR Seropédica é o único aterro sanitário que atende o município do Rio de Janeiro. O aterro sanitário de Seropédica recebe cerca de 10 mil t/d de RSU (de Almeida et al., 2020).

COLETA DE DADOS

Os dados quantitativos de geração de resíduos sólidos no município do Rio de Janeiro foram extraídos do banco de dados interno da Companhia Municipal de Limpeza Urbana (COMLURB) da cidade no período de janeiro de 2018 a dezembro de 2023. Adicionalmente, o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Rio de Janeiro (dados coletados em 2020) foi utilizado para comparação de dados, visando ampliar a discussão do presente estudo.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

O teste de Shapiro-Wilk foi aplicado para análise da normalidade dos dados. O teste não paramétrico Kruskal-Wallis foi empregado para comparar a produção de resíduos em seis grupos independentes, a saber: 2018, 2019, 2020, 2021, 2022 e 2023, com relação às categorias de resíduo domiciliar, hospitalar e recicláveis coletados no município do Rio de Janeiro. As comparações entre pares foram realizadas usando o teste Dwass-Steel-Critchlow-Fligner (DSCF). Todas as análises estatísticas foram realizadas usando o software JAMOV (versão 2.3.18) com um nível de significância (α) definido em 5% ($\alpha = 0,05$).

RESULTADOS

A quantidade média de resíduos domiciliares (RDO) coletados em 2022 foi menor do que nos anos anteriores. A quantidade de RSU coletada foi de 135.481 toneladas por mês em 2022. Esse resultado foi significativamente menor em comparação com 2018 (145.013 toneladas/ mês) (p-valor = 0.027). Portanto, houve uma redução de cerca de 6,57% na geração de RDO em 2022 comparado a 2018. Da mesma forma, a geração de RDO per capita sofreu um declínio de cerca de 7,69% de 2018 a 2022. Nenhuma diferença significativa foi registrada durante o período pandêmico de 2020/2021 e nos outros anos (p-valor>0,05).

Os dados mais interessantes estão relacionados à quantidade total de RDO coletados nos dois meses seguintes a implementação das políticas de quarentena e isolamento social no município. Os RDO diminuíram de 147.849,6 toneladas em março para 128.694 e 134.692,7 toneladas em abril e maio, respectivamente. Da mesma forma, a geração per capita de 0,79 em março diminuiu para 0,69 e 0,72 kg/hab./d em abril e maio de 2020.

Como esperado, a coleta de resíduos hospitalar aumentou em 2020 e 2021 no município. Em média, 46,90 e 54,30 toneladas por mês foram coletadas em 2020 e 2021, respectivamente. Em 2021, houve um aumento significativo de 41,96% em relação a 2019 (p-valor<0,001). No entanto, não houve aumento significativo de 2019 para 2020, apesar do incremento de 22,61% de resíduo hospitalar coletado na cidade do Rio de Janeiro.

As quantidades médias mensais de recicláveis foram de 3.637,5 e 3.746,8 t em 2020 e 2021, respectivamente. Houve um aumento notável em 2022 e 2023, com valores atingindo 4.820 e 5.1787 toneladas por mês, respectivamente. Além disso, os valores mensais de 2022 e 2023 apresentaram significância estatística quando comparados ao período de 2018-2020 (p-valor<0,05).

DISCUSSÃO

RESÍDUO HOSPITALAR

No Rio de Janeiro, os resíduos hospitalares tiveram um aumento notável em 2020 e 2021. Como esperado, a pandemia levou a um aumento de resíduos biológicos devido à necessidade de fornecer recursos de saúde e equipamentos de proteção individual (EPI) para enfrentar a crise sanitária em curso. Por exemplo, a coleta de resíduo hospitalar aumentou de 38,60 toneladas em abril de 2020 para 57,40 em março de 2021. Nesse



SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO
DE ENGENHARIA SANITÁRIA
E AMBIENTAL



período, foram coletadas cerca de 616 toneladas de resíduos biológicos. Resultados semelhantes foram registrados no Vietnã, nas Filipinas, no Irã, na Índia, na Indonésia e na Romênia (Mihai, 2020; Nguyen et al., 2021; Zand & Heir, 2021). De acordo com Nguyen et al. (2021), áreas de tratamento isoladas para pacientes com coronavírus geraram uma estimativa de 4,64 kg por leito/d de resíduo hospitalar no Vietnã. A estimativa de 1486 t de resíduo hospitalar produzidos de 1º de abril de 2020 a 31 de março de 2021 reflete quase o dobro do aumento anual de resíduos hospitalares produzidos nesse país.

RESÍDUO DOMICILIAR (RDO)

Os RDO diminuíram nos dois meses seguintes a implementação de medidas de “lockdown” na cidade, isto é, abril e maio de 2020. Resultados semelhantes foram registrados em países latino-americanos, como Peru, Panamá e México (Requena-Sanchez et al., 2023). (Olawade et al., 2024) analisaram as tendências de geração de resíduos sólidos urbanos e biomédicos em várias regiões durante a pandemia da COVID-19/2020. Os resultados apontaram que os países que geram pouco resíduo industrial/comercial tiveram um aumento na quantidade coletada de resíduos sólidos urbanos, como Holanda (+5,53%) e Israel (+9,73%). Por outro lado, nações com geração substancial de resíduos comerciais apresentaram um declínio nos resíduos sólidos, tais como, França (-1,65%), a Suécia (- 3,55%) e a Espanha (-4,08%). Esses resultados destacam que as tendências de geração de resíduos sólidos estão atreladas aos cenários socioeconômicos de cada país.

RECICLÁVEIS

Os materiais recicláveis tiveram um aumento superior a 40% em 2022-2023 em comparação com 2018-2020. A coleta de materiais recicláveis no Brasil aumentou de 1,057 milhão em 2019 para 1,774 milhão em 2022 (+68%) (Instituto Pragma, 2023). Além disso, estimou-se que a atividade econômica do município do Rio de Janeiro aumentou em cerca de 4-5% em 2022-2023 comparado a 2020 (de Almeida & Lúcio de Souza Teixeira, 2024). Infere-se que o aumento na quantidade de recicláveis está relacionado à recuperação econômica no pós-pandemia.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

A geração de resíduo hospitalar aumentou durante a pandemia. Um aumento substancial de 42% foi registrado em 2021 em comparação com 2019. Essa experiência oferece lições para a preparação para futuras pandemias. O risco de outra pandemia ocorrer nas próximas décadas, impulsionado pela urbanização desenfreada e mudanças climáticas, persiste (Williams et al., 2023). No Rio de Janeiro, recomenda-se o investimento em tecnologias térmicas e termoquímicas para resíduos perigosos e não recicláveis. A má gestão dos resíduos relacionados à pandemia gera preocupação pública. Os projetos de recuperação energética de RSU podem ajudar no gerenciamento de resíduos hospitalares em crises sanitárias futuras.

Mudanças visíveis na geração de RDO ocorreram nos meses seguintes à implementação de medidas de “lockdown” e quarentena na cidade. No entanto, a redução da geração de RDO não persistiram em 2021-2023. Os materiais recicláveis tiveram um aumento superior a 40% em 2022-2023 em comparação com 2018-2020. Presume-se que esse aumento esteja associado à recuperação econômica após a pandemia, além de políticas recentes em nível nacional e local que estabeleceram medidas para estimular a reciclagem nos municípios brasileiros. São necessários estudos para avaliar o impacto dessas políticas no setor de reciclagem nos próximos anos.

O presente estudo destaca que o sistema de GRSU precisa ser modulado de acordo com necessidades específicas. Investimentos em infraestrutura para manejo dos RSU, educação ambiental e promoção da separação e valorização de resíduos na fonte são necessários no Rio de Janeiro para lidar com os problemas existentes no município e minimizar a dependência do aterro sanitário de Seropédica (Figura 2).

Para aprimorar o GRSU no Rio de Janeiro, sugerimos: 1) Investir em tratamentos térmicos e termoquímicos para resíduos perigosos e resíduos não recicláveis; 2) Soluções descentralizadas de valorização de resíduos, como a prática de compostagem doméstica e sistemas descentralizados de digestão anaeróbica; e 3)

Implementar campanhas de conscientização pública orientadas, aplicação da separação de resíduos sólidos na fonte e criação de programas de reciclagem considerando as circunstâncias locais.

O estudo apresentado foi recentemente publicado em um periódico de circulação internacional. Os leitores são aconselhados a leitura do documento para aprofundamento dos resultados e discussões levantadas neste trabalho (de Almeida & Lúcio de Souza Teixeira, 2024).

Gerenciamento de Resíduos Sólidos



Figura 2: Recomendações para enfrentamento de crises sanitárias relacionadas ao manejo de resíduos sólidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azevedo, A. M. M. de, Gutberlet, J., Araújo, S. D. de, & Duarte, F. H. (2022). Impacts of Covid-19 on organized waste pickers in selected municipalities in the State of São Paulo. *Ambiente & Sociedade*, 25, 1–25. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc20210088r1vu2022i2oa>
- de Almeida, R., de Souza, R. G., & Campos, J. C. (2021). Lessons and challenges for the recycling sector of Brazil from the pandemic outbreak of COVID-19. *Waste Disposal & Sustainable Energy*, 3(2), 145–154. <https://doi.org/10.1007/s42768-021-00075-y>
- de Almeida, R., & Lúcio de Souza Teixeira, R. (2024). Impacts of the COVID-19/2020 pandemic on the waste sector of Rio de Janeiro municipality, Brazil: Assessment on solid waste production in 2018 – 2023. *Waste Management Bulletin*, 2(1), 162–171. <https://doi.org/10.1016/j.wmb.2024.01.005>
- Hantoko, D., Li, X., Pariatamby, A., Yoshikawa, K., Horttanainen, M., & Yan, M. (2021). Challenges and practices on waste management and disposal during COVID-19 pandemic. *Journal of Environmental Management*, 286(November 2020), 112140. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112140>
- Instituto Pragma. (2023). *Anuário da Reciclagem 2023*.
- Jayasinghe, P. A., Jalilzadeh, H., & Hettiaratchi, P. (2023). The Impact of COVID-19 on Waste Infrastructure: Lessons Learned and Opportunities for a Sustainable Future. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(5). <https://doi.org/10.3390/ijerph20054310>
- Mihai, F. (2020). *Assessment of COVID-19 Waste Flows During the Emergency State in Romania and Related Public Health and Environmental Concerns*. March. <https://doi.org/10.3390/ijerph17155439>
- Nguyen, T. D. T., Kawai, K., & Nakakubo, T. (2021). *Estimation of COVID-19 waste generation and*



SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO
DE ENGENHARIA SANITÁRIA
E AMBIENTAL



- composition in Vietnam for pandemic management.* <https://doi.org/10.1177/0734242X211052849>
- Olawade, D. B., Wada, O. Z., Ore, O. T., Clement David-Olawade, A., Esan, D. T., Egbewole, B. I., & Ling, J. (2024). Trends of solid waste generation during COVID-19 Pandemic: A review. *Waste Management Bulletin*, 1(4), 93–103. <https://doi.org/10.1016/j.wmb.2023.10.002>
- Park, S. (2023). Assessing the impact of COVID-19 on waste generation: Focus on plastic, food, and medical wastes in South Korea. *Heliyon*, 9(8), e18881. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18881>
- Requena-Sanchez, N., Carbonel, D., Moonsammy, S., Demel, L., Vallester, E., Velásquez, D., Toledo Cervantes, J. A., Díaz Núñez, V. L., Vásquez García, R., Santa Cruz, M., Visbal, E., & Ng, K. T. W. (2023). COVID-19 impacts on household solid waste generation in six Latin American countries: a participatory approach. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195(1), 155. <https://doi.org/10.1007/s10661-022-10771-9>
- Sohrabi, C., Alsafi, Z., O'Neill, N., Khan, M., Kerwan, A., Al-Jabir, A., Iosifidis, C., & Agha, R. (2020). World Health Organization declares global emergency: A review of the 2019 novel coronavirus (COVID-19). *International Journal of Surgery*, 76(February), 71–76. <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2020.02.034>
- Urban, R. C., & Nakada, L. Y. K. (2021). COVID-19 pandemic: Solid waste and environmental impacts in Brazil. *The Science of the Total Environment*, 755(Pt 1), 142471. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142471>
- Williams, B. A., Jones, C. H., Welch, V., & True, J. M. (2023). Outlook of pandemic preparedness in a post-COVID-19 world. *Npj Vaccines*, 8(1), 178. <https://doi.org/10.1038/s41541-023-00773-0>
- Zand, A. D., & Heir, A. V. (2021). *Emanating challenges in urban and healthcare waste management in Isfahan, Iran after the outbreak of COVID-19.* <https://doi.org/10.1080/09593330.2020.1866082>