USO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE COMO FERRAMENTA PARA AVALIAR A EFETIVIDADE DA COLETA SELETIVA APÓS A IMPLEMENTAÇÃO DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS: ESTUDO SOBRE A REGIÃO DO ALTO TIETÊ, SP

USING SUSTAINABILITY INDICATORS AS TOOL TO ASSESS SELECTIVE COLLECTION EFFECTIVENESS AFTER IMPLEMENTING THE NATIONAL SOLID WASTE POLICY: STUDY ABOUT ALTO TIETÊ REGION, SP

USO DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD COMO HERRAMIENTA PARA EVALUAR LA EFECTIVIDAD DE LA RECOLECCIÓN SELECTIVA TRAS LA IMPLEMENTACIÓN DE LA POLÍTICA NACIONAL DE RESIDUOS SÓLIDOS: ESTUDIO SOBRE LA REGIÓN DEL ALTO TIETÊ, SP

Gabriel Sousa de Freitas [1], Luciano Abbamonte da Silva[2], Gabriel Gomes Mendes[3], Patricia Bulbovas Hueb[4]

e1214
https://doi.org/10.66649/dzjtyf49
PUBLICADO: 08/2026

RESUMO

Este estudo avaliou o desempenho da coleta seletiva nos municípios da região do Alto Tietê após a implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e discutiu suas implicações para a gestão regional. Foram analisados dois indicadores do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) entre 2010 e 2021: a taxa de cobertura da coleta seletiva porta a porta em relação à população urbana (IN030) e a massa recuperada per capita (IN032). A análise temporal foi complementada por uma leitura socioespacial com população municipal de 2021 e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 2010. Os resultados mostraram diferenças expressivas entre municípios pertencentes à mesma região: quatro alcançaram 100% de cobertura porta a porta em 2021, enquanto outros apresentaram cobertura reduzida ou séries descontínuas. A massa recuperada per capita também apresentou comportamento heterogêneo, indicando que cobertura territorial e quantidade efetivamente recuperada representam dimensões distintas do serviço. A comparação descritiva sugere que diferenças de escala populacional e condições socioeconômicas, isoladamente, não são suficientes para explicar o desempenho municipal, devendo ser consideradas em conjunto com continuidade institucional, desenho do serviço, infraestrutura, atuação de cooperativas e capacidade de monitoramento. O uso integrado de indicadores contribui para identificar lacunas, orientar ações corretivas e apoiar o planejamento regional da coleta seletiva.

PALAVRAS-CHAVE: Indicadores de sustentabilidade; Gestão regional; Região do Alto Tietê; Resíduos sólidos; Coleta seletiva.

ABSTRACT

This study assessed selective collection performance in the municipalities of the Alto Tietê region after implementation of the Brazilian National Solid Waste Policy (PNRS) and discussed its implications for regional management. Two indicators from the National Sanitation Information System (SNIS) were

[1] Doutorando em Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – Universidade São Judas Tadeu- USJT, São Paulo, SP – Brazil.
[2] Doutorado em Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - Universidade São Judas Tadeu- USJT, São Paulo, SP – Brazil.
[3] Doutorado em Agronomia (Produção Vegetal), Universidade Estadual Paulista - UNESP, SP – Brazil.
[4] Doutorado em Ecologia, Programa de Pós-Graduação em Analise Ambiental - Universidade UNIVERITAS UNG, Guarulhos, SP - Brazil

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

analyzed from 2010 to 2021: door-to-door selective collection coverage in relation to the urban population (IN030) and recovered mass per capita (IN032). The temporal analysis was complemented by a socio-spatial comparison using 2021 municipal population and the 2010 Municipal Human Development Index (IDHM). Results revealed marked differences among municipalities within the same region: four reached 100% door-to-door coverage in 2021, whereas others showed low coverage or discontinuous time series. Recovered mass per capita was also heterogeneous, indicating that territorial coverage and the amount effectively recovered represent distinct dimensions of service performance. The descriptive comparison suggests that population scale and socioeconomic conditions alone are insufficient to explain municipal differences and should be interpreted together with institutional continuity, service design, infrastructure, the role of cooperatives, and monitoring capacity. The integrated use of indicators can help identify gaps, guide corrective actions, and support regional planning for selective collection.
***KEYWORDS**: Sustainability indicators; Regional management; Alto Tiete region; Solid waste; Selective collection.*

RESUMEN
Este estudio evaluó el desempeño de la recolección selectiva en los municipios de la región del Alto Tietê después de la implementación de la Política Nacional de Residuos Sólidos (PNRS) y discutió sus implicaciones para la gestión regional. Se analizaron dos indicadores del Sistema Nacional de Información sobre Saneamiento (SNIS) entre 2010 y 2021: la tasa de cobertura de la recolección selectiva puerta a puerta en relación con la población urbana (IN030) y la masa recuperada per cápita (IN032). El análisis temporal se complementó con una comparación socioespacial basada en la población municipal de 2021 y el Índice de Desarrollo Humano Municipal (IDHM) de 2010. Los resultados mostraron diferencias expresivas entre municipios de una misma región: cuatro alcanzaron una cobertura puerta a puerta del 100% en 2021, mientras otros presentaron baja cobertura o series discontinuas. La masa recuperada per cápita también presentó un comportamiento heterogéneo, lo que indica que la cobertura territorial y la cantidad efectivamente recuperada representan dimensiones distintas del desempeño del servicio. La comparación descriptiva sugiere que la escala poblacional y las condiciones socioeconómicas, por sí solas, no son suficientes para explicar las diferencias municipales y deben interpretarse junto con la continuidad institucional, el diseño del servicio, la infraestructura, la actuación de cooperativas y la capacidad de monitoreo. El uso integrado de indicadores puede contribuir a identificar brechas, orientar acciones correctivas y apoyar la planificación regional de la recolección selectiva.
***PALABRAS-CLAVE**: Indicadores de sostenibilidad; Gestión regional; Región del Alto Tietê; Residuos sólidos; Recolección selectiva.*

1- INTRODUÇÃO

O Brasil tem enfrentado historicamente desafios persistentes na gestão de resíduos sólidos urbanos. Em resposta, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, estabeleceu uma estrutura nacional para a gestão de resíduos e atribuiu à coleta seletiva um papel central nas políticas municipais. A coleta seletiva constitui uma estratégia importante para reduzir a disposição inadequada e aumentar a recuperação de materiais recicláveis (Nogueira, 2014).

De acordo com a PNRS, os municípios devem incorporar a coleta seletiva aos seus Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS). A política define a coleta seletiva como a coleta de resíduos sólidos previamente segregados de acordo com sua constituição ou composição (Brasil, 2010). A separação de materiais recicláveis, como plásticos, vidro, papel e metais, em residências,

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

empresas, escolas, estabelecimentos comerciais e unidades de saúde facilita a coleta e o posterior encaminhamento para sistemas de triagem e reciclagem (Ribeiro e Besen, 2007).

A implementação da coleta seletiva em regiões metropolitanas pode gerar benefícios ambientais e sociais ao reduzir a disposição inadequada, aliviar a pressão sobre as instalações de disposição final, apoiar as cooperativas de reciclagem e fortalecer a participação pública. A responsabilidade pela gestão de resíduos é compartilhada entre o poder público, as empresas e a comunidade, e a viabilidade técnica e econômica dos sistemas de coleta depende das condições locais e da capacidade de investimento (Feitosa et al., 2018). O tamanho da população, a renda e a organização do mercado de reciclagem também podem afetar o desempenho municipal, tornando útil a comparação com outros territórios para a identificação de práticas que possam ser adaptadas às condições locais (Expósito e Velasco, 2018). Evidências provenientes de outros fluxos de resíduos também enfatizam a importância da recuperação de materiais. No setor da construção civil brasileira, Freitas e Dalmas (2022) destacaram a reciclagem como uma estratégia para reduzir os impactos ambientais associados à disposição inadequada. Embora os resíduos de construção e demolição não sejam diretamente comparáveis aos materiais recicláveis domiciliares, o estudo reforça o papel mais amplo da recuperação de materiais nas políticas integradas de gestão de resíduos.

A gestão de resíduos em áreas metropolitanas também é influenciada pelo grau de coordenação entre o poder público e as demais partes interessadas. Ianoş et al. (2012) identificam a fragilidade da cooperação horizontal como um importante desafio para a gestão metropolitana de resíduos. Portanto, o aprimoramento da coleta seletiva envolve mais do que o cumprimento formal das exigências legais; também requer arranjos de governança capazes de assegurar a continuidade dos serviços, a qualidade ambiental e o desenvolvimento sustentável. A gestão de resíduos está direta ou indiretamente relacionada a vários Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 (Boojh, 2022), e os indicadores de sustentabilidade podem contribuir para a avaliação das ações municipais, a definição de metas e o monitoramento do desempenho dos serviços (Pires, Singh e Valadão Junior, 2019).

O Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR) e o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) constituem meios oficiais para a disponibilização de indicadores e dados sobre a gestão de resíduos sólidos e o saneamento no Brasil, respectivamente, conforme estabelecido pela PNRS. Atualmente, o SNIS inclui dez indicadores específicos de coleta seletiva (Sá, 2021). A avaliação integrada de alguns desses indicadores fornece informações sobre a efetividade da gestão municipal da coleta seletiva de resíduos sólidos e permite que os gestores públicos revisem e aprimorem ações, planejamento, monitoramento e avaliação relacionados ao desempenho da sustentabilidade. Assim, a utilização de indicadores de sustentabilidade associados aos serviços de coleta seletiva implementados nos municípios pode contribuir significativamente para a melhoria da gestão de resíduos urbanos nas regiões metropolitanas.

A Região Metropolitana do Alto Tietê, localizada no estado de São Paulo, Brasil, constitui a área de estudo desta pesquisa. A região abriga áreas destinadas à proteção das nascentes do Rio

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Tietê, que atravessa quase toda a extensão leste–oeste do estado de São Paulo e presta importantes serviços a vários de seus municípios. Além disso, a região abriga áreas de preservação da Mata Atlântica, um importante *hotspot* de biodiversidade. Aproximadamente 64% de seu território está situado em áreas de proteção ambiental e de mananciais, e suas cidades integram a Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo. Desse modo, o Alto Tietê desempenha um papel fundamental na prestação de serviços ecossistêmicos, econômicos e sociais essenciais, como o abastecimento de água para milhões de pessoas, contribuindo para a sustentabilidade da Região Metropolitana de São Paulo (Candido et al., 2010; Pagani, 2012). Esse aspecto evidencia a importância de investigar a efetividade dos serviços de coleta seletiva desenvolvidos pelos municípios pertencentes a essa região.

Nesse sentido, este estudo teve como objetivo avaliar o desempenho dos serviços de coleta seletiva nos municípios da Região do Alto Tietê, no estado de São Paulo, Brasil, após a implementação da PNRS, utilizando indicadores de sustentabilidade para examinar diferenças temporais e discutir como as características socioespaciais e institucionais podem contribuir para a contextualização dos padrões municipais observados.

2- METODOLOGIA

O estudo foi conduzido na Região do Alto Tietê, no estado de São Paulo, Brasil. Essa região compreende 11 municípios — Arujá, Biritiba Mirim, Ferraz de Vasconcelos, Guararema, Guarulhos, Itaquaquecetuba, Mogi das Cruzes, Poá, Salesópolis, Santa Isabel e Suzano (Figura 1) e abriga aproximadamente três milhões de habitantes. Destaca-se por sua economia diversificada e por suas expressivas reservas de recursos naturais. Como parte da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), principal centro econômico do país, a Região do Alto Tietê consolidou-se como uma das áreas mais importantes do estado. Parte da vegetação da Mata Atlântica é preservada para auxiliar na proteção dos mananciais, uma vez que esse bioma constitui um dos principais *hotspots* para a conservação da biodiversidade. O município de Guarulhos exemplifica essa importância, pois possui nove unidades de conservação da natureza que, em conjunto, correspondem a 42,4% de seu território (Freitas, Paranhos Filho e Dalmas, 2023; Fonseca, Andrade e Oliveira, 2014). Mogi das Cruzes também se destaca por seu potencial hídrico, pois abriga nascentes de duas importantes unidades hidrográficas do estado de São Paulo: Alto Tietê e Paraíba do Sul (Gouveia e Gouveia, 2014).

Cabe destacar que a região recebeu esse nome em referência ao Rio Tietê, devido à localização dos municípios ao longo de seu curso (Alto Tietê, 2024). Portanto, a gestão adequada dos resíduos sólidos nessa região é fundamental para preservar sua qualidade ambiental e seus recursos naturais e, consequentemente, os serviços ecossistêmicos por eles proporcionados.

Os dados secundários sobre a coleta seletiva na Região do Alto Tietê foram obtidos na Tabela IN03 do Diagnóstico Temático sobre o Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, publicado por meio do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). A análise abrangeu o período de 2010 a 2021 e utilizou as séries históricas municipais anuais para examinar as mudanças ocorridas após a

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

implementação da PNRS. Dois indicadores diretamente relacionados à coleta seletiva foram selecionados e analisados graficamente ao longo do tempo.

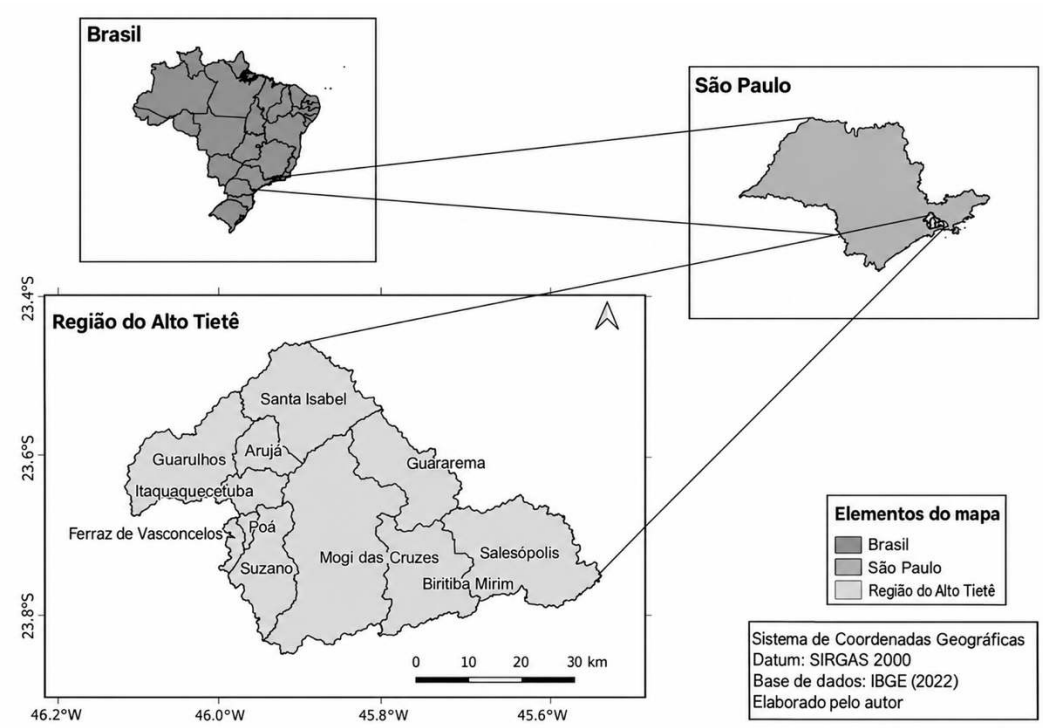

Figura 1 - Localização dos municípios na Região do Alto Tietê. Fonte: elaborada pelos autores (2025).

O primeiro indicador, “taxa de cobertura da coleta seletiva porta a porta em relação à população urbana” (IN030), expressa a proporção da população urbana atendida pela coleta seletiva porta a porta (%). O segundo, “massa recuperada per capita” (IN032), expressa a quantidade de material reciclável recuperado por meio da coleta seletiva, em kg/habitante/ano. Os indicadores representam diferentes dimensões do serviço: o IN030 descreve a cobertura territorial e populacional, enquanto o IN032 descreve a quantidade efetivamente recuperada em relação à população. Nenhum dos indicadores, quando analisado isoladamente, permite identificar as causas comportamentais, institucionais ou de infraestrutura associadas ao desempenho municipal. Eles foram selecionados porque são utilizados em avaliações de sistemas de coleta seletiva e podem subsidiar a tomada de decisões estratégicas (Ferreira et al., 2017; Zon, 2020).

Para complementar a análise temporal, foi realizada uma avaliação socioespacial comparativa utilizando as estimativas populacionais municipais de 2021 e o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM, 2010). Essas variáveis foram tratadas como atributos contextuais, e não como determinantes causais. Para a Figura 4, os municípios com dados do IN030 referentes a 2021 foram agrupados em três classes descritivas de cobertura, mediante a divisão da escala teórica de 0% a 100% em três intervalos de igual amplitude: menor cobertura (0%–33,3%), cobertura intermediária (>33,3%–66,6%) e maior cobertura (>66,6%–100%). Os municípios sem dados comparáveis para 2021

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

foram identificados separadamente. As classes constituem recursos analíticos de visualização e não representam padrões regulatórios nem limites normativos de desempenho. Os dados populacionais foram obtidos das estimativas do IBGE para 2021, enquanto os valores do IDHM se referem ao Atlas do Desenvolvimento Humano de 2010 (IBGE, 2021; PNUD, 2013). As variáveis socioespaciais foram utilizadas de forma descritiva para contextualizar as diferenças entre os municípios; nenhum teste estatístico inferencial foi aplicado para estabelecer associações ou relações causais. As Figuras 2 e 3 apresentam as séries anuais utilizadas na análise temporal.

A Figura 4 sintetiza as classes de cobertura referentes a 2021, e a Tabela 1 relaciona os indicadores de coleta seletiva à população e ao IDHM. A comparação socioespacial é discutida na seção Resultados e Discussão.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

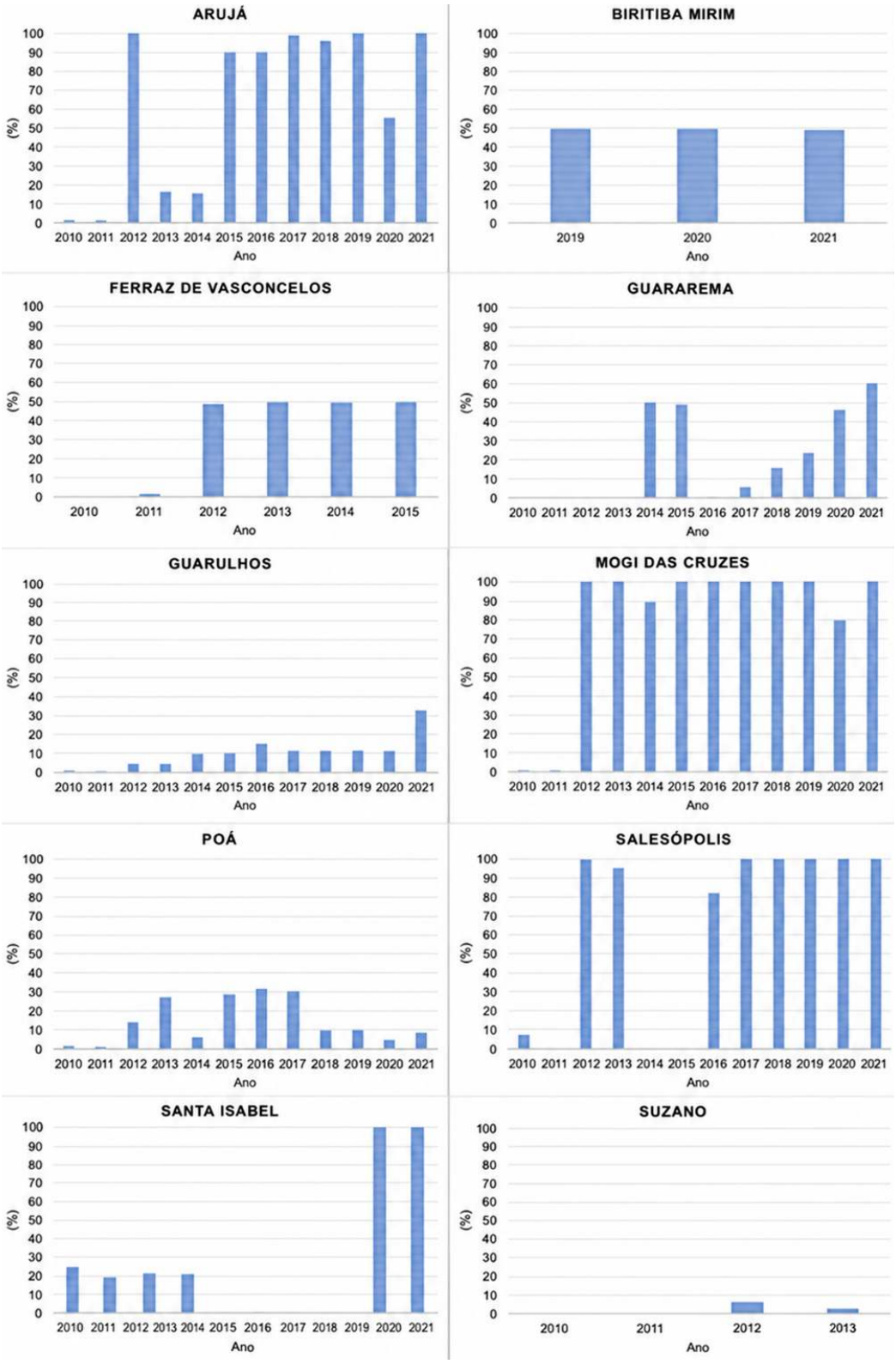

Figura 2 - Taxa de cobertura da coleta seletiva porta a porta (%) nos municípios da Região do Alto Tietê entre 2010 e 2021. Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados publicados pelo SNIS (2010–2021).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

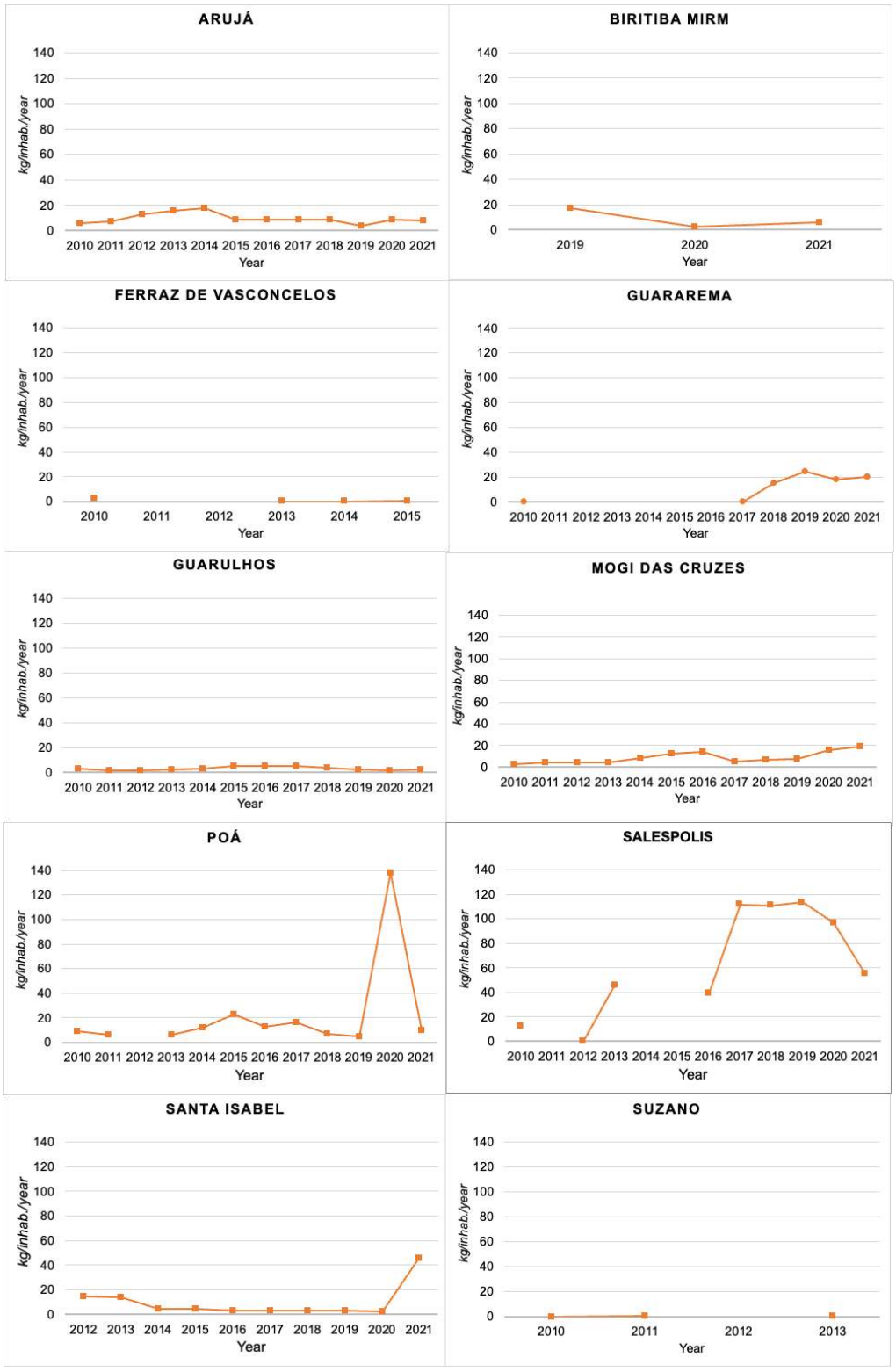

Figura 3 - Massa recuperada per capita (kg/hab./ano) nos municípios da Região do Alto Tietê entre 2010 e 2021. Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados publicados pelo SNIS (2010–2021).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Itaquaquecetuba foi o único município da Região do Alto Tietê que não informou dados referentes aos dois indicadores analisados. Por esse motivo, não está representado na Figura 2, que apresenta a cobertura da coleta seletiva porta a porta, nem na Figura 3, que apresenta a massa recuperada per capita. O *Diário de Suzano* (2021) informou que o município não disponibilizava o serviço de coleta seletiva naquele período, embora projetos para sua implementação estivessem em discussão. A completude dos dados também variou entre os demais municípios. Apenas Arujá, Guarulhos e Mogi das Cruzes informaram ambos os indicadores durante todo o período de 2010 a 2021. Os demais municípios apresentaram lacunas ou séries descontinuadas. Essas descontinuidades limitam a comparação longitudinal e podem refletir mudanças na prestação do serviço, nas rotinas de fornecimento dos dados ou na administração municipal; os dados disponíveis, isoladamente, não permitem estabelecer uma causa única.

Arujá apresentou aumento expressivo na cobertura da coleta seletiva porta a porta durante o período analisado, alcançando 100% em 2021. A cobertura diminuiu de 100% em 2019 para 55% em 2020, retornando a 100% em 2021 (Figura 2). A redução observada em 2020 coincidiu com as restrições impostas durante a pandemia de COVID-19, período em que a Cooperativa de Reciclagem de Arujá (CORA) suspendeu temporariamente suas atividades.

De acordo com a Secretaria Municipal de Meio Ambiente, a CORA interrompeu temporariamente suas atividades devido ao risco de transmissão da COVID-19 entre os trabalhadores (Arujá Repórter, 2020). A massa recuperada per capita de Arujá aumentou entre 2010 e 2014 e, posteriormente, diminuiu, atingindo seu menor valor em 2019 (Figura 3). Biritiba Mirim informou dados apenas para o período de 2019 a 2021. Sua cobertura da coleta seletiva porta a porta permaneceu próxima de 50%, com uma leve redução durante o período (Figura 2), enquanto a massa recuperada per capita também diminuiu, atingindo aproximadamente 2,46 kg/habitante/ano em 2020 (Figura 3). O site oficial do município de Biritiba Mirim informou a suspensão temporária das atividades da Cooperativa de Reciclagem de Biritiba Mirim (COOPERALTO) durante a pandemia (Biritiba Mirim, 2020). Essa interrupção fornece um contexto relevante para a variação observada em 2020, embora a série disponível não permita isolar seu efeito sobre os indicadores.

Ferraz de Vasconcelos informou dados de cobertura da coleta seletiva porta a porta referentes ao período de 2011 a 2015. A cobertura aumentou de 1,23% em 2011 para valores próximos de 50% entre 2012 e 2015 (Figura 2). Os dados de massa recuperada per capita estavam disponíveis para 2010 e para o período de 2013 a 2015, permanecendo baixos em comparação com a maioria dos demais municípios (Figura 3). Guararema apresentou uma série descontínua, sem dados para 2012, 2013 e 2015. Sua cobertura da coleta seletiva porta a porta aumentou de 0,11% em 2010 para 59,88% em 2021, apesar da redução observada em 2020 (Figura 2). A massa recuperada per capita aumentou de 0,3 kg/habitante/ano em 2010 para 20,4 kg/habitante/ano em 2021, atingindo o valor máximo de 24,46 kg/habitante/ano em 2019 (Figura 3).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

O município de Guarulhos informou dados para todos os anos analisados e permaneceu entre os municípios com os menores valores para os dois indicadores. A cobertura da coleta seletiva porta a porta aumentou de 0,98% em 2010 para 32,73% em 2021 (Figura 2), enquanto a massa recuperada per capita diminuiu de 3,1 para 2,1 kg/habitante/ano no mesmo período (Figura 3). Uma comunicação oficial do município publicada em 2021 documentou a ampliação da coleta seletiva porta a porta semanal, que inicialmente atendia 18 bairros, com extensão gradual prevista para as demais áreas da cidade (Guarulhos, 2021). O contraste entre a estratégia de ampliação e o indicador de cobertura do SNIS referente a 2021 demonstra a importância de distinguir o serviço planejado ou geograficamente disponível da proporção da população urbana efetivamente registrada como atendida pelo indicador. Essa questão é particularmente relevante em Guarulhos devido à sua elevada população e à correspondente escala operacional da geração e coleta de resíduos. Pesquisas direcionadas ao município fornecem um contexto adicional: Freitas et al. (2024) identificaram um aumento na geração de resíduos sólidos urbanos e um desequilíbrio expressivo entre a pegada ecológica e a biocapacidade local, reforçando a necessidade de interpretar a coleta seletiva no contexto mais amplo das pressões ambientais associadas a um município metropolitano de grande porte.

Mogi das Cruzes foi um dos três municípios que apresentaram dados para todo o período analisado. A cobertura da coleta seletiva porta a porta alcançou 100% em 2012 e permaneceu nesse nível ou próxima dele na maioria dos anos subsequentes, com exceção de 2014 (90%) e 2020 (80%) (Figura 2). A massa recuperada per capita foi comparativamente elevada, mas apresentou uma redução expressiva em 2016, seguida por um novo aumento nos anos posteriores (Figura 3). Poá, por sua vez, apresentou variação substancial na cobertura, atingindo 31,9% em 2016 e apenas 8,52% em 2021 (Figura 2). Sua massa recuperada per capita apresentou um pico excepcional em 2020, apesar da baixa cobertura da coleta seletiva porta a porta no mesmo período (Figura 3).

Salesópolis não informou dados para 2011, 2014 e 2015, mas a cobertura da coleta seletiva porta a porta atingiu 100% em 2021 (Figura 2). A massa recuperada per capita ultrapassou 100 kg/habitante/ano entre 2017 e 2019, diminuiu posteriormente e atingiu 55,18 kg/habitante/ano em 2021 (Figura 3). Santa Isabel informou dados de cobertura da coleta seletiva porta a porta para o período de 2012 a 2015 e, novamente, para 2020 e 2021; a cobertura alcançou 100% nos dois últimos anos informados (Figura 2). Sua série de massa recuperada per capita estava disponível para o período de 2012 a 2021 e apresentou aumento acentuado em 2021 (Figura 3). Suzano informou dados de cobertura da coleta seletiva porta a porta apenas para o período de 2010 a 2013, atingindo o valor máximo de 5,9% em 2012 (Figura 2). Os valores de massa recuperada per capita também foram baixos nos anos disponíveis, e nenhum valor foi informado para 2012 (Figura 3).

Para sintetizar a situação comparável mais recente sem atribuir julgamentos normativos, os municípios com dados do IN030 referentes a 2021 foram agrupados em três classes descritivas, com base em intervalos de igual amplitude na escala de cobertura de 0% a 100%. Conforme apresentado na Figura 4, Arujá, Mogi das Cruzes, Salesópolis e Santa Isabel foram classificados como municípios com maior cobertura (>66,6%–100%); Biritiba Mirim e Guararema, como municípios com cobertura

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

intermediária (>33,3%–66,6%); e Guarulhos e Poá, como municípios com menor cobertura (0%–33,3%). Ferraz de Vasconcelos, Itaquaquecetuba e Suzano foram identificados separadamente porque não havia dados comparáveis disponíveis para 2021. Essa classificação tem finalidade exclusivamente descritiva e visual e não substitui a análise temporal apresentada na Figura 2.

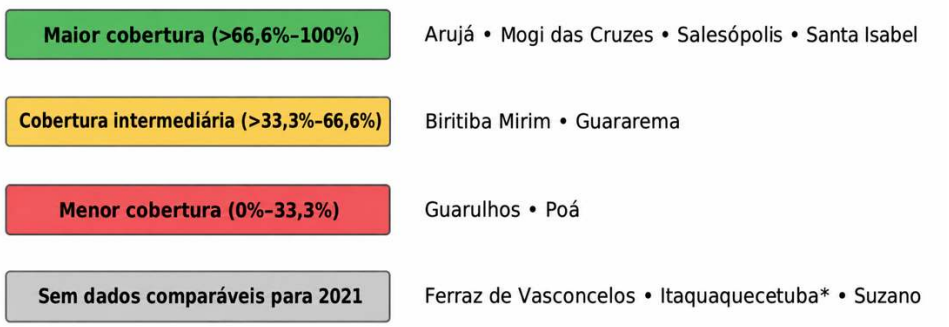

Figura 4 - Classificação descritiva da cobertura da coleta seletiva porta a porta nos municípios do Alto Tietê em 2021. Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados do SNIS (2021). [5]

Tabela 1 - Contexto socioespacial e desempenho da coleta seletiva nos municípios do Alto Tietê

Municipality	Population (2021)	IDHM (2010)	Door-to-door coverage	2021 coverage class
Arujá	92.453	0,784	100% (2021)	Maior
Biritiba Mirim	33.265	0,712	49% (2021)	Intermediário
Ferraz de Vasconcelos	198.661	0,738	50% (2015, último dado informado)	Sem indicador 2021
Guararema	30.465	0,731	59,88% (2021)	Intermediário
Guarulhos	1.404.694	0,763	32,73% (2021)	Menor
Itaquaquecetuba	379.082	0,714	Sem indicador	Sem indicador 2021
Mogi das Cruzes	455.587	0,783	100% (2021)	Maior
Poá	119.221	0,771	8,52% (2021)	Menor
Salesópolis	17.363	0,732	100% (2021)	Maior
Santa Isabel	58.529	0,738	100% (2021)	Maior
Suzano	303.397	0,765	5,9% (2012, maior valor informado)	Sem indicador 2021

Fonte: indicadores de coleta seletiva do SNIS (2010–2021), conforme analisados neste estudo; dados populacionais do IBGE (2021); IDHM do Atlas do Desenvolvimento Humano (PNUD, 2013).[6].

Vários municípios apresentaram alterações nos indicadores de coleta seletiva em 2020 (Figuras 2 e 3). A coincidência temporal com a pandemia de COVID-19 sugere que as restrições e interrupções operacionais podem ter contribuído para parte dessa variação, embora as séries temporais municipais, isoladamente, não permitam determinar a magnitude desse efeito. Registros municipais

[5] A escala de cobertura de 0% a 100% foi dividida em três intervalos de igual amplitude para fins de visualização descritiva; as classes não representam padrões regulatórios. * Itaquaquecetuba não informou os indicadores analisados durante o período do estudo.
[6] O IDHM refere-se a 2010 e é utilizado como uma variável contextual estrutural. “Sem dados para 2021” indica que não havia um valor comparável do IN030 disponível para 2021.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

documentam a suspensão temporária das atividades em algumas localidades, e a CETESB recomendou a interrupção das atividades manuais de coleta seletiva e triagem devido ao risco de transmissão do SARS-CoV-2 entre os catadores de materiais recicláveis (CETESB, 2020). Análises nacionais também relataram reduções na coleta de materiais recicláveis durante a pandemia (Silva, Martins e Ferreira, 2021).

A PNRS estabeleceu a coleta seletiva como uma responsabilidade da gestão municipal de resíduos sólidos e determinou que o planejamento municipal incluísse metas e disposições para a redução, a reutilização, a coleta seletiva e a reciclagem de resíduos (Brasil, 2010). O prazo de agosto de 2014, originalmente associado ao artigo 54 da Lei nº 12.305/2010, referia-se à disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, e não à implementação universal da coleta seletiva porta a porta. Portanto, as séries temporais municipais analisadas neste estudo devem ser interpretadas como evidências da implementação gradual e desigual da coleta seletiva após a promulgação da PNRS, e não como demonstração do cumprimento de um único prazo estabelecido para 2014. Salesópolis informou a realização de coleta seletiva a partir de 2010, enquanto Guararema e Santa Isabel começaram a informar dados de cobertura antes de 2014, e Biritiba Mirim somente a partir de 2019. Ferraz de Vasconcelos e Suzano apresentaram séries descontinuadas, e Itaquaquecetuba não informou os dois indicadores analisados.

Os dados da ABRELPE fornecem uma referência nacional sobre a expansão das iniciativas de coleta seletiva, mas não devem ser interpretados como taxas de cobertura populacional. Em 2010, 3.205 municípios brasileiros (57,6% do total) informaram a existência de alguma iniciativa de coleta seletiva (ABRELPE, 2010). Em 2021, esse número aumentou para 4.183 municípios (75,1%) (ABRELPE, 2022). A ABRELPE também observa que essas iniciativas podem ser parciais e consistir em pontos de entrega voluntária, acordos com cooperativas de catadores ou serviços que não abrangem toda a população municipal. Essa distinção é importante para a comparação com o IN030, que mensura a proporção da população urbana atendida pela coleta seletiva porta a porta. Na amostra do Alto Tietê, oito municípios apresentaram dados comparáveis do IN030 para 2021: quatro informaram cobertura de 100%, dois foram enquadrados na classe de cobertura intermediária e dois na classe de menor cobertura apresentada na Figura 4.

Em conjunto, os resultados indicam um progresso desigual da coleta seletiva na Região do Alto Tietê. Alcançar uma elevada cobertura da coleta seletiva porta a porta não implica necessariamente uma massa recuperada per capita igualmente elevada, e uma baixa cobertura não impede a ocorrência de picos ocasionais na massa recuperada. Portanto, os dois indicadores devem ser interpretados conjuntamente, em vez de serem utilizados como medidas intercambiáveis do desempenho municipal.

A quantidade de materiais recicláveis recuperados per capita permaneceu baixa ou irregular em vários municípios. Guarulhos, por exemplo, registrou 4,97 kg/habitante/ano em 2015, enquanto João Pessoa, no estado da Paraíba, registrou 25,37 kg/habitante/ano no mesmo ano (Albuquerque et al., 2018). Essa comparação não demonstra que o tamanho da população cause uma menor recuperação; em vez disso, ilustra como municípios que operam em diferentes escalas urbanas podem

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

apresentar resultados per capita substancialmente distintos e evidencia a necessidade de considerar o planejamento da coleta, a participação da população, a capacidade de triagem e as práticas de fornecimento de dados juntamente com as características demográficas.

De acordo com o SNIS (2021), a massa média recuperada per capita no Brasil atingiu 8,26 kg/habitante/ano em 2021. A macrorregião Sul registrou a maior massa média recuperada per capita (15,01 kg/habitante/ano), seguida pelas macrorregiões Centro-Oeste (8,63 kg/habitante/ano), Norte (8,16 kg/habitante/ano) e Nordeste (6,68 kg/habitante/ano). A macrorregião Sudeste registrou a menor massa média recuperada per capita (6,40 kg/habitante/ano). Alguns municípios da Região do Alto Tietê não conseguiram alcançar sequer o valor médio observado para a Região Sudeste, na qual estão localizados. Esse resultado evidencia a necessidade de aprimorar os serviços de coleta seletiva de materiais recicláveis nos municípios dessa região, principalmente em Guarulhos, que desempenha um papel fundamental na economia regional e possui uma população numerosa.

Esses resultados reforçam a importância de combinar a ampliação dos serviços com ações de educação ambiental e comunicação que incentivem a segregação correta dos resíduos na fonte geradora. Trielli (2021), ao analisar a educação ambiental nos planos municipais de gestão de resíduos sólidos da Região do Alto Tietê, observou que as abordagens descritas nesses planos frequentemente se limitavam a palestras e defendeu a adoção de métodos educativos mais adequados. No presente estudo, entretanto, uma baixa massa recuperada per capita não deve ser interpretada como evidência direta de baixa conscientização ambiental. Esse indicador também pode ser influenciado pela cobertura, frequência da coleta, capacidade de triagem e recuperação, fluxos informais de reciclagem, qualidade dos dados e outros fatores operacionais. Portanto, a educação ambiental constitui um componente relevante da política de coleta seletiva, mas seu efeito não pode ser isolado a partir dos indicadores disponíveis no SNIS.

A análise comparativa apresentada na Tabela 1 demonstra que o desempenho da coleta seletiva não pode ser interpretado como uma simples função do tamanho da população ou do IDHM. Municípios com indicadores socioeconômicos semelhantes registraram resultados operacionais expressivamente distintos, enquanto alguns municípios menores alcançaram elevada cobertura. A população e o IDHM são, portanto, úteis para contextualizar a escala e as condições socioeconômicas, mas não explicam, isoladamente, os padrões observados. A continuidade institucional, o planejamento dos serviços, a infraestrutura local, a atuação das cooperativas, a capacidade de fornecimento de dados e a escala territorial da operação constituem dimensões adicionais que devem ser consideradas. Sob uma perspectiva institucional, Camargo et al. (2024), em uma análise crítica do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Guarulhos, enfatizaram a articulação entre a PNRS, o planejamento local, o consumo sustentável e os instrumentos de logística reversa. Essa análise sustenta uma interpretação do desempenho municipal que incorpora a governança e a capacidade de implementação, em vez de se basear exclusivamente em atributos demográficos ou socioeconômicos.

O contraste entre Guarulhos e Salesópolis ilustra o papel da escala. Guarulhos apresentava a maior população da região em 2021, com aproximadamente 1,4 milhão de habitantes, e IDHM de 0,763;

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

entretanto, a cobertura da coleta seletiva porta a porta atingiu 32,73%, e a massa recuperada foi de 2,1 kg/habitante/ano. Salesópolis, por sua vez, possuía menos de 20 mil habitantes e IDHM de 0,732, mas informou cobertura de 100% e massa recuperada de 55,18 kg/habitante/ano em 2021. Esses valores não demonstram que uma população menor produza um desempenho melhor; eles indicam que indicadores socioeconômicos amplos são insuficientes para explicar as diferenças operacionais observadas entre os municípios.

Um segundo contraste é observado entre Mogi das Cruzes e Poá, cujos valores de IDHM são relativamente próximos, correspondendo a 0,783 e 0,771, respectivamente. Mogi das Cruzes manteve cobertura próxima de 100% durante a maior parte do período analisado, enquanto Poá atingiu 8,52% em 2021. Ao mesmo tempo, Poá registrou uma massa recuperada per capita excepcionalmente elevada em 2020. Essa divergência reforça que o IN030 e o IN032 mensuram dimensões distintas: o primeiro se refere à cobertura populacional da coleta porta a porta, enquanto o segundo representa a quantidade recuperada em relação à população. Portanto, não se deve presumir que um valor elevado para um dos indicadores em determinado ano represente um elevado desempenho geral em todas as dimensões do sistema de coleta seletiva.

A descontinuidade das informações referentes a Ferraz de Vasconcelos e Suzano, juntamente com a ausência dos indicadores analisados para Itaquaquecetuba, também é relevante para a análise. Essas lacunas limitam as comparações e impedem conclusões robustas sobre o desempenho recente desses municípios. O IDHM de 2010 também deve ser interpretado com cautela, pois antecede grande parte da série temporal de 2010 a 2021 e é utilizado neste estudo apenas como um indicador contextual estrutural, e não como uma variável explicativa que se modifica ao longo do tempo.

A adoção de uma gestão regional integrada constitui uma possível estratégia para enfrentar essas diferenças e consolidar a coleta seletiva na região. Esse modelo de gestão requer a colaboração entre os municípios da Região do Alto Tietê para o desenvolvimento de estratégias conjuntas de gestão de resíduos, o compartilhamento de recursos e infraestrutura e a implementação de políticas e programas de educação ambiental. A gestão regional integrada pode contribuir para superar os desafios relacionados à implementação efetiva da coleta seletiva nesses municípios, maximizando o uso dos recursos disponíveis e promovendo a sustentabilidade ambiental em toda a região. A PNRS estabeleceu incentivos para que municípios pertencentes à mesma região compartilhem a gestão de resíduos sólidos mediante a formação de consórcios ou outras soluções semelhantes (Drummod; Seixas, 2014). De acordo com Lisbinski et al. (2020), a criação de um consórcio intermunicipal de gestão de resíduos permite que os resíduos sejam gerenciados com maior eficiência em determinada região. Além disso, possibilita reduzir os custos de transporte e diminuir em aproximadamente 30% o custo da disposição adequada dos resíduos, o que reforça a viabilidade regional dessa abordagem.

Os resultados obtidos neste estudo refletem uma situação observada em todo o país. No Brasil, a coleta seletiva ainda é incipiente, está presente em apenas 41% dos municípios e apresenta baixa eficiência, recuperando somente 10% dos materiais potencialmente recicláveis (Conke e Nascimento, 2018). Apesar da reconhecida importância da coleta seletiva para a geração de empregos e a

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

sustentabilidade ambiental, essa atividade ainda não recebe amplo apoio do poder público, indicando que uma quantidade significativa de materiais continua sendo descartada de maneira inadequada em todo o país (Silva et al., 2021).

4- CONCLUSÕES

A Região do Alto Tietê apresenta particular relevância ambiental por abrigar áreas de nascentes do Rio Tietê e importantes remanescentes da Mata Atlântica. Nesse contexto, a série de 2010 a 2021 demonstra que a implementação da coleta seletiva permaneceu desigual entre os municípios após a promulgação da PNRS. Os indicadores revelaram trajetórias divergentes dentro da mesma região metropolitana. Quatro municípios informaram cobertura de 100% da coleta seletiva porta a porta em 2021, enquanto outros registraram coberturas substancialmente menores ou não apresentaram dados recentes comparáveis. A massa recuperada per capita não acompanhou a cobertura de forma consistente, demonstrando que o alcance territorial e a recuperação efetiva de materiais constituem dimensões distintas do serviço. Uma baixa massa recuperada não deve ser interpretada como evidência direta de conscientização ambiental insuficiente, pois esse indicador também é influenciado pelo planejamento da coleta, pela capacidade de triagem, pela recuperação informal, pela infraestrutura e pelas práticas de fornecimento de dados. A educação ambiental permanece relevante, mas sua contribuição deve ser avaliada conjuntamente com esses fatores operacionais e institucionais.

A comparação socioespacial também sugere que o tamanho da população e o IDHM, quando considerados isoladamente, são insuficientes para explicar as diferenças municipais observadas nos indicadores de coleta seletiva. Os contrastes entre os municípios indicam a importância de analisar esses atributos contextuais em conjunto com a continuidade institucional, a governança, a organização dos serviços, a capacidade das cooperativas e as práticas de monitoramento. Como a análise é descritiva, essas relações não devem ser interpretadas como causais. As lacunas de dados referentes a Ferraz de Vasconcelos, Suzano e Itaquaquecetuba também demonstram que a continuidade e a qualidade do fornecimento das informações constituem condições importantes para a avaliação das políticas públicas.

A pandemia de COVID-19 pode ter contribuído para as alterações observadas em 2020, particularmente nos locais onde as atividades de coleta e triagem foram temporariamente suspensas. Entretanto, as séries municipais disponíveis não permitem isolar o efeito da pandemia de outras mudanças operacionais. Por fim, a expressiva heterogeneidade entre municípios vizinhos reforça a importância da coordenação regional. O compartilhamento de infraestrutura, a cooperação intermunicipal, o monitoramento consistente e o intercâmbio de práticas operacionais podem fortalecer a coleta seletiva em toda a Região do Alto Tietê. Avaliações futuras devem combinar indicadores dos serviços com variáveis institucionais e socioespaciais e, sempre que possível, utilizar séries temporais mais longas e completas.

REFERENCIAS

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil*, 2010. São Paulo: Abrelpe, 2010.

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2022. São Paulo: ABRELPE, 2022. Available at: https://abrelpe.org.br/panorama/. Accessed on: September 22, 2026.

ALBUQUERQUE, Natália Costa de; NASCIMENTO, Eliane C; NASCIMENTO, Henrique do; ROCHA, Elisângela M. Rodrigues. Análise quali-quantitativa dos materiais recicláveis no município de João Pessoa: série histórica do SNIS (2005-2015). In Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade (pp. 1-19). Congestas. Available at: https://eventos.ecogestaobrasil.net/congestas2018/trabalhos/pdf/congestas2018-et-01-020.pdf. Accessed 26 on June of 2025.

ALTO TIETÊ. *Sobre a Região do Alto Tietê*. 2024. Available at: https://altotieteonline.com.br/cidades. Accessed 3 on April of 2024.

ARUJÁ REPÓRTER. Pandemia do coronavírus fecha Cooperativa de Reciclagem de Arujá. 2020. Available at: https://www.arujareporter.com.br/pandemia-do-coronavirus-fecha-cooperativa-de-reciclagem-de-aruja. Accessed on: April 3, 2024.

BERTICELLI, Ritielli; DECESARO, Andressa; PANDOLFO, Adalberto; PASQUALI, Pâmela Bia. Contribuição da coleta seletiva para o desenvolvimento sustentável municipal. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente,* [S. l.], v. 13, n. 2, p. 781–796, 2020. DOI: https://doi.org/10.17765/2176-9168.2020v13n2p781-796.

BIRITIBA MIRIM. Meio ambiente - trabalhos da Cooperalto suspensos. 2020. Available at: https://www.biritibamirim.sp.gov.br/site/noticia.php?id_noticia=1111. Accessed on: April 10, 2024.

BOOJH, R. Waste management and the Agenda 2030 in the Indian context. In: YADAV, S. et al. (ed.). *Environmental management in India: Waste to wealth*. Springer, 2022. p. 1-19. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-93897-0_1.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. *Política Nacional de Resíduos Sólidos*. 2010 Available at: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Accessed 10 on April of 2024.

CAMARGO, Ageu; FREITAS, Gabriel Sousa de; CONCEIÇÃO, Márcio Magera; DALMAS, Fabricio Bau. Análise crítica do Plano de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos do Município de Guarulhos/SP. MIX Sustentável, [S. l.], v. 10, n. 1, p. 173-185, 2024. DOI: https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2024.v10.n1.173-185

CANDIDO, M. S.; FONSECA, A. C. R.; DANTAS, V. M. Protocolo em defesa da recuperação da qualidade socioambiental da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê Cabeceiras. 2010. 94 p.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. *CETESB recomenda interrupção da coleta seletiva manual durante a pandemia*. 2020. Available at: https://cetesb.sp.gov.br/blog/2020/04/09/cetesb-recomenda-interrupcao-da-coleta-seletiva-manual-durante-a-pandemia Accessed on: May 10, 2024.

CONKE, Leonardo Silveira; NASCIMENTO, Elimar Pinheiro do. Selective waste collection in Brazil: Comparing reports and research methodologies. urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 10, p. 199-212, 2018. https://doi.org/10.1590/2175-3369.010.001.AO14.

DA FONSECA, Silmara Guerra Ferraz; DE ANDRADE, Marcio Roberto Magalhães; DOS SANTOS OLIVEIRA, Antonio Manoel. Unidades de Conservação do município de Guarulhos: avaliação com base em aspectos geoambientais e instrumentos de gestão. Boletim Goiano de Geografia, v. 34, n. 1, p. 55-72, 2014. DOI: https://doi.org/10.5216/bgg.v34i1.29315.

DIÁRIO DE SUZANO. Região recolhe 21 mil toneladas de lixo por mês e prepara reciclagem. 2021. Available at: https://www.diariodesuzano.com.br/cidades/regiao-recolhe-21-mil-toneladas-de-lixo-por-mes-e-prepara-reciclagem/57556/. Accessed on: May 10, 2024.

DRUMMOND, Maria Valeska Duarte; Seixas, Camila Couto. Parcerias público-privadas aplicadas à gestão de resíduos sólidos: projeto em andamento na região metropolitana de Belo Horizonte. *Relatos e estudos de caso da gestão metropolitana no Brasil* (pp. 244-265). 2014. Rio de Janeiro.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

EXPOSITO, Alfonso; VELASCO, Francisco. Municipal solid-waste recycling market and the European 2020 Horizon Strategy: A regional efficiency analysis in Spain. *Journal of Cleaner Production*, v. 172, p. 938-948, 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.221.

FEITOSA, Anny Kariny; BARDEN, Júlia Elisabete; KONRAD, Odorico; MATOS, Manuel Arlindo Amador. Economic valuation in selective solid waste collection. Sustainability in Debate, v. 9, n. 3, p. 171-184, 2018. DOI: https://doi.org/10.18472/SustDeb.v9n3.2018.18200

FERREIRA, Fátima; AVELINO, Catarina; BENTES, Isabel; Matos Cristina; Texeira Carlos Afonso. Assessment strategies for municipal selective waste collection schemes. *Waste Management*, v. 59, p. 3-13, 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.10.044.

FREITAS, Gabriel Sousa de; ARRUDA, Regina de Oliveira Moraes; DALMAS, Fabricio Bau; CONCEIÇÃO, Marcio Magera; BULBOVAS HUEB, Patricia. Investigando a sustentabilidade ambiental do município de Guarulhos-SP (Brasil) com base na pegada ecológica. Revista Baru - Revista Brasileira de Assuntos Regionais e Urbanos, Goiânia, v. 10, n. 1, p. 1-16, 2024. DOI: https://doi.org/10.18224/baru.v10i1.13357.

FREITAS, Gabriel Sousa de; DALMAS, Fabricio Bau. Quantitative analysis of mortar waste in civil construction in Brazil between the years 2009 and 2018. Revista Principia, [S. l.], v. 59, n. 4, p. 1246-1261, 2022. DOI: https://doi.org/10.18265/1517-0306a2021id5484.

FREITAS, Gabriel Sousa de; PARANHOS FILHO, Antonio Conceição; DALMAS, Fabricio Bau. Análise espaço-temporal da cobertura vegetal do município de Guarulhos, São Paulo, por meio de sensoriamento remoto. Terr@ Plural, v. 17, p. 1-10, 2023. DOI: https://doi.org/10.5212/TerraPlural.v.17.2321480.013.

GOUVEIA, J.; MOROZ CACCIA GOUVEIA, I. GEOMORFOLOGIA APLICADA À GESTÃO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO: O PARQUE NATURAL MUNICIPAL FRANCISCO AFFONSO DE MELLO, MOGI DAS CRUZES / SP. REVISTA GEONORTE, [S. l.], v. 5, n. 23, p. 414–419, 2014. Available at: https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/1734. Accessed 10 on May of 2024.

GUARULHOS. Prefeitura inicia implantação da coleta seletiva de recicláveis em toda a cidade. 15 Jun. 2021. Available at: https://observatorio.guarulhos.sp.gov.br/listar-todas-as-noticias?page=38. Accessed on: September 22, 2026.

IANOŞ, Ioan; ZAMFIR, Daniela; STOICA, Valentina; CERCLEUX, Loreta; SCHVAB, Andrei; PASCARIU, Gabriel. Municipal solid waste management for sustainable development of Bucharest metropolitan area. Environmental Engineering and Management Journal, v. 11, n. 2, p. 359–369, 2012.DOI: http://dx.doi.org/10.30638/eemj.2012.045.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Estimativas da população residente para os municípios e para as unidades da federação brasileiros, com data de referência em 1º de julho de 2021. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Available at: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?edicao=31451&t=custom-data-edicao. Accessed on: September 22, 2026.

LISBINSKI, Fernanda Cigainski et al. A importância dos consórcios públicos na gestão dos resíduos sólidos urbanos: uma análise do consórcio intermunicipal CIGRES. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 9, n. 2, p. 3-36, 2020. DOI: https://doi.org/10.19177/rgsa.v9e220203-36.

MASSUKADO, Luciana Miyoko. Sistema de apoio à decisão: avaliação de cenários de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos domiciliares. Master's Dissertation in Urban Engineering. Federal University of São Carlos, São Carlos. 2004. (In Portuguese)

NOGUEIRA, Carolina Flávia Freitas de Alvarenga. Política nacional de resíduos sólidos, coleta seletiva e seus atores: O caso do Distrito Federal. *Revista Brasileira de Direito*, v. 10, n. 1, p. 106-115, 2014. DOI: https://doi.org/10.18256/2238-0604/revistadedireito.v10n1p106-115.

PAGANI, Maria Inez. Preservação da Serra do Itapeti. Morini, MSC & Miranda, VFO Serra do Itapeti Aspectos Históricos, Sociais e Naturalísticos. Bauru: Canal, v. 6, p. 45-58, 2012. (In Portuguese)

PIRES, Leonardo Rodrigues; SINGH, Ananda Silva; JUNIOR, Valdir Machado Valadão. O programa de coleta seletiva da cidade de Uberlândia-MG: uma análise de seu desempenho e nível de sustentabilidade. *Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo*, v. 4, n. 2, p. 250-277, 2019.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

RIBEIRO, Helena; BESEN, Gina Rizpah. Panorama da coleta seletiva no Brasil: desafios e perspectivas a partir de três estudos de caso. *InterfacEHS*, v. 2, n. 4, p. 1-18, 2007.

SÁ, Ana Cecília Novaes de et al. Proposta de indicadores de sustentabilidade para avaliação da coleta seletiva de João Pessoa-PB. Master's Dissertation in Civil and Environmental Engineering). Federal University of Paraíba, João Pessoa, 2021.

SILVA, Ana. Paula. Nicholls de Freitas Silva; MARTINS, Máximo Eletério; FERREIRA, Karine Araújo. O impacto da COVID-19 na coleta seletiva nacional. In *XLI Encontro Nacional de Engenharia de Produção* (pp. 1-11). Foz do Iguaçu: ABEPRO. 2021.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO (SNIS). Diagnóstico Temático Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2010. Ministério do Desenvolvimento Regional, 2010. Available at: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/diagnosticos-anteriores-do-snis/residuos-solidos-1/2010. 2010. Accessed on: April 13, 2024.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO (SNIS). Diagnóstico Temático Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2011. Ministério do Desenvolvimento Regional, 2011. Available at: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/diagnosticos-anteriores-do-snis/residuos-solidos-1/2011. 2011. Accessed on: April 13, 2024.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO (SNIS). Diagnóstico Temático Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2012. Ministério do Desenvolvimento Regional, 2012. Available at: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/diagnosticos-anteriores-do-snis/residuos-solidos-1/2012. 2012 Accessed on: April 13, 2024. In Portuguese.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO (SNIS). Diagnóstico Temático Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2013. Ministério do Desenvolvimento Regional, 2013. Available at: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/diagnosticos-anteriores-do-snis/residuos-solidos-1/2013. 2013 Accessed on: April 13, 2024.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO (SNIS). Diagnóstico Temático Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2014. Ministério do Desenvolvimento Regional, 2014. Available at: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/diagnosticos-anteriores-do-snis/residuos-solidos-1/2014. 2014 Accessed on: April 13, 2024.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO (SNIS). Diagnóstico Temático Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2015. Ministério do Desenvolvimento Regional, 2015. Available at: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/diagnosticos-anteriores-do-snis/residuos-solidos-1/2015. 2015 Accessed on: April 13, 2024.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO (SNIS). *Diagnóstico Temático Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2016*. Ministério do Desenvolvimento Regional, 2016. Available at: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/diagnosticos-anteriores-do-snis/residuos-solidos-1/2016-1. 2016 Accessed on: April 13, 2024.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO (SNIS). Diagnóstico Temático Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2017. Ministério do Desenvolvimento Regional, 2017. Available at: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/diagnosticos-anteriores-do-snis/residuos-solidos-1/2017. 2017. Accessed on: April 13, 2024.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO (SNIS). Diagnóstico Temático Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2018. Ministério do Desenvolvimento Regional, 2018. Available at: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/diagnosticos-anteriores-do-snis/residuos-solidos-1/2018. 2018. Accessed on: April 13, 2024.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO (SNIS). Diagnóstico Temático Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2019. Ministério do Desenvolvimento Regional, 2019. Available at: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/diagnosticos-anteriores-do-snis/residuos-solidos-1/2019. 2019. Accessed on: April 13, 2024.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO (SNIS). Diagnóstico Temático Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2020. Ministério do Desenvolvimento Regional, 2020. Available at: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/diagnosticos-anteriores-do-snis/residuos-solidos-1/2020. 2020. Accessed on: April 13, 2024.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO (SNIS). Diagnóstico Temático Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2021. Ministério do Desenvolvimento Regional, 2021. Available at: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/diagnosticos-anteriores-do-snis/residuos-solidos-1/2021. 2021 Accessed on: April 13, 2024. (In Portuguese)

TRIELLI, Felipe de Abreu. Subsídios para inclusão da Educação Ambiental em Planos Municipais de Resíduos Sólidos no Alto Tietê-SP (Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Licenciatura em Ciências). Universidade Federal de São Paulo – Campus Diadema. 2021. (In Portuguese)

UNDP - UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME; IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA; FJP - FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro. Brasília: PNUD, Ipea, FJP, 2013. 96 p. (Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013). Available at: https://www.undp.org/pt/brazil/publications/indice-de-desenvolvimento-humano-municipal-brasileiro-2013. Accessed on: September 22, 2026.

WILSON, David C. et al. 'Wasteaware'benchmark indicators for integrated sustainable waste management in cities. *Waste management*, v. 35, p. 329-342, 2015. DOI: https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.10.006.

ZON, Jéssica Luiza Nogueira et al. Waste pickers organizations and municipal selective waste collection: Sustainability indicators. Waste Management, v. 118, p. 219-231, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.08.023.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.