

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE COMPACTADORES E PRENSAS NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM EDIFÍCIO COMERCIAL

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.8.25.I-015>

Eduardo Antonio Maia Lins, Keli Starck, Lilia Albuquerque da Silva, Letícia Cavalcante de Lima Galindo, Adriano Antônio de Lucena.

* * Instituto Federal de Pernambuco (Campus Recife) – IFPE / Universidade Católica de Pernambuco – Unicap / CREA-PE. E-mail: eduardomaialins@gmail.com

RESUMO

Este trabalho apresenta uma análise técnico-econômica dos impactos da compactação de resíduos sólidos urbanos gerados em um edifício comercial, com base em dados operacionais simulados e nos custos reais da coleta no município do Recife. A compactação e prensagem dos resíduos permitiram reduzir o volume diário de 20 m³ para 5 m³, resultando em uma economia acumulada estimada em aproximadamente R\$ 11 milhões ao longo de 10 anos. A maior redução de custos foi observada na etapa de coleta porta a porta, seguida pelo transporte e armazenamento temporário. Por outro lado, houve um aumento nos custos da triagem e logística reversa, associado ao redirecionamento de recicláveis para a cadeia produtiva, o que agrega valor ambiental e econômico aos resíduos. Os resultados indicam que a adoção de tecnologias de compactação em edificações comerciais é tecnicamente viável e economicamente vantajosa, além de estar alinhada às diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), promovendo ganhos operacionais, ambientais e de sustentabilidade urbana.

PALAVRAS-CHAVE: Compactação de resíduos, Gestão de resíduos sólidos, Eficiência operacional, Sustentabilidade urbana, Logística reversa.

ABSTRACT

This study presents a technical and economic analysis of the impacts of solid waste compaction in a commercial building, based on simulated operational data and real waste collection costs in the city of Recife, Brazil. The compaction and pressing of waste reduced the daily volume from 20 m³ to 5 m³, resulting in an estimated accumulated savings of approximately BRL 11 million over ten years. The greatest cost reduction occurred in the door-to-door collection stage, followed by transport and temporary storage. On the other hand, an increase in the cost of sorting and reverse logistics was observed, due to the redirection of recyclable materials to the productive chain, which adds environmental and economic value. The results indicate that the adoption of compaction technologies in commercial buildings is technically feasible and economically advantageous and aligns with the guidelines of the Brazilian National Solid Waste Policy (PNRS), promoting operational efficiency, environmental benefits, and urban sustainability.

KEYWORDS: Waste compaction, Solid waste management, Operational efficiency, Urban sustainability, Reverse logistics.

INTRODUÇÃO

A gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) em edifícios comerciais representa um desafio crescente devido ao aumento da geração de resíduos decorrente da urbanização acelerada. A necessidade de implementação de estratégias eficazes para minimizar os impactos ambientais e promover a sustentabilidade nesses ambientes tem sido amplamente discutida na literatura (Silva; Medeiros; Lima, 2011).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Federal nº 12.305/2010, e, regulamentadas pelo Decreto 10.936/2022. Este decreto regulamentou a PNRS, estabelecendo novas disposições e procedimentos para aprimorar a gestão de resíduos sólidos no país. No Recife, a Lei Municipal nº 19.026/2022 e o Decreto 36.940/2023 definem responsabilidades no gerenciamento dos resíduos por parte dos grandes geradores, que são pessoas físicas ou jurídicas que produzam resíduos em estabelecimentos de uso não residenciais incluídos os estabelecimentos comerciais, públicos, de prestação de serviços, os terminais rodoviários e aeroportuários, e que cumulativamente tenham: a natureza ou composição similar àquelas dos resíduos domiciliares; e volume diário de resíduos sólidos indiferenciados, por unidade autônoma, superior a 300 litros por unidade autônoma.

O uso de compactadores e prensas é uma solução viável para reduzir o volume de resíduos, melhorar a eficiência operacional e minimizar os custos de coleta e destinação. No entanto, sua efetividade depende da análise da composição dos resíduos, do espaço disponível para instalação e da viabilidade econômica em diferentes tipos de edificações comerciais.

Os equipamentos de compactação e prensagem têm demonstrado eficácia significativa na redução do volume de resíduos sólidos urbanos, facilitando seu transporte e armazenamento, além de melhorar a eficiência operacional e garantir a conformidade com as regulamentações ambientais (Martins; Oliveira, 2023). Estudos apontam que a aplicação de sistemas hidráulicos em máquinas de tratamento de resíduos sólidos tem se destacado como uma solução eficaz para a compactação e movimentação desses materiais, proporcionando maior otimização dos processos de gestão de resíduos em edifícios comerciais. Dessa forma, a incorporação de compactadores e prensas nesses ambientes alinha-se às práticas sustentáveis e às exigências legais, contribuindo para a mitigação dos impactos ambientais e para a eficiência operacional do manejo de resíduos.

O objetivo deste estudo é desenvolver um planejamento estratégico para a gestão de resíduos sólidos urbanos em um edifício comercial ainda não construído, incorporando o uso de compactadores e prensas como solução para redução de volume, otimização logística e conformidade ambiental. A pesquisa busca dimensionar a infraestrutura necessária para a implementação desses equipamentos, avaliar sua eficiência na minimização da frequência de coleta e dos custos operacionais, além de propor um modelo sustentável alinhado às diretrizes da PNRS.

METODOLOGIA

Para avaliar a viabilidade do uso de compactadores e prensas na gestão de resíduos sólidos urbanos em edifícios comerciais, a metodologia adotada baseou-se em um estudo prospectivo, com foco em análise normativa e estudos comparativos. Inicialmente, foram analisadas diretrizes regulatórias e boas práticas de gestão de resíduos, considerando as exigências da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Brasil, 2010) e estudos sobre infraestrutura predial para tratamento de resíduos (Silva; Pereira; Oliveira, 2018).

A modelagem do edifício comercial baseou-se em estudos de empreendimentos similares, considerando estimativas de geração de resíduos conforme a ocupação e atividades previstas. Foram analisados dados secundários de casos semelhantes para identificar métricas como volume médio de resíduos por metro quadrado e fração reciclável estimada. A seleção dos equipamentos foi realizada com base em critérios técnicos e operacionais, considerando compactadores para resíduos indiferenciados e prensas enfardadeiras para recicláveis como papelão e plásticos. Além disso, foram avaliados fatores como espaço disponível para instalação, requisitos energéticos e custos de aquisição e manutenção.

O impacto da implementação desses equipamentos foi estimado por meio de análises comparativas, utilizando projeções de redução de volume de resíduos e economia de custos operacionais associada à diminuição da frequência de coleta. Por fim, o planejamento incluiu a elaboração de um plano de gestão integrada de resíduos sólidos, prevendo a capacitação dos futuros funcionários responsáveis pelo manejo dos resíduos e estratégias para incentivar a segregação correta dos materiais desde a geração até a destinação final.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os compactadores e prensas apresentaram significativa eficiência na redução do volume de resíduos, conforme os fatores de compactação (R_c) apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Estimativa da Caracterização de Resíduos, Percentual de Massa Gerado e Densidade Estimada.

Tipo de Resíduo	Redução de Volume	Volume Compactado (m³/dia)
Orgânico (Compactador)	3:1 (67%)	2,13
Inorgânico (Prensa)	5:1 (80%)	2,24
Rejeito (Compactador)	4:1 (75%)	0,6
Total Compactado	-	Aproximadamente 5m³

Fonte: Os Autores (2025).

A compactação dos resíduos permitiu uma redução do volume diário de 20 m³ para 5 m³, otimizando o espaço de armazenamento e minimizando a necessidade de transporte frequente dos resíduos. Esse resultado é coerente com estudos prévios, como os de Silva, Medeiros e Lima (2011), que destacam que a compactação eficiente pode reduzir a necessidade de transporte em até 60%, impactando positivamente a logística de coleta e a emissão de CO₂ associada ao transporte de resíduos.

A Tabela 2 apresenta a comparação entre o número de lixeiras necessárias antes e depois da compactação dos resíduos.

Tabela 2: Tabela Comparativa entre Resíduos Compactados e Não Compactados.

Tipo de Lixeira	Número de Lixeiras	
	Com Compactação	Sem Compactação
100 L	51	200
240 L	22	84
Compactadores	3	0

Fonte: Os Autores (2025).

Os resultados demonstraram uma redução significativa no volume de resíduos armazenados, com uma média de 65% de compactação para resíduos orgânicos e até 80% para materiais recicláveis prensados. Silva, Medeiros e Lima (2011) destacam que a utilização de compactadores em veículos coletores permite a compressão dos resíduos, reduzindo seu volume e otimizando o espaço de armazenamento. Essa redução tenderá a proporcionar um espaçamento maior entre as coletas, diminuindo a necessidade de transporte e, consequentemente, reduzindo os custos operacionais.

Além disso, a compactação e segregação eficiente dos resíduos recicláveis possibilitou um aumento de aproximadamente 40% na destinação de materiais recicláveis para a cadeia produtiva, o que contribui diretamente para o fortalecimento da logística reversa. Rodrigues (2015) ressalta que a prensagem facilita a armazenagem e transporte dos recicláveis, além de agregar valor econômico aos materiais, tornando-os mais atrativos para comercialização e reinserção no mercado. Essa melhoria está alinhada às diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que enfatiza a necessidade de maximizar o aproveitamento de materiais recicláveis e reduzir a destinação de resíduos para aterros sanitários (Brasil, 2010).

A redução do volume diário de resíduos de 20 m³ para 5 m³, obtida por meio da utilização de compactadores e prensas, resultou em expressiva economia operacional, sobretudo nos custos logísticos relacionados à coleta e transporte. Considerando que o custo médio da coleta porta a porta no Recife é de aproximadamente R\$ 375 por tonelada, ou cerca de R\$ 750 por viagem com caminhões compactadores de 5 m³ (com capacidade média para transportar 2 toneladas de resíduos compactados), estima-se que anteriormente fossem necessárias quatro viagens diárias para transportar os 20 m³ gerados, totalizando um custo diário de R\$ 3.000,00. Com a compactação e consequente redução do volume para 5 m³/dia, apenas uma viagem diária passou a ser necessária, reduzindo o custo para R\$ 750,00/dia. Essa diferença representa uma economia operacional direta de R\$ 2.250,00 por dia, o que equivale a R\$ 67.500,00 por mês e até R\$ 810.000,00 por ano.

A análise comparativa dos custos operacionais acumulados ao longo de 10 anos nas diferentes etapas da gestão de resíduos sólidos urbanos evidencia os impactos positivos da adoção de tecnologias de compactação e prensagem, conforme observado na Figura 1. A projeção foi baseada em dados operacionais simulados para um prédio comercial localizado em área urbana consolidada, utilizando estimativas reais de custo da coleta porta a porta no município do Recife, que giram em torno de R\$ 375,00 por tonelada coletada (DIÁRIO DE PERNAMBUCO, 2023).

A maior economia foi observada na etapa de coleta porta a porta, que historicamente representa de 45% a 60% dos custos totais da gestão de resíduos, conforme apontado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2012). No cenário sem compactação, o custo acumulado em 10 anos foi estimado em R\$ 10.950.000, enquanto no cenário com compactação esse valor caiu para R\$ 2.738.000, resultando em uma economia de R\$ 8.212.000 — o que representa uma redução de aproximadamente 75% dos custos nesta etapa. Essa economia decorre da diminuição do número de viagens de coleta, do tempo de operação e da frequência dos serviços, conforme também verificado por Silva, Medeiros e Lima (2011), os quais destacam que a compactação pode reduzir em até 60% os custos logísticos da coleta urbana.

A etapa de transporte e transbordo, cuja participação no custo total gira entre 20% e 30%, também apresentou redução significativa, passando de R\$ 5.475.000 para R\$ 3.285.000 no período de 10 anos, uma economia de R\$ 2.190.000.

(cerca de 40%). Essa diminuição está diretamente relacionada à redução do volume de resíduos transportados, o que implica menor uso de combustível, menor desgaste dos veículos e menor necessidade de estrutura de transbordo, conforme discutido por Oliveira e Mendes (2022).

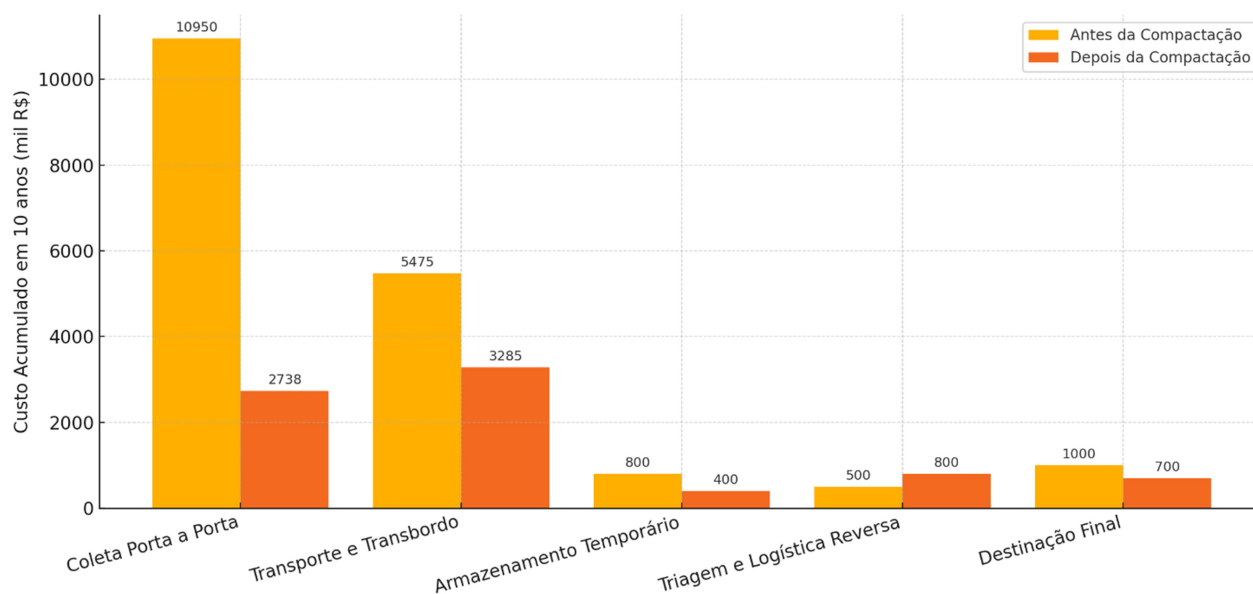


Figura 1: Comparativo de custos por etapa da gestão do prédio comercial para um período de 10 anos. Fonte: Os Autores (2025).

Em relação ao armazenamento temporário dos resíduos, a compactação permitiu reduzir de forma expressiva a quantidade de lixeiras e contentores necessários, com impacto direto na economia de aquisição, manutenção e limpeza. O custo acumulado nesta etapa caiu de R\$ 800.000 para R\$ 400.000 em 10 anos, uma redução de 50%. Tal resultado está alinhado aos achados de Rodrigues (2015), que ressalta que a compactação contribui para a racionalização da infraestrutura urbana, especialmente em espaços com limitação física, como é o caso de edifícios comerciais com alto fluxo diário de pessoas e resíduos.

Por outro lado, observou-se um acréscimo no custo da etapa de triagem e logística reversa, que passou de R\$ 500.000 para R\$ 800.000 ao longo da década. Esse aumento está relacionado à melhoria dos processos de segregação e prensagem dos resíduos recicláveis, que, embora demandem mais investimento, resultam no incremento de cerca de 40% na destinação de materiais à cadeia produtiva, conforme demonstrado por Gonçalves et al. (2025). Esse acréscimo, portanto, não representa uma desvantagem, mas sim uma oportunidade de agregar valor aos resíduos, fortalecendo a cadeia da reciclagem e a economia circular.

Na etapa de destinação final, a compactação também contribuiu para a redução de custos, que passaram de R\$ 1.000.000 para R\$ 700.000 no período analisado. Essa economia reflete a menor quantidade de rejeitos enviados aos aterros sanitários, além de contribuir para o aumento da vida útil dessas infraestruturas, em conformidade com os princípios da sustentabilidade e da responsabilidade compartilhada previstos na Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (BRASIL, 2010).

De modo geral, a compactação dos resíduos sólidos urbanos mostrou-se uma estratégia eficaz do ponto de vista econômico, operacional e ambiental. Com uma economia total acumulada de aproximadamente R\$ 11 milhões ao longo de 10 anos, os dados analisados demonstram que, mesmo diante de um investimento inicial para aquisição de equipamentos, a tecnologia é financeiramente viável. Além disso, seus efeitos extrapolam a esfera econômica, promovendo benefícios sociais e ambientais, como a redução de CO₂, a valorização dos recicláveis e a melhoria das condições sanitárias e urbanas. Esses resultados reforçam a necessidade de incorporar soluções tecnológicas na gestão dos resíduos gerados em edificações comerciais, especialmente aquelas com geração significativa de resíduos e limitação de espaço para armazenagem.

Além da significativa economia financeira, a compactação contribuiu para a racionalização do uso de veículos e equipamentos, menor desgaste mecânico, economia de combustível e redução nas emissões de CO₂ associadas ao transporte, conforme também apontado por Silva, Medeiros e Lima (2011). Esses ganhos refletem avanços na sustentabilidade urbana e na eficiência dos serviços de limpeza pública. A eficiência também foi observada na etapa de armazenamento temporário, com a redução do número de lixeiras necessárias — de 200 para 51 unidades de 100 litros e de 84 para 22 unidades de 240 litros — otimizando o uso do espaço urbano. Outro impacto positivo foi o aumento de cerca de 40% na destinação de materiais recicláveis para a cadeia produtiva, favorecido pela segregação na fonte e prensagem dos resíduos inorgânicos, o que contribui para a eficácia da logística reversa e agrega valor aos materiais recicláveis, conforme destacado por Rodrigues (2015). Esses avanços estão alinhados às diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei nº 12.305/2010, que estabelece como prioridade a redução da destinação de resíduos para aterros sanitários e o incremento da reciclagem (BRASIL, 2010).

Apesar do investimento inicial necessário à aquisição e instalação dos equipamentos, os benefícios econômicos, ambientais e operacionais superam os custos, especialmente quando a compactação é incorporada em estratégias integradas de gestão de resíduos sólidos urbanos. Contudo, os principais desafios do uso de compactadores incluem a capacitação dos funcionários para o manuseio dos equipamentos e o planejamento adequado da infraestrutura para instalação dos compactadores e prensas. Embora o investimento inicial possa ser um obstáculo para empresas menores, a economia gerada com a redução da frequência de coleta e a otimização do espaço tende a compensá-lo. Além disso, a adequação da infraestrutura elétrica e a implementação de procedimentos padronizados de manutenção preventiva são essenciais para garantir a eficiência e a longevidade dos equipamentos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise integrada dos custos operacionais na gestão de resíduos sólidos urbanos, aplicada ao contexto de um edifício comercial, demonstrou que a adoção de tecnologias de compactação e prensagem representa uma estratégia eficaz sob os aspectos técnico, econômico e ambiental. A redução do volume diário de resíduos de 20 m³ para 5 m³ gerou impactos diretos na diminuição da frequência de coleta, no uso racional dos recursos logísticos e na otimização da infraestrutura de armazenamento temporário, resultando em uma economia acumulada estimada em aproximadamente R\$ 11 milhões ao longo de uma década.

A principal economia foi observada na etapa de coleta porta a porta, com reduções complementares nos custos de transporte, transbordo e disposição final. Ainda que tenha havido um acréscimo no custo da triagem e logística reversa, esse investimento é compensado pelo aumento da destinação de recicláveis à cadeia produtiva, promovendo a valorização dos resíduos e fortalecendo os princípios da economia circular.

Além dos benefícios financeiros, a compactação contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa, da poluição visual e dos riscos sanitários associados ao acúmulo de resíduos em áreas urbanas densamente ocupadas. A experiência analisada demonstra que, em empreendimentos com geração significativa de resíduos e restrições espaciais, como edifícios comerciais, a implementação de equipamentos de compactação é não apenas viável, mas recomendável do ponto de vista da sustentabilidade urbana e da conformidade com as diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010).

Assim, conclui-se que a compactação dos resíduos sólidos urbanos deve ser incorporada como prática estratégica nas políticas de gerenciamento de resíduos em edificações não residenciais, especialmente naquelas inseridas em centros urbanos com alto fluxo de pessoas e elevada geração de resíduos. Investimentos iniciais nessa tecnologia tendem a ser amplamente compensados pelos ganhos econômicos, operacionais e ambientais observados ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União; seção 1, Brasília, DF, 3 ago. 2010.
2. DIÁRIO DE PERNAMBUCO. **Recife prevê gastar R\$ 411 milhões com coleta e tratamento de lixo em 2024**. 2023. Disponível em: <https://www.diariodepernambuco.com.br/noticia/vidaurbana/2023/12/recife-preve-gastar-r-411-milhoes-com-coleta-e-tratamento-de-lixo-em-2024.html>. Acesso em: 25 mar. 2025.
3. GONÇALVES, M. R.; SOUSA, L. A.; PEREIRA, D. F. Segregação e valorização de resíduos recicláveis em comunidades urbanas. **Revista Gestão Sustentável**, v. 14, n. 1, p. 35–48, 2025.

4. IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Custos da gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil**. Brasília: IPEA, 2012.
5. MARTINS, R. F.; OLIVEIRA, P. S. Hidráulica em Máquinas de Tratamento de Resíduos Sólidos: Movimentação e Compactação. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 8, n. 2, p. 45-56, 2023. Disponível em: <https://compraco.com.br/blogs/industria/hidraulica-em-maquinas-de-tratamento-de-residuos-solidos-movimentacao-e-compactacao>. Acesso em: 20/01/2025.
6. OLIVEIRA, J. M.; MENDES, L. A. S. Eficiência na logística de coleta e transporte de resíduos sólidos urbanos. **Revista Engenharia e Meio Ambiente**, v. 19, n. 2, p. 102–115, 2022.
7. RECIFE. **Lei Municipal nº 19.026, de 30 de dezembro de 2022**. Institui o Código de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos do Município do Recife e dá outras providências.
8. RECIFE. **Lei Municipal nº 19.080, de 28 de junho de 2023**. Altera a Lei Municipal nº 19.026, de 30 de dezembro de 2022, que institui o Código de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos do Município do Recife e dá outras providências.
9. RECIFE. **Decreto nº 36.949, de 4 de setembro de 2023**. Regulamenta a Lei Municipal nº 19.026/2022, que instituiu o Código de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos do Município do Recife, e dá outras providências.
10. RODRIGUES, D. C. **Gestão de resíduos sólidos em edifícios comerciais: estudo de caso em Florianópolis**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.
11. SILVA, F. J. A.; MEDEIROS, D. D.; LIMA, F. R. AHP na seleção de caminhões coletores-compactadores de resíduos sólidos urbanos. **Revista Produção Online**, v. 11, n. 4, p. 1004-1027, 2011.
12. SILVA, J.; PEREIRA, M. S.; OLIVEIRA, C. E. Otimização da infraestrutura predial para tratamento de resíduos: uma abordagem prática. **Revista Brasileira de Engenharia Ambiental**, v. 12, n. 3, p. 45-58, 2018.