REVISTA TÓPICOS
ISSN 2965-6672 | Qualis A2

DESEMPENHO DO MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E POTENCIAL DE VALORIZAÇÃO DOS RECICLÁVEIS EM ITACOATIARA E IRANDUBA, AMAZONAS

SOLID WASTE MANAGEMENT PERFORMANCE AND THE VALORIZATION POTENTIAL OF RECYCLABLE MATERIALS IN ITACOATIARA AND IRANDUBA, AMAZONAS, BRAZIL

Engenharias • 23/11/2026

REGISTRO DOI: 10.70773/revistatopicos/795300087

Evely Laranjeira Marques[1]

Eliakim Marques Serrão[2]

Rute Holanda Lopes[3]

Rodrigo Couto Alves[4]

RESUMO

A pesquisa avalia o manejo dos resíduos sólidos urbanos e o potencial econômico dos materiais recicláveis nos municípios de Itacoatiara e Iranduba, Amazonas. O estudo analisa indicadores financeiros e operacionais do manejo e estima a quantidade, o valor econômico e os custos associados à recuperação dos materiais recicláveis. A análise utilizou dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, informações populacionais e caracterização gravimétrica do Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Amazonas, complementadas por preços médios de comercialização obtidos nos municípios. Para estimar os custos das unidades de triagem e beneficiamento, foram utilizados parâmetros de investimento inicial e custos operacionais da literatura. Os resultados indicaram potencial de 16.126,27 toneladas anuais de materiais recicláveis em Itacoatiara e 15.221,78 toneladas em Iranduba, correspondendo a potenciais econômicos brutos de R$ 23,81 milhões e R$ 16,96 milhões, respectivamente. O saldo operacional anual estimado alcançou R$ 14,19 milhões em Itacoatiara e R$ 4,86 milhões em Iranduba. Considerando o investimento inicial, os saldos estimados no primeiro ano foram de R$ 13,61 milhões e R$ 3,77 milhões. Os resultados evidenciam potencial econômico para a valorização dos recicláveis e subsidiam o planejamento de sistemas municipais de recuperação de materiais.

Palavras-chave: resíduos sólidos urbanos; coleta seletiva; materiais recicláveis; potencial econômico; gestão de resíduos.

ABSTRACT

This study evaluates municipal solid waste management and the economic potential of recyclable materials in the municipalities of Itacoatiara and Iranduba, Amazonas, Brazil. The study analyzes financial and operational indicators of waste management and

estimates the quantity, economic value, and costs associated with the recovery of recyclable materials. The analysis used data from the National Sanitation Information System, population data, and the gravimetric characterization provided by the Amazonas State Solid Waste Plan, complemented by average market prices for recyclable materials obtained in the municipalities. Investment and operating cost parameters from the literature were used to estimate the costs of sorting and primary processing facilities. The results indicated a potential of 16,126.27 tonnes per year of recyclable materials in Itacoatiara and 15,221.78 tonnes in Iranduba, corresponding to gross economic potentials of R$ 23.81 million and R$ 16.96 million, respectively. The estimated annual operating balance reached R$ 14.19 million in Itacoatiara and R$ 4.86 million in Iranduba. Considering the initial investment, the estimated balances for the first year were R$ 13.61 million and R$ 3.77 million, respectively. The results indicate significant economic potential for recyclable material recovery and provide information to support the planning of municipal material recovery systems.
Keywords: municipal solid waste; selective collection; recyclable materials; economic potential; waste management.

1. INTRODUÇÃO

A gestão dos resíduos sólidos urbanos constitui um desafio para os municípios, sobretudo pela necessidade de assegurar a continuidade dos serviços de coleta, transporte, tratamento e destinação adequada, ao mesmo tempo em que se busca eficiência na aplicação dos recursos públicos. A complexidade desse sistema está relacionada não apenas ao volume de resíduos gerados, mas também às estratégias de manejo adotadas, à estrutura administrativa e às condições operacionais de cada município. Os

custos per capita dos resíduos sólidos são influenciados pela forma de gestão municipal e pela existência de coleta seletiva (Rodrigues, Magalhães Filho e Pereira, 2016).

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos estabelece a gestão integrada e o gerenciamento dos resíduos como responsabilidades que envolvem diferentes etapas e atores, priorizando a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e, posteriormente, disposição ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010). Nesse contexto, a coleta seletiva constitui uma estratégia fundamental para aumentar a recuperação de materiais e reduzir o volume encaminhado à disposição final. Entretanto, sua expansão depende de condições financeiras, operacionais e institucionais que variam entre os municípios (Silva; Santos, 2023).

A utilização de indicadores constitui uma importante ferramenta para avaliar o desempenho dos serviços de manejo e identificar tendências ao longo do tempo. A análise realizada por Silva e Santos (2023), com dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) entre 2011 e 2020, demonstrou avanços em diferentes indicadores da coleta seletiva brasileira, embora em ritmo insuficiente. Os autores relacionam esse desempenho, entre outros fatores, à baixa adesão da população, à insuficiência de campanhas de divulgação e às limitações de recursos financeiros municipais, aspectos que podem comprometer a recuperação dos materiais recicláveis.

Além dos indicadores operacionais, a sustentabilidade econômica constitui uma dimensão essencial para a continuidade dos programas de coleta seletiva. Besen et al. (2023), ao avaliarem

indicadores de sustentabilidade em 20 municípios brasileiros, identificaram resultados desfavoráveis relacionados ao autofinanciamento, às taxas de recuperação de recicláveis e de rejeitos e às condições de trabalho. Os autores destacam ainda a necessidade de investimentos em infraestrutura e logística, bem como de mecanismos capazes de assegurar a sustentabilidade financeira dos serviços.

A recuperação dos materiais recicláveis também pode representar uma oportunidade de geração de valor econômico. Freitas e Oliveira Filho (2009), ao estimarem os impactos econômicos da reciclagem de resíduos sólidos urbanos na Bahia, utilizaram dados de composição gravimétrica para determinar o estoque potencial de papel, plástico e metais disponíveis para recuperação. Os resultados demonstraram que a reciclagem apresenta capacidade de gerar economia de recursos e benefícios econômicos relevantes, reforçando a necessidade de considerar os resíduos não apenas como elementos geradores de despesas, mas também como fontes potenciais de valor.

Essa perspectiva é reforçada por estudos que relacionam a recuperação de materiais aos custos da gestão municipal. Sena et al. (2023) identificaram que as despesas municipais com o gerenciamento dos resíduos domiciliares estão relacionadas principalmente à disposição final dos rejeitos, à coleta convencional e à coleta seletiva, sendo esta última influenciada pela modalidade adotada e pelo agente executor. Os autores também destacam que a ampliação da coleta seletiva, as parcerias com organizações de catadores e as ações de educação ambiental podem influenciar tanto os custos municipais quanto os rendimentos obtidos pelas organizações de catadores.

A estimativa do potencial econômico, entretanto, exige a consideração das características físicas dos resíduos e das condições de comercialização dos materiais recuperáveis. Slomski et al. (2020), em estudo realizado no município de São Paulo, combinaram dados de composição gravimétrica, quantidade de resíduos não tratados e preços de mercado para estimar o potencial econômico dos resíduos domiciliares. Os autores identificaram potencial expressivo associado à reciclagem e destacaram que a implantação de unidades de triagem pode contribuir simultaneamente para a geração de renda, redução de despesas públicas e diminuição dos impactos ambientais.

A análise econômica dos sistemas de recuperação deve distinguir o valor potencial dos materiais dos custos necessários à sua efetiva recuperação. A implantação de unidades de triagem e beneficiamento requer investimentos iniciais em infraestrutura e equipamentos, enquanto sua operação envolve despesas recorrentes. Nesse contexto, o CAPEX corresponde ao investimento necessário à implantação da unidade, enquanto o OPEX representa os custos associados à sua operação. Além disso, a coleta seletiva e o transporte constituem componentes adicionais do sistema e podem representar parcela significativa dos custos totais (Abrelpe, 2015; Besen et al., 2023).

Diante desse contexto, torna-se relevante analisar conjuntamente o desempenho do manejo dos resíduos sólidos urbanos e o potencial de valorização econômica dos materiais recicláveis, especialmente em municípios que apresentam limitações de informações e infraestrutura. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar o manejo dos resíduos sólidos urbanos nos municípios de Itacoatiara e Iranduba, Amazonas, por meio da análise de indicadores financeiros

e operacionais e da estimativa do potencial econômico dos materiais recicláveis, considerando a massa potencialmente recuperável, o valor de comercialização, os custos de implantação e operação das unidades e o balanço econômico resultante.

2. METODOLOGIA

2.1. Área de Estudo

O estudo foi desenvolvido nos municípios de Itacoatiara (Figura 1) e Iranduba (Figura 2), localizados no estado do Amazonas. A seleção dos municípios considerou critérios relacionados à relevância regional, disponibilidade de informações nos sistemas oficiais de saneamento, existência de associações de catadores de materiais recicláveis e dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS).

Figura 1. Mapa de localização de Itacoatiara.



Fonte: PMGIRS de Itacoatiara (2012).

Figura 2. Mapa de localização de Iranduba.



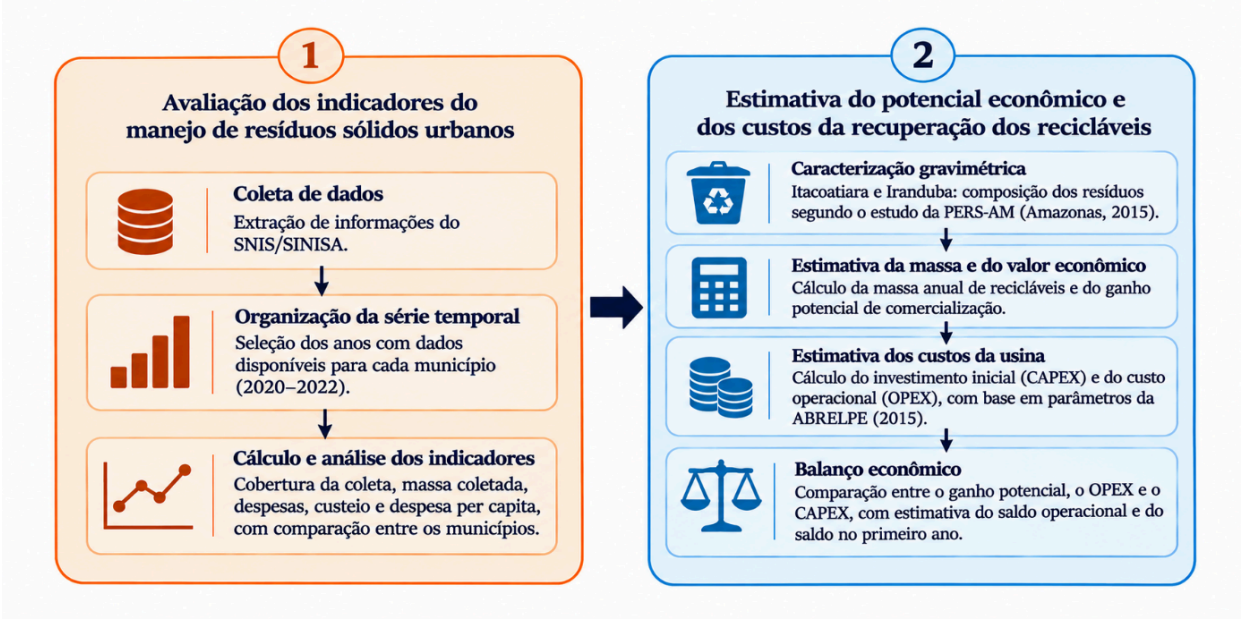
Fonte: PMGIRS de Iranduba (2012).

Para informações complementares do estudo foram utilizados dados populacionais, territoriais e socioeconômicos obtidos junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), complementados por informações presentes nos respectivos PMGIRS (Iranduba, 2012; Itacoatiara, 2012).

2.2. Procedimentos Metodológicos

O fluxo metodológico adotado encontra-se estruturado em duas etapas sequenciais: avaliação do desempenho operacional do manejo dos resíduos sólidos e estimativa do potencial econômico dos materiais recicláveis (Figura 3).

Figura 3. Fluxo da metodologia da pesquisa.



Fonte: Autores (2026).

2.2.1. Avaliação dos Indicadores do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos

A avaliação do manejo de resíduos sólidos urbanos nos municípios de Itacoatiara e Iranduba foi realizada a partir de dados secundários obtidos no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento Básico (SNIS), considerando as informações autodeclaradas pelos municípios. Para cada indicador, foram selecionados os anos em que havia dados disponíveis para ambos ou para cada um dos municípios, preservando-se a série temporal efetivamente declarada no sistema.

Foram selecionados cinco indicadores relacionados às dimensões financeira e operacional do manejo de resíduos sólidos urbanos: FN220 – Despesa total com serviços de manejo de resíduos sólidos urbanos; IN003 – Incidência das despesas com o manejo de resíduos sólidos urbanos nas despesas correntes da prefeitura; IN006 – Despesa per capita com manejo de resíduos sólidos urbanos em relação à população urbana; IN015 – Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de resíduos domiciliares em relação à população

total do município; e IN028 – Massa de resíduos domiciliares e públicos coletada per capita em relação à população total atendida pelo serviço de coleta.

Os indicadores FN220, IN003 e IN006 foram utilizados para caracterizar a dimensão financeira do manejo municipal, considerando, respectivamente, o montante destinado aos serviços, a participação dessas despesas no orçamento corrente da administração municipal e a despesa por habitante urbano. Os indicadores IN015 e IN028 foram empregados para avaliar aspectos relacionados à prestação do serviço de coleta, abrangendo sua cobertura populacional e a massa de resíduos coletada por habitante atendido.

Os dados foram organizados em planilhas eletrônicas por município, indicador e ano de declaração. Considerando a natureza autodeclaratória das informações disponibilizadas pelo SNIS, não foram realizadas estimativas ou interpolações para o preenchimento de anos sem declaração, sendo mantidos apenas os valores efetivamente disponíveis na base de dados. A análise foi conduzida de forma descritiva e comparativa, considerando a variação temporal de cada indicador em cada município e as diferenças observadas entre Itacoatiara e Iranduba.

2.2.2. Análise do Potencial Econômico dos Materiais Recicláveis

A análise do potencial econômico dos materiais recicláveis foi realizada pelas seguintes etapas complementares: determinação da quantidade anual de materiais potencialmente recuperáveis, cálculo de seu valor bruto de comercialização e estimativa de custos para implantação e operacionalização do processo de reciclagem. Para

isso, foram utilizados dados populacionais, de geração per capita de resíduos sólidos urbanos, informações de composição gravimétrica, dados secundários de custos e preços de comercialização obtidos nos municípios estudados.

A massa anual de resíduos sólidos urbanos (RSU) foi estimada com base nas estimativas populacionais para 2025 disponibilizadas pelo IBGE, correspondentes a 113.917 habitantes para Itacoatiara e 68.862 para Iranduba, e nos valores de geração per capita estabelecidos pelo Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Amazonas, elaborado pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente em parceria com consultoria especializada. Foram adotados os índices de 1,20 kg hab^{-1} dia^{-1} para Itacoatiara e 1,35 kg hab^{-1} dia^{-1} para Iranduba (Amazonas, 2015). A utilização desses parâmetros permitiu estimar a geração anual de resíduos nos dois municípios com base em referências estabelecidas para o estado do Amazonas.

A composição gravimétrica utilizada na estimativa dos materiais potencialmente recicláveis também foi obtida através do estudo desenvolvido para a elaboração do PERS-AM. Para a caracterização dos resíduos sólidos domiciliares, o estudo adotou o método do quarteamento, com amostragem de domicílios da área urbana e posterior separação e pesagem dos materiais em diferentes componentes. Para os dois municípios foram identificadas frações de papel e papelão, PET, plástico, Tetra Pak, metais e vidro, entre outros componentes (Amazonas, 2015). Essas proporções foram utilizadas como referência para estimar a participação dos materiais recicláveis na massa de resíduos sólidos urbanos do município.

A quantidade anual de cada material reciclável foi calculada considerando a massa anual de RSU gerada e a participação de cada

material reciclável dentro dessa massa. Foram considerados papelão, papel, PET, demais plásticos, alumínio, metais ferrosos, vidro e Tetra Pak. A Equação 1 expressa o procedimento utilizado para estimar a massa anual de cada material no ano de 2025.

O levantamento dos preços de comercialização foi realizado junto a catadores, associações e estabelecimentos comercializadores de materiais recicláveis localizados em Itacoatiara e Iranduba no primeiro semestre de 2026. Para cada material com informações representativas de comercialização, foi estabelecido um valor médio de referência. A estimativa econômica contemplou papelão, PET, demais plásticos e alumínio, para os quais foram obtidos valores de comercialização considerados adequados ao cálculo.

O potencial econômico bruto de cada material foi estimado pela multiplicação da quantidade anual calculada pelo respectivo preço médio de comercialização, conforme a Equação 2. O potencial econômico total foi obtido pela soma dos valores individuais dos materiais considerados na estimativa econômica retirando os gastos para implantação e operacionalização de um galpão de triagem e beneficiamento, levantados a partir de dados bibliográficos (Equação 3). O Quadro 1 reúne as equações utilizadas e apresenta a definição das variáveis adotadas nos cálculos.

Quadro 1. Equações para potencial econômico bruto dos materiais recicláveis.

Grandeza Estimada	Equação	Variáveis
Quantidade anual de cada material reciclável	$Qi = RSUa \times (Pi/100)$	• Qi corresponde à quantidade anual do material reciclável i (kg ano^{-1});

		• RSUa representa a massa anual de resíduos sólidos urbanos gerada no município (kg ano^{-1}) referente ao ano de 2025 (IBGE, 2026); • Pi corresponde à participação gravimétrica do material i na composição dos resíduos, expressa em percentual (%).
Potencial econômico de cada material reciclável	$PEi = Qi \times Vi$	• PEi corresponde ao potencial econômico do material reciclável i (R$ ano^{-1}); • Qi representa a quantidade anual estimada do material • Vi corresponde ao valor médio de comercialização (R$ kg^{-1}).
Potencial econômico bruto total dos resíduos recicláveis	$PE_{bruto} = \sum_{i=1}^{n} PEi$	• PE_{bruto} representa o potencial econômico bruto total dos materiais recicláveis (R$ ano^{-1}); • PEi corresponde ao potencial econômico anual de cada material reciclável i (R$ ano^{-1}); • n corresponde ao número de materiais recicláveis considerados na estimativa econômica.
Saldo operacional anual	$SO = PE_{bruto} - OPEX$	• SO corresponde ao saldo operacional anual estimado (R$ ano^{-1}); • PE_{bruto} representa o potencial econômico bruto total dos materiais recicláveis (R$ ano^{-1}); • OPEX corresponde ao custo operacional anual da unidade de triagem e beneficiamento (R$ ano^{-1}).
Saldo estimado no primeiro ano	$S1 = PE_{bruto} - OPEX - CAPEX$	• S1 corresponde ao saldo estimado no primeiro ano de operação (R$);

		• PE_{bruto} representa o potencial econômico bruto total dos materiais recicláveis (R$ ano^{-1}); • OPEX corresponde ao custo operacional anual da unidade de triagem e beneficiamento (R$ ano^{-1}); • CAPEX corresponde ao investimento inicial necessário para implantação da unidade (R$).

Fonte: Autores (2026).

O potencial econômico estimado representa o valor bruto associado à possível comercialização dos materiais recicláveis, calculado a partir das quantidades anuais estimadas e dos preços médios adotados para os municípios estudados. Para avaliar a viabilidade econômica da recuperação desses materiais, foram estimados o investimento inicial (CAPEX) e os custos operacionais (OPEX) das unidades de triagem e beneficiamento, com base em parâmetros disponíveis na literatura. Os custos municipais de coleta seletiva e transporte não foram incorporados, devido à ausência de informações específicas das prefeituras. Dessa forma, a análise permitiu estimar o potencial econômico e os custos diretamente associados às unidades, sem atribuir aos municípios valores não levantados diretamente.

2.2.3. Declaração Sobre o Uso de Inteligência Artificial

Ferramentas de Inteligência Artificial generativa foram utilizadas como suporte à revisão gramatical do manuscrito, à elaboração de esquemas e representações gráficas dos procedimentos metodológicos e à organização das referências bibliográficas. Todas

as informações produzidas ou revisadas por essas ferramentas foram verificadas, analisadas criticamente e validadas pelos autores, que assumem integral responsabilidade pelo conteúdo final do manuscrito.

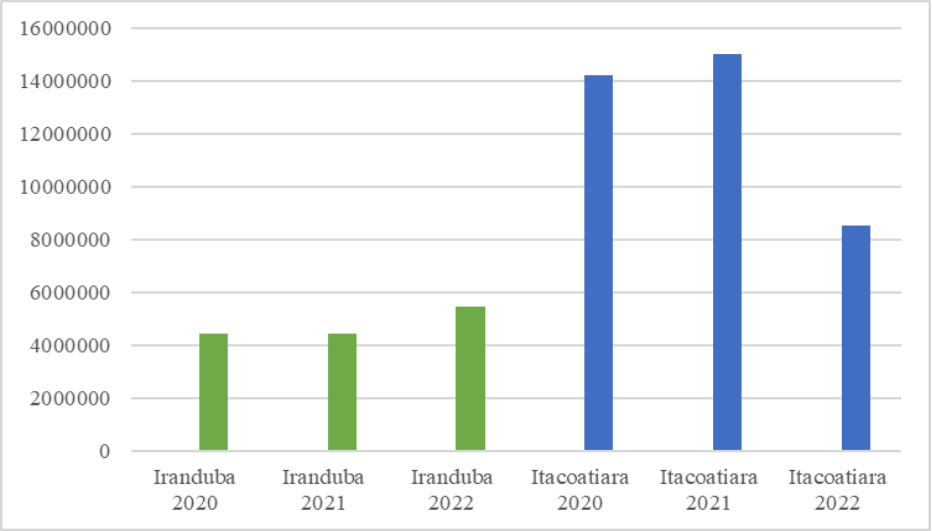
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Indicadores de Resíduos Sólidos

A avaliação dos indicadores do manejo de resíduos sólidos urbanos permitiu analisar aspectos financeiros e operacionais dos serviços prestados nos municípios de Itacoatiara e Iranduba. Foram considerados cinco indicadores do SNIS: FN220, IN003, IN006, IN015 e IN028. A análise considerou os anos com informações autodeclaradas pelos municípios, permitindo observar a variação dos indicadores no período analisado.

A Figura 4 apresenta a despesa total com os serviços de manejo de resíduos sólidos urbanos (FN220). Esse indicador constitui a primeira dimensão analisada, permitindo caracterizar os recursos financeiros destinados aos serviços de manejo nos municípios estudados e estabelecer a base para a discussão dos demais indicadores apresentados posteriormente.

Figura 4. Despesa total com serviços de manejo de RSU (FN220).



Fonte: Autores (2026).

A despesa total com os serviços de manejo de resíduos sólidos urbanos apresentou comportamentos distintos entre os municípios. Em Iranduba, os valores permaneceram próximos entre 2020 e 2021, em aproximadamente R$ 4,4 milhões, aumentando para cerca de R$ 5,4 milhões em 2022 (Brasil, 2023). Em Itacoatiara, foram registrados aproximadamente R$ 14,3 milhões em 2020 e R$ 15,1 milhões em 2021, seguidos por redução para cerca de R$ 8,6 milhões em 2022. Embora o maior porte populacional contribua para explicar parte dessa diferença, Rodrigues, Magalhães Filho e Pereira (2016) demonstram que os custos dos serviços de resíduos sólidos também são influenciados pela forma de gestão municipal e pela adoção da coleta seletiva.

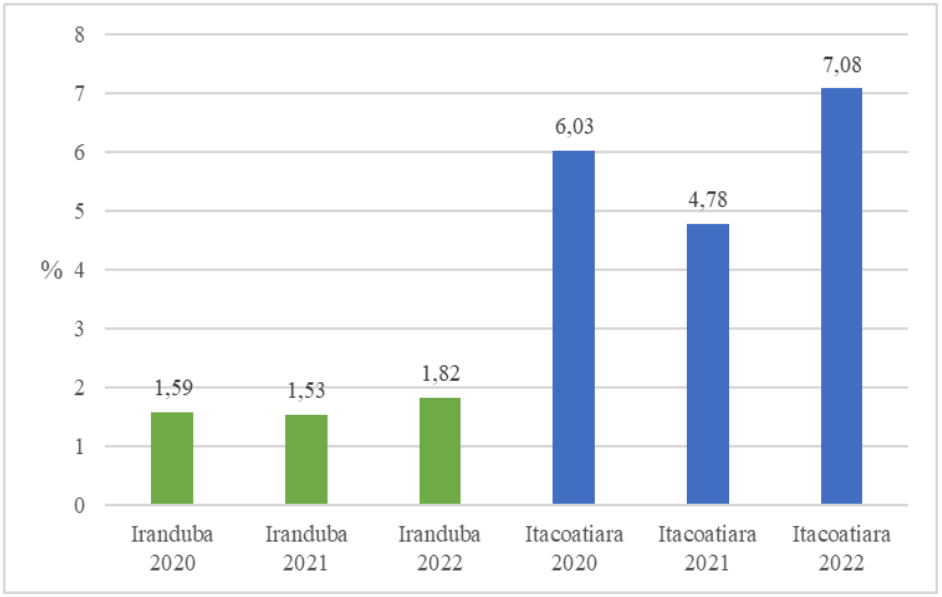
A relação entre porte populacional e despesas com o manejo de resíduos também foi observada na Região Metropolitana de Belo Horizonte, onde os municípios de maior população apresentaram maiores gastos com os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos (Ferreira e Barros, 2021). A dimensão demográfica, contudo, não constitui o único elemento associado aos custos. Características da população, incluindo sua composição etária, podem modificar as necessidades e os custos dos serviços de coleta,

conforme demonstrado na análise realizada em municípios da República Tcheca (Soukopova; Struk; Hřebíček, 2017).

Entre 2021 e 2022, Itacoatiara apresentou redução de aproximadamente 43% na despesa total, enquanto Iranduba registrou aumento próximo de 22% (Brasil, 2023). Essas variações não podem ser explicadas exclusivamente pelo porte populacional, pois o indicador FN220 expressa a despesa total e não permite identificar, isoladamente, quais componentes dos serviços foram responsáveis pelas alterações observadas. A análise desse indicador, portanto, deve ser relacionada aos demais indicadores operacionais e às características da gestão municipal, permitindo verificar se as diferenças de recursos destinados ao manejo dos resíduos estão acompanhadas de alterações no desempenho dos serviços.

A Figura 5 apresenta os resultados do indicador IN003, referente à incidência das despesas com o manejo de resíduos sólidos urbanos nas despesas correntes das prefeituras de Itacoatiara e Iranduba, no período de 2020 a 2022 (Brasil, 2023). O indicador permite analisar a participação relativa dos gastos com o manejo de RSU na estrutura das despesas correntes municipais.

Figura 5. Incidência das despesas com o manejo de RSU nas despesas correntes da prefeitura (IN003).



Fonte: Autores (2026).

O indicador IN003 apresentou diferenças expressivas entre os municípios ao longo do período analisado. Em Iranduba, a incidência das despesas com manejo de RSU nas despesas correntes foi de 1,59% em 2020, 1,53% em 2021 e 1,82% em 2022. Em Itacoatiara, os valores corresponderam a 6,03%, 4,78% e 7,08%, respectivamente. O indicador representa a participação relativa das despesas com manejo de resíduos sólidos nas despesas correntes da prefeitura e pode ser utilizado para acompanhar a evolução dessa participação ao longo do tempo e comparar diferentes unidades administrativas (Alcântara Filho; Pontes; Andriola, 2024).

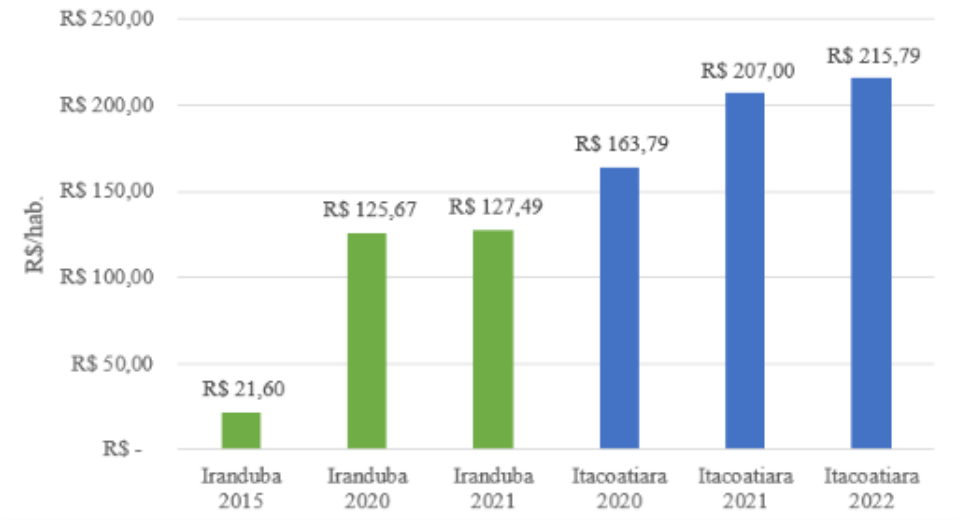
A diferença observada entre os municípios indica que os serviços de manejo de RSU possuem participação orçamentária distinta nas duas administrações. Em Itacoatiara, o indicador apresentou redução de 6,03% para 4,78% entre 2020 e 2021, seguida de aumento para 7,08% em 2022. Em Iranduba, a variação foi mais restrita, embora também tenha ocorrido aumento em 2022. A análise das despesas municipais com RSU deve considerar a relação entre recursos empregados, estrutura dos serviços e resultados alcançados, uma vez que a avaliação da economicidade envolve não apenas o montante gasto, mas também os custos associados à

execução dos serviços de coleta e transporte (Pinheiro e Ferreira, 2017).

A variação do IN003 também pode estar relacionada às formas de organização e prestação dos serviços, mas o indicador isoladamente não permite estabelecer essa relação. Na análise de 171 municípios brasileiros entre 2002 e 2022, foram identificados casos de aumento e de redução das despesas relativas após a adesão a consórcios, sem um padrão único entre os municípios analisados (Arantes, 2025). De forma semelhante, a análise de 25 governos locais da região metropolitana de Seul identificou que uma maior participação da contratação externa esteve associada a maiores gastos per capita no orçamento de manejo de RSU, não sendo observada economia decorrente da terceirização no período estudado (Park e Hong, 2021).

A Figura 6 apresenta os valores do indicador IN006, referente à despesa per capita com o manejo de resíduos sólidos urbanos em relação à população urbana, nos municípios de Itacoatiara e Iranduba. Os dados permitem observar a evolução da despesa por habitante nos anos analisados, considerando os valores registrados para cada município.

Figura 6. Despesa per capita com manejo de RSU em relação à população urbana (IN006).



Fonte: Autores (2026).

A Figura 6 evidencia diferenças expressivas na despesa per capita com o manejo de RSU entre os municípios. Em Iranduba, o indicador passou de R$ 21,60/hab. em 2015 para R$ 125,67 em 2020 e R$ 127,49 em 2021. Em Itacoatiara, os valores foram R$ 163,79, R$ 207,00 e R$ 215,79/hab. entre 2020 e 2022, respectivamente.

A diferença entre os municípios não deve ser interpretada isoladamente como maior ou menor eficiência, pois o IN006 expressa o gasto por habitante. Os custos do manejo são influenciados por fatores relacionados à quantidade de resíduos, às características dos serviços, à estrutura operacional e à forma de gestão. Rodrigues, Magalhães Filho e Pereira (2016), ao analisarem as capitais brasileiras, identificaram que os custos per capita dependem da forma de manejo e da organização adotada pelo município, indicando que o porte populacional, isoladamente, não determina o comportamento das despesas.

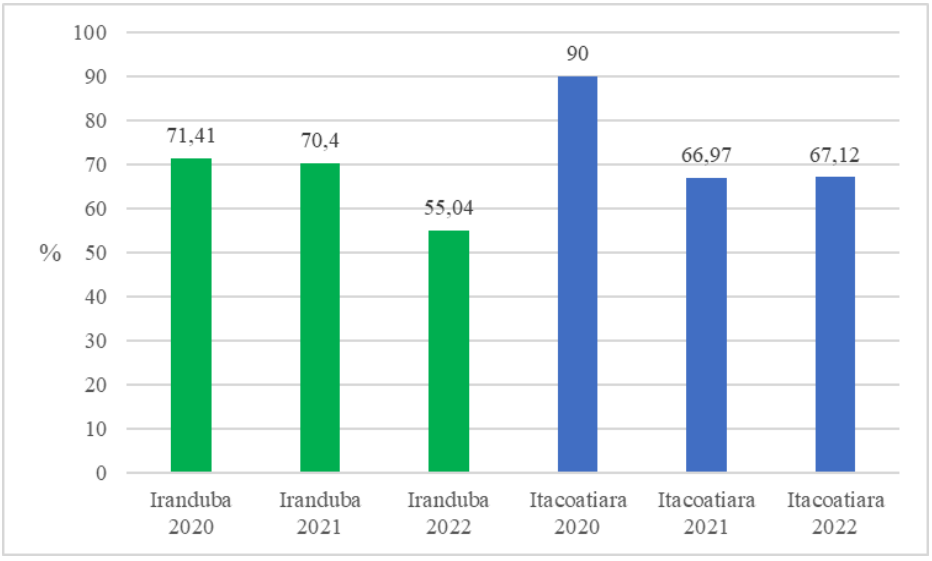
A evolução observada em Itacoatiara indica crescimento contínuo da despesa per capita entre 2020 e 2022. Iranduba também apresentou aumento expressivo em relação ao valor registrado em 2015. Em análise nacional baseada no SNIS, Salimena et al. (2021) identificaram tendência de crescimento das despesas relacionadas

ao manejo de RSU e destacaram a necessidade de equilíbrio econômico-financeiro dos serviços.

A interpretação do indicador também deve considerar que diferentes estratégias de gestão podem alterar os custos municipais. Struk e Bakoš (2021) verificaram, em municípios tchecos, redução dos custos associada à cooperação intermunicipal, relacionada ao aproveitamento de economias de escala. Já Carvalho, Castro e Almeida (2025) identificaram o IN006 entre os indicadores mais recorrentes nas pesquisas baseadas no SNIS, reforçando sua utilização para análises da gestão pública de RSU.

A Figura 7 apresenta os resultados do indicador IN015, referente à taxa de cobertura regular do serviço de coleta de resíduos sólidos domiciliares (RDO) em relação à população total dos municípios de Itacoatiara e Iranduba, no período de 2020 a 2022. O indicador permite verificar a parcela da população municipal atendida regularmente pelo serviço de coleta de resíduos sólidos domiciliares (RDO).

Figura 7. Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população total do município (IN015).



Fonte: Autores (2026).

A Figura 7 mostra redução da cobertura regular da coleta de RDO nos dois municípios entre 2020 e 2022. Em Iranduba, o indicador passou de 71,41% para 55,04%, enquanto em Itacoatiara reduziu de 90,00% para 67,12%. A maior retração ocorreu em Itacoatiara, com queda de 22,88 pontos percentuais, embora o indicador tenha permanecido praticamente estável entre 2021 e 2022.

A redução observada sugere dificuldade de manutenção da cobertura declarada do serviço ao longo do período. Em Iranduba, a cobertura passou de 71,41% em 2020 para 55,04% em 2022, enquanto, em Itacoatiara, reduziu-se de 90,00% para 67,12% no mesmo período. Embora Silva e Santos (2023) tenham analisado especificamente indicadores da coleta seletiva, seus resultados evidenciam que limitações financeiras, baixa adesão da população e insuficiência de ações de divulgação podem comprometer a expansão dos serviços de recuperação de recicláveis. Nesse sentido, as reduções observadas nos municípios estudados reforçam a necessidade de estratégias que assegurem a continuidade e a ampliação dos serviços de coleta.

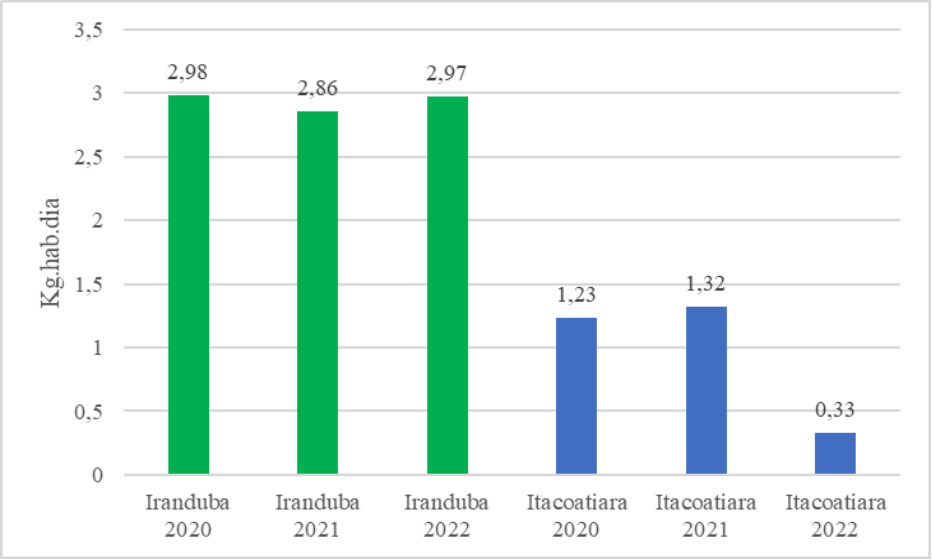
De forma complementar, Besen et al. (2023) identificaram fragilidades relacionadas à sustentabilidade dos serviços, especialmente quanto ao autofinanciamento, à recuperação de recicláveis e à infraestrutura, aspectos que podem comprometer a continuidade e a ampliação da coleta.

Os valores registrados em 2021 também se situam abaixo das médias de cobertura apresentadas por Ferreira, Silva e Dantas (2025) para o Brasil (89,9%), Nordeste (82,4%) e Norte (79,0%). Naquele ano, Iranduba apresentou 70,40% e Itacoatiara 66,97%, indicando que parcela relevante da população total dos municípios não estava contemplada pela coleta regular de RDO.

A cobertura constitui uma dimensão fundamental para avaliar o desempenho dos sistemas de manejo de resíduos. Velis et al. (2023) verificaram, em uma análise global, que avanços na cobertura dos serviços de resíduos podem ocorrer antes da melhoria da qualidade dos serviços, reforçando a necessidade de acompanhar conjuntamente extensão e qualidade do atendimento. A redução observada em Itacoatiara e Iranduba evidencia a necessidade de monitoramento contínuo desse indicador.

A Figura 8 apresenta os resultados do indicador IN028, referente à massa de resíduos domiciliares e públicos (RDO + RPU) coletada per capita em relação à população total atendida pelo serviço de coleta, considerando os municípios de Iranduba e Itacoatiara no período de 2020 a 2022.

Figura 8. Massa de resíduos domiciliares e públicos (RDO+RPU) coletada per capita em relação à população total atendida pelo serviço de coleta (IN028).



Fonte: Autores (2026).

A Figura 8 apresenta diferenças expressivas entre os municípios quanto à massa de resíduos domiciliares e públicos coletada per capita. Em Iranduba, os valores permaneceram elevados e relativamente estáveis no período, passando de 2,98 kg hab^{-1} dia^{-1} em 2020 para 2,86 kg hab^{-1} dia^{-1} em 2021 e 2,97 kg hab^{-1} dia^{-1} em 2022. Em Itacoatiara, foram registrados 1,23, 1,32 e 0,33 kg hab^{-1} dia^{-1}, respectivamente, evidenciando redução acentuada no último ano.

A redução observada em Itacoatiara entre 2021 e 2022 correspondeu a aproximadamente 75%, enquanto Iranduba apresentou comportamento praticamente estável. Em estudo realizado no município de São Luís (MA), também foram registradas oscilações no IN028, que passou de 0,72 kg hab^{-1} dia^{-1} em 2016 para 1,05 em 2017, atingiu 1,10 em 2020, reduziu-se para 0,96 em 2021 e voltou a 1,11 em 2022, sendo que essas variações foram relacionadas a mudanças nos padrões de consumo, crescimento populacional e eficiência da coleta (Mesquita, Silva e Araújo, 2024).

A magnitude dos valores encontrados também deve ser interpretada considerando as características do próprio indicador, que relaciona a massa efetivamente coletada à população total

atendida pelo serviço. Dessa forma, alterações na quantidade de resíduos coletados, na população considerada no cálculo ou nos procedimentos municipais de registro podem modificar o resultado. Em Ipojuca (PE), por exemplo, foi registrado IN028 de 1,59 kg hab^{-1} dia^{-1}, acompanhado de lacunas na disponibilidade de informações para outros indicadores do SNIS, evidenciando a necessidade de cautela na interpretação isolada dos dados municipais (Silva, 2025).

No caso de Itacoatiara, a queda para 0,33 kg hab^{-1} dia^{-1} em 2022 pode representar alteração efetiva na quantidade coletada, mudança na população considerada ou diferença no registro das informações, mas os dados disponíveis não permitem determinar qual desses fatores explica isoladamente o resultado. Por isso, a variação deve ser analisada conjuntamente com os demais indicadores operacionais e com as informações sobre cobertura e execução dos serviços de manejo de resíduos sólidos.

A análise conjunta dos indicadores financeiros e operacionais revelou diferenças importantes no comportamento dos serviços de manejo de resíduos sólidos urbanos em Itacoatiara e Iranduba. Embora Itacoatiara tenha registrado despesas totais e per capita superiores em parte do período analisado, Iranduba apresentou valores mais elevados de massa coletada por habitante. Em contrapartida, os dois municípios tiveram redução na cobertura regular da coleta de resíduos domiciliares entre 2020 e 2022, indicando dificuldades na manutenção da abrangência do atendimento. As variações observadas nas despesas e na quantidade de resíduos coletada também demonstram que o comportamento de um indicador isolado não é suficiente para caracterizar o desempenho dos serviços.

Os resultados reforçam a necessidade de acompanhar conjuntamente os recursos financeiros aplicados, a cobertura da coleta e a quantidade de resíduos efetivamente coletada. A interpretação dessas informações deve considerar, ainda, que os dados utilizados são autodeclarados pelos municípios e apresentam lacunas em determinados anos, o que limita a comparação temporal e exige cautela na análise. Assim, o fortalecimento da gestão municipal depende não apenas da disponibilidade de recursos, mas também da continuidade dos serviços, da qualidade das informações registradas e do monitoramento sistemático dos indicadores financeiros e operacionais.

3.2. Potencial Econômico dos Materiais Recicláveis

A estimativa da geração anual de resíduos sólidos urbanos resultou em 49.895,65 t ano^{-1} para Itacoatiara e 33.931,75 t ano^{-1} para Iranduba, considerando a estimativa das populações de 2025 (IBGE, 2026). A caracterização gravimétrica, segundo o PERS-AM (Amazonas, 2015), apresenta uma participação, para Itacoatiara, de 6,65% de papel e papelão, 4,83% de PET, 10,27% de plástico e 10,57% de metais; para Iranduba, os valores correspondem a 14,70%, 8,31%, 14,82% e 7,03%, respectivamente. Já para os municípios amazonenses, exceto Manaus, estima-se 12,8% de papel/papelão/Tetra Pak, 13,4% de plásticos e 6,2% de metais, evidenciando a variabilidade da composição entre as bases utilizadas.

Para a estimativa detalhada dos materiais potencialmente comercializáveis, especialmente os metais, foi utilizada a caracterização realizada na região central de Itacoatiara (Guimarães e Batista, 2021), que identificou 1,42% de materiais ferrosos e 0,89%

de metais não ferrosos (alumínio) na massa total de RSU. A partir dessas proporções, a fração total de metais foi distribuída proporcionalmente entre metais ferrosos e alumínio, utilizando como referência a composição identificada pelos autores supracitados, teremos 6,50% para materiais ferrosos e 4,07% para materiais não ferrosos para Itacoatiara. Para Iranduba, teremos 4,32% para materiais ferrosos e 2,71% para materiais não ferrosos, sendo que a utilização dessa caracterização como referência decorre da ausência de levantamento gravimétrico municipal equivalente.

Embora a caracterização gravimétrica tenha identificado outras frações potencialmente recicláveis, alguns materiais não foram incluídos na estimativa do potencial econômico por não apresentarem preço de comercialização informado pelos entrevistados. Entre esses materiais estão o vidro e o Tetra Pak, cuja ausência de valor de venda nas informações obtidas junto a catadores, associações e estabelecimentos comercializadores inviabilizou sua inclusão no cálculo da receita potencial. Assim, a estimativa econômica foi restrita aos materiais para os quais foram obtidas informações de preço consideradas representativas das condições de comercialização observadas nos municípios estudados, evitando a atribuição de valores não sustentados pelo levantamento realizado. A Tabela 1 apresenta as quantidades anuais estimadas para cada fração considerada na composição dos recicláveis.

Tabela 1. Quantidade potencial de materiais recicláveis gerados em Itacoatiara e Iranduba.

Material	Participação gravimétrica no RSU de	Itacoatiara (t ano^{-1})	Participação gravimétrica	Iranduba (t ano^{-1})

	Itacoatiara (%)		no RSU de Iranduba (%)	
Papel e Papelão	6,65	3318,06	14,7	4987,97
PET	4,83	2409,96	8,31	2819,73
Plásticos	10,27	5124,28	14,82	5028,69
Metais ferrosos	6,50	3243,22	4,32	1465,85
Metais Não ferrosos (Alumínio)	4,07	2030,75	2,71	919,55

Fonte: Autores (2026).

Os resultados indicam quantidade potencial de 16.126,27 t ano^{-1} de materiais recicláveis em Itacoatiara e 15.221,78 t ano^{-1} em Iranduba. Em ambos os municípios, os demais plásticos constituíram a maior fração, com 7.534,24 e 7.848,41 t ano^{-1}, respectivamente, seguidos pelo papel e papelão, com 3.318,06 e 4.987,97 t ano^{-1}. A utilização da composição gravimétrica para estimar materiais potencialmente recuperáveis encontra respaldo em Freitas e Oliveira Filho (2009) e Slomski et al. (2020), que demonstraram a aplicabilidade dessa abordagem na avaliação do potencial econômico da reciclagem.

Para a estimativa econômica foram considerados papelão, PET, demais plásticos e metais, por apresentarem informações de comercialização representativas no levantamento realizado nos municípios. Os valores médios adotados, após entrevistas, foram de R$ 0,50 kg^{-1} para papel e papelão, R$ 1,00 kg^{-1} para PET, R$ 1,00 kg^{-1} para plásticos, R$ 0,75 kg^{-1} para metais ferrosos e R$ 6,00 kg^{-1} para alumínio. O levantamento original apresentou diferentes

valores para alguns materiais, sendo utilizados os valores médios para reduzir o efeito das diferenças de negociação. A Tabela 2 apresenta a aplicação dos preços às quantidades estimadas de cada município.

Tabela 2. Potencial econômico bruto dos materiais recicláveis.

Material	Itacoatiara (R$ ano^{-1})	Iranduba (R$ ano^{-1})
Papel e Papelão	R$ 1.659.030,23	R$ 2.493.983,66
PET	R$ 2.409.959,70	R$ 2.819.728,47
Demais plásticos	R$ 5.124.282,84	R$ 5.028.685,42
Metais ferrosos	R$ 2.432.412,74	R$ 1.099.388,72
Alumínio	R$ 12.184.516,75	R$ 5.517.302,63
Total	**R$ 23.810.202,27**	**R$ 16.959.088,90**

Fonte: Autores (2026).

A aplicação dos preços médios às quantidades estimadas resultou em potencial econômico bruto de R$ 23.810.202,27 ano^{-1} para Itacoatiara e R$ 16.959.088,90 ano^{-1} para Iranduba (Tabela 2). Em Itacoatiara, os demais plásticos representaram aproximadamente R$ 5,12 milhões ano^{-1}, enquanto o alumínio alcançou cerca de R$ 12,18 milhões ano^{-1}. Em Iranduba, essas frações corresponderam a aproximadamente R$ 5,03 milhões e R$ 5,52 milhões ano^{-1}, respectivamente. Resultados dessa natureza são coerentes com Freitas e Oliveira Filho (2009) e Slomski et al. (2020), que demonstraram que a composição dos resíduos e os preços de comercialização são elementos determinantes na estimativa do valor econômico potencial da reciclagem.

Com base na quantidade potencial de materiais recicláveis estimada, foram calculados os investimentos necessários à implantação e operação de unidades de triagem e beneficiamento primário. Itacoatiara apresentou potencial de 16.126,27 t ano^{-1}, enquanto Iranduba apresentou 15.221,78 t ano^{-1}. Para os cálculos, utilizaram-se os parâmetros da ABRELPE (2015), que estabelecem valores de CAPEX e OPEX conforme a faixa populacional dos municípios.

Itacoatiara, com 113.917 habitantes, enquadra-se na faixa de 100 mil a 2,5 milhões de habitantes. Nessa categoria, o CAPEX corresponde a R$ 36,00 t^{-1} e o OPEX a R$ 596,80 t^{-1}. Assim, considerando o potencial reciclável estimado, o investimento inicial seria de R$ 580.545,72, enquanto o custo operacional alcançaria R$ 9.624.157,94 ano^{-1}, equivalente a aproximadamente R$ 802.013,16 mensais (Abrelpe, 2015).

Iranduba, com 68.862 habitantes, pertence à faixa de 30 mil a 100 mil habitantes, para a qual a ABRELPE (2015) estabelece CAPEX de R$ 71,50 t^{-1} e OPEX de R$ 794,70 t^{-1}. Aplicando esses parâmetros às 15.221,78 toneladas anuais estimadas, obtém-se investimento inicial de R$ 1.088.357,27 e custo operacional de R$ 12.096.748,57 ano^{-1}, correspondente a aproximadamente R$ 1.008.062,38 mensais. A Tabela 3 demonstra o balanço de ganhos e custos referentes ao processamento dos materiais recicláveis.

Tabela 3. Balanço estimado entre ganhos potenciais, investimento e custos operacionais

Componentes	Itacoatiara	Iranduba

A. Ganho potencial anual	R$ 23.810.202,27	R$ 16.959.088,90
B. CAPEX – investimento inicial	R$ 580.545,72	R$ 1.088.357,27
C. OPEX – custo operacional anual	R$ 9.624.157,94	R$ 12.096.748,57
D. Saldo operacional anual (A − C)	R$ 14.186.044,33	R$ 4.862.340,33
E. Saldo estimado no primeiro ano (A − C − B)	R$ 13.605.498,61	R$ 3.773.983,06

Fonte: Autores (2026).

Os resultados apresentados na Tabela 3 indicam que o potencial econômico dos materiais recicláveis supera os custos operacionais estimados para os dois municípios. Em Itacoatiara, o ganho potencial anual de R$ 23.810.202,27, diante de um OPEX de R$ 9.624.157,94, resulta em saldo operacional estimado de R$ 14.186.044,33. Em Iranduba, o ganho potencial de R$ 16.959.088,90 resulta em saldo operacional de R$ 4.862.340,33.

Quando considerado o investimento inicial, os valores de CAPEX correspondem a R$ 580.545,72 para Itacoatiara e R$ 1.088.357,27 para Iranduba. Dessa forma, após a dedução do investimento inicial e do OPEX, os saldos estimados no primeiro ano seriam de R$ 13.605.498,61 e R$ 3.773.983,06, respectivamente. Esses resultados indicam potencial econômico preliminar para a implantação das unidades, considerando exclusivamente os componentes de receita potencial, CAPEX e OPEX contemplados na estimativa.

Entretanto, os resultados não contemplam integralmente os custos associados ao sistema municipal de reciclagem. A Pesquisa Ciclosoft

2023 identificou custo médio nacional de R$ 739,70 por tonelada para a coleta seletiva (CEMPRE, 2023), enquanto Galavote et al. (2023) destacam a relevância da coleta e do transporte no gerenciamento dos resíduos sólidos. Sena et al. (2023) também evidenciam que a disposição final, a coleta convencional e a coleta seletiva constituem componentes relevantes das despesas municipais. Besen et al. (2023) acrescentam que infraestrutura, logística e sustentabilidade financeira condicionam a continuidade desses serviços. Esses componentes foram desconsiderados da estimativa devido à ausência de informações específicas fornecidas pelas prefeituras municipais.

Assim, os valores apresentados representam uma estimativa do potencial econômico das unidades de triagem e beneficiamento, considerando os ganhos potenciais, o investimento inicial e os custos operacionais identificados. A ausência dos custos municipais de coleta seletiva, transporte e demais etapas constitui uma limitação da análise. Nesse sentido, Sena et al. (2023) ressaltam que a sustentabilidade financeira da gestão dos resíduos depende da articulação entre diferentes etapas do sistema, enquanto Besen et al. (2023) destacam a importância da infraestrutura e do autofinanciamento para a sustentabilidade da coleta seletiva. Portanto, os saldos positivos devem ser interpretados como indicativos do potencial de valorização econômica dos materiais recicláveis, e não como lucro líquido.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação realizada nos municípios de Itacoatiara e Iranduba teve como objetivo analisar a gestão dos resíduos sólidos urbanos, considerando aspectos relacionados ao desempenho dos serviços

municipais e ao potencial de valorização econômica dos materiais recicláveis. Para isso, foram utilizados indicadores financeiros e operacionais, informações sobre geração e composição dos resíduos e estimativas de comercialização, permitindo relacionar as condições atuais do manejo à possibilidade de aproveitamento econômico dos resíduos gerados.

Os resultados referentes à primeira etapa do estudo evidenciaram diferenças importantes entre os municípios quanto ao desempenho dos serviços de manejo de resíduos sólidos urbanos. Itacoatiara apresentou despesas totais e per capita superiores em parte do período analisado, enquanto Iranduba apresentou maior massa coletada por habitante. Entretanto, ambos registraram redução da cobertura regular da coleta entre 2020 e 2022, indicando dificuldades na manutenção da abrangência dos serviços e necessidade de acompanhamento conjunto dos indicadores.

Quanto ao segundo momento da pesquisa, os resultados evidenciaram potencial econômico relevante para a recuperação dos materiais recicláveis. Itacoatiara apresentou ganho potencial anual de R$ 23,81 milhões, com OPEX de R$ 9,62 milhões e saldo operacional de R$ 14,19 milhões. Em Iranduba, o ganho alcançou R$ 16,96 milhões, frente a OPEX de R$ 12,10 milhões, resultando em saldo operacional de R$ 4,86 milhões. As estimativas, contudo, representam potencial teórico, não receita efetivamente disponível.

Nesse sentido, os resultados indicam que a gestão dos resíduos sólidos nos municípios estudados apresenta desafios relacionados à cobertura dos serviços, aos custos municipais e à valorização dos materiais recicláveis. Embora as estimativas apontem saldo operacional positivo nas unidades avaliadas, esses valores não

incorporam integralmente os custos de coleta seletiva, transporte e outras etapas do sistema municipal.

Recomenda-se que estudos futuros realizem levantamentos gravimétricos atualizados e específicos para cada município, bem como obtenham dados municipais detalhados sobre coleta seletiva, transporte, triagem, comercialização e destinação dos rejeitos. Também se recomenda atualizar os custos de implantação e operação das unidades, avaliar cenários de recuperação dos materiais e analisar a participação das associações de catadores. Essas informações poderão proporcionar avaliações mais precisas da viabilidade técnica, econômica e operacional da reciclagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA FILHO, José Aírton Gomes de; PONTES, Heráclito Lopes Jaguaribe; ANDRIOLA, Wagner Bandeira. **Proposição e validação de indicadores voltados à gestão de resíduos sólidos em instituições de ensino superior (IES).** Revista Eletrônica ACTA SAPIENTIA, v. 11, n. 1, p. 1-21, 2024.

AMAZONAS. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Amazonas – PERS-AM.** Manaus: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2015.

ARANTES, Manuel Vieira Siqueira de. **Impacto da adesão a consórcios públicos nas despesas de resíduos sólidos no Brasil.** Boletim Regional, Urbano e Ambiental, n. 34, p. 27-35, jan./jun. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Estimativas dos custos para viabilizar a universalização da destinação adequada de resíduos sólidos no Brasil.** São Paulo: ABRELPE; GO Associados, 2015.

BESEN, G. R.; GUNTHER, W. M. R.; JACOBI, P. R.; DIAS, S. M.; RIBEIRO, H. **Avaliação da coleta seletiva por meio de indicadores de sustentabilidade em cidades brasileiras.** Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 62, p. 69-86, 2023.

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. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 ago. 2010.

BRASIL. Ministério das Cidades. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – **SNIS: diagnóstico temático – manejo de resíduos sólidos urbanos: visão geral, ano de referência 2022.** Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2023.

CARVALHO, Yuri Mariano; CASTRO, Samuel Rodrigues; ALMEIDA, Júlia Righi de. **Estratégias para análise de dados sobre resíduos sólidos urbanos (RSU) do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS):** uma revisão sistemática. Revista Ciência e Inovação, v. 11, n. 1, 2025.

CEMPRE. **Ciclosoft 2023:** panorama da coleta seletiva no Brasil. São Paulo: CEMPRE, 2023.

FERREIRA, Ana Carla; BARROS, Raphael Tobias Vasconcelos. **Panorama dos gastos públicos municipais com os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos:** uma análise da Região Metropolitana de Belo Horizonte (MG). Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 26, n. 4, p. 659-668, 2021.

FERREIRA, José Gomes, SILVA, Wagner Luiz Alves; DANTAS, Maria Wagna de Araújo. **Panorama da Política de Resíduos Sólidos nos**

Municípios da Mesorregião Oeste Potiguar. Sociedade e Território, v. 37, n. 2, p. 197-221, 2025.

FREITAS, L. F. S.; OLIVEIRA FILHO, J. D. **Potencial econômico da reciclagem de resíduos sólidos na Bahia.** Revista Econômica do Nordeste, v. 40, n. 2, p. 379-396, 2009.

GALAVOTE, Tânia; SENA, Larissa Gomes; CALIXTO, Layara Moreira; DUTRA, Renato Meira de Sousa; COIMBRA, Thatiana Carvalho; CHAVES, Gisele de Lorena Diniz; SIMAN, Renato Ribeiro. **Avaliação do efeito do fortalecimento da coleta seletiva nos custos de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos.** URBE. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 15, 2023.

GUIMARÃES, Gabriel dos Anjos; BATISTA, Mariana Medeiros. **Avaliação do potencial de reciclagem dos resíduos sólidos urbanos na região central do município de Itacoatiara/AM.** Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 10, n. 3, p. 260-276, 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estimativas da população residente para os municípios e para as unidades da federação: 2025.** Rio de Janeiro: IBGE, 2026. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html. Acesso em: 11 nov. 2026.

IRANDUBA (AM). **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Iranduba/AM.** Iranduba: Prefeitura Municipal de Iranduba, 2012.

ITACOATIARA (AM). **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Itacoatiara/AM.** Itacoatiara: Prefeitura Municipal de Itacoatiara, 2012.

MESQUITA, Maria Eduarda Rodrigues; SILVA, Fernando José Araújo da; ARAÚJO, Camylla Rachelle Aguiar. **Avaliação dos indicadores de gerenciamento de resíduos sólidos de São Luís – MA no contexto do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento Básico (SNIS).** 21° Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (SILUBESA), trabalho III-451, 2024.

PARK, Seejeen; HONG, Sounman. **Assessing the effects of contracting out services on cost in managing municipal solid waste in South Korea.** Waste Management, v. 136, p. 76-82, 2021.

PINHEIRO, Igor Soares; FERREIRA, João Alberto. **Economicidade dos serviços de coleta e transporte de resíduos sólidos urbanos.** Rio de Janeiro: Escola de Contas e Gestão do Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro, 2017.

RODRIGUES, W.; MAGALHÃES FILHO, L. N. L.; PEREIRA, R. S. **Análise dos determinantes dos custos de resíduos sólidos urbanos nas capitais estaduais brasileiras.** Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 8, n. 1, p. 130-141, 2016.

SALIMENA, Tayná; PANTOJO, Fernanda; FERREIRA-SANTOS, Jussara; DIAS, Edgard; CASTRO, Samuel. **Evolução do saneamento básico no Brasil: uma análise crítica dos serviços de resíduos sólidos com base na experiência do SNIS.** REUCP, Petrópolis, v. 15, n. 1, p. 1-15, 2021.

SENA, Larissa Gomes; CALIXTO, Layara Moreira; GALAVOTE, Tânia; CHAVES, Gisele de Lorena Diniz; SIMAN, Renato Ribeiro. **Gestão de resíduos domiciliares:** uma análise sistêmica sob a ótica da sustentabilidade financeira de municípios e rendimentos de

catadores de materiais recicláveis no Brasil. urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 15, 2023.

SILVA, Átila Monique **Bezerra da. Determinação de áreas aptas para implantação de ecoestações no município de Ipojuca - PE.** 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Campus Cabo de Santo Agostinho, Cabo de Santo Agostinho, 2025.

SILVA, Sabrina Rodrigues da; SANTOS, Gemmelle Oliveira. **Coleta seletiva sob alguns indicadores do SNIS:** uma análise entre 2011 e 2020 no Brasil. Revista Tecnologia, v. 44, p. 1-14, 2023.

SLOMSKI, Vilma Geni; LIMA, Ivan Carlos Silva; SLOMSKI, Valmor; SLAVOV, Tiago. **Pathways to Urban Sustainability:** An Investigation of the Economic Potential of Untreated Household Solid Waste (HSW) in the City of São Paulo. Sustainability, v. 12, n. 13, 5249, 2020.

SOUKOPOVA, Jana; STRUK, Michal; HŘEBÍČEK, Jiří. **Population age structure and the cost of municipal waste collection: a case study from the Czech Republic.** Journal of Environmental Management, v. 203, p. 655-663, 2017.

STRUK, Michal; BAKOŠ, Eduard. **Long-term benefits of intermunicipal cooperation for small municipalities in waste management provision.** International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 18, n. 4, 1449, 2021.

VELIS, Costas A.; WILSON, David C.; GAVISH, Yoni; GRIMES, Sue M.; WHITEMAN, Andrew. **Socio-economic development drives solid waste management performance in cities: a global analysis using**

machine learning. Science of the Total Environment, v. 872, p. 161913, 2023.

AGRADECIMENTOS

O presente estudo foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) através do Programa Inova Social: Soluções Inovadoras e Sustentáveis em Áreas Prioritárias (PROIN SOCIAL) do Governo do Estado do Amazonas e com o Programa de Pós-Graduação em Ciências, Tecnologia e Saúde (PPGCTS) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

[1] Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciências, Tecnologia e Saúde, Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal do Amazonas, Campus Itacoatiara. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail

[2] Mestre em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos pela Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia, Campus Itacoatiara. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail

[3] Docente da Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia, Campus Itacoatiara. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail

[4] Docente da Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia, Campus Itacoatiara. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail