

Análise histórica do desempenho da disposição final de resíduos sólidos urbanos no Estado de São Paulo (2011–2023): Uma análise a partir do primeiro quartil do índice de qualidade de aterros (IQR)

RESUMO

Francisco Luiz Biazini Filho
Centro de Síntese USP Cidades
Globais. Instituto de Estudos
Avançados IEA. Universidade de
São Paulo (USP), São Paulo, São
Paulo, Brasil
francisco.biazini@gmail.com

Maria Eugênia Gimenez Boscov
Centro de Síntese USP Cidades
Globais. Instituto de Estudos
Avançados IEA. Universidade de
São Paulo (USP), São Paulo, São
Paulo, Brasil
meboscov@usp.br

Este artigo analisa o desempenho da disposição final de resíduos sólidos urbanos nos municípios do Estado de São Paulo entre 2011 e 2023, com base no primeiro quartil do Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR). A pesquisa detalha a metodologia estatística dos quartis e do intervalo interquartil (IQR), evidenciando como esses instrumentos permitem identificar padrões persistentes de excelência e criticidade na gestão municipal. São discutidas as implicações ambientais, operacionais e sociais associadas aos extremos de desempenho, com ênfase nas consequências para a saúde pública, sustentabilidade e formulação de políticas públicas. O estudo destaca que a excelência operacional é resultado de planejamento, investimentos em infraestrutura e qualificação técnica, enquanto a persistência de desempenhos críticos está relacionada a deficiências estruturais, institucionais e financeiras. Os resultados apontam para a necessidade de políticas integradas, regionalização da destinação e monitoramento contínuo dos passivos ambientais, além de indicar caminhos para a consolidação da economia circular e o fortalecimento da governança ambiental no estado.

PALAVRAS-CHAVE: resíduos sólidos urbanos; IQR; aterro sanitário; São Paulo; gestão ambiental; quartil; outlier; políticas públicas.

INTRODUÇÃO

A disposição final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos urbanos (RSU) representa um dos principais desafios para a sustentabilidade das cidades brasileiras, especialmente diante do crescimento populacional, da urbanização acelerada e das crescentes exigências regulatórias, como as estabelecidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010). O Estado de São Paulo, por sua expressiva dimensão populacional e econômica, ocupa papel de destaque nesse cenário, mas ainda enfrenta profundas desigualdades regionais e desafios estruturais que comprometem a universalização de práticas adequadas (SÃO PAULO, 2024). A gestão inadequada de resíduos está diretamente ligada a impactos sociais negativos, como a proliferação de vetores de doenças, a degradação da qualidade de vida e o aumento dos custos com saúde pública (IBEAS, 2022).

Nesse contexto, o Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR), desenvolvido pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), consolidou-se como uma ferramenta estratégica para monitorar, avaliar e comparar o desempenho dos municípios paulistas. O IQR é calculado a partir de vistorias técnicas que avaliam critérios locais, estruturais e operacionais dos aterros, refletindo o grau de conformidade ambiental e a segurança operacional dos sistemas (CETESB, 2023). A pontuação, que varia de 0,0 a 10,0, classifica os aterros em “Condições Adequadas” ($IQR > 7,0$) ou “Inadequadas” ($IQR \leq 7,0$), orientando políticas públicas e ações de fiscalização.

A análise estatística da série histórica do IQR, por meio de quartis, permite uma compreensão mais profunda dos padrões de desempenho municipal. Os quartis dividem um conjunto de dados ordenado em quatro partes iguais, sendo o primeiro quartil (Q1) o valor que delimita os 25% piores resultados, a mediana (Q2) os 50%, e o terceiro quartil (Q3) os 75% (TUKEY, 1977). Essa abordagem é fundamental para identificar municípios com desempenho consistentemente crítico ou, ao contrário, de excelência, além de detectar *outliers* — valores atípicos que se situam abaixo de $Q1 - 1,5 \times (Q3 - Q1)$ ou acima de $Q3 + 1,5 \times (Q3 - Q1)$ (TUKEY, 1977; CHAMBERS et al., 1983).

Este artigo propõe uma análise do desempenho histórico dos municípios do Estado de São Paulo na disposição final dos RSU, com ênfase nos extremos de desempenho identificados pelo primeiro quartil do IQR no período de 2011 a 2023. O objetivo é analisar criticamente os municípios classificados como de excelência e crônicos, e discutir as implicações ambientais, sociais e regulatórias desses resultados para o aprimoramento da governança e da sustentabilidade na gestão de resíduos sólidos no estado.

METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo longitudinal e descritivo, com abordagem quantitativa e qualitativa. A fonte primária de dados foi a série histórica do Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos, disponibilizada publicamente pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). O recorte temporal da análise abrange o período de 2011 a 2023, permitindo a identificação de tendências e padrões de longo prazo na gestão dos RSU pelos municípios paulistas.

A abordagem estatística centrou-se na análise dos quartis do Índice de Qualidade de Aterros (IQR) para cada município ao longo do período analisado. O foco recaiu sobre o primeiro quartil (Q1), que representa o valor abaixo do qual se encontram os 25% piores registros anuais do IQR para um determinado município. A análise do Q1 é uma ferramenta robusta para identificar padrões persistentes de desempenho, distinguindo municípios com vulnerabilidade crônica daqueles que mantêm excelência operacional e ambiental de forma consistente (MCDONALD, 2014). Adicionalmente, foi utilizado o conceito de intervalo interquartil (Q3 - Q1) e o critério de Tukey (1977) para a identificação de *outliers*.

Adotou-se como critério de criticidade o valor do primeiro quartil do Índice de Qualidade de Aterros (IQR(Q1)) menor ou igual a 4,0 durante o período de estudo. O critério de excelência, por sua vez, refere-se a valores de primeiro quartil do Índice de Qualidade de Aterros (IQR(Q1)) iguais a 10 durante o período de estudo. Os municípios identificados de cada grupo foram estudados para avaliar as causas de sucesso ou insucesso.

Construiu-se a seguir um mapa de desempenho dos municípios paulistas com base no primeiro quartil do Índice de Qualidade de Aterros (IQR(Q1)) no período de 2011 a 2023, agrupando os municípios por faixas de desempenho, para investigar a influência da localização geográfica.

DESENVOLVIMENTO (RESULTADOS E DISCUSSÕES)

A análise do primeiro quartil do IQR (Q1) na série histórica de 2011 a 2023 revelou que o Estado de São Paulo apresenta desempenho superior à média nacional na gestão de resíduos sólidos, com 93,5% dos municípios destinando resíduos a aterros adequados segundo o Índice de Qualidade de Aterros (IQR). Esta conquista resulta da combinação entre legislação estadual pioneira, capacidade institucional consolidada e experiência em arranjos regionais.

Na Tabela 1 é apresentada a distribuição dos municípios paulistas segundo as faixas do primeiro quartil do Índice de Qualidade de Aterros (IQR(Q1)), ao longo do período de 2011 a 2023. Cada faixa de IQR(Q1) representa um nível de desempenho, expresso pelo número de municípios em cada intervalo, permitindo identificar padrões persistentes e extremos de gestão na disposição final dos resíduos sólidos urbanos.

Tabela 1: Ocorrências de Desempenho da Disposição Final de Resíduos Sólidos em São Paulo, Primeiro Quartil do IQR por Município (2011-2023)

Faixa de IQR(Q1)	Ocorrências	Classificação CETESB	Avaliação do autor
$0 < \text{IQR}(\text{Q1}) \leq 1$	0	Inadequada	
$1,01 < \text{IQR}(\text{Q1}) \leq 2$	1	Inadequada	Críticos (ver tabela 3)
$2,01 < \text{IQR}(\text{Q1}) \leq 3$	1	Inadequada	Críticos (ver tabela 3)
$3,01 < \text{IQR}(\text{Q1}) \leq 4$	6	Inadequada	Críticos (ver tabela 3)

Faixa de IQR(Q1)	Ocorrências	Classificação CETESB	Avaliação do autor
$4,01 < \text{IQR}(\text{Q1}) \leq 5$	14	Inadequada	
$5,01 < \text{IQR}(\text{Q1}) \leq 6$	7	Inadequada	
$6,01 < \text{IQR}(\text{Q1}) \leq 7$	28	Inadequada	
$7,01 < \text{IQR}(\text{Q1}) \leq 8$	270	Inadequada	
$8,01 < \text{IQR}(\text{Q1}) \leq 9$	158	Adequada	
$9,01 < \text{IQR}(\text{Q1}) \leq 9,5$	99	Adequada	
$9,51 < \text{IQR}(\text{Q1}) \leq 9,6$	26	Adequada	
$9,61 < \text{IQR}(\text{Q1}) \leq 9,7$	2	Adequada	
$9,71 < \text{IQR}(\text{Q1}) \leq 9,8$	11	Adequada	
$9,81 < \text{IQR}(\text{Q1}) \leq 9,9$	7	Adequada	
$9,91 < \text{IQR}(\text{Q1}) \leq 10$	14	Adequada	Excelentes

Fonte: elaborado pelos autores com dados dos Relatórios anuais do Índice de Qualidade de Aterros (IQR). São Paulo: CETESB

A classificação da CETESB evidencia que a maioria dos municípios permanece em faixas consideradas inadequadas (IQR(Q1) abaixo de 8), sendo classificados como críticos aqueles com IQR(Q1) até 4. Apenas uma pequena parcela dos municípios atinge faixas de excelência (IQR(Q1) entre 9,91 e 10), refletindo padrões máximos de regularidade e conformidade ambiental e operacional. Os municípios excelentes e críticos e seus IQRs estão identificados no Apêndice A.

Apesar dos avanços institucionais e tecnológicos observados em parte dos municípios, o Estado de São Paulo ainda enfrenta desafios estruturais para universalizar padrões de excelência na gestão de resíduos sólidos urbanos. Observa-se a predominância de desempenhos insatisfatórios, destacando a necessidade de avanços estruturais, operacionais e institucionais para elevar o padrão da gestão de resíduos sólidos urbanos no estado. O predomínio de municípios em faixas intermediárias e inadequadas reforça a importância do investimento em infraestrutura, capacitação técnica e monitoramento contínuo, além da adoção de políticas públicas integradas e mecanismos de regionalização para superar desigualdades regionais e promover a sustentabilidade do sistema.

Municípios de excelência e críticos

Um grupo seleto de municípios demonstrou um desempenho exemplar e contínuo por mais de uma década, destacando-se por manter padrões máximos de conformidade e indicando a institucionalização de boas práticas de gestão de resíduos, conforme detalhado no Apêndice. Entre esses, Brodowski, Jardinópolis e Sertãozinho atingiram a nota máxima (IQR = 10,0) durante todo o período.

O sucesso desses municípios está fortemente associado à regionalização e à destinação de seus resíduos para aterros sanitários privados, que operam com maior escala, profissionalização e rigor técnico.

No extremo oposto, encontram-se municípios com desempenho consistentemente baixo, cujo Q1 do IQR foi igual ou inferior a 4,0, configurando um quadro de fragilidade institucional e risco ambiental. A seguir, detalham-se os casos mais emblemáticos, conforme detalhado no Apêndice.

Itapeva: Ilustra uma notável capacidade de recuperação. O aterro do município saltou de um IQR de 1,2 ("Condições Inadequadas") em 2022 para 7,8 ("Condições Adequadas") em 2023, demonstrando o impacto positivo de investimentos e monitoramento direcionado.

Itápolis: Exemplifica a transição para a regionalização como resposta a um desempenho inadequado. Após registrar um IQR de 1,6 em seu aterro local em 2022, o município passou a destinar seus resíduos para um aterro em Catanduva em 2023.

Serra Azul: Seguiu uma trajetória similar. O aterro local, com IQR de 4,4 ("Condições Inadequadas") em 2020, foi desativado, e os resíduos passaram a ser enviados para o aterro de Jardinópolis a partir de 2021.

Ourinhos: Reflete um avanço por meio da reorganização operacional. O município superou um cenário crítico em seu aterro (IQR de 3,6 em 2019) com a implantação de uma estação de transbordo, que alcançou um Índice de Qualidade de Transbordo (IQT) de 7,2 ("Condições Adequadas") em 2020.

Pedro de Toledo: Representa um paradigma de operação cronicamente deficiente. O aterro manteve-se em "Condições Inadequadas" ao longo de todo o período, com o IQR declinando de 3,7 em 2020 para 2,1 em 2023, indicando a necessidade de ações estruturais urgentes.

Presidente Prudente: Evidencia um retrocesso na gestão. O município desativou um aterro considerado "adequado" (IQR de 7,4) em 2020 para adotar uma estação de transbordo "inadequada" (IQT de 3,4) em 2021, passando a enviar seus resíduos para Adamantina e intensificando riscos ambientais e custos.

Comparativo entre municípios de excelência e críticos em São Paulo

A Tabela 2 apresenta os principais aspectos que diferenciam os municípios excelentes e críticos. A identificação desses extremos é fundamental para orientar o direcionamento de recursos, priorizar ações corretivas e replicar boas práticas, conforme recomendado nos Inventários Estaduais de Resíduos Sólidos Urbanos e em estudos recentes sobre a influência das políticas públicas e da legislação (Lei nº 12.305/2010; Decreto nº 57.817/2012) sobre a evolução do IQR nos municípios paulistas.

A análise comparativa entre municípios de excelência (Brodowski, Jardinópolis, Sertãozinho) e municípios críticos revela disparidades significativas em infraestrutura, gestão profissional e rastreabilidade de resíduos. Paradoxalmente, ambos os grupos apresentam limitações similares na inclusão de catadores e implementação de instrumentos econômicos. Essas disparidades estão resumidas na Tabela 3.

A Tabela 3 apresenta uma síntese dos principais critérios que diferenciam municípios de excelência (IQR(Q1)=10) daqueles classificados como críticos

(IQR(Q1)<4,0) na gestão da disposição final de resíduos sólidos urbanos no Estado de São Paulo. Os resultados evidenciam que a excelência operacional é fruto de planejamento estratégico, investimento contínuo em infraestrutura, qualificação técnica das equipes e monitoramento rigoroso, o que se traduz em sistemas de proteção ambiental robustos, conformidade legal plena e impactos sociais positivos, como valorização imobiliária e promoção da saúde pública.

Tabela 1: principais contrastes identificados na comparação entre municípios excelentes e críticos no Estado de São Paulo

Dimensão Operacionais e Infraestruturais		
Indicador	Excelência	Críticos
Impermeabilização e sistemas de drenagem	100% possuem sistemas completos	0% possuem impermeabilização adequada; 92% com sistemas precários/inexistentes
Biogás e energia	85% realizam captura e aproveitamento energético	Ausência total de sistemas de captura
Monitoramento	100% mantêm programas contínuos (geotécnico/hidrológico)	Falta de dados sistemáticos em 100% dos casos
Indicador	Municípios de Excelência	Municípios Críticos

Dimensão Socioambiental		
Indicador	Excelência	Críticos
Saúde pública	Redução de 70% em doenças relacionadas a vetores (IBEAS, 2022)	Aumento de 200% na proliferação de vetores e contaminação do solo (CETESB, 2023)
Economia circular	65% implementam mineração urbana ou reciclagem avançada	0% implementam projetos de economia circular
Passivos ambientais	Sem contaminação documentada	100% apresentam contaminação de lençóis freáticos não remediada

Dimensão Institucional		
Indicador	Excelência	Críticos
Impermeabilização e sistemas de drenagem	100% possuem sistemas completos	0% possuem impermeabilização adequada; 92% com sistemas precários/inexistentes
Governança	100% integrados a consórcios regionais ou PPPs	0% integrados em arranjos regionais
Conformidade legal	100% com licenciamento ambiental vigente	85% operam sem licença ambiental

Dimensão Institucional		
Indicador	Excelência	Críticos
Financiamento	Acesso prioritário a recursos estaduais e federais	Acesso a recursos 5x inferior ao de municípios excelentes (SEMIL, 2024)

Fonte: Elaborado pelos autores (2025) com base em CETESB (2023), SEMIL (2024), IBEAS (2022) Dimensão

Tabela 2: Comparativo do Desempenho de Municípios segundo o IQR(Q1)

Critério	Municípios de Excelência (Q1=10)	Municípios Críticos (Q1<4)
Localização/Licenciamento	Adequada, regular	Inadequada, irregular
Sistemas de proteção ambiental	Avançados	Deficientes
Qualificação técnica	Alta	Baixa
Impacto social	Positivo, valorização	Negativo, riscos
Recuperação de recursos	Viável	Inviável
Mineração de aterros	Potencial	Impraticável
Conformidade legal	Plena	Deficiente

Fonte: elaborado pelos autores com dados dos Relatórios anuais do Índice de Qualidade de Aterros (IQR). São Paulo: CETESB.

Em contraste, a negligência desses aspectos resulta em deficiências estruturais e operacionais, localização inadequada dos aterros, ausência de impermeabilização e falhas nos sistemas de drenagem e tratamento de chorume. Essas condições favorecem a proliferação de vetores, a poluição do solo e das águas, a desvalorização das áreas vizinhas e o aumento dos custos de saúde pública, além de comprometer a viabilidade de tecnologias inovadoras, como a mineração de aterros e a geração de energia a partir do biogás. Portanto, investir em boas práticas de gestão, infraestrutura adequada e capacitação técnica não apenas eleva a eficiência e a sustentabilidade do sistema, mas também representa a base para o desenvolvimento de soluções de economia circular e para o cumprimento das metas ambientais e sociais estabelecidas pela legislação nacional e estadual.

Enquanto a criticidade perpetua ciclos de degradação, a excelência opera em ciclo virtuoso: **INVESTIMENTO → RESULTADOS → FINANCIAMENTO**). A regionalização é necessária, mas insuficiente sem remediação de passivos.

Correlação Infraestrutura-Resultados: Municípios com sistemas completos de impermeabilização e drenagem têm 100% de conformidade ambiental, enquanto a ausência desses sistemas gera contaminação generalizada de aquíferos.

Efeito Cascata da Governança: A integração em consórcios regionais viabiliza acesso a tecnologias de biogás (85% dos casos excelentes), enquanto a fragmentação institucional impede soluções básicas em municípios críticos.

Custo da Inação: Municípios críticos apresentam custos de saúde pública 3 vezes superiores devido à proliferação de vetores, conforme atestado por estudos epidemiológicos (IBEAS, 2022).

A excelência é sustentável com investimentos estruturados e governança, enquanto a criticidade persiste onde há fragmentação institucional e insuficiência de recursos. A regionalização é uma solução parcial que exige complementaridade com políticas de remediação.

Mapa de desempenho dos municípios paulistas segundo o primeiro quartil do Índice de Qualidade de Aterros (IQR(Q1)) no período de 2011 a 2023

Na Figura 1, apresentamos um mapa temático do Estado de São Paulo que ilustra, de forma espacializada, o desempenho histórico dos municípios na disposição final de resíduos sólidos urbanos, a partir do valor do primeiro quartil do Índice de Qualidade de Aterros (IQR(Q1)) no período de 2011 a 2023.

No mapa, os municípios estão agrupados em faixas de desempenho, representadas por diferentes cores conforme a escala do IQR(Q1):

Municípios Excelentes (IQR(Q1) = 10, azul): Estes municípios atingiram padrões máximos de qualidade, mantendo conformidade ambiental, operacional e legal durante todo o período analisado. São exemplos de gestão profissionalizada, planejamento estratégico, infraestrutura robusta e monitoramento contínuo, frequentemente associados à destinação para aterros privados licenciados e participação em consórcios regionais.

Municípios Adequados (IQR(Q1) entre 7 e 9,99, verde): Indicam desempenho satisfatório, com atendimento aos requisitos ambientais e operacionais, mas ainda com oportunidades de aprimoramento em aspectos como tecnologia, reciclagem e economia circular.

Municípios Inadequados (IQR(Q1) < 7, laranja): Apresentam desempenho insatisfatório, necessitando de ações corretivas urgentes para adequação à legislação e mitigação de riscos ambientais e à saúde pública. Nesses casos, são comuns falhas em impermeabilização, drenagem, monitoramento e gestão de resíduos especiais.

Municípios Críticos (IQR(Q1) < 4, vermelho): Representam os casos mais preocupantes, com falhas crônicas e persistentes na gestão dos aterros, ausência de licenciamento, riscos elevados de contaminação e impactos negativos à saúde e ao meio ambiente. Demandam intervenção prioritária dos órgãos reguladores e políticas públicas estruturantes.

A visualização espacial revela a concentração de municípios críticos em determinadas regiões do estado, frequentemente associadas a fatores socioeconômicos, limitações de infraestrutura, carência de capacitação técnica e desafios de governança local. Por outro lado, polos regionais de excelência, como a região de Ribeirão Preto, destacam-se por investimentos contínuos em tecnologia, gestão eficiente e integração regional, servindo de referência para outras localidades.

O Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos de 2023, publicado pela CETESB, reforça que, embora 93,5% dos municípios paulistas já disponham seus

resíduos em aterros classificados como adequados, ainda persistem desafios em 5% das cidades, que operam aterros inadequados ou críticos, alguns já interditados devido a irregularidades. A análise espacial do IQR(Q1) é, portanto, fundamental para orientar políticas públicas, priorizar investimentos, promover a regionalização de soluções e disseminar boas práticas em todo o território paulista.

A análise dos extremos de desempenho na gestão de RSU no Estado de São Paulo, viabilizada pelo uso estratégico do IQR, revela que os resultados não são aleatórios, mas sim consequências de fatores estruturais, institucionais e de planejamento. O IQR e a base de dados pública consolidam-se como ferramentas essenciais não apenas para a gestão pública e o planejamento regional, mas também para o controle social e a transparência (CETESB, 2023).

O sucesso dos municípios de excelência, como Jardinópolis e Sertãozinho, está intrinsecamente ligado à adoção de soluções regionalizadas e à terceirização para aterros privados licenciados. Este modelo promove ganhos de escala, especialização técnica e um controle ambiental mais rigoroso, criando um ambiente propício para a implementação de tecnologias de economia circular e mineração urbana (ABREMA, 2024; AMBIPAR, 2024).

Em contrapartida, o desempenho cronicamente baixo de municípios como Pedro de Toledo reflete deficiências sistêmicas profundas. Estas incluem a localização inadequada dos aterros, a ausência de infraestrutura básica como impermeabilização do solo e sistemas de tratamento de chorume, a falta de capacitação técnica e de recursos financeiros, e a consequente exposição da população a riscos sanitários (CETESB, 2023). Em muitos desses locais, a operação sem o devido licenciamento ambiental agrava o passivo e inviabiliza qualquer perspectiva de recuperação de materiais no futuro.

A transição para a regionalização, observada em casos como Itápolis e Serra Azul, representa um avanço no controle de riscos imediatos. Contudo, essa estratégia não elimina a responsabilidade municipal sobre o passivo ambiental deixado nos aterros desativados, que exigem planos de remediação e monitoramento contínuo para evitar a contaminação do solo e da água a longo prazo (CETESB, 2023). O caso de Presidente Prudente é emblemático ao demonstrar que uma decisão de gestão inadequada pode levar a um retrocesso, aumentando custos e externalidades negativas ao optar por uma solução de transbordo com baixa qualidade em detrimento de um aterro que operava adequadamente.

A análise desses casos, à luz do cenário nacional, conecta-se com os desafios da implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Conforme apontam Jardim et al. (2021), apesar de um arcabouço legal moderno, a aplicação dos instrumentos econômicos previstos na PNRS — como incentivos fiscais e financeiros — permanece limitada, restringindo o avanço da reciclagem e da economia circular. Da mesma forma, Terranova e Biazini Filho (2022) destacam que o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Planares) necessita de aprimoramentos em seus indicadores e de mecanismos mais robustos para incentivar a segregação na fonte e a valorização de resíduos, ações que poderiam ser impulsionadas em nível municipal. A persistência de lixões e aterros inadequados no estado mais rico do país evidencia que a legislação, por si só, é insuficiente sem governança efetiva, capacidade técnica e arranjos institucionais sólidos.

Ademais, o potencial da economia circular depende da qualidade da gestão: A possibilidade de explorar aterros como "minas urbanas" está diretamente ligada ao controle e à rastreabilidade dos resíduos. Em municípios de excelência, a extração segura de materiais é uma realidade potencial, enquanto em municípios críticos, com passivos complexos, a mineração da tecnosfera torna-se inviável sem uma profunda reestruturação (VALE S.A., 2023).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise longitudinal do primeiro quartil do IQR detalha a existência de dois grupos fortemente contrastantes entre os municípios paulistas: o dos que mantêm excelência ambiental e o dos que permanecem em situação crítica, com passivos acumulados e obstáculos à sustentabilidade. As evidências demonstram que:

A excelência é viável e sustentável: É plenamente possível manter padrões elevados e estáveis de desempenho, o que exige planejamento, investimento e a profissionalização da gestão, frequentemente alcançada pela regionalização em aterros privados licenciados (CETESB, 2023).

A criticidade pode ser revertida: A persistência de quadros críticos, como o de Pedro de Toledo, reflete questões institucionais e financeiras. Contudo, a experiência de Itapeva, que saltou de um IQR de 1,2 em 2022 para 7,8 em 2023, prova que intervenções direcionadas e monitoramento contínuo podem gerar melhorias significativas em curto prazo (CETESB, 2023).

A regionalização é uma ferramenta, não a solução completa: A transferência de resíduos para aterros regionais é uma estratégia importante para mitigar riscos imediatos. No entanto, ela não soluciona o passivo ambiental deixado nos aterros desativados, que continuam a exigir monitoramento e planos de remediação (SÃO PAULO, 2024).

A legislação é necessária, mas não suficiente: A Política Nacional e a Política Estadual de Resíduos Sólidos são decisivas nos municípios de excelência. Contudo, sua eficácia é fragilizada em contextos de déficit de governança, como evidenciado pela operação de aterros sem licença em municípios críticos (BRASIL, 2010; SÃO PAULO, 2006).

Para trabalhos futuros, recomenda-se aprofundar a avaliação do impacto de políticas como o ICMS Ambiental (SÃO PAULO, 2021) a análise dos indicadores de economia circular e clima, o fortalecimento de mecanismos de participação social para inclusão de catadores (AGÊNCIA GOV, 2025), e a disseminação de roteiros práticos baseados nos casos de sucesso e de recuperação (TERRANOVA; BIAZINI FILHO, 2022).

Historical performance analysis of municipal solid waste final disposal in São Paulo state (2011–2023): insights from the first quartile of the landfill quality index (IQR)

ABSTRACT

This article presents an in-depth analysis of the performance of final urban solid waste disposal in the municipalities of São Paulo State from 2011 to 2023, using the first quartile of the Landfill Quality Index (IQR) as the main metric. The study details the statistical methodology of quartiles and the interquartile range, demonstrating how these tools enable the identification of persistent patterns of excellence and criticality in municipal waste management. Environmental, operational, and social implications of performance extremes are discussed, with emphasis on consequences for public health, sustainability, and public policy development. The findings highlight that operational excellence results from strategic planning, infrastructure investment, and technical qualification, while persistent critical performance is associated with structural, institutional, and financial deficiencies. The results underscore the need for integrated policies, regionalization of waste destination, and continuous monitoring of environmental liabilities, while also pointing to opportunities for advancing the circular economy and strengthening environmental governance in the state.

KEYWORDS: municipal solid waste; IQR; sanitary landfill; São Paulo; environmental management; quartile; outlier; public policy

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA GOV. Na OIT, ministro do Trabalho diz que Governo quer direitos e autonomia para catadores. 2025. Disponível em: <https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202506/na-oit-ministro-do-trabalho-diz-que-governo-quer-direitos-e-autonomia-para-catadores>. Acesso em: 16 jun. 2025.
- AMBIPAR. Minerando o lixo: Ambipar investe R\$ 100 milhões em reciclagem high-tech. Capital Reset, 28 nov. 2024. Disponível em: <https://www.abrema.org.br/2024/11/28/minerando-o-lixo-ambipar-investe-r-100-milhoes-em-reciclagem-high-tech/>. Acesso em: 16 jun. 2025.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE (ABREMA). Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2024. São Paulo: ABREMA, 2024. Disponível em: <https://www.abrema.org.br/2024/12/11/mais-de-41-dos-residuos-urbanos-tiveram-destinacao-inadequada-em-2023/>. Acesso em: 16 jun. 2025.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 ago. 2010.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 404, de 11 de novembro de 2008. Dispõe sobre critérios e procedimentos para o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12 nov. 2008.
- CHAMBERS, J. M.; CLEVELAND, W. S.; KLEINER, B.; TUKEY, P. A. Graphical Methods for Data Analysis. Belmont: Wadsworth, 1983.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos 2023. São Paulo: CETESB, 2023. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/residuossolidos/wp-content/uploads/sites/26/2024/05/Inventario-Estadual-de-Residuos-Solidos-Urbanos-no-Estado-de-Sao-Paulo-2023.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2025.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE ESTUDOS AMBIENTAIS E DE SANEAMENTO (IBEAS). Impactos socioambientais e implicações na disposição de resíduos sólidos urbanos no município de Floriano, Piauí, Brasil. In: CONGRESSO IBEAS, 2022. Anais [...]. 2022. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2022/III-006.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2025.
- JARDIM, A. et al. Reflexões sobre os instrumentos econômicos da Política Nacional de Resíduos Sólidos decorridos 10 anos da sua implementação. In: BESEN, G. R.; JACOBI, P. R.; SILVA, C. L. (org.). 10 anos da Política Nacional de Resíduos Sólidos: caminhos e agendas para um futuro sustentável. São Paulo: Instituto de Energia e Ambiente da USP; Observatório da Política Nacional de Resíduos Sólidos, <https://www.google.com/search?q=2021>. p. 53-60. Disponível em: https://opnrs.org.br/images/10_anos_da_Politica_de_Residuos_Solidos_caminhos_e_agendas_para_um_futuro_sustentavel_-_DOI_10116069786588109076_1pdf-VF_compressed.pdf. Acesso em: 16 jun. 2025.

MAIP. O papel da economia circular na mitigação das mudanças climáticas. 2024. Disponível em: <https://maipambiental.com.br/o-papel-da-economia-circular-na-mitigacao-das-mudancas-climaticas/>. Acesso em: 16 jun. 2025.

MCDONALD, J. H. Handbook of Biological Statistics. 3rd ed. Baltimore: Sparky House Publishing, 2014.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 12.300, de 16 de março de 2006. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos. Diário Oficial do Estado, São Paulo, SP, 17 mar. 2006.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 17.348, de 12 de março de 2021. Institui o ICMS Ambiental. Diário Oficial do Estado, São Paulo, SP, 13 mar. 2021. Disponível em: <https://www.google.com/search?q=2021>.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística. Integra Resíduos: regionalização da destinação de resíduos sólidos. São Paulo: SEMIL, 2024. Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/2025/02/governo-de-sp-inicia-dialogo-com-municipios-para-regionalizar-destinacao-de-residuos-solidos/>. Acesso em: 16 jun. 2025.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (SIMA); Coordenadoria de Planejamento Ambiental (CPLA). Regionalização aplicada à gestão de resíduos sólidos. São Paulo: SIMA/CPLA, 2022. Disponível em: https://rms.pdui.sp.gov.br/wp-content/uploads/Apresentacao_Solucoes-Consorticiadas.pdf. Acesso em: 16 jun. 2025.

SOUZA, E. M. et al. A contribuição da inteligência artificial na eficiência da gestão de resíduos urbanos. In: CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA AMBIENTAL (CONEAMB), 2023. Anais [...]. 2023. Disponível em: <https://ime.events/coneamb2023/pdf/28681>. Acesso em: 16 jun. 2025.

TERRANOVA, C.; BIAZINI FILHO, F. L. Planares: análise e sugestões de aperfeiçoamentos. Revista Tecnologia e Sociedade, Curitiba, v. 18, n. 53, p. 72-92, 2022. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rt/article/view/15795>. Acesso em: 16 jun. 2025.

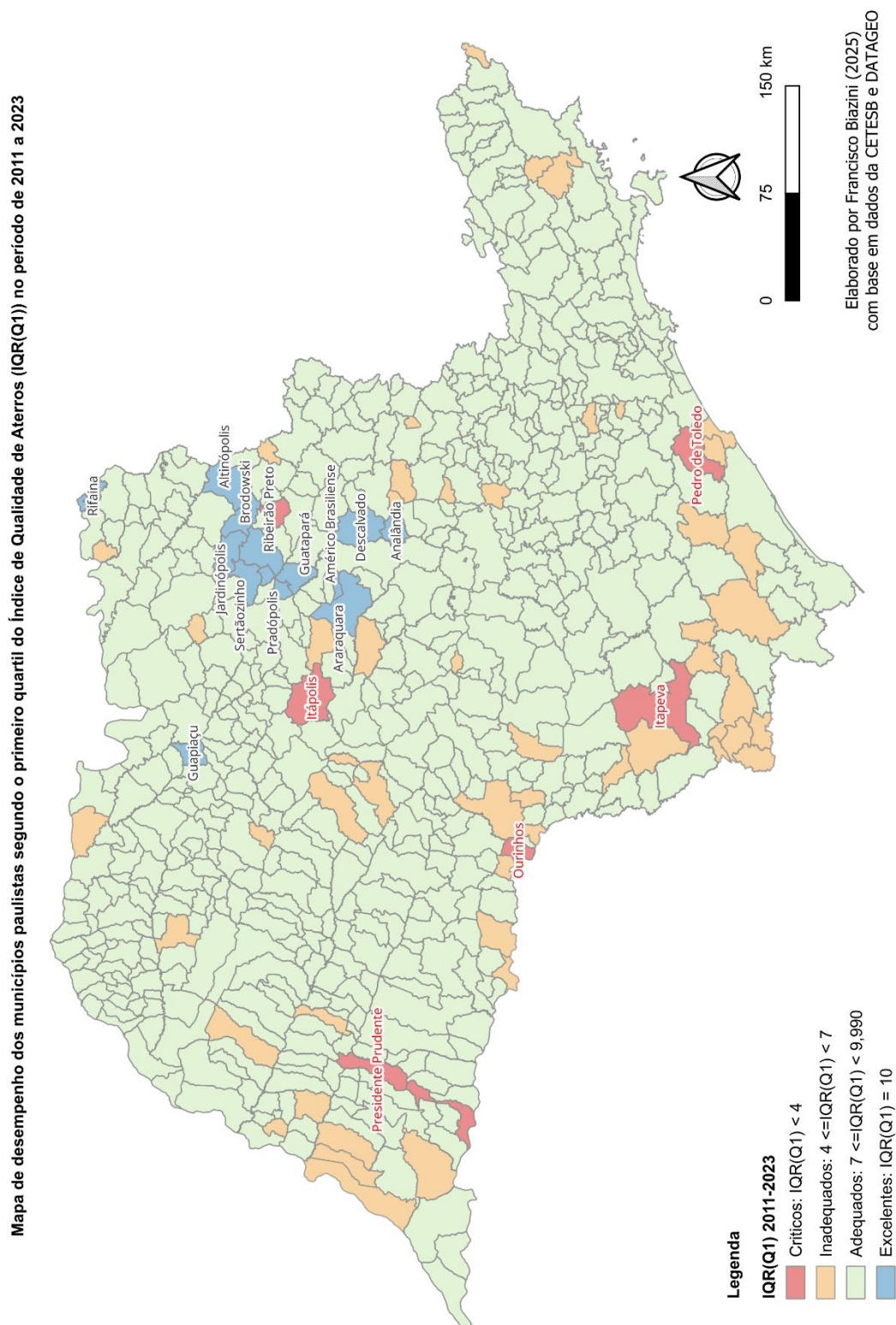
TUKEY, J. W. Exploratory Data Analysis. Reading: Addison-Wesley, 1977.

VALE S.A. Mineração circular. 2023. Disponível em: <https://vale.com/pt/esg/mineracao-circular>. Acesso em: 16 jun. 2025.

ABRAMCZYK, J. A necessária informação sobre a vacina do HPV. **Folha de São Paulo**, 13/09/2014. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/colunas/julioabramczyk/2014/09/1515483-a-necessaria-informacao-da-vacina-contr-o-hpv.shtml>. Acesso em: 1/09/2015.

AGÊNCIA BRASIL. Vacina contra o HPV divide opiniões. **Portal Agencia Brasil**, 03/03/2014. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2014-03/vacina-contr-o-hpv-divide-opinioes>. Acesso em: 16/06/2015.

Figura 1 – Mapa de desempenho dos municípios paulistas segundo o primeiro quartil do Índice de Qualidade de Aterros (IQR(Q1)) no período de 2011 a 2023.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025), com base em dados da CETESB e DATAGEO.

APÊNDICE A – Material Tabular

Desempenho Histórico da Disposição Final de Resíduos Sólidos em São Paulo, Primeiro Quartil do IQR por Município (2011-2023)

Na Tabela 4 apresenta-se a relação dos municípios classificados como excelentes ($IQR(Q1)=10$) e críticos ($IQR(Q1)<4,0$) ao longo do período avaliado, evidenciando extremos de desempenho na gestão da disposição final dos resíduos sólidos urbanos no Estado de São Paulo.

Tabela 3: Desempenho Histórico da Disposição Final de Resíduos Sólidos em São Paulo, Primeiro Quartil do IQR por Município (2011-2023)

Municípios Excelentes	IQR(Q1)	Municípios Críticos	IQR(Q1)
Altinópolis	10,00	Itapeva	1,80
Américo Brasiliense	10,00	Itápolis	2,82
Analândia	10,00	Serra Azul	3,55
Araraquara	10,00	Ourinhos	3,60
Brodowski	10,00	Pedro de Toledo	3,70
Descalvado	10,00	Presidente Prudente	3,90
Dumont	10,00		
Guapiaçu	10,00		
Guataporã	10,00		
Jardinópolis	10,00		
Pradópolis	10,00		
Ribeirão Preto	10,00		
Rincão	10,00		
Sertãozinho	10,00		

Fonte: elaborado pelos autores com dados dos Relatórios anuais do Índice de Qualidade de Aterros (IQR). São Paulo: CETESB.

Estudos de Caso: Municípios Excelentes: $IQR(Q1) = 10$

A análise dos chamados “municípios excelentes”, definidos por manterem o Índice de Qualidade de Aterros (IQR) igual ou superior ao primeiro quartil ($Q1 = 10$), revela padrões consistentes de desempenho operacional e ambiental em gestão de resíduos sólidos urbanos entre 2011 e 2023.

Embora pequenas variações possam ser observadas em alguns municípios, o destaque do grupo é a manutenção de elevados índices de regularidade, com especial menção a Brodowski, Jardinópolis e Sertãozinho, que atingiram nota máxima durante todo o período estudado.

As principais características desses municípios incluem:

- Planejamento estratégico da localização dos aterros, respeitando restrições ambientais e zoneamento urbano, o que minimiza conflitos e impactos ambientais.

- Infraestrutura robusta e sistemas de controle ambiental avançados, com destaque para impermeabilização eficaz, sistemas completos de drenagem e tratamento de lixiviados, captura e aproveitamento energético do biogás.
- Gestão profissionalizada e monitoramento contínuo, garantindo rastreabilidade dos resíduos, controle de acesso, recobrimento diário e ausência de vetores e odores.
- Aderência a princípios da economia circular, com projetos de reciclagem, logística reversa e potencial para mineração da tecnosfera.

Esses municípios, em sua maioria, também se destacam por apresentar maiores níveis de investimento público, acesso facilitado a financiamentos e, frequentemente, estão inseridos em arranjos de consórcios intermunicipais ou parcerias público-privadas, o que amplia sua capacidade técnica e institucional (SÃO PAULO, 2024; SEMIL, 2024).

Tabela 4: IQR por Município Excelentes (2011-2023)
cálculos estatísticos e de quartil

Municípios excelentes	média	desvio padrão	Valor mínimo	Primeiro quartil	Valor médio	Terceiro quartil	Valor máximo
Brodowski	10,00	-	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Jardinópolis	10,00	-	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Sertãozinho	10,00	-	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
A. Brasiliense	9,99	0,05	9,82	10,00	10,00	10,00	10,00
Analândia	9,99	0,05	9,82	10,00	10,00	10,00	10,00
Araraquara	9,99	0,05	9,82	10,00	10,00	10,00	10,00
Descalvado	9,99	0,05	9,82	10,00	10,00	10,00	10,00
Dumont	9,99	0,05	9,82	10,00	10,00	10,00	10,00
Guataporá	9,99	0,05	9,82	10,00	10,00	10,00	10,00
Pradópolis	9,99	0,05	9,82	10,00	10,00	10,00	10,00
Rib. Preto	9,99	0,05	9,82	10,00	10,00	10,00	10,00
Bebedouro	9,94	0,09	9,82	9,82	10,00	10,00	10,00
Guapiaçu	9,92	0,21	9,27	10,00	10,00	10,00	10,00
Bady Bassitt	9,90	0,21	9,27	9,87	10,00	10,00	10,00
N Granada	9,90	0,21	9,27	9,87	10,00	10,00	10,00
SJ Rio Preto	9,90	0,21	9,27	9,87	10,00	10,00	10,00
Buritizal	9,90	0,23	9,36	9,85	10,00	10,00	10,00
Pitangueiras	9,79	0,30	8,91	9,82	9,82	10,00	10,00
Cajuru	9,81	0,46	8,36	9,82	10,00	10,00	10,00
Altinópolis	9,82	0,47	8,36	10,00	10,00	10,00	10,00
Rincão	9,85	0,50	8,20	10,00	10,00	10,00	10,00

Fonte: elaborado pelos autores com dados dos Relatórios anuais do Índice de Qualidade de Aterros (IQR). São Paulo: CETESB.

Aterros privados para onde são destinados os resíduos dos municípios excelentes.

A totalidade dos municípios classificados como excelentes destina seus resíduos para aterros privados licenciados, conforme a Tabela 6:

Tabela 5: Aterros privados para onde são destinados os resíduos dos municípios excelentes

Nome	Dispoe_em	Nome	Dispoe_em
Bebedouro	Catanduva	Brodowski	Jardinópolis
Pitangueiras	Aterro Privado	Jardinópolis	Aterro Privado
Américo Brasiliense	Guataparé Aterro Privado.	Sertãozinho	Onda Verde Aterro Privado
Analândia		Bady Bassitt	
Araraquara		Guapiaçu	
Descalvado		Nova Granada	
Dumont		São José do Rio Preto	Sales Oliveira Aterro Privado
Guataparé		Altinópolis	
Pradópolis		Cajuru	
Ribeirão Preto		Buritizal	
Rincão			Uberaba Aterro Privado

Fonte: elaborado pelos autores com dados dos Relatórios anuais do Índice de Qualidade de Aterros (IQR). São Paulo: CETESB.

Estudos de Caso Detalhados dos Municípios Críticos (IQR(Q1) < 4)

A análise dos municípios críticos do Estado de São Paulo, conforme destacado no Mapa do Primeiro Quartil do IQR por Município (Figura 1), revela padrões recorrentes de deficiência estrutural, operacional e institucional na disposição final de resíduos sólidos urbanos. Os casos de Itapeva, Itápolis, Serra Azul, Ourinhos, Pedro de Toledo e Presidente Prudente ilustram diferentes trajetórias de vulnerabilidade, tentativas de recuperação e desafios persistentes para a sustentabilidade e a conformidade legal.

A seguir, apresenta-se um panorama detalhado e analítico da evolução das condições dos aterros sanitários e locais de transbordo dos municípios que consideramos críticos (IQR(Q1) < 4): Itapeva, Itápolis, Serra Azul, Ourinhos, Pedro de Toledo e Presidente Prudente. Os relatórios de inspeção considerados no estudo de caso são destacados em negrito na tabela 7.

Tabela 6: IQR por Município Crítico (2011-2023)
cálculos estatístico e de quartil

Municípios Críticos	Itapeva	Itápolis	Serra Azul	Ourinhos	Pedro de Toledo	Presidente Prudente
IQR 2023	7,8	9,8	10,0	9,6	2,1	9,6
IQR 2022	1,2	1,6	10,0	9,8	3,7	9,1
IQR 2021	1,6	3,0	10,0	8,8	3,2	8,7
IQR 2020	1,2	2,1	10,0	9,3	3,7	7,4
IQR 2019	2,0	3,0	4,4	3,6	5,5	7,1
IQR 2018	2,1	4,0	7,3	4,3	5,5	7,5
IQR 2017	2,9	2,9	7,2	2,1	4,0	7,3
IQR 2016	2,2	4,5	3,1	1,2	6,3	7,1
IQR 2015	2,4	2,7	3,4	3,7	7,7	5,1
IQR 2014	7,3	5,6	3,6	7,4	7,9	2,7
IQR 2013	3,6	5,4	3,5	7,8	8,0	2,5
IQR 2012	5,6	6,7	4,4	7,4	6,9	2,7
IQR 2011	6,2	6,1	8,0	3,6	6,7	5,5
Primeiro quartil (25º percentil)	1,80	2,82	3,55	3,60	3,70	3,90
Valor médio (50º percentil)	2,40	4,00	7,20	7,40	5,50	7,10
Terceiro quartil (75º percentil)	5,90	5,84	10,00	9,05	7,30	8,12
Valor máximo	7,80	9,82	10,00	9,82	8,00	9,60
média aritmética	3,55	4,42	6,53	6,05	5,48	6,34
desvio padrão	2,35	2,28	2,88	3,05	1,97	2,45
Valor mínimo	1,20	1,60	3,10	1,20	2,10	2,50

Fonte: elaborado pelos autores com dados dos Relatórios anuais do Índice de Qualidade de Aterros (IQR). São Paulo: CETESB.

Os municípios críticos apresentam padrões recorrentes de deficiências estruturais, operacionais e institucionais, agravados por limitações de governança e financiamento. Entre os principais desafios identificados estão:

- **Localização inadequada dos aterros**, muitas vezes próximos a corpos d'água e áreas urbanas sensíveis, elevando o risco de contaminação ambiental.
- **Deficiências em impermeabilização, drenagem e tratamento de lixiviados**, ausência de sistemas eficientes de biogás e monitoramento ambiental, resultando em poluição do solo e das águas subterrâneas.
- **Práticas inadequadas de operação**, como recobrimento insuficiente, presença de catadores, queimadas e proliferação de vetores, agravando riscos à saúde pública e à qualidade de vida das populações vizinhas.
- **Falta de licenciamento ambiental**, dificultando o acesso a recursos e a regularização dos sistemas de disposição final.
- **Persistência de passivos ambientais** nos antigos aterros, mesmo após a regionalização da destinação dos resíduos, exigindo planos de remediação e monitoramento contínuo.

A regionalização, com transferência dos resíduos para aterros privados licenciados ou regionais, tem se mostrado uma estratégia eficiente para mitigar riscos imediatos, mas não elimina a necessidade de remediação dos passivos históricos nem garante sustentabilidade a longo prazo.

Casos como o de Itapeva demonstram que a criticidade pode ser revertida com ações direcionadas e monitoramento rigoroso, enquanto municípios como Pedro de Toledo ilustram a persistência de vulnerabilidades quando não há investimento e governança adequados.

A experiência de Presidente Prudente evidencia que decisões de gestão inadequadas, como a substituição de aterro “adequado” por estação de transbordo “inadequada”, podem agravar riscos ambientais e sociais, além de externalizar impactos negativos para outros municípios.

Itapeva

O histórico do município de Itapeva evidencia um processo de precarização prolongada, com IQRs variando entre 1,2 e 3,6 de 2016 a 2022, refletindo graves deficiências estruturais e operacionais. Em 2023, houve uma reversão expressiva: o IQR saltou de 1,2 (2022) para 7,8 (2023), resultado de investimentos em infraestrutura e adequação às exigências ambientais. Segundo os relatórios de inspeção, melhorias significativas foram implementadas, como portaria, balança, vigilância, isolamento físico e visual, reestruturação operacional e impermeabilização do solo. Contudo, permanecem desafios, como ausência de recobrimento diário, manejo ineficaz de vetores e deficiência no monitoramento geotécnico e de águas subterrâneas, comprometendo parcialmente a estabilidade ambiental do sítio (CETESB, 2023; Biazini Filho; Boscov, 2025).

A avaliação temporal dos indicadores do Índice de Qualidade de Aterros (IQR) para o município de Itapeva evidencia um processo significativo de reversão operacional e ambiental em 2023, após um longo período de precarização.

Tabela 7: Resumo Comparativo das Pontuações do IQR: Itapeva (2022 x 2023)

Dimensão/Atributo	Pontuação 2022	Pontuação 2023	Interpretação
Portaria, Balança e Vigilância	0	10	Melhoria estrutural
Isolamento Físico e Visual	0	10	Adequação implementada
Frente de Descarga e Compactação	0	10	Reestruturação operacional
Dimensionamento dos Taludes	0	10	Correção das inclinações
Drenagem e Tratamento de Chorume	0	8	Controle ambiental aprimorado
Impermeabilização do Solo	0	10	Implementação recente
Recobrimento de Resíduos	0	0	Sem avanço
Monitoramento Geotécnico	0	0	Persistência da deficiência
Moscas, Odores, Aves, Animais	0	0	Vetores ainda presentes
IQR Total	1,2	7,8	Salto de categoria inadequada para adequada

Fonte: elaborado pelos autores com dados dos Relatórios anuais do Índice de Qualidade de Aterros (IQR). São Paulo: CETESB, 2023

Apesar do avanço, permanecem desafios: ausência de cobertura e recobrimento diário dos resíduos, ineficácia no manejo de vetores (aves, moscas, animais), ausência de monitoramento geotécnico e deficiências em monitoramento de águas subterrâneas. Estes aspectos continuam a comprometer parcialmente a estabilidade ambiental do sítio, demandando ações corretivas continuadas e regulares.

Itápolis

Entre 2020 e 2022, Itápolis operou um aterro com IQR persistentemente baixo (entre 1,6 e 2,1), marcado por ausência de impermeabilização, falhas em drenagem e tratamento de chorume, queimadas recorrentes, presença de catadores e falta de licenciamento ambiental. Em 2023, o município encerrou as operações locais e passou a destinar seus resíduos ao aterro regional de Catanduva, classificado como “adequado” (IQT 7,3). Essa migração resultou em padronização logística e redução de riscos ambientais, mas o passivo do antigo aterro permanece sem remediação, exigindo monitoramento contínuo e ações corretivas (CETESB, 2023).

A trajetória recente da gestão de resíduos sólidos urbanos em Itápolis, interior do estado de São Paulo, evidencia uma reconfiguração estrutural significativa entre 2022 e 2023.

2020–2022 – Operação do Aterro Sanitário Local

- IQR persistentemente baixo: Pontuações entre 2,1 e 1,6, indicando condição operacional precária
- Deficiências recorrentes: Incluem ausência de impermeabilização do solo, falhas generalizadas nos sistemas de drenagem e tratamento de chorume, ausência de monitoramento ambiental, ocorrência de queimadas e, em parte do período, presença de catadores.
- Ausência de Licenciamento: Em dezembro de 2022, o aterro não detinha Licença de Operação
- Vida útil iminente: Área com menos de dois anos para esgotamento

2023 – Migração para Sistema de Transbordo e Encerramento do Aterro Local

- Encerramento das operações locais: O aterro de Itápolis deixa de receber resíduos municipais.
- Transbordo para aterro regional: A destinação dos resíduos passa a ser realizada via transporte e disposição final no aterro sanitário de Catanduva, regionalmente licenciado e avaliado como “adequado” pelo Índice de Qualidade do Transbordo (IQT 7,3).
- Padronização logística e redução de riscos: A mudança resulta em melhoria estrutural e operacional.

Serra Azul

Serra Azul passou por uma transição importante entre 2020 e 2021: de manejo local inadequado para regionalização da destinação, com remanejamento dos resíduos para Jardinópolis. Em 2020, o aterro local foi avaliado com IQR 4,4, destacando ausência de isolamento físico, drenagem, monitoramento ambiental e recebimento inadequado de resíduos. Em 2021, o município desativou o aterro e passou a enviar seus resíduos para Jardinópolis (IQR 10,0), mitigando riscos imediatos, mas mantendo o passivo ambiental do antigo aterro, que exige plano de gestão pós-encerramento (CETESB, 2023).

A análise da disposição final de resíduos sólidos no município de Serra Azul, SP, revela uma transição importante entre 2020 e 2021: do manejo local inadequado para regionalização da destinação, com remanejamento dos resíduos para o município vizinho de Jardinópolis. Essa trajetória reflete uma tendência observada em vários municípios paulistas diante das limitações técnicas e regulatórias de pequenos aterros.

A inspeção realizada em 13 de janeiro de 2020 apontou a condição inadequada do aterro de Serra Azul, com IQR 4,4. O relatório detalha deficiências críticas, conforme apresentado na Tabela 9.

Tabela 8: Pontos Críticos e Positivos do aterro de Serra Azul-Inspeção 2020

Critério	Pontuação	Interpretação
Isolamento físico	0	Ausente
Dimensões das valas	0	Fora do padrão
Drenagem de águas pluviais	0	Ausente
Monitoramento de águas subterrâneas	0	Inexistente
Presença de aves/animais	0	Problema recorrente
Resíduos não autorizados	0	Recebimento inadequado
Recobrimento dos resíduos	2/10	Insuficiente
Isolamento visual	10/10	Adequado
Acesso à frente de descargas	10/10	Adequado
Vida útil	10/10	Suficiente à época
Ausência de catadores/queima de resíduos	10/10	Adequado
Distância de núcleos/corpos d'água	10/10	Adequada
Licenciamento	L.I.	Somente Licença de Instalação (sem L.O.)

Legenda: IQR = Índice de Qualidade de Aterros.

L.I. = Licença de Instalação; L.O. = Licença de Operação.

Fonte: elaborado pelos autores com dados dos Relatórios anuais do Índice de Qualidade de Aterros (IQR). São Paulo: CETESB, 2023

Em 2021, Serra Azul deixou de operar o aterro local e passou a enviar seus resíduos para Jardinópolis,

Ourinhos

Ourinhos enfrentou cenário crítico em 2019, quando seu aterro sanitário foi avaliado com IQR 3,6, devido à falta de impermeabilização, drenagem, recobrimento e monitoramento ambiental, além da ausência de licenciamento. Em 2020, o município implantou uma estação de transbordo, avaliada com IQR 7,2, o que representou avanço logístico e ambiental. No entanto, a sustentabilidade futura depende da remediação das falhas estruturais remanescentes e do monitoramento dos passivos ambientais, fundamentais para viabilizar projetos de economia circular e mineração urbana (CETESB, 2023).

O município de Ourinhos apresenta trajetória de transição relevante no gerenciamento de resíduos sólidos urbanos ao longo dos últimos anos. Entre 2019 e 2020, ocorreu a substituição da disposição direta em aterro sanitário, classificado como inadequado, pela adoção de uma estação de transbordo. Em 30 de outubro de 2019, o aterro sanitário de Ourinhos foi avaliado com índice IQR de 3,6 — condição “inadequada”. As principais falhas, podem ser observadas na Tabela 10:

Tabela 9: Inspeção no aterro sanitário de Ourinhos

Critério/Atributo	Resultado	Interpretação
Dimensões/compactação de resíduos	0 pontos	Frente de trabalho inadequada
Recobrimento e cobertura de terra	0 pontos	Falta de cobertura e proteção vegetal
Impermeabilização/drenagem	0 pontos	Não havia impermeabilização ou drenagem
Tratamento de chorume/gases	0 pontos	Falta de sistemas de controle ambiental
Monitoramento (geotécnico e águas)	0 pontos	Inexistente
Licenciamento	Ausente	Sem L.I. e L.O. [cite: 1, 7]
Isolamento e controle de acesso	Adequados	Pontos positivos
Ausência de catadores/queimadas	Adequados	Pontos positivos
Distância de áreas habitadas	Adequada	Ponto positivo

Fonte: elaborado pelos autores com dados dos Relatórios anuais do Índice de Qualidade de Aterros (IQR). São Paulo: CETESB, 2023

A partir de 2020, o município passou a operar uma estação de transbordo, avaliada em inspeção técnica com IQT 7,2

Pedro de Toledo

O aterro sanitário de Pedro de Toledo, situado na Rodovia Padre Manoel de Nóbrega, km 375,9, é emblemático pela persistência de inadequações estruturais e operacionais. Entre 2020 e 2023, o aterro operou sob condições deficientes, sem evolução em itens críticos como impermeabilização, drenagem, monitoramento, cobertura de resíduos e isolamento visual. O IQR caiu para 2,1 em 2023, refletindo deterioração dos parâmetros mínimos de operação. A ausência crônica de licenciamento ambiental, presença de catadores, queimadas e vetores agravam o passivo ambiental e social, tornando inviável qualquer perspectiva de mineração da tecnosfera sem profunda reestruturação (CETESB, 2023).

O aterro sanitário de Pedro de Toledo, localizado na Rodovia Padre Manoel de Nóbrega, km 375,9, representa um caso emblemático de persistência de inadequações estruturais e operacionais no sistema de disposição de resíduos sólidos urbanos do litoral paulista.

A análise longitudinal das inspeções do Índice de Qualidade de Aterros (IQR) revela ausência de evolução em quesitos críticos entre 2020 e 2023.

Tabela 10: Aspectos Estruturais Persistentes no aterro sanitário de Pedro de Toledo

Critério/Atributo	2020	2021	2022	2023	Interpretação
Licença ambiental (L.O.)	Não	Não	Não	Não	Ausência sistemática
Impermeabilização do solo	0	0	0	0	Nulo em todos os anos
Drenagem/tratamento de chorume	0	0	0	0	Idem
Drenagem de gases	0	0	0	0	Idem
Monitoramento geotécnico/águas	0	0	0	0	Idem
Cobertura de terra/taludes	0	0	0	0	Idem
Isolamento visual	0	0	0	0	Ausente
Presença de vetores	Sim	Sim	Sim	Sim	Não controlados
Ocorrência de queimadas	Sim	Sim	Sim	Sim	Não controladas
Catadores	Não*	Não*	Sim	Sim	Controle perdido em 2022–23

*Nota: Em 2020 e 2021, pontuação máxima devido à ausência de catadores, cenário revertido em 2022–23.

Fonte: elaborado pelos autores com dados dos Relatórios anuais do Índice de Qualidade de Aterros (IQR). São Paulo: CETESB, 2023

O aterro operou durante todo o período sob condições deficientes, incapaz de evoluir em itens fundamentais, sobretudo aqueles ligados à proteção ambiental (impermeabilização, drenagem, monitoramento). Não houve nenhum avanço significativo em nenhuma das inspeções.

A queda do IQR para 2,1 reflete deterioração dos parâmetros mínimos de operação, acentuando a condição de risco ambiental.

Ausência crônica de licenciamento ambiental e presença de catadores, queimadas e vetores ilustram falhas institucionais, agravando o passivo.

Aspectos como portaria, acesso e compactação estiveram presentes, mas são insuficientes para assegurar a segurança ambiental e legal da operação.

Presidente Prudente

Entre 2020 e 2021, Presidente Prudente passou de um aterro sanitário “adequado” (IQR 7,4) para uma estação de transbordo “inadequada” (IQT 3,4), transferindo seus resíduos para Adamantina. O aterro local apresentava deficiências estruturais e operacionais, como recobrimento insuficiente, drenagem superficial inadequada, proliferação de vetores e ausência de licenciamento. A estação de transbordo agravou os riscos ambientais e sociais, com falta de isolamento, cobertura, drenagem e operação sem licenças, além de externalizar impactos negativos para outros municípios (CETESB, 2023; BRASIL, 2010).

Entre o final de 2020 e o ano de 2021, o município de Presidente Prudente/SP passou por uma significativa alteração em sua estratégia de gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU). A decisão envolveu o encerramento do aterro sanitário local, classificado como “adequado” segundo o Índice de Qualidade de Aterros (IQR), e a implementação de uma estação de transbordo considerada “inadequada” pelo Índice de Qualidade de Estações de Transbordo (IQT).

Segundo relatório técnico de dezembro de 2020, o aterro sanitário de Presidente Prudente obteve IQR de 7,4 (em escala até 10), configurando-se na categoria “Condições Adequadas” (PRESIDENTE PRUDENTE, 2020). Todavia, os registros apontam deficiências estruturais e operacionais relevantes:

- Recobrimento insuficiente dos resíduos;
- Ausência de proteção vegetal e cobertura homogênea;
- Drenagem superficial inadequada;
- Proliferação de vetores (aves e animais);
- Recebimento de resíduos rejeitados/não autorizados;
- Ausência de Licença de Instalação (L.I.) e Operação (L.O.).

Essas condições explicitam riscos ambientais e legais, sobretudo pela inexistência de licenciamento ambiental, elemento crucial à conformidade normativa (BRASIL, 2010).

Em 2021, o aterro foi desativado, com a instalação de uma estação de transbordo para remessa dos RSU ao aterro sanitário em Adamantina. A avaliação técnica conferiu IQT de 3,4, enquadrando-a como “Condições Inadequadas”, em razão dos seguintes fatores:

- Ausência de isolamento visual e físico;
- Falta de cobertura na transferência dos resíduos;
- Inexistência de rampa adequada, base impermeabilizada, pavimentação;
- Ausência de sistemas de drenagem pluvial e de chorume;
- Logística inadequada para o volume manipulado;
- Operação sem L.I. e L.O.;
- Proximidade inferior a 200 metros de áreas habitadas, agravada pela falta de controle de odores.

Além das inadequações operacionais, destaca-se a externalização dos impactos ambientais e sociais, transferindo o passivo à população de Adamantina e aumentando a distância média percorrida para disposição final.

Recebido: 26/06/2025

Aprovado: 09/09/2025

DOI: 10.3895/rts.v21n66.20446

Como citar:

FILHO, Francisco Luiz Biazini; BOSCOV, Maria Eugenia Gimenez. Análise histórica do desempenho da disposição final de resíduos sólidos urbanos no estado de São Paulo (2011–2023): uma análise a partir do primeiro quartil do índice de qualidade de aterros (IQR). *Revista Tecnologia e Sociedade*, Curitiba, v. 21, n. 66, p. 107-131, seção temática, 2025. Disponível em:

<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/20446>

Acesso em: XXX.

Correspondência:

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

