

A reciclagem promove uma redução nos custos da destinação de resíduos orgânicos aos aterros? Cenários e propostas para o município de Belém-PA

RESUMO

O trabalho objetivou a conjectura do impacto econômico gerado pela reciclagem dos Resíduos Orgânicos (RO), através da compostagem doméstica pela população de Belém/PA. A metodologia consistiu em quantificar os RO gerados e simular cenários baseados em índices de reciclagem de RO e na meta 7 do Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Definiram-se Cenários Pessimistas, Realistas e Otimistas, referenciando a adesão da compostagem doméstica pela população e a aplicabilidade de diferentes índices a curto, médio e longo prazo. Correlacionou-se os gastos com a coleta e os resultados dos índices para a estimativa das reduções nos custos das etapas de gerenciamento de RSU. Os resultados demonstraram uma redução de R\$ 115.122,31 no custo estimado para o ano de 2024 no Cenário Pessimista. No Cenário Realista, projetou-se gastos de R\$ 36.573.985,18. Enfim, os custos para um Cenário Otimista variaram de R\$ 36.347.143,19 a R\$ 34.305.565,26 em 2040.

PALAVRAS-CHAVE: Aterro sanitário. Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos. Resíduos sólidos domiciliares.

Leticia Cavalcante da Silva Bastos

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

leticiacbastos@poli.ufrj.br

Risete Maria Queiroz Leão Braga

Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil

risetebraga@ufpa.br

Antônio de Noronha Tavares

Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil

ntavares@ufpa.br

Marcello Ádamis Andrade

Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil

marcello.andrade@itec.ufpa.br

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de novos centros urbanos influencia diretamente o aumento da geração de resíduos sólidos nesses ambientes (Pimentel; Souza; Silva, 2022), refletindo no volume de resíduos enviados a aterros sanitários e na crescente quantidade de pontos de descarte irregular no Brasil, representando um dos principais desafios para a sustentabilidade das cidades brasileiras (Luiz Filho; Boscov, 2025).

A Lei Federal nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), conceitua os geradores de resíduos sólidos como pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, que geram resíduos sólidos por meio de suas atividades e consumo (BRASIL, 2010), ratificando a inerência da geração de resíduos à existência humana, independentemente do modelo econômico adotado (Silva Filho; Soler, 2019).

De acordo com o panorama realizado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), no ano de 2023, foram geradas aproximadamente 81,8 milhões de toneladas de resíduos sólidos no Brasil, das quais 75,6 milhões de toneladas foram devidamente coletadas (ABRELPE, 2024). Esse quadro evidencia a persistência de um modelo de gestão que não incorporou de forma efetiva os princípios da sustentabilidade ambiental, da economia circular e da inclusão social (Fontes *et al.*, 2025).

A implementação da PNRS nos municípios brasileiros ainda é desigual (Marques *et al.*, 2025), como observado na Região Norte, que registra índices abaixo da média nacional de destinação adequada (Conceição; Teixeira, 2021). Dos 5,1 milhões de toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) coletados, apenas 36% foram destinados aos 16 aterros sanitários existentes na macrorregião (ABRELPE, 2024; SNIS, 2023). No que concerne à coleta seletiva, a região apresenta o menor quantitativo de resíduos domiciliares coletados seletivamente, totalizando 60 mil toneladas das 1,75 milhão de toneladas recolhidas no território brasileiro (SNIS, 2023).

Oliveira *et al.* (2021) destacam a discrepância de investimentos em saneamento básico entre as regiões do país, somada à falta de atribuição de responsabilidades à União e aos estados e à vulnerabilidade socioeconômica das populações das regiões Norte e Nordeste, o que contribui para a concentração desses investimentos nas regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste. Grisa e Capanema (2018) salientam a falta de consideração, por parte da PNRS, das diferentes realidades das regiões brasileiras, sendo crucial a atuação integrada do poder público, da iniciativa privada e da sociedade para o alcance das metas propostas.

Com relação ao município de Belém, capital do estado do Pará, dados mais recentes do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS) apontam que a quantidade de resíduos sólidos gerados no ano de 2019 correspondeu a 2.074,9 toneladas por dia (Belém, 2020). Desse montante, de acordo com a Secretaria de Saneamento de Belém (SESAN), foram coletadas 339.109,15 toneladas de Resíduos Sólidos Domiciliares (RDO) no respectivo ano (Consórcio CS Brasil, 2022).

Ainda segundo dados do Plano (Belém, 2020), o percentual representativo dos Resíduos Orgânicos (RO) correspondeu a 51,3% dos RDO gerados no município, não havendo coleta específica ou ações governamentais que visem à

valoração desses resíduos, impactando diretamente nos custos relacionados ao gerenciamento dos resíduos sólidos.

Embora existam diversas fontes de geração de resíduos orgânicos, como aquelas provenientes de atividades agrícolas, industriais ou de saneamento básico, a produção domiciliar se destaca como a principal origem desses resíduos (Rosa *et al.*, 2021; Rodrigues *et al.*, 2022).

A PNRS, em seu Art. 36, estabelece que uma das alternativas ambientalmente adequadas para a destinação final dos resíduos sólidos é a compostagem, prevendo a implantação de sistemas de compostagem para RO, de modo a articular a utilização do composto gerado com agentes econômicos e sociais (BRASIL, 2010). No entanto, de acordo com Costa e Sousa (2025), no Brasil, a maior parte das iniciativas municipais em compostagem restringe-se a pátios centralizados, que recebem resíduos provenientes de coleta convencional ou de apenas alguns grandes geradores de resíduos orgânicos.

Dada a limitação de áreas em centros urbanos, alternativas descentralizadas, como a compostagem doméstica, podem ser eficientes na diversificação da gestão dos resíduos sólidos nos municípios. Estas surgem como opções individuais e adaptáveis a ambientes com pouco espaço, apresentando-se como um método de inclusão da economia circular nos sistemas atuais de gerenciamento de RSU (Bersan; Kelmer; Almeida, 2022; Santos *et al.*, 2022; Silva *et al.*, 2019).

Além disso, práticas de reciclagem e compostagem contribuem para a significativa redução do volume de RSU destinados a aterros sanitários, refletindo na prevenção da contaminação ambiental, no aumento da sua vida útil, na criação de postos de trabalho, na geração de renda com a produção e venda de compostos e na diminuição de custos nas etapas do gerenciamento de resíduos sólidos da localidade (Guedes; Athayde Junior, 2021; Reis; Pontes, 2019; ProtegEEr, 2021).

Conforme Silva e Mello (2020), a execução apropriada da coleta seletiva, assim como da destinação ambientalmente adequada dos resíduos sólidos, gera economia para os cofres públicos. Ou seja, com a redução da massa recolhida, é possível reduzir os custos arcados pelo poder público com transporte e disposição (Monteiro; Namen, 2025). Logo, pode-se vislumbrar que a prática da reciclagem possui uma característica inerentemente econômica, mostrando-se uma ferramenta essencial para redução de custos, visto que a compostagem é considerada a mais indicada para casos que requerem baixos investimentos (Pereira; Fiore, 2022).

De acordo com o Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil 2025 da Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (ABREMA), as despesas das prefeituras com gerenciamento de RSU em 2024 totalizaram cerca de R\$ 46 bilhões, representando um aumento de 11,4% em relação a 2023 (ABREMA, 2025). Com relação ao município de Belém, os custos referentes às etapas de coleta e transporte apresentam incidência superior a 50% nas despesas totais com a prestação de serviços de manejo de RDO (Belém, 2020), isto é, a maior parte dos recursos públicos é empregada nessas etapas.

Dessa forma, o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES) propõe, por meio da meta 7, o aumento da reciclagem da fração orgânica dos RSU, visando contribuir para a redução dos custos associados ao transporte e à disposição final dos resíduos (MMA, 2022). Sanjad (2018) afirma que a utilização de técnicas como

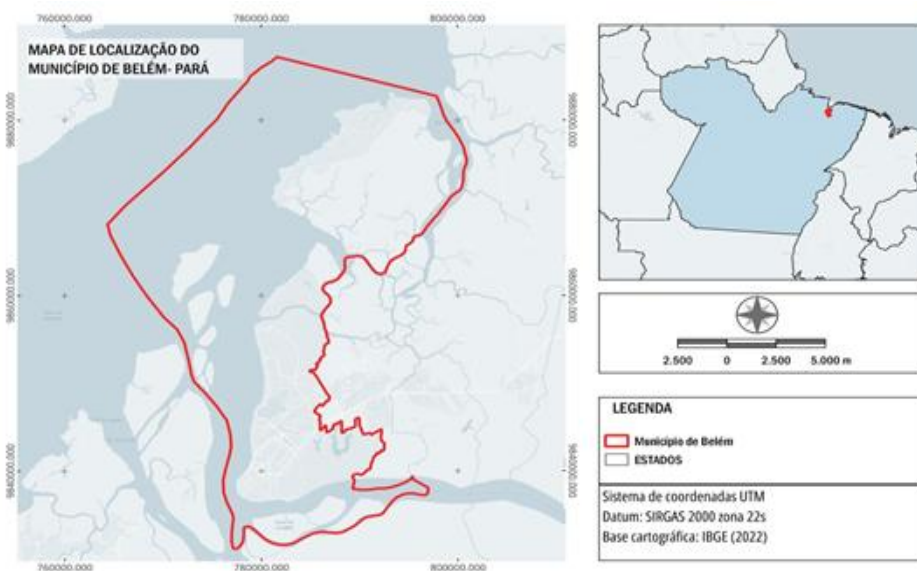
a compostagem substitui os gastos com matéria-prima e mão de obra, sendo essencial para alcançar a eficiência econômica.

O objetivo deste estudo é verificar, com base na simulação de cenários, o impacto econômico gerado pela prática da reciclagem de resíduos sólidos orgânicos, por meio da compostagem doméstica, considerando a população do município de Belém.

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo escolhida é o município de Belém do Pará, com população de 1.303.403 habitantes e área territorial de 1.059,466 km² (IBGE, 2022), sendo dividido em oito Distritos Administrativos e englobando 39 ilhas (PMSB, 2020) (Figura 1).

Figura 1 – Localização do município de Belém.



Fonte: Autores (2024).

Quanto à prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de RSU no município, a titularidade é da Prefeitura de Belém (Belém, 2020). A cobrança por esses serviços é executada mediante a arrecadação da taxa de limpeza pública, instituída no Código Tributário e de Rendas pela Lei Ordinária nº 7.192/81, sendo realizada por meio do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU). Essa cobrança considera a utilização efetiva ou potencial dos serviços de coleta periódica, transporte e destinação sanitária, adotando coeficientes relacionados à área territorial do imóvel e ao tipo de ocupação (Sanjad, 2018; Belém, 2020).

METODOLOGIA

O desenvolvimento do trabalho foi dividido em três etapas metodológicas, sendo elas apresentadas no fluxograma da Figura 2.

Figura 2 - Fluxograma das Etapas Metodológicas.



Fonte: Autores (2024).

Coleta e análise de dados

A análise de dados foi realizada com base no quantitativo de resíduos coletados no município, a partir de informações presentes no Relatório Técnico da CS Brasil (Consórcio CS Brasil, 2022) e no PGRI de Belém (Belém, 2020), sendo utilizados dados de gravimetria e das etapas de gerenciamento presentes nos documentos em questão.

A pesquisa sobre os índices de reciclagem a serem aplicados no estudo foi realizada a partir de dados presentes no Diagnóstico Temático do SNIS referentes ao período de 2009 a 2021, e teve como propósito identificar o conhecimento da valoração de resíduos orgânicos, a fim de evidenciar futuros cenários de reciclagem desses resíduos, por meio da compostagem, para o município de Belém.

Proposta de cenários

Nesta etapa, foi idealizada a simulação de três cenários de valoração dos RO gerados no município de Belém, para a representação da aplicabilidade de diferentes índices de reciclagem relacionados ao emprego da compostagem como destinação final ambientalmente adequada. A elaboração dos cenários fundamentou-se nos conceitos utilizados por Santiago (2019), PLANSAB (2022) e PLANARES (MMA, 2022), sendo adaptados para a proposta do trabalho (Quadro 1).

Cenários	Definição	Características
Pessimista	Estagnação na evolução dos índices de reciclagem de Matéria Orgânica (MO)	<ul style="list-style-type: none"> ● Baixa adesão à compostagem doméstica pela população; ● Falta ou reduzidos investimentos públicos e privados no setor de resíduos; ● Inexistência de ações e campanhas de educação ambiental, voltadas para a valorização dos resíduos sólidos; ● Não realização de cursos, oficinas e capacitações para confecção e manejo de composteiras.
Realista	Evolução dos índices de reciclagem de MO esperados para a Região Norte	<ul style="list-style-type: none"> ● Moderada adesão à compostagem doméstica pela população; ● Aumento equilibrado dos investimentos públicos e privado no setor de resíduos; ● Iniciativas de ações e campanhas de educação ambiental, voltadas para a valorização dos resíduos sólidos; ● Cursos, oficinas e capacitações para confecção e manejo de composteiras.
Otimista	Evolução dos índices de reciclagem de MO esperados para o Brasil	<ul style="list-style-type: none"> ● Alta adesão à compostagem doméstica pela população; ● Aumento significativo dos investimentos públicos e privados no setor de resíduos; ● Iniciativas de ações e campanhas de educação ambiental, voltadas para a valorização dos resíduos sólidos; ● Cursos, oficinas e capacitações para confecção e manejo de composteiras; ● Redução da taxa aos contribuintes que adotarem a prática da compostagem doméstica.

Fonte: Autores (2024).

A definição dos índices percentuais de reciclagem de MO baseou-se na meta 7 do PLANARES (MMA, 2022), que dispõe sobre o aumento dos índices de reciclagem da fração orgânica dos RSU no contexto nacional para os anos de 2024, 2028, 2032, 2036 e 2040 (Tabela 1). Optou-se por utilizar os anos definidos na meta 7, a fim de estimar a adesão à iniciativa da compostagem a curto, médio e longo prazo.

Tabela 1 – Meta do PLANARES para o aumento da reciclagem da fração orgânica dos RSU

Região/Ano	2020	2024	2028	2032	2036	2040
Norte	-	1,5%	3%	4,5%	6%	7,5%
Nordeste	-	1,5%	3%	4,5%	6%	7,5%
Centro-Oeste	-	1,9%	3,9%	5,8%	7,7%	9,6%
Sudeste	-	3,6%	7,2%	10,8%	14,4%	18,1%
Sul	-	3,6%	7,2%	10,8%	14,4%	18,1%
Brasil	-	2,7%	5,4%	8,1%	10,8%	13,5%

S.l.: Sem informação. Fonte: MMA (2022).

Também foram utilizados os índices de reciclagem apresentados no SNIS, referentes aos anos de 2009 até 2021, objetivando um maior detalhamento dos resultados para fins de comparação. Os índices selecionados foram correlacionados aos cenários de acordo com a evolução da reciclagem de RO.

A determinação do índice de reciclagem para cada cenário foi fundamental para quantificar a massa de RO possível de ser desviada do aterro, contribuindo também para a estimativa da redução dos custos na coleta e transporte dos resíduos.

Determinados os cenários e seus respectivos índices, foi possível correlacioná-los com o quantitativo orgânico dos RDO coletados no município de Belém para a obtenção do índice de reciclagem de MO, Equação 1, conforme Carneiro (2006):

$$ROR = ROc \times IR \quad (1)$$

Onde,

ROR = Quantidade de MO reciclada (ton/mês);

ROc = Resíduos orgânicos contidos no RDO coletado (ton/mês);

IR = Índice de reciclagem de MO (%).

Os dados utilizados para o ROc da composição gravimétrica, assim como os dados de geração total de RDO, foram disponibilizados pela SESAN e apresentados nos Estudos de Viabilidade Técnica, Operacional, Ambiental, Econômico-Financeira e Jurídica referentes aos serviços de limpeza urbana e gerenciamento de RSU no município de Belém-PA, realizados pelo Consórcio CS Brasil (2022). A determinação da parcela orgânica em toneladas/mês foi realizada a partir da Equação 2.

$$ROc = RDOc \times PFO \quad (2)$$

Onde,

ROc = Resíduos orgânicos contidos no RDO coletado em Belém (ton/mês);

$RDOc$ = Quantidade total de RDO coletada em Belém (ton/mês);

PFO = Percentual da fração orgânica que compõe os RDO de Belém (%).

Para o presente trabalho não foram realizadas projeções populacionais e, conseqüentemente, uma avaliação de geração de resíduos para o período estudado. Logo, a fim de se obter resultados mais próximos ao cenário atual, optou-se por utilizar os dados de quantitativo de resíduos presentes no Diagnóstico Temático do SNIS referentes ao ano de 2021 para os cálculos.

Estimativa da economia

A estimativa da economia para os cenários projetados se deu pela correlação entre os dados disponibilizados pela SESAN (Consórcio CS Brasil, 2022) sobre os gastos com a coleta e transporte de resíduos em 2021 e os resultados obtidos sobre os índices de reciclagem, de forma a constatar as possíveis reduções nos custos das etapas de gerenciamento de RSU (Equação 3), baseada em Carneiro (2006).

$$Ec_x = RORT \times VUC \quad (3)$$

Onde,

Ec_x = Economia gerada no cenário (R\$/ano);

RORT = Quantidade total de MO reciclada (ton/ano);

VUC = Valor unitário gasto com a coleta (R\$/ton) (SESAN, 2021).

Determinada a economia em cada Cenário, foi possível estimar a redução dos custos nas etapas de coleta e transporte (Equação 4).

$$RCP = \frac{(ECX \times 100\%)}{VC} \quad (4)$$

Em que,

RCP = Redução percentual dos custos com a coleta (%);

VC = Valor total gasto com a coleta (R\$).

Logo, obtém-se o custo final da coleta com o auxílio da Equação 5.

$$CFC = VC - Ec_x \quad (5)$$

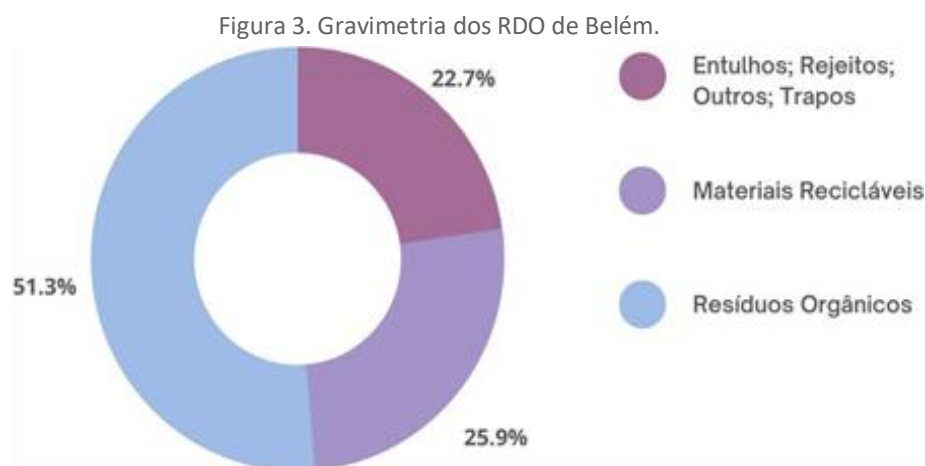
Sendo,

CFC = Custo Final da Coleta (R\$/ano).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Determinação da quantidade de resíduos orgânicos

A Figura 3 apresenta a composição gravimétrica dos RDO do município de Belém, distribuída em materiais recicláveis, resíduos orgânicos e outros, rejeitos, trapos, entulhos. Verifica-se um grande percentual de RO (51,3%) em relação aos demais resíduos (Belém, 2020).



Fonte: Belém (2020).

Empregando-se a Equação 2, foi possível obter o quantitativo orgânico dos RDO gerado no período de 2018 a 2021 (Tabela 2). Nota-se que o percentual de orgânicos dos RDO de Belém no ano de 2021 apresentou uma razão de crescimento de cerca de 2% em relação ao ano de 2018.

Tabela 2 – Quantitativo orgânico dos RDO coletados no município de Belém

Quantitativo orgânico dos RDO coletados (ton/mês)				
Meses	2018	2019	2020	2021
Janeiro	15.776,89	15.218,22	15.197,89	15.460,69
Fevereiro	13.075,54	13.254,24	13.886,79	14.198,63
Março	15.475,51	13.987,87	14.693,60	15.518,55
Abril	14.213,94	14.234,73	13.047,88	14.829,40
Maio	14.516,83	13.636,42	13.788,71	15.022,33
Junho	14.194,56	13.665,62	14.940,22	14.754,70
Julho	14.424,56	14.162,06	15.880,93	15.060,13
Agosto	15.674,78	15.036,70	15.572,17	15.751,70
Setembro	14.950,10	14.436,95	15.500,65	15.489,57
Outubro	16.345,22	15.807,97	16.133,97	15.876,59
Novembro	14.542,14	14.641,49	15.390,46	15.007,08
Dezembro	15.770,48	15.880,73	16.856,70	15.955,92
Total	178.960,56	173.962,99	180.889,97	182.925,29

Fonte: Adaptado de Consórcio CS Brasil (2022).

Em todos os anos, a maior geração de resíduos ocorreu nos meses de outubro e dezembro. Tal geração pode estar relacionada às festividades desses períodos,

como o Círio de Nazaré, principal manifestação cultural e religiosa ocorrida durante o mês de outubro no município de Belém, que reúne aproximadamente 2 milhões de pessoas (Sóter, 2023), e o Natal, período em que há maior preparação de alimentos para reuniões familiares.

Já o ano 2019 foi o que apresentou um quantitativo mais baixo, com uma diferença de 8.962,3 toneladas para o ano de 2021. Aponta-se como uma provável alternativa para o decréscimo do montante de resíduos coletados, no ano de 2019, as problemáticas referentes ao aterro sanitário particular utilizado para a disposição final dos resíduos gerados no município, ocorridas no referido ano, em função de paralisações pontuais na prestação dos serviços de coleta e transporte dos RDO, dando vazão à possível ocorrência de descarte irregular dos resíduos sólidos; e demais fatores relacionados ao acúmulo de resíduos nas vias públicas.

Determinação dos índices de reciclagem e elaboração dos cenários

Para o índice base, optou-se pela utilização do índice de reciclagem do SNIS, uma vez que é uma referência mais recente, representando um cenário mais próximo à realidade. A partir disso, fundamentou-se o valor de crescimento anual nos índices dispostos nos Diagnósticos Temáticos do SNIS do ano de 2009 até 2021.

Observou-se que, ao longo do intervalo de tempo selecionado, o índice de reciclagem de MO apresentou grande variação, de 0,107% em 2010 a 0,609% em 2021. Considerando a ocorrência de variação na geração de RSU em todos os anos, ou seja, a não simetria dos dados, optou-se pela utilização do valor da mediana para a projeção do índice de reciclagem de RO para os próximos anos, por representar uma medida de tendência central desses valores.

Dessa forma, o valor considerado para ilustrar um aumento dos índices de reciclagem de MO ao longo dos anos foi de 0,363%, sendo acrescido ao valor do índice base, possibilitando a projeção do índice de reciclagem de RO para os anos de 2024, 2028, 2032, 2036 e 2040 (Tabela 3).

Tabela 3 – Projeção do índice de reciclagem de matéria orgânica no Brasil

Ano	Índice anual de reciclagem estimado (%)
2024	0,609%
2028	2,061%
2032	3,513%
2036	4,965%
2040	6,417%

Fonte: Autores (2024).

Para o Cenário Pessimista foi considerado o índice apresentado no Diagnóstico SNIS 2022 para o ano de 2024, enquanto para os demais anos foram considerados os índices de reciclagem de MO, conforme a Tabela 4. Optou-se pelo uso desses índices para ilustração de um panorama desfavorável à valorização dos resíduos orgânicos, visto que a quantidade de RO reciclada atualmente é ínfima comparada ao total gerado.

Com relação aos Cenários Realista e Otimista, utilizaram-se os índices da meta 7 do PLANARES. Para o Cenário Realista, consideraram-se os índices propostos para a Região Norte, visto a maior probabilidade de serem alcançados,

considerados aspectos regionais sociais e econômicos. Já para o Cenário Otimista, adotaram-se os valores da meta estabelecida para o Brasil, uma vez que se trata de valores acima dos propostos para a Região Norte por considerarem os progressos já alcançados por outras regiões do país (Tabela 4).

Tabela 4 – Índices de reciclagem de matéria orgânica para cada Cenário estimado

Cenários	Ano				
	2024	2028	2032	2036	2040
Pessimista	0,609%	2,06%	3,51%	4,97%	6,42%
Realista	1,50%	3,00%	4,50%	6,00%	7,50%
Otimista	2,70%	5,40%	8,10%	10,80%	13,50%

Fonte: Autores (2024).

Sendo assim, com o auxílio da Equação 1, determinou-se o quantitativo de MO reciclada em Belém para cada cenário proposto (Tabela 5).

Tabela 5 – Quantidade de matéria orgânica a ser reciclada em Belém, em cada Cenário estimado

Ano	Quantidade de MO reciclada (ton./ano)		
	Cenários		
	Pessimista	Realista	Otimista
2024	1.114,02	2.743,88	4.938,98
2028	3.770,09	5.487,76	9.877,97
2032	6.426,17	8.231,64	14.816,95
2036	9.082,24	10.975,52	19.755,93
2040	11.738,32	13.719,40	24.694,91

Fonte: Autores (2024).

Para uma projeção em curto prazo, considerando possíveis dificuldades para a implantação do projeto de compostagem doméstica que resultem na estagnação do índice atual de reciclagem de MO, tem-se o desvio de 1.114,02 toneladas de RO do aterro sanitário em 2024. Considerando um panorama mais positivo, verificou-se para o Cenário Realista, ou seja, que atenda às metas do PLANARES para a Região Norte, um desvio de 2.743,88 toneladas.

Logo, supõe-se que a adoção da compostagem doméstica pela população, a partir de ações de incentivo advindas do Poder Público, resultaria em uma diferença de 1.629,86 toneladas de RO a mais recicladas em 2024, alterando o Cenário Pessimista e atendendo à meta 7 para o respectivo ano.

Simulando um Cenário Otimista, em longo prazo, tem-se que a quantidade de MO a ser reciclada totalizaria 12.956,59 toneladas a mais em 2040 comparado a 2024, contribuindo para a melhoria de aspectos ambientais, sociais e econômicos. Ao promover a compostagem, reduz-se o volume de resíduos orgânicos encaminhados aos aterros, aumentando a sua vida útil e reduzindo a produção de lixiviado e de Gases de Efeito Estufa (GEE), como o dióxido de carbono e o metano (Abrelpe, 2024; Manea *et al.*, 2024; Wartchow; Gewehr; Silva, 2011).

Seng *et al.* (2013) observaram que a reciclagem e o desvio de resíduos orgânicos aos aterros sanitários podem prolongar a sua vida útil em até quatro anos. Quanto às emissões de GEE, Nordahl *et al.* (2020) consideram que qualquer alternativa que contribua para o desvio de resíduos orgânicos, sobretudo de materiais como restos de alimentos, proporciona benefícios na redução desses gases, sendo a compostagem a melhor alternativa de destinação ambientalmente adequada.

Nesse contexto, Pérez, Vergara e Silver (2023) observaram que o processo de compostagem pode reduzir as emissões de metano em 39% a 84% quando comparado ao aterro sanitário. De forma complementar, Jalalipour *et al.* (2024) identificaram que a compostagem doméstica é capaz de evitar 19.076 toneladas de CO₂ equivalente por ano, resultado de fatores como a menor necessidade de sacolas plásticas para coleta, menores distâncias percorridas no transporte e a diminuição do volume de resíduos orgânicos enviados aos aterros.

Determinação da economia dos custos nos cenários

Para determinação da economia gerada a partir da reciclagem dos RO por meio da compostagem, utilizaram-se como referência os valores gastos com coleta e transporte em 2021, com base em dados disponibilizados pela SESAN (Consórcio CS Brasil, 2022) (Tabela 6).

Tabela 6 – Quantidade total de RDO coletada e valor gasto com a coleta em Belém

Quantidade de RDO coletada e valor gasto com a coleta em 2021		
Meses	Quantidade de RDO coletada (ton)	Valor gasto com a coleta (R\$)
Janeiro	30.137,79	3.001.482,27
Fevereiro	27.677,65	2.756.000,18
Março	30.250,59	3.009.552,68
Abril	28.907,22	2.944.514,49
Mai	29.283,29	3.071.849,71
Junho	28.761,59	3.017.079,53
Julho	29.356,98	3.084.429,54
Agosto	30.705,06	3.220.979,66
Setembro	30.194,10	3.168.278,73
Outubro	30.948,52	3.243.013,94
Novembro	29.253,57	3.072.195,78
Dezembro	31.103,15	3.268.161,16
Total	356.579,51	36.857.537,67

Fonte: Adaptado de Consórcio CS Brasil (2022).

Logo, tem-se que o valor unitário gasto com a coleta no ano de 2021 foi de R\$ 103,34 por tonelada. Por conseguinte, utilizou-se a Equação 3 para a determinação da economia em cada cenário (Tabela 7).

Tabela 7 – Economia gerada em cada Cenário estimado

Ano	Economia (R\$/ano)		
	Cenários		
	Pessimista	Realista	Otimista
2024	115.122,31	283.552,49	510.394,48
2028	389.601,12	567.104,98	1.020.788,96
2032	664.079,90	850.657,47	1.531.183,45
2036	938.558,74	1.134.209,96	2.041.577,93
2040	1.213.037,55	1.417.762,45	2.551.972,41

Fonte: Autores (2024).

Para o Cenário Pessimista, referente a 2024, tem-se uma redução de R\$ 115.122,31 nos gastos relacionados à coleta e transporte de resíduos no município, ou seja, uma economia média mensal de R\$ 9.593,53. Para o mesmo cenário, projeta-se um aumento de R\$ 274.478,81 na economia do gerenciamento de resíduos para o ano de 2028, totalizando R\$ 389.601,12 economizados, considerando a de reciclagem de 2,06% de MO.

Supondo o atendimento aos índices de reciclagem de MO para o contexto nacional, estimam-se economias superiores a meio milhão de reais em todos os anos abrangidos pelo Cenário Otimista. Em 2024 seriam economizados aos cofres públicos cerca de R\$ 42.532,87 mensalmente, enquanto no longo prazo, em 2040, prevê-se uma economia média mensal de R\$ 212.664,37. Logo, estabelecida a economia e com o auxílio da Equação 4, determinou-se a redução percentual dos custos com a coleta para cada cenário (Tabela 8).

Tabela 8 – Redução percentual dos custos com a coleta

Cenários	Economia (R\$/ano)				
	Ano				
	2024	2028	2032	2036	2040
Pessimista	0,31	1,06	1,80	2,55	3,29
Realista	0,77	1,54	2,31	3,08	3,85
Otimista	1,38	2,77	4,15	5,54	6,92

Fonte: Autores (2024).

Para o Cenário Pessimista, verificou-se uma redução de 0,31% nos custos com a coleta e transporte de RDO para o ano de 2024, sendo o maior percentual atingido para o Cenário igual a 3,29% em 2040. Com relação ao Cenário Realista, estima-se uma redução de 3,08% nos custos para um período no longo prazo, referente ao ano de 2036, e de 3,85% em 2040.

Tais valores se mostram levemente inferiores ao previsto para um Cenário Otimista em médio prazo, alusivo ao ano de 2032, que prevê a redução de 4,15% nos gastos do titular dos serviços de manejo de resíduos sólidos de Belém. Logo, verifica-se que a adoção de incentivos econômicos por parte do Poder Público e consequente aumento na adesão à prática da compostagem doméstica pela

população influencia diretamente na redução dos custos despendidos na coleta e transporte de resíduos sólidos em um menor intervalo de tempo.

Jalalipour *et al.* (2024) apontaram que, no Irã, cerca de 5% da economia do poder público tem sido investida na compostagem de resíduos orgânicos. Adhikari *et al.* (2010) observaram para Paris e Toronto uma economia anual proveniente da implantação de compostagem doméstica, na ordem de US\$ 28.900 e US\$ 49.570 por quilômetro quadrado, respectivamente. Já no contexto nacional, Fernandes *et al.* (2024) estimaram um custo evitado no valor de R\$ 205,96/dia para o distrito de Jaranópolis, em Goiás, com a redução de despesas na etapa de transporte de resíduos ao adotar o modelo de compostagem.

A obtenção destes valores possibilita a realização de um panorama para cada Cenário, estabelecendo o custo final da coleta, conforme apresentado na Tabela 9.

Tabela 9 – Custo final da coleta

Ano	Cenários					
	Pessimista		Realista		Otimista	
	Quantidade total coletada (ton)	Custo final (R\$)	Quantidade total coletada (ton)	Custo final (R\$)	Quantidade e total coletada (ton)	Custo final (R\$)
2024	355.465,49	36.742.415,36	353.835,63	36.573.985,18	351.640,53	36.347.143,19
2028	352.809,42	36.467.936,55	351.091,75	36.290.432,69	346.701,54	35.83.6748,71
2032	350.153,34	36.193.457,74	348.347,87	36.006.880,20	341.762,56	35.326.354,22
2036	347.497,27	35.918.978,93	345.603,99	35.723.327,71	336.823,58	34.815.959,74
2040	344.841,19	35.644.500,12	342.860,11	35.439.775,22	331.884,60	34.305.565,26

Fonte: Autores (2024).

Considerando o índice atual de reciclagem de MO no âmbito nacional por parte do município de Belém, para o ano de 2024, estimou-se o custo total de R\$ 36.742.415,36 pertinente à coleta de 355.465,49 toneladas de resíduos. Em contrapartida, em relação ao Cenário Realista para o mesmo ano, tem-se que para a coleta de 353.835,63 toneladas de RDO, seriam gastos R\$ 36.573.985,18. Desse modo, é possível afirmar que o atendimento à meta de reciclagem de RO para a região Norte, por meio da adesão à compostagem doméstica pelos munícipes, resultaria em uma diminuição de R\$ 168.430,18 nos custos desse serviço.

No mais, alcançando os índices esperados para a reciclagem de MO no Brasil, estima-se que, para um Cenário Otimista, o gasto com a coleta e o transporte de resíduos deve variar de R\$ 36.347.143,19, considerando a priorização de projetos que visem ao aumento do desvio de resíduos ao aterro, a R\$ 34.305.565,26, com medidas tomadas em longo prazo.

Verifica-se que no horizonte estabelecido para o Cenário Pessimista há uma redução de aproximadamente R\$ 274.478,81 a cada quatro anos no custo final da coleta de resíduos, referente ao primeiro ano englobado pela meta, 2024, até o último, referente ao ano de 2040. Referente ao Cenário Realista, verificou-se uma redução de R\$ 283.552,49, enquanto para o Cenário Otimista essa redução totalizou R\$ 510.394,48 a cada quatro anos, se mantido um crescimento anual do índice de reciclagem.

A adoção da prática da compostagem descentralizada pode contribuir para a redução de custos na etapa da disposição final (Jalalipour *et al.*, 2024; Pai; Ai; Zheng, 2019; Zurbrügg *et al.*, 2005), aquisição e redução de fertilizantes comerciais (Pai; Ai; Zheng, 2019; Sayara *et al.*, 2020) tendo consequências positivas diretas à saúde da população e do meio ambiente (Farhidi; Madani; Crichton, 2022).

A geração de compostos orgânicos, provenientes da compostagem, tem sido amplamente debatida (Ajaweed; Hassan; Hyder, 2022; Walgenbach; Graciano; Dias, 2025), pois, além da eficácia na recuperação da matéria, contribui para melhorar a estrutura e a agregação do solo e aumentar a sua capacidade de retenção de água, refletindo em um menor consumo de energia e dificultando o processo de erosão (Cataldo; Fucile; Mattii, 2022).

Dessa forma, pode-se afirmar que independentemente do cenário, a prática da compostagem doméstica trará benefícios ao Poder Público, influenciando diretamente nos custos envolvidos com o gerenciamento de resíduos no município, reduzindo o déficit do setor e promovendo um maior equilíbrio econômico-financeiro da prestação desses serviços.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos demonstram que a valorização dos resíduos orgânicos por meio da compostagem doméstica apresenta impacto econômico direto sobre os custos do sistema de manejo de RSU em Belém. Mesmo no Cenário Pessimista, baseado nos índices mais recentes do SNIS, já se observa redução de custos em 2024; enquanto, nos Cenários Realista e Otimista, fundamentados nas metas da Região Norte e do Brasil, previstas no PLANARES, verificou-se reduções progressivas e cumulativas ao longo do horizonte temporal até 2040, evidenciando o caráter estrutural da economia gerada pelo incremento da reciclagem da matéria orgânica.

A expressiva participação da matéria orgânica na composição dos resíduos domiciliares faz com que a elevação, ainda que gradual, dos índices de reciclagem repercuta diretamente nas etapas mais onerosas do sistema, sobretudo na coleta, no transporte e na disposição final. As simulações indicaram, ainda, aumento significativo da quantidade de resíduos orgânicos reciclados ao longo do tempo, o que implica redução do volume destinado ao aterro sanitário, diminuição da demanda por novas áreas de disposição final e prolongamento da vida útil da infraestrutura existente.

Sob a perspectiva ambiental, os resultados apontam que a ampliação da compostagem contribui para a mitigação de impactos associados à disposição final dos resíduos, como a geração de chorume e as emissões de gases de efeito estufa decorrentes da decomposição anaeróbia. Em um contexto urbano amazônico como o de Belém, marcado por elevada sensibilidade ambiental e limitações

territoriais, tais efeitos reforçam o papel estratégico da valorização dos resíduos orgânicos para a promoção da sustentabilidade ambiental e territorial.

Ressalte-se, por fim, que os cenários projetados decorrem de simulações baseadas em índices secundários e pressupõem a adesão da população às práticas de separação na fonte, o que configura limitação do estudo. Ainda assim, os resultados indicam que o fortalecimento de políticas públicas integradas de incentivo à educação ambiental, em consonância com as diretrizes da PNRS, constitui medida essencial para a sustentabilidade econômico-financeira e ambiental da gestão de resíduos sólidos no município de Belém.

Recycling promotes a reduction in the costs of disposing of organic waste in landfills? Scenarios and proposals for the municipality of Belém-PA

ABSTRACT

The study aimed to conjecture the economic impact generated by recycling Organic Waste (RO) through domestic composting by the population of Belém/PA. The methodology involved quantifying the generated RO and simulating scenarios based on RO recycling rates and goal 7 of the National Solid Waste Management Plan. Pessimistic, Realistic, and Optimistic scenarios were defined, referring to the population's adoption of domestic composting and the applicability of different rates in the short, medium, and long term. The costs of collection were correlated with the results of the rates to estimate reductions in costs of Waste Management stages. The results demonstrated an estimated cost reduction of R\$ 115,122.31 for the year 2024 in the Pessimistic Scenario. In the Realistic Scenario, expenditures were projected at R\$ 36,573,985.18. Finally, the costs for an Optimistic Scenario ranged from R\$ 36,347,143.19 to R\$ 34,305,565.26 in 2040.

KEYWORDS: Landfill. Urban solid waste management. Household solid waste.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2023**. São Paulo: ABRELPE, 2024.

ABREMA – Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil: 2025**. São Paulo, 2025.

ADHIKARI, B. K., TRÉMIER, A., MARTINEZ, J., & BARRINGTON, S. Home and community composting for on-site treatment of urban organic waste: perspective for Europe and Canada. **Waste management & research**, v. 28, n. 11, p. 1039-1053, 2010.

AJAWEED, A. N.; HASSAN, F. M.; HYDER, N. H. Evaluation of Physio-Chemical Characteristics of Bio Fertilizer Produced from Organic Solid Waste Using Composting Bins. **Sustainability**, v. 14, n. 8, 2022.

BELÉM. Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Diagnóstico Técnico Participativo. Belém: Prefeitura de Belém, 2020.

BERSAN, J. L. M.; KELMER, G. A. R.; RIGHI, J. A. Avaliação da qualidade nutricional de composto orgânico produzido com resíduos provenientes de composteiras domésticas. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.10, n. 2, p. 240-258, 2022.

BRASIL. **Lei Federal 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. Brasília: Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 8 ago. 2010.

CARNEIRO, P. F. N. **Caracterização e avaliação da potencialidade econômica da coleta seletiva e reciclagem dos resíduos sólidos domiciliares gerados nos municípios de Belém e Ananindeua**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação Em Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém, 2006.

CATALDO, E.; FUCILE, M.; MATTII, G. B. Composting from organic municipal solid waste: a sustainable tool for the environment and to improve grape quality. 2022. **The Journal of Agricultural Science**, v. 160, n.6, p. 502-515, 2022

CONCEIÇÃO, M. M. M.; TEIXEIRA, L. C. G. M. RELAÇÃO ENTRE PRODUÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E CRESCIMENTO POPULACIONAL NA REGIÃO NORTE. **Revista AIDIS de ingeniería y ciencias ambientales: Investigación, desarrollo y práctica**, p. 1383-1396.

CONSÓRCIO CS BRASIL. **Estudos de Viabilidade Técnica, Operacional, Ambiental, Econômico-Financeira e Jurídica, Referente aos Serviços de Limpeza Urbana e Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos do Município de Belém-PA**. Belém. 2022.

COSTA, G. C.; SOUSA, R. Resíduos sólidos orgânicos: implantação de um pátio de compostagem descentralizado como alternativa de tratamento no município de Castanhal-PA. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 21, n. 66, p. 297-313, 2025.

FARHIDI F.; MADANI, K.; CRICHTON, R. How the US Economy and Environment can Both Benefit From Composting Management. **Environmental Health Insights**, v. 16, 2022.

FERNANDES, A., STECKELBERG, H., DE AMORIM, Á. J., CASTRO, J. D. A. B., SANDRE, L. B. P., & DE SOUZA JUNIOR, J. D. Análise do custo economizado através do manejo sustentável de resíduos orgânicos em Jaranápolis: uma abordagem para a gestão sustentável de resíduos sólidos. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 16, n. 4, p. e3870-e3870, 2024.

FONTES, G. E. F., BEZERRA, J. M., DA COSTA, T. T., & DE MIRANDA, I. F. Coleta seletiva como estratégia de sustentabilidade urbana: diagnóstico gravimétrico e proposição de cenários para Pau dos Ferros-RN. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 21, n. 66, p. 154-173, 2025.

GRISA, D. C.; CAPANEMA, L. **Resíduos Sólidos**. In: Puga, F.; Castro, L. B. de C. (org.). *Visão 2035: Brasil, país desenvolvido: agendas setoriais para alcance da meta*. 1. ed. Rio de Janeiro: BNDES, p. 415 – 438. 2018.

GUEDES, N. de S.; ATHAYDE JUNIOR, G. G. Minimização de resíduos sólidos domiciliares: estudo de caso em condomínio vertical na cidade de João Pessoa-PB. **Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales**, v. 14, n. 3, p. 1139-1155. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Panorama do Município de Belém*. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

JALALIPOUR, H.; HAGHIGHI, A. B.; FERRONATO, N.; BOTTAUSCI, S.; BONOLI, A.; NELLES, M. Social, economic and environmental benefits of organic waste home composting in Iran. **Waste Management & Research**. 2024.

LUIS FILHO, Francisco Luiz; BOSCOV, Maria Eugenia Gimenez. Análise histórica do desempenho da disposição final de resíduos sólidos urbanos no Estado de São

Paulo (2011–2023): uma análise a partir do primeiro quartil do Índice de Qualidade de Aterros (IQR). **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 21, n. 66, p. 107-131, 2025.

MANEA, E. E. et al. Composting as a Sustainable Solution for Organic Solid Waste Management: Current Practices and Potential Improvements. **Sustainability**, v. 16, n. 15, 2024.

MARQUES, E. F., ARAÚJO, I. R., DE MELO, M. A. A., & PEREIRA, D. GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO CENTRO DA AMAZÔNIA BRASILEIRA. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 11, n. 6, p. 5210-5224, 2025.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília: MMA, 2022.

NASCIMENTO, A. C. M.; NAMEN, A. A. Impactos de um modelo de coleta e compostagem de resíduos orgânicos apoiado pela inteligência artificial. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 21, n. 65, p. 230-252, 2025.

NORDAHL, S. L., DEVKOTA, J. P., AMIREBRAHIMI, J., SMITH, S. J., BREUNIG, H. M., PREBLE, C. V., ... & SCOWN, C. D. Life-cycle greenhouse gas emissions and human health trade-offs of organic waste management strategies. **Environmental science & technology**, v. 54, n. 15, p. 9200-9209, 2020.

PAI, S.; AI, N.; ZHENG, J. Decentralized community composting feasibility analysis for residential food waste: A Chicago case study. **Sustainable Cities and Society**, v. 50, 2019.

PEREIRA, V. R.; FIORE, F. A. Fatores influenciadores da segregação de resíduos orgânicos na fonte geradora para a viabilização de sistemas de compostagem. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 27, n. 4, p. 643-652, 2022.

PÉREZ, T.; VERGARA, S. E.; SILVER, W.L. Assessing the climate change mitigation potential from food waste composting. **Scientific Reports**, v. 13, n. 7608, 2023.

PIMENTEL, F. A.; SOUZA, L. S. B.; SILVA, A. F. da. Morfometria em área de disposição de resíduos sólidos no município de Normandia, Roraima, Brasil. **Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales**, v. 15, n. 3, p. 1149-11626. 2022.

PLANSAB. Plano Nacional de Saneamento Básico. Relatório de Avaliação Anual 2020. Brasília: Secretaria Nacional de Saneamento do Ministério de Desenvolvimento Regional, 2022.

PMSB. Plano Municipal de Saneamento Básico de Belém. **Caracterização Geral do Município de Belém**. Belém: Prefeitura de Belém, 2020.

PROTEGEER. Cooperação para a Proteção do Clima na Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos. **Tratamento e Valorização dos Resíduos Sólidos Urbanos: Recuperação Energética com foco em Combustíveis Derivados de Resíduos**. 2021.

REIS, A. C. M.; PONTES, A. N. Resíduos sólidos urbanos no Brasil: a reciclagem no contexto da sustentabilidade. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**. 2019.

RODRIGUES, A. *et al.* A representatividade da compostagem na destinação dos resíduos orgânicos no Brasil e nordeste brasileiro. **Revista tecnologia e sociedade**, v. 18, n. 53, p. 167-179, 2022.

ROSA, L. O. *et al.* Tecnologia social e compostagem na disseminação de saberes na valoração dos resíduos orgânicos de um condomínio de baixo custo na cidade de Pelotas-RS. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 17, n. 49, p. 188-200, 2021.

SANJAD, H. C. **Reciclagem como Alternativa para a Eficiência e Sustentabilidade Econômica no Setor de Resíduos Sólidos Urbanos do Município de Belém – PA**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação Em Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.

SANTIAGO, M. R. **Avaliação da sustentabilidade do ciclo de vida de diferentes cenários de gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares com enfoque na compostagem**. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental). Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2019.

SANTOS, K.; PANIZZON, J.; RODRIGUES, T.; MATTILA, H.; JAHNO, V. O ensino da compostagem doméstica como instrumento para promoção da economia circular em sistemas de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 17, n. 6, p. 296-319, 2022.

SAYARA, T., BASHEER-SALIMIA, R., HAWAMDE, F., & SÁNCHEZ, A. Recycling of organic wastes through composting: Process performance and compost application in agriculture. **Agronomy**, v. 10, n. 11, p. 1838, 2020.

SENG, B., HIRAYAMA, K., KATAYAMA-HIRAYAMA, K., OCHIAI, S., & KANEKO, H. Scenário analysis of the benefit of municipal organic-waste composting over landfill, Cambodia. **Journal of Environmental Management** v. 114, n. 15, p. 216-224, 2013.

SILVA, F. A. F.; MELLO, E. M. R. Os Aspectos Legal, Social e Econômico da Gestão de Resíduos Sólidos: Oportunidades e Desafios. **Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales**, v. 13, n. 6. 2020.

SILVA FILHO, C. R. V. da.; SOLER, F. D. **Gestão de resíduos sólidos: O que diz a lei.** ed. 4. São Paulo: Trevisan Editora. 2019.

SILVA, P.; SILVA, M.; LEITÃO, S., MUNIZ, A. O uso de compostagem doméstica na produção de adubo para hortas domiciliares. **Mix Sustentável**, v. 5, n. 4, p. 63-70. 2019.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico Temático do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos 2009-2022. Brasília. 2022.

SÓTER, G. Círio de Nazaré 2023: Grande procissão é marcada por multidão de mais de 2 milhões de fiéis e calor intenso. **Portal G1 Pará**, Belém, PA, 08 out. 2023.

WALGENBACH, P. J. S.; GRACIANO, M. J. S.; DIAS, L. D. Compostagem de Resíduos Orgânicos e Educação Ambiental: Uma Análise do Ciclo de Vida em uma Escola de Educação Básica. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v.14, n.1, p. 170-185, 2025.

WARTCHOW, D.; GEWEHR, A., G.; SILVA, J., S. A Importância Ambiental e Econômica da Compostagem - Estudo de Caso: Município de Ijuí/RS. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 26, Porto Alegre, RS. **Anais [...]**, Porto Alegre, RS, 2011.

Recebido: 09/08/2024
Aprovado: 14/12/2025
DOI: 10.3895/rts.v22n68.18968

Como citar:

BASTOS, Leticia Cavalcante da Silva; BRAGA, Risete Maria Queiroz Leão; TAVARES, Antônio de Noronha; ANDRADE, Marcelo Ádamis. A reciclagem promove uma redução nos custos da destinação de resíduos orgânicos aos aterros? Cenários e propostas para o município de Belém-PA. **Rev. Tecnol. Soc.**, Curitiba, v. 22, n. 68, p.421-443, jan./mar, 2026. Disponível em:

<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/18968>

Acesso em: XXX.

Correspondência:

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

