



A SUSTENTABILIDADE ALINHADA COM O REUSO DE DADOS EM UMA SMART CITY

ARNALDO LUIS DARG MOREIRA; AGUINALDO FERREIRA DOS SANTOS; TAIANE
RITTA COELHO

RESUMO

Junto com o desenvolvimento das novas tecnologias alinhado com o crescimento urbano a degradação do meio ambiente deixou de ser uma questão local, assumindo um papel central no cenário internacional na busca pela sustentabilidade, visto que os fluxos produtivos, assim como os resíduos gerados em diferentes processos aumentaram exponencialmente. Compreendendo a necessidade em estabelecer medidas que versam para um desenvolvimento sustentável, esse artigo consiste em uma pesquisa documental, caracterizada como um experimento de pesquisa exploratório, suportada pelo reuso de dados abertos, resultando em uma abordagem quantitativa quanto a análise, porém as conclusões possuem um viés qualitativo ao elencar as percepções dos pesquisadores. Desse modo, a extração dos dados permeou a plataforma da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública (ABRELPE), na qual se utilizou dados dos panoramas de 2010 e 2020, dos processos de coleta e destinação de resíduos em escala nacional. Já em escala municipal, foi utilizado o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos (SINIR), reutilizando dados da cidade de Curitiba, visando responder a seguinte problemática: Como a correlação de dados entre a gestão de resíduos e crescimento populacional, possibilitou averiguar o impacto das ações reversas da logística na busca pelo desenvolvimento sustentável na capital paranaense. Foi utilizado como recurso tecnológico o *software* Excel® para tabulação e análises quantitativas, possibilitando realizar a discussão dos resultados ao relacionar os indicadores de crescimento populacional, quantidade de resíduos gerados e resíduos reciclados, fator que resultou na conclusão da pesquisa. Esse processo, propiciou evidenciar a influência do crescimento populacional na quantidade de resíduos gerados, identificando o papel norteador da logística reversa como um instrumento de sustentabilidade ao revalorizar os resíduos que chegaram ao final de seu ciclo de vida, destacando o papel das cidades inteligentes ao colocar os recursos tecnológicos a serviço da sociedade e do meio ambiente, culminando na reutilização de dados distintos, resultando na integração de informações que abarcam práticas sustentáveis.

Palavras-chave: Cidade Inteligente; Dados; Informação; Logística Reversa; Política Nacional de Resíduo Sólido.

1 INTRODUÇÃO

Em conjunto com as mudanças, vivenciadas no ambiente urbano promovida pelo desenvolvimento tecnológico e social, surge um problema que se desenvolveu de modo exponencial ao longo dos anos envolvendo o crescimento desordenado das cidades (TURBAY; CASSILHA, 2021). Ainda de acordo com Turbay e Cassilha (2021) esse crescimento estão atrelados com questões pontuais abrangendo as revoluções industriais e a globalização.

Com uma urbanização intensa vivenciada em grandes centros urbanos em conjunto com a massificação dos processos industriais, decorrentes das novas tecnologias, Furtado et al. (2020) salientam em seu estudo os problemas decorrentes do crescimento populacional, relacionando esses eventos com a qualidade de vida das pessoas e do ambiente em que estão inseridas.

Com isso, surge uma preocupação social em relação ao consumo dos recursos naturais, evidenciando a necessidade em determinar um novo fluxo para os resíduos gerados, assim como, reduzir o consumo de materiais finitos nos processos produtivos, colocando em evidência a logística reversa, suportada por questões legais e ambientais (RAZZOLINI FILHO, 2020).

Uma das possibilidades destinadas para minimizar a quantidade de resíduos lançados no meio ambiente envolve a Lei nº 12.305, responsável pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), evidenciando um marco histórico da legislação brasileira ao regulamentar as práticas reversas da logística, como um instrumento de sustentabilidade (BRASIL, 2010).

Considerando as diferentes questões que abarcam um centro urbano envolvendo a poluição ambiental decorrente da quantidade de resíduos gerados em processos distintos e a necessidade de adotar práticas que propiciem desenvolver ações sustentáveis, surge a seguinte problemática: Como a correlação de dados entre a gestão de resíduos e crescimento populacional, impactam as ações reversas da logística na busca pelo desenvolvimento sustentável na capital paranaense?

Trazendo o conceito de logística reversa para uma Smart City, um ambiente caracterizado como uma estrutura inteligente dotada de tecnologia, responsável por promover a integração da sociedade, com o objetivo de solucionar diferentes problemas relacionados com a inclusão social, mobilidade urbana, questões econômicas e ambientais (BATTY et al., 2012). Se faz relevante destacar que o principal objetivo de uma cidade inteligente é a melhoria das pessoas que ali estão inseridas, por meio de políticas públicas e o gerenciamento do fluxo informacional gerado pelo uso dos recursos tecnológicos (ESTEVES; NUNO; JANOWSKI, 2016).

2 MATERIAL E MÉTODOS

Visando responder o problema de pesquisa, foi adotado métodos que visam estruturar esse estudo. Desse modo é preciso esclarecer que a pesquisa assumiu aspectos distintos em relação aos métodos aplicados ao se basear no reuso de dados abertos extraídos da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública (ABRELPE) e Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos (SINIR), conforme pode ser observado no Quadro 1.

Quadro 1 – Estratégias da pesquisa

Método de Pesquisa	Abordagem	Quantitativa em relação aos dados extraídos
	Caracterização da pesquisa	Exploratória – Descritiva.
	Delimitação da pesquisa	Curitiba - Paraná
	Período de busca	25/11/2022 a 29/11/2022
	Análise dos resultados	29/11/2022 a 02/11/2022
Fonte de dados	Indicadores analisados	População – Resíduos gerados - Resíduos reciclados.
	Bases de dados abertos	Dados utilizados
	ABRELPE (panorama 2010 e 2020)	Quantidade de Resíduos gerados no Brasil; Quantidade de resíduos destinados adequadamente.
	SINIR	Quantidade de resíduos gerados em Curitiba

Fonte: os autores, 2022

O Quadro 1 elenca alguns pontos essenciais que possibilitam a replicação do estudo, evidenciando seu teor científico ao ressaltar sua natureza quantitativa, na qual se fez o reuso de dados extraídos de plataformas distintas, possibilitando correlacionar os indicadores abordados, por meio de gráficos e tabelas (GIL, 2010).

Quanto ao caráter exploratório atribuído a esse estudo está atribuído ao propósito estabelecido em responder a problemática encontrada e os meios utilizados para responder a esse evento ao evidenciar o reuso de dados gerados pela logística reversa em uma cidade inteligente como uma possibilidade de desenvolvimento sustentável, estabelecendo novas possibilidades de exploração para esse cenário (COOPER; SCHINDLER, 2003; GIL, 2010). Já a caracterização descritiva buscou descrever o fenômeno estudado, enfatizando os indicadores presentes na pesquisa, como também, as plataformas em que os dados foram extraídos (GIL, 2010).

Partindo da premissa em que se tem os métodos de pesquisa e os procedimentos de coleta, ambas as estratégias balizadas pela literatura, foi adotado como recursos tecnológico o *software* Excel® para tabulação e análise dos dados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o período de coleta estabelecido no Quadro 2, o próximo passo foi estabelecido pelo processo de análise dos dados extraídos de documentos da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública (ABRELPE), abrangendo os panoramas de 2010 e 2020. Por fim, foi averiguado os dados extraídos do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos (SINIR).

Iniciando a análise pelos dados obtidos no panorama de 2010 e 2020, possibilita identificar a quantidade de resíduos gerados no Brasil, evidenciando um crescente aumento, após dez anos em que foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), conforme pode ser visualizado no Gráfico 1 a seguir.

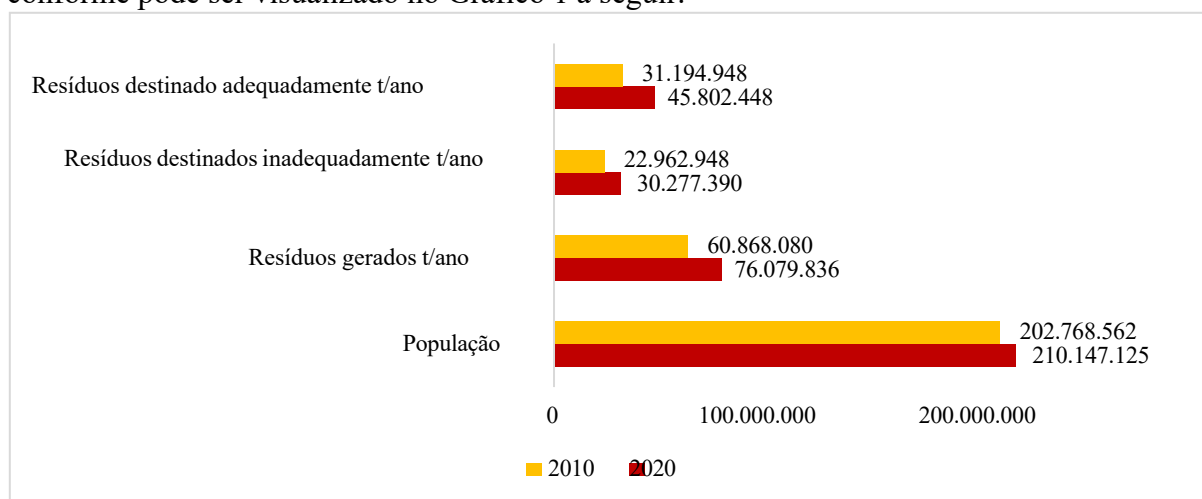


Gráfico 1 – Índice populacional

Fonte: Adaptado a partir de dados da ABRELPE, 2010 e 2020

Em virtude das informações dispostas no Gráfico 1, cabe salientar que o crescimento populacional impacta diretamente a quantidade de resíduos gerados. Diante desse fato, fica perceptível um desnível entre a os resíduos destinados inadequadamente e aqueles que são adequadamente destinados, em um período de dez anos.

Considerando essas questões, cabe salientar o papel do governo ao estabelecer medidas e diretrizes que versam para soluções na gestão dos resíduos, entre elas está a Logística Reversa,

que busca equacionar a destinação final de produtos que precisam retornar ao seu local de origem (LEITE, 2009; RAZZOLINI FILHO, 2020).

Partindo das análises realizadas por meio de dados em nível nacional, os pesquisadores, delimitaram a pesquisa nos dados gerados pela cidade de Curitiba, abrangendo, população, quantidade de resíduos coletados e quantidade de resíduos recuperados. Esses indicadores contemplam os períodos de 2014 a 2019, conforme podem ser analisados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Resíduos sólidos gerados em Curitiba

Período	População	Quantidade de resíduos sólidos coletados (Toneladas)	Resíduos recuperados (Toneladas)
2014	1.864.416	596.324	19.497
2015	1.879.355	547.771	16.434
2016	1.893.997	611.415	4.675
2017	1.908.359	536.288	9.616
2018	1.917.185	511.222	10.260
2019	1.933.105	650.184	12.474

Fonte: Adaptado a partir de dados da Plataforma Sinir, 2022

Os indicadores analisados na Tabela 1, abrangendo a cidade de Curitiba, evidenciam que o crescimento populacional impacta diretamente a quantidade de resíduos gerados, conforme é evidenciado ao verificar o volume coletado. Contudo, existe uma preocupação em recuperar parte desses resíduos, minimizando a degradação ambiental e proporcionando uma melhor qualidade de vida as pessoas.

Mesjasz-Lech (2019) apresenta o conceito de lixo zero, suportado pelas práticas reversas da logística, aplicadas em ambientes urbanos, como uma possibilitada de reduzir os impactos negativos causados pela geração de resíduos. A aplicabilidade desse conceito pode ser percebido no período entre os anos de 2017 e 2018, em que a população aumenta, no entanto existe uma redução percebida na coleta de resíduos, com um aumento crescente da recuperação daquilo que foi coletado, fator atrelado as práticas reversas da logística, promovendo uma integração da informação em cidades inteligentes, possibilitando o seu reuso, por meio de diferentes ferramentas, possibilitando estabelecer estratégias que possam viabilizar a interação entre diferentes atores, como sociedade, governos, empresas e universidades, resultando em medidas que visam suportar o desenvolvimento sustentável (DUARTE, 2005).

Contudo é preciso enfatizar que a população contínua crescendo de modo acelerado, pois de 1.917.185 habitantes em 2018 ela salta para 1.933.105 habitante em 2019, causando um reflexo negativo na coleta de resíduos, visto que houve uma redução no índice de reaproveitamento.

Alinhado com as informações dispostas na Tabela 1, se fez necessário apresentar o percentual de recuperação dos resíduos em Curitiba no período entre 2014 a 2019, conforme pode ser verificado no Gráfico 2 a seguir.

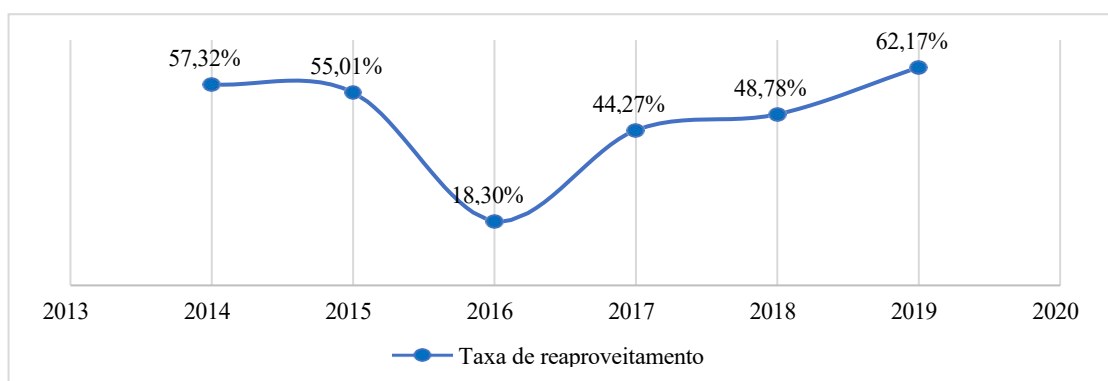


Gráfico 2 – Taxa de reaproveitamento dos resíduos gerados em Curitiba Fonte: Adaptado a partir de dados da Plataforma Sinir, 2022

O Gráfico 2, propicia visualizar o percentual de reaproveitamento dos resíduos, evidenciando uma queda brusca em 2016, fator este que por sua vez, impacta nas questões ambientais ao evidenciar o risco de o consumo de recursos naturais sofrer uma elevação. Porém, nos anos seguintes os níveis voltam a ser significativos, devido as políticas públicas de cunho ambiental, desenvolvidas no município, como o programa eco cidadão que atua em conjunto com as associações de catadores de recicláveis, (CURITIBA, 2018).

Em virtude da relevância atribuída ao gerenciamento de resíduos é preciso explicitar a gestão integrada aplicada na sistematização dos processos destinados para coleta e disposição final, esse procedimento tem por objetivo alinhar os procedimentos que abarcam o fluxo reverso da logística, visto que que o retorno adequado dos produtos que se encontram nos canais de pós-venda (produtos que precisam retornar por problemas de garantia ou defeitos) ou pós-consumo (produtos que chegou ao final de seu ciclo de vida) resultam em consumo de recursos naturais, sejam para o seu transporte ou processamento, resultando em novos resíduos (JULIATO; CALVO; CARDOSO, 2011).

Compreendendo que as diretrizes estabelecidas pelas políticas públicas de Curitiba versam para práticas sustentáveis, o Gráfico 3, apresenta os principais resíduos recuperados por meio da reciclagem, conforme é apresentado a seguir.

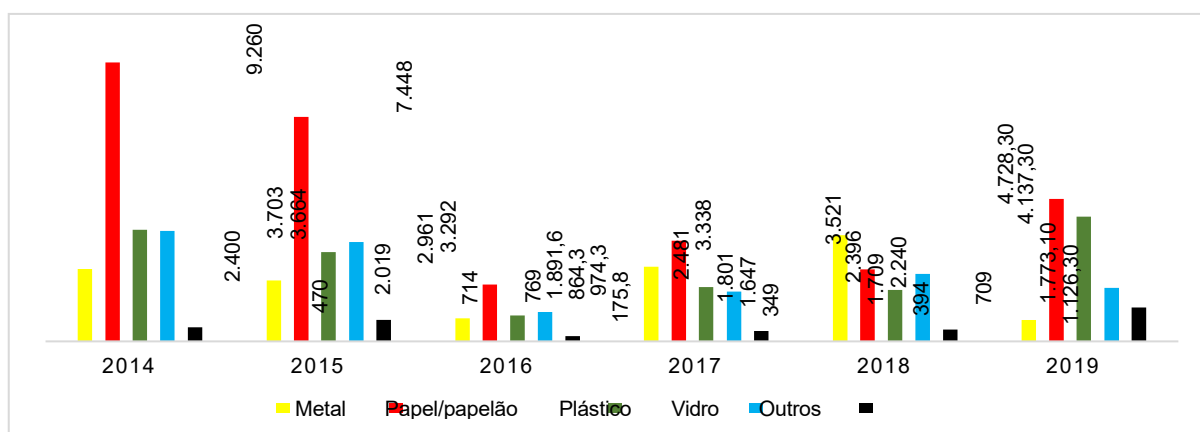


Gráfico 3 – Principais resíduos recuperados na cidade de Curitiba Fonte: Adaptado a partir de dados da Plataforma Sinir, 2022

Com as novas legislações e a pressão social, voltada para um desenvolvimento sustentável, o setor industrial buscou implementar medidas que versam para o reaproveitamento e o reuso dos resíduos gerados em seus processos, conforme é possível observar no Gráfico 3, em que é explicitado os principais resíduos recuperados entre os períodos de 2014 à 2019, no

qual fica evidente que o papelão/papel está em primeiro lugar, devido, pois é principal matéria-prima presente nas embalagens dos produtos. Contudo é válido salientar o crescimento do item outros, devido aos avanços tecnológicos, propiciando a reciclagem de resíduos distintos. Esse processo, vai ao encontro das informações trazidas por Leite (2009), Guarnieri (2014) e Razzolini Filho (2020), sobre as possibilidades da logística reversa, ao ser implementada, como um instrumento de sustentabilidade e revalorização dos resíduos, gerando novas fontes de renda.

4 CONCLUSÃO

Considerando os indicadores analisados em cada plataforma e as delimitações estipuladas para esse estudo, foi possível constatar que o indicador populacional, influencia na quantidade de resíduos gerados, contudo os processos voltados para reciclagem evidenciados em ações reversas da logística, resultando na recuperação dos produtos que chegaram ao final do seu ciclo de vida. Assim, se observa uma redução dos impactos ambientais, devido ao processo reverso da logística que propicia minimizar os resíduos que serão lançados no meio ambiente, direcionando somente os rejeitos para aterros sanitários.

Com isso, o reuso de dados é uma estratégia relevante ao propiciar estabelecer intersecções entre as plataformas digitais, utilizando dados abertos, resultando em novas informações que podem ser utilizadas, tanto pelo governo em medidas para o gerenciamento de seus resíduos sólidos, como também, no cenário organizacional em sua gestão ambiental.

Em posse dos dados elencados, abarcando a quantidade de resíduos gerados, coletados, destinados adequadamente, inadequadamente e recuperados, possibilita aos gestores elevar o nível de assertividade em suas decisões que versam para uma sustentabilidade de modo inteligente ao ser suportado pelos canais reversos da logística alinhado com os recursos tecnológicos presentes em uma Smart city.

Por fim, os pesquisadores sugerem uma pesquisa aplicada, abrangendo os gestores públicos da cidade de Curitiba, analisando a problemática desse estudo por um viés qualitativo ao capturar a percepção dos decisores e relacionar com os indicadores analisados.

A presente pesquisa foi realizada com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. São Paulo: Abrelpe, 2010 e 2020. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 25 nov. 2022.

BATTY, M; AXHAUSEN, K.W; GIANNOTTI, F; POZDNOUKHOV, A; BAZZANI, A., WACHOWICZ, M; OUZOUNIS, G; PORTUGALI, Y. Smart cities of the future. The European Physical Journal Special Topics, 214, 481–518, 2012. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1140/epjst/e2012-01703-3>. Acesso em: 10 nov. 2022.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm. Acesso em: 11 nov. 2022.

Curitiba, 2018. . Prefeitura Municipal de Curitiba. Notícias sobre premiações. Disponível em: <https://bityli.com/DdJFVDqXz> . Acesso em: 06 nov. 2022.

COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. Métodos de pesquisa em administração. 7 ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.

DUARTE, Fábio. Cidades inteligentes: inovação tecnológica no meio urbano. São Paulo em Perspectiva, v. 19, p. 122-131, 2005. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/spp/a/sxFQz8WTfbFH4XyLNjX5Sqs/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 20 nov. 2022.

ESTEVEZ, E; LOPES, N; JANOWSKI, T. Smart sustainable cities: Reconnaissance study. 2016. United Nations University Operating Unit on Policy-Driven Electronic Governance (UNU-EGOV), 2016. Disponível em:
http://collections.unu.edu/eserv/UNU:5825/Smart_Sustainable_Cities_v2final.pdf. Acesso em 05 nov. 2022.

FURTADO, L; ALVES, L. R. M; MACEDO, A. B. F; PINTO, A. J. A; TOURINHO, H. L. Z; RAIOL, R. D. O. Impactos ambientais oriundos do crescimento urbano/demográfico: um estudo no bairro da Pedreira, Belém/PA. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v. 11, n. 7, p. 484-500, 2020. Disponível em:
<https://www.sustenere.co/index.php/rica/article/view/CBPC2179-6858.2020.007.0039>. Acesso em: 17 abr. 2023.

GIL, A. C. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 5ª ed. São Paulo, Atlas, 2010.

GUARNIERI, P. Logística reversa: em busca do equilíbrio econômico e ambiental. 1 ed. Recife: Ed. Clube dos Autores, 2011.

JULIATTO, D. L; CALVO, M. J; CARDOSO, T. E. Gestão integrada de resíduos sólidos para instituições públicas de ensino superior. Revista Gestão Universitária na América Latina-GUAL, v. 4, n. 3, p. 170-193, 2011. Disponível em:
<https://www.redalyc.org/pdf/3193/319327512010.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2023.

LEITE, P. R. Logística reversa: meio ambiente e competitividade. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

MESJASZ-LECH, A. Reverse logistics of municipal solid waste – towards zero waste cities. Transportation Research Procedia, 39, 320–332, 2019. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235214651930122X>. Acesso em: 13 fev. 2023.

RAZZOLINI FILHO, E. Logística reversa. Curitiba: IESDE, 2020.

Sistema Nacional de Informação Sobre a Gestão de Resíduos Sólidos (SINIR). Relatório Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos. Curitiba, 2014 a 2019. Disponível em:
<https://sinir.gov.br/relatorios/municipal/>. Acesso em: 20 nov. 2022.

TURBAY, A. L. B.; CASSILHA, S. A. Cidades contemporâneas e mobilidade: conceitos e ferramentas para o planejamento. Curitiba: InterSaberes, 2021.