

## Dossiê

## “Tenha fé, porque até no lixão nasce flor”: uma avaliação do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

DOI: <https://doi.org/10.14244/agenda.2023.2.3>

 **Gabriel Varella de Oliveira**

Mestrando em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Bacharel e Licenciado em Ciências Biológicas (UNIRIO). Possui ampla experiência no mercado de reciclagem, principalmente no que tange a participação de cooperativas de reciclagem.

E-mail: [gabrielvarellabio@gmail.com](mailto:gabrielvarellabio@gmail.com)

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3064-2349>

 **Quemuel Baruque de Freitas Rodrigues**

Doutorando em Ciência Política (DCP-UFPE). Bacharel em Ciências Sociais (UFAL), Mestre em Ciência Política (UFPE). Gestor Governamental na Secretaria de Estado de Planejamento, Orçamento e Gestão (SEPLAG-PE). Participa do Grupo de Estudos “Produção Acadêmica, Científica e Tecnológica”.

E-mail: [quemuelbaruque@gmail.com](mailto:quemuelbaruque@gmail.com)

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8593-6542>

 **Pedro Cardoso Saraiva Marques**

Doutorando em Ciência Política (DCP-UFPE). Bacharel em Ciências Sociais (UFPB) e mestre em Ciência Política e Relações Internacionais (UFPB).

E-mail: [pedrocarsamar@gmail.com](mailto:pedrocarsamar@gmail.com)

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2849-6250>

**RESUMO:** Qual o efeito do plano municipal de resíduos sólidos sobre a recuperação de lixo urbano, entre outros objetivos a serem atendidos através da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)? Este trabalho testa a hipótese de que a presença de um Plano Municipal de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos (PMGIRS) não é suficiente para promover a gestão adequada dos resíduos sólidos. Fazemos uso dos dados disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS) e o Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana (ISLU) durante os anos 2014 a 2020 para os municípios brasileiros. Metodologicamente, empregamos o modelo de *Diff-in-Diff* tradicional e também com tendências paralelas para estimar o efeito do PMGIRS na gestão dos resíduos sólidos urbanos, utilizando o ISLU e suas dimensões, como *proxy* de adesão aos objetivos da PNRS. Nossos resultados indicam que a criação do PMGIRS promove um aumento na adesão da Política Nacional de Resíduos Sólidos, como também no tratamento de resíduos sólidos do município.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão de Resíduos Sólidos; Avaliação de Política Pública; Políticas Públicas.

Recebido em: 03/04/2023

Aprovado em: 23/08/2023



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença *Creative Commons Attribution*, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

## 1 Introdução

Como estamos lidando com o problema do tratamento de resíduos sólidos? Este trabalho faz uso de um modelo de *Diff-in-Diff* para verificar o efeito do plano municipal de resíduos sólidos sobre o tratamento de resíduos. Fazemos uso de dados disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), o PwC e o Sindicato das Empresas de Limpeza Urbana (SELUR), durante os anos de 2014 a 2020 para os municípios estudados.

A partir do século XIX e das subsequentes ondas de revoluções industriais nos últimos séculos, a humanidade experienciou um desenvolvimento sem precedentes. Essas transformações se fazem sentir no aumento substancial da riqueza material, da qualidade e da expectativa de vida, além da melhoria de outras dimensões humanas, como: educação, lazer, etc (Roser, 2019). Isso decorreu, fundamentalmente, da capacidade de ofertar produtos e serviços em grandes quantidades, com maior padronização, qualidade e a menores custos.

Contudo, os impactos negativos desse processo têm se evidenciado nas últimas décadas. Os efeitos deletérios da abundância material podem ser observados por meio de diversas métricas como, por exemplo, as sistematizadas pelo *framework* do *Environmental Performance Index* (EPI) em três grandes áreas de políticas públicas: mudanças climáticas, vitalidade dos ecossistemas e saúde ambiental (Wendling *et al.*, 2020).

O problema da poluição resultante de processos produtivos responsáveis por grande parte desses avanços civilizatórios passou a se impor no debate público. Em outras palavras, tem havido um engajamento de diversos setores da sociedade, tendo em vista que suas externalidades negativas vêm se tornando cada vez mais presentes, principalmente no cotidiano da população que se encontra em situação de vulnerabilidade social nos países em desenvolvimento (Trumbo *et al.*, 2015).

Os benefícios do combate à poluição não são homogeneamente distribuídos e uma parcela grande da população ainda vive na pobreza, com acesso deficitário a bens de consumo, infraestrutura sanitária, transporte, saúde e educação. A desigualdade ambiental pode se apresentar através do acesso desigual aos recursos ambientais, da exposição desigual aos riscos decorrentes dos impactos ambientais e da responsabilização desigual por esses impactos (Chancel, 2020).

Os movimentos que visavam mitigar esses impactos começaram a se intensificar a partir da década de 1970. A saber, esforços vêm sendo realizados na comunidade acadêmica, nas instituições governamentais, nas empresas e em outras organizações da sociedade civil. Isso pode ser observado sob diversas frentes. Primeiramente, há estudos empíricos que buscam correlacionar o desempenho financeiro corporativo com práticas de governança social e sustentável (Friede *et al.*, 2015). Também se pode destacar a evolução do debate internacional acerca do desenvolvimento sustentável, desde a conferência de Estocolmo em 1972 até o desenvolvimento da Agenda 2030 e dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) em 2015 (Veiga, 2015), sendo estes igualmente alvos de produção acadêmica (Barbosa *et al.*, 2021). Finalmente, observam-se esforços na exigência de normas, boas práticas e políticas públicas ambientais para o firmamento de acordos multilaterais de comércio

internacional (OECD, 2021) e no endurecimento das legislações ambientais que, no caso brasileiro, foram intensificados após a implementação da Política Nacional do Meio Ambiente, lei n.º 6.938 de 1981 (Brasil, 1981), e da promulgação da constituição de 1988 (Antunes, 2015).

Historicamente, a problemática advinda da gestão ineficiente dos resíduos sólidos vem sendo preterida frente a outras pautas ambientais, como mudanças climáticas e preservação florestal, tanto nacionalmente quanto internacionalmente. Apesar de receber poucos holofotes, dentre os onze *policy issues* avaliados no EPI, a gestão de resíduos é o que apresenta maior discrepância entre o desempenho de países desenvolvidos e países em desenvolvimento (Wendling *et al.*, 2020), afetando diretamente a saúde e a qualidade de vida da população mais pobre (Okawara, 2018).

No Brasil, essa defasagem não é diferente. A primeira legislação brasileira voltada a estabelecer diretrizes para a gestão de resíduos sólidos, a nível nacional, só veio em 2010, com a promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos -PNRS (Brasil, 2010). Isto é, quase três décadas de diferença em relação à implementação da Política Nacional de Meio Ambiente na década de 1980. Tal marco foi um avanço na pauta, mas sua efetividade depende, em última instância, da cooperação de governos locais na adoção de Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS). É possível, contudo, afirmar que o principal instrumento de política pública, à disposição das autoridades governamentais, realmente promove o destino adequado para os resíduos produzidos?

Tendo em vista a gravidade que a geração massiva de resíduos sólidos representa para a saúde ambiental, faz-se mister estudar se as estratégias para sua gestão produzem o efeito esperado. O presente trabalho dedica-se a investigar empiricamente o tema, avaliando *ex post* se os PMGIRS desempenharam o impacto previsto no tratamento de resíduos.

Este trabalho está dividido em 6 seções. Enquanto a atual seção realiza uma introdução do tema ao leitor, a segunda trata da revisão de literatura sobre a gestão dos resíduos sólidos, a Política Nacional de Resíduos Sólidos e os indicadores de performance relacionados à destinação de resíduos. Por sua vez, a terceira expõe os procedimentos metodológicos empenhados para a resolução da pergunta de pesquisa, além de destacar o desenho de investigação, o procedimento de coleta e sistematização dos dados, a operacionalização das variáveis e a justificativa da estratégia de identificação causal. Já a seção 5 apresenta os resultados da análise de dados, precedendo, por fim, as conclusões no final do artigo.

## 2 Revisão de literatura

### 2.1 Gestão de resíduos sólidos sob uma perspectiva da legislação e realidade brasileira

Nos países em desenvolvimento, em particular no Brasil, os impactos sociais da gestão dos resíduos sólidos apresentam uma peculiaridade agravante. Nomeadamente, o mercado de reciclagem é pouco intensivo em capital e muito intensivo em mão de obra, apresentando uma elevada informalidade e sendo fortemente marcado por questões de gênero e de raça, com uma presença

marcante dos catadores de resíduo autônomos ou cooperativados (Goutberlet, 2016; Bouvier; Dias, 2021).

A gestão de resíduos sólidos pressupõe não apenas questões ambientais, mas sobretudo econômicas. Caso todo resíduo reciclável destinado a aterros sanitários e lixões brasileiros fossem, de fato, reciclados, estima-se que haveria um ganho de R\$8 bilhões anuais, relativos a valores de 2007 (Milanez *et al.*, 2010).

Segundo Chaves *et al.* (2014), a gestão adequada dos resíduos sólidos no Brasil é particularmente desafiadora por diversos motivos. Dentre eles, o fato de o país ter passado por uma elevada taxa de crescimento populacional nos últimos 150 anos, e por um processo abrupto de urbanização não planejada, industrialização e descentralização a partir da segunda metade do século XX, com o número de municípios dobrando desde então.

Apesar desse cenário, o primeiro marco legal a tratar amplamente da questão de resíduos sólidos no Brasil, e não apenas de casos específicos como resíduos tóxicos, hospitalares ou de mineração, foi a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010 (Brasil, 2010). A PNRS foi bem-sucedida em sistematizar e definir diversos termos técnicos relativos ao setor, em estabelecer princípios que devem nortear a gestão de resíduos sólidos através da responsabilidade compartilhada de seus diversos *stakeholders*, assim como estabelecer objetivos e os instrumentos institucionais e econômicos para tal.

60 Por outro lado, esse programa também é alvo de críticas. Dentre elas, não se considera a grande heterogeneidade das diversas entidades subnacionais brasileiras, principalmente no que tange às capacidades estatais de implementação das práticas propostas (Chaves *et al.*, 2014).

Outra crítica comum refere-se à gestão de dados pelos poderes locais. Ainda que a PNRS preveja que as entidades subnacionais tenham responsabilidade de fornecer, anualmente, as informações necessárias para manter atualizado o Sistema Nacional de Informação Sobre o Saneamento (SNIS), em funcionamento desde 2002, e o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos (SINIR), desde 2019, não foram estabelecidos sistemas de incentivos ou de capacitação para tal.

Disso resultou uma baixa adesão inicial ao sistema de informações, ainda que este venha crescendo desde a metade da última década. Trata-se de um ponto importante, pois uma base de dados sólida e confiável é um fator determinante para o sucesso de diversas etapas do ciclo de políticas públicas, desde a identificação do problema até a avaliação dos resultados e impactos (Secchi, 2020).

É razoável supor que as comorbidades institucionais acima estejam por trás do não cumprimento de algumas metas importantes. Inicialmente, tinha-se o prazo de erradicar os lixões, em nível nacional, até o final do ano de 2013. Porém, esse objetivo não foi cumprido até o momento, tendo seus prazos sido realinhados apenas em 2020, após atualização do marco legal do saneamento básico pela Lei n.º 14.026, de 2020 (Brasil, 2020). Dadas essas dificuldades, é importante que haja estudos constantes sobre essas estratégias do poder público.

Estudos de impacto e efetividade das políticas públicas de gestão de resíduos são bastante comuns em países desenvolvidos, mas ainda são raros nos países em desenvolvimento como o Brasil. Tal raridade deve-se especialmente à carência de uma base de dados sólida (Cetrulo, 2018), fazendo com que a maioria dos trabalhos a respeito da PNRS se limitem a avaliações de implementação e de resultados (Brasil, 2018) como, por exemplo, estudos de caso (Pereira, A.L.; Pereira, S.R, 2011; Fernandes *et al.*, 2016).

Contudo, pode-se mencionar alguns trabalhos que se propuseram a investigar, de forma empírica e quantitativa, o papel da PNRS em nível nacional. Por exemplo, Cetrulo (2018) fez uso de estatísticas descritivas para analisar os impactos regionais da PNRS utilizando cinco indicadores: geração de resíduos, cobertura e frequência da coleta, taxa de recuperação e disposição final adequada.

Já Okawara (2018) recorreu a dados em painel desbalanceado com efeitos fixos, teste de Hausman, para avaliar o impacto do Plano Municipal de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos (PMGIRS) na saúde da população. Tal estudo concentrou-se, em particular, em doenças relacionadas a problemas de saneamento básico e da primeira infância.

Enfim, Dias (2019) aplicou o método de diferenças em diferenças com pareamento por escore de propensão, buscando encontrar uma relação de causalidade entre a presença do PMGIRS e o aumento da performance dos municípios a partir dos mesmos indicadores utilizados por Cetrulo (2018).

61

## 2.2 Política Nacional de Resíduos Sólidos

A Política Nacional do Meio Ambiente (Brasil, 1981) pouco versou a respeito de resíduos sólidos. Essa legislação limitou-se a atribuir aos órgãos das entidades subnacionais, como o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e as Secretarias Municipais de Meio Ambiente, a tarefa de licenciar, fiscalizar e punir atividades potencialmente poluidoras. Já a Constituição Federal (Brasil, 1988) estabeleceu um novo paradigma no que tange à legislação ambiental brasileira, ao estabelecer que:

Artigo 225: Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

O estopim para acelerar a formulação de políticas de desenvolvimento sustentável se daria na década seguinte, sob estímulo da Organização das Nações Unidas (ONU). Na ocasião da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio/92), estabeleceu-se a Agenda 21: um marco global que previa conectar metas globais de sustentabilidade com ações locais nos países signatários desse compromisso. Só a partir daí, que o Brasil passou a formular políticas públicas como estratégia para alcançar o desenvolvimento sustentável (Chaves *et al.*, 2014).

Um dos primeiros resultados práticos da Agenda 21 brasileira foi o estabelecimento da Política Federal do Saneamento Básico (PFBS) instituída pela lei n.º 11.445 (Brasil, 2007), atualizada pelo novo marco legal do saneamento básico pela Lei n.º 14.026 (Brasil, 2020). Essa lei estabeleceu as diretrizes dos serviços públicos sanitários, dividindo-os em quatro componentes: abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; drenagem e manejo das águas pluviais urbanas; e por último, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.

Foi justamente a fim de regulamentar esta última diretriz, e para alterar as sanções penais e administrativas devido a atividades e condutas lesivas ao meio ambiente, estabelecidas pela Lei n.º 9.605 (Brasil, 1988), que a PNRS foi instituída. Devido ao caráter cooperativo e descentralizado que o federalismo brasileiro assumiu após a constituição de 1988, cuja aplicação ambiental foi normatizada pela lei complementar n.º 140 (Brasil, 2011; Antunes, 2015), a PNRS estabeleceu diversas competências comuns e compartilhadas para a federação e suas entidades subnacionais, sendo atribuída às esferas municipais a importante tarefa de prover a prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos (Chaves *et al.*, 2014).

A PNRS é reconhecida internacionalmente por seus princípios norteadores. Este marco é tido pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) como uma das legislações de gestão de resíduos sólidos mais alinhadas com o conceito de desenvolvimento sustentável, com destaque para integração entre os setores formais e informais e a importância conferida aos catadores de materiais recicláveis (Rodic-Wiersma, 2013).

62

A PNRS também coaduna com as melhores práticas internacionais. Por exemplo, com a legislação de resíduos sólidos da União Europeia, ao estabelecer a hierarquia dos resíduos com a seguinte ordem de prioridade no tratamento dos resíduos: prevenção (ou não geração), reutilização, reciclagem, recuperação, e por último, disposição final (Wilson *et al.*, 2012; Gharfalkaret *et al.*, 2015).

Algumas das definições estabelecidas pela PNRS em seu 3º artigo, que se mostram dignas de destaque para a formulação e discussão do presente estudo, são: destinação final ambientalmente adequada; disposição final; gerenciamento de resíduos sólidos; gestão integrada de resíduos sólidos; responsabilidade compartilhada; reutilização; e serviço público de limpeza urbana.

A PNRS estabelece em seu 6º artigo os seguintes princípios norteadores para a gestão dos resíduos sólidos em âmbito nacional, dentre eles: a prevenção e a precaução; o poluidor-pagador e o protetor-recebedor; a visão sistêmica na gestão de resíduos sólidos; o desenvolvimento sustentável; a responsabilidade compartilhada; e o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania.

Alguns dos objetivos a serem atingidos com sua implementação enumerados em seu 7º artigo são: não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos; redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos; incentivo à indústria da reciclagem; regularidade, continuidade, funcionalidade e

universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana; e integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis.

Alguns dos instrumentos designados para alcançar tais objetivos, enumerados em seu 8º artigo, são: os planos de resíduos sólidos; os inventários e o sistema declaratório anual de resíduos sólidos; a coleta seletiva; os sistemas de logística reversa; o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas; e o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SNIS).

Dentre esses instrumentos, os planos de gestão integrada de resíduos sólidos e o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SNIS), merecem destaque, enquanto outros ainda se encontram em fase incipiente. A maioria dos planos de gestão de resíduos sólidos, que devem ser formulados pelas três esferas federativas, na grande maioria dos casos não conseguiram ser formulados dentro do prazo inicialmente estabelecido, de 2013, sendo o Plano Nacional de Resíduos Sólidos lançado apenas em 2022.

Apesar da importância da coordenação a nível federal e estadual, grande parte da responsabilidade recai sobre os municípios, conferindo grande importância aos PMGIRS (Oliveira, 2013), aos quais a adesão pelos entes se encontra na Figura 1. Como ilustrado na série temporal, a adesão inicial foi de aproximadamente 34% das entidades locais, tendo um salto significativo para 60% em 2015 e atingindo recentemente a marca de 89%. Chaves *et al.* (2020a) desenvolveram uma ferramenta de avaliação qualitativa do PMGIRS, contendo 21 indicadores, e realizaram um estudo de caso comparando os planos de seis municípios (Chaves *et al.*, 2020b).

63

**Figura 1 - Evolução do PMGIRS dos Municípios por Ano**



Fonte: Elaboração dos Autores a partir do SNIS (2023).

### 2.3 Análise de impacto *ex post* de políticas públicas

Com a profusão de bases de dados e novas metodologias de estudos empíricos apoiados pelo avanço da econometria teórica, tornou-se possível distinguir correlação de causalidade. Isto levou a um movimento que ficou conhecido como a revolução da credibilidade, culminando na laureação de três de seus expoentes com o Nobel de Economia em 2021 (Lemieux, 2021).

Essas metodologias tornaram possíveis as avaliações de impacto, que se destacam em relação a outras formas de avaliação quantitativa. Diferem-se, por exemplo, das estatísticas descritivas utilizadas em estudos de caso com fins de análise de resultado. Em seu turno, a avaliação de impacto busca não apenas quantificar os efeitos de um instrumento de política pública, mas sobretudo identificar uma relação de causalidade, passo imprescindível para se realizar uma análise de custo-benefício ou de viabilidade econômica (Brasil, 2018).

Uma vez que, durante as fases iniciais do ciclo da PNRS, não foi concebido um *design* de avaliação de impacto *ex ante*, é preciso checar se são preenchidos alguns critérios. No quadro 1, descreve-se o passo a passo de uma avaliação efetiva de impacto *ex post* (Brasil, 2018).

**Quadro 1 - Guia SAE para avaliação de Políticas Públicas**

PASSO	DESCRIÇÃO
1.	Descrição da política e seus diversos componentes, assim como mudanças ocorridas ao longo do tempo, com objetivos claros e os meios, ou instrumentos, utilizados para alcançá-los, e quais objetivos são viáveis de serem realmente avaliados.
2.	Especificar as variáveis de resultado avaliadas, traduzidas em indicadores.
3.	Determinar como será isolado o efeito da política, ou seja, como será construído o contrafactual que servirá como controle.
4.	Determinar sobre quem o impacto será estimado, caso exista alguma heterogeneidade do impacto que extrapole o público-alvo, considerar filtrar o resultado de acordo com alguma característica compartilhada pelos indivíduos.
5.	Determinar o período em que o impacto será estimado.
6.	Estimar a magnitude e precisão do impacto, através de ferramentas estatísticas e/ou econométricas, a fim de comparar com outras políticas e realizar uma análise de custo benefício.
7.	Apresentar um orçamento factível e razoável, de modo que a instituição responsável pela avaliação tenha capacidade de efetuar o estudo, ressaltando que quanto maior o custo ou riscos apresentados por uma política, mais robusto o conjunto de evidências que o corroboram deve ser.
8.	Testar os mecanismos ou canais através dos quais se dá o impacto da política, de forma a validar seu modelo lógico e avaliar se a mesma carece de uma reestruturação.

**Fonte:** Elaboração dos Autores a partir de Brasil (2018).

Existem dois grandes grupos de métodos para avaliação de impacto de políticas públicas. Primeiramente, há os experimentos, cuja formação dos grupos de controle e tratamento são baseados na aleatorização de amostras conforme a lei de grandes números. Por sua vez, existem as estratégias

*quasi experimentais*, que permitem testar causalidade a partir de dados observacionais, emulando algumas características dos métodos anteriores (Stock; Watson, 2015).

Os experimentos aleatórios têm um amplo e longo uso em diversas áreas, sendo considerado o método de referência. Suas vantagens são compreendidas por sua robustez, possibilitando o balanceamento dos grupos de controle e tratamento e garantindo uma elevada validade interna.

Porém, quando se trabalha com análise de políticas públicas, muitas vezes não é possível se fazer uso desses métodos. Isso pode se dar pela complexidade dos indivíduos e das variáveis, pelas regras de elegibilidade da política pública, pela precariedade da base de dados, ou de recursos financeiros, humanos, técnicos, etc. (Brasil, 2018). Em seu turno, sobram os métodos *quasi experimentais*, dos quais, os mais utilizados na análise de impacto de políticas públicas são: modelo de resultado potencial de experimentos, regressão descontínua, dados em painel, diferenças em diferenças simples ou com períodos de tratamento múltiplo, controle sintético, variáveis instrumentais, pareamento por escore de propensão, grafos acíclicos dirigidos (Cunningham, 2021).

#### 2.4 Análise de impacto quantitativa da PNRS

65 Alguns estudos já se dispuseram a mensurar o impacto da formulação de um PMGIRS pelos municípios. Por exemplo, Dias (2019) fez uso de quatro modelos: diferenças em diferenças simples, diferenças em diferenças com covariadas, diferença em diferenças com escore de propensão simples e com teste de robustez de erro padrão. O escore de propensão foi utilizado como uma forma de mitigar a disparidade gerada pela heterogeneidade entre as capacidades estatais dos municípios em relação à criação precoce do PMGIRS (grupo de tratamento), enquanto a análise de robustez foi utilizada para minimizar a baixa adesão inicial dos municípios a base de dados do SINIR.

Os indicadores utilizados por Dias (2019) como *proxy* para performance dos municípios no que tange à gestão de resíduos sólidos foram: geração *per capita* de resíduos, percentual da população atendida pelo serviço de coleta, percentual de resíduos recuperados e frequência de coleta.

O Nordeste foi a única região do país que Dias encontrou resultados significativos para o indicador “geração de resíduos *per capita*”, enquanto o indicador “resíduos recuperados” apresentou resultados significantes para os municípios de todo o Brasil, representando um aumento de 40,2%, assim como para as regiões Sudeste e Nordeste.

Esse aumento do percentual de materiais reciclados foi puxado pelo Nordeste com mais de 6.000%, enquanto a região Sudeste apresentou um aumento de 55%, e as outras regiões não apresentaram resultados significativos ou não tiveram dados suficientes para rodar os modelos mais robustos.

O autor apontou para as dificuldades encontradas devido à baixa adesão dos municípios ao SINIR e questiona se o resultado apresentado foi geralmente causado pela adesão dos municípios ao PMGIRS ou a tendências anteriores.

Os municípios que aderiram ao PMGIRS até 2013 também foram utilizados como grupo de tratamento por Okawara (2018), que utilizou o modelo de dados em painel desbalanceado por efeitos fixos, no período de 2008 até 2015.

Essa estratégia empírica foi utilizada após um teste Hausmann indicar a necessidade de utilizar o modelo de efeitos fixos, foi utilizada como uma forma de controlar as variáveis dependentes não observáveis que pudessem prejudicar a estimação (Baltagi, 2015; Wooldridge, 2002).

Foi utilizada como *proxy* de adesão à PNRS o indicador “percentual de resíduos municipais com a destinação final ambientalmente adequada”, com definida no inciso VII do terceiro artigo da PNRS, e como *proxy* de saúde pública indicadores de “óbitos de bebês ocasionados por infecção respiratória aguda (IRA) e diarreia” e “internações possivelmente correlacionadas com resíduos sólidos (leptospirose, leishmaniose visceral, leishmaniose tegumentar, malária, febre tifoide, intoxicação e hepatite virais) por município *i* e ano *t*.”.

Foram encontrados resultados significativos na redução dos óbitos por IRA com menos de um ano de vida e de casos de leptospirose em municípios com menos de 11 mil habitantes. O autor concluiu que a adoção de um PMGIRS por um município não é necessariamente suficiente para atingir os objetivos estabelecidos pela PNRS, e sugere o fortalecimento dos outros instrumentos estabelecidos pela lei (Okawara, 2018).

## 66 2.5 Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana (ISLU)

Ainda que os estudos anteriores tenham avançado na avaliação da PNRS, ainda existe uma lacuna na literatura que merece ser preenchida. As pesquisas abordadas acima centram-se apenas na dimensão direta do tratamento de resíduos sólidos, mas não contemplam outros aspectos sensíveis da PNRS, como sustentabilidade financeira e desenvolvimento social. Com a construção do Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana (ISLU) pelo PwC em parceria com o Sindicato Nacional das Empresas de Limpeza Urbana (SELUR) (SELUR, 2016), essa carência pode ser superada.

O indicador ISLU foi criado com o objetivo de prover um indicador quantitativo capaz de sintetizar a aderência dos municípios em atingir os objetivos estabelecidos pela PNRS, contemplando a complexidade das questões sociais, ambientais e econômicas, relacionadas à gestão dos resíduos sólidos (Lopes *et al.*, 2018).

O índice adotou como requisitos para sua composição a imparcialidade, legitimidade, robustez, transparência e aplicabilidade, tornando-se uma ferramenta de avaliação de impacto da PNRS (Quadro 2).

**Quadro 2 - Requisitos de criação do ISLU**

<b>Imparcialidade:</b>	<b>Legitimidade:</b>	<b>Robustez:</b>	<b>Transparência:</b>	<b>Aplicabilidade:</b>
cálculo dos indicadores e respectivos pesos sem julgamento e/ou intervenções tendenciosas para todas as cidades estudadas	metodologia universalmente construída por meio de informações públicas	capacidade de descrever, de forma consistente e homogênea o comportamento das cidades brasileira em relação ao tema	acesso e reprodução dos resultados disponíveis no mercado, além de uma estrutura passível de ser auditada	ferramenta capaz de sintetizar dados sistêmicos da gestão de limpeza urbana, de fácil manuseio para mensurar, analisar e priorizar ações

**Fonte:** Elaboração dos Autores a partir de SELUR (2016).

Em seu primeiro ano, o índice incluiu 1.729 municípios que cumpriam os critérios de legibilidade, contudo devido à maior adesão dos municípios às bases de dados utilizadas pelo índice, chegou em sua sétima edição contando com 4.480 (SELUR, 2016, 2022). O ISLU disponibiliza seus relatórios anuais gratuitamente no sítio da SELUR, e utiliza dados públicos do SNIS, do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

A metodologia adotada para a construção do índice foi a análise fatorial, utilizando como critério de extração dos fatores o de componentes principais com matriz de correlação como medida de interdependência. A partir do teste de mais de 50 variáveis, aplicadas inicialmente em cerca de 3,5 mil municípios, efetuaram-se avaliação e correlação entre elas, agrupando-as em quatro dimensões. Para facilitar a interpretação das dimensões, o índice utilizou a rotação *varimax* para tornar os fatores ortogonais entre si. Já para facilitar a comparação evolutiva do ISLU ao longo dos anos, utilizou-se a metodologia da distância de Mahalanobis para identificar e excluir *outliers*. As dimensões, e a fórmula de composição final do ISLU estão descritas no quadro 3.

**Quadro 3: Descrição das dimensões do ISLU**

<b>DIMENSÃO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
E: engajamento do município	“Porcentagem da população atendida pela coleta regular de resíduos x 0,62928” + “IDHM x 0,37072”. Peso de 31% na composição final do índice.
S: sustentabilidade financeira	[“(Arrecadação específica para gestão de resíduos sólidos” - “despesas com serviços de limpeza urbana”)/“despesas com serviços de limpeza urbana”] + 1. Peso de 24% na composição final do índice.
R: recuperação dos resíduos coletados	“material recuperado, exceto material orgânico e rejeito” / “quantidade total de resíduos coletados”. Peso de 22,2% na composição final do índice.
I: impacto ambiental	“quantidade total de resíduos destinados incorretamente” / “população total atendida declarada”. Peso de 22,9 na composição final do índice.

**Fonte:** Elaboração dos Autores a partir de SELUR (2022).

Os escores são classificados como muito baixo quando menor que 0,5, baixos quando entre 0,5 e 0,599, médios entre 0,6 e 0,699, alto entre 0,7 e 0,799 e muito alto quando acima de 0,8. Os autores estimam que, para atingir a meta 11.6 da Agenda 21, seja necessário que o município obtenha um escore de pelo menos 0,75. Para a meta 12.5, seria necessário um desempenho de 0,8, sendo que o único município que atingiu essa meta na edição de 2022 foi Nova Trento em Santa Catarina, com 17 mil habitantes. A maioria dos entes ainda aparece ranqueada com um escore muito baixo.

Graças à atualização do marco legal do saneamento em 2020, que preconiza a concessão dos serviços precedida de licitação com cobrança individual de tarifa do usuário gerador, algumas modificações foram realizadas na metodologia do ISLU para melhor representar os objetivos da PNRS. A fim de garantir a robustez da análise ao longo da série temporal, os índices foram refeitos retroativamente com a nova metodologia.

### 3 Problema de pesquisa

#### 3.1 Pergunta de pesquisa

68

Como destacado anteriormente, a produção de resíduos sólidos é um tema que ganhou destaque na agenda pública. Tendo em vista a degradação ambiental que a geração abundante de resíduos pode causar, é de suma importância que as autoridades estabeleçam diretrizes e estratégias eficazes para mitigar seus efeitos. A nível nacional, esse esforço traduz-se na implementação da PNRS, que, por sua configuração descentralizada, prevê a aderência e a cooperação dos municípios mediante a condução de seus PMGIRS. Contudo, a disposição de se adotarem medidas para enfrentar esse problema não garante que o resultado da intervenção pública seja bem-sucedido.

Segundo Tinbergen (1956), uma ação do Estado é consistente quando há compatibilidade entre os instrumentos empregados e seus respectivos objetivos. Tal correspondência entre meios e fins é um ponto sensível na administração pública, tanto em termos de 1) eficácia na resolução de problemas, 2) quanto de *accountability*, haja vista que os recursos arrecadados da população devem ser aplicados de maneira adequada. O presente *paper* verifica se tal compatibilidade existe para os Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Deste modo, questiona-se:

A adoção, pelos municípios brasileiros, de um Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos reflete-se na melhoria da performance do poder público quanto ao tratamento de resíduos?

Para responder esta pergunta, faz-se necessário realizar um teste de hipótese. A partir da estratégia empírica adotada, busca-se verificar se é possível rejeitar a seguinte suposição:

$H_0$ : A adesão de um município ao Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos é inconsistente: não gera melhoria no tratamento dos resíduos.

O desempenho dos PMGIRS é operacionalizado de duas maneiras neste estudo. A principal métrica utilizada é o Índice de Sustentabilidade de Limpeza Urbana (ISLU). Trata-se de um indicador composto desenvolvido para sintetizar as principais diretrizes compreendidas pela PNRS como exposto na seção anterior. Seu uso permite não apenas analisar a pertinência dos PMGIRS para reduzir a degradação ambiental, mas também para melhorar o desenvolvimento social, promover a sustentabilidade financeira dos serviços de tratamento de resíduos e ampliar sua cobertura. Também se emprega o indicador de lixo recuperado para compreender os efeitos da política de maneira mais desagregada.

## 4 Procedimentos metodológicos

### 4.1 Desenho de pesquisa

Segundo Kellstedt e Whitten (2018), o desenho de pesquisa é um plano de trabalho cujo objetivo é garantir a obtenção de evidências. Assim, ele deve trazer a pergunta de pesquisa e os objetivos que o pesquisador pretende cumprir para responder seu questionamento, além de descrever todos os procedimentos metodológicos. No quadro 4, elencamos os procedimentos que utilizamos em nossa pesquisa, conforme descrito no quadro abaixo.

**Quadro 4 - Descrição da Metodologia**

<b>Pergunta de Pesquisa</b>	<b>Qual o efeito do PMGIRS na performance municipal de gestão de resíduos sólidos?</b>
<b>Objetivo</b>	Verificar o efeito do PMGIRS na aderência dos municípios aos objetivos do PNRS
<b>Unidade de Análise</b>	Municípios Brasileiros
<b>Série Temporal</b>	2014-2020
<b>Variável Dependente</b>	ISLU e as dimensões que o compõem
<b>Variável Independente</b>	Plano Municipal de Resíduos Sólidos
<b>Hipótese</b>	O PMGIRS não é suficiente para impactar positivamente a gestão municipal de forma significativa.
<b>Técnicas de Análise</b>	Estatística Descritiva, Teste T, ANOVA, Regressão Linear, <i>Diff-in-Diff</i> .
<b>Fonte dos Dados</b>	SNIS, SELUR/PWC.

Fonte: Elaboração dos Autores (2023).

## 4.2 Coleta e sistematização dos dados

Os dados foram coletados através dos repositórios do SNIS e SELUR/PWC. Toda a coleta e o tratamento dos dados foram feita em *software* R, estando os *scripts* e os bancos de dados à disposição em repositório público para livre consulta pelo seguinte link: <[https://github.com/BaruqueRodrigues/medindo\\_lixo](https://github.com/BaruqueRodrigues/medindo_lixo)>. Assim, os possíveis achados podem ser analisados, replicados e/ou contestadas por qualquer pesquisador.

Para o caso dos dados da SELUR/PWC disponibilizados em arquivos no formato *.pdf*, foi utilizado uma técnica de *Optical Character Recognition*, utilizando o pacote *tabulizer*. O processo de aplicação da técnica de OCR bem como os dados em formato tabular também são disponibilizados no repositório mencionado acima.

## 4.3 Operacionalizando as variáveis

Tendo em vista que nosso trabalho se propõe a verificar o efeito de uma política municipal de tratamento de resíduos sólidos e nossa análise entende essa variável como tratamento, mensuramos este tratamento como *dummy* que recebe valor de 1 na existência do PMGIRS, e 0 se não existe plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos aprovado para aquele ano.

Já a variável tratamento de resíduos foi medida por meio de dois indicadores construídos pelo relatório anual da agência PwC no relatório ISLU. Usamos a dimensão R do relatório que mede o nível de recuperação de resíduos sólidos do município, e também a variável ISLU, que se propõe a medir o nível de adesão do município à política nacional de resíduos sólidos.

## 4.4 Controles e modelos

Por sua vez, também se empregam variáveis adicionais para evitar relações espúrias. O quadro 5, logo abaixo, sintetiza os principais indicadores empregados para controlar possíveis vieses no modelo.

**Quadro 5 - Descrição das Variáveis de Controle**

VARIÁVEL	DESCRIÇÃO
pop_urb	População Urbana do Município.
pop_coleta_sel	População Urbana do Município atendido por coleta seletiva.
desp_manejo	Despesa Municipal com Serviços de Manejo.
trab_num	Número de Trabalhadores na coleta seletiva.

Fonte: Elaboração dos Autores (2023).

A taxa de urbanização se apresenta como uma boa variável de controle, pois segundo o relatório *What a Waste* (Kaza *et al.*, 2018), existe correlação positiva entre geração de resíduos e taxa de urbanização. Enquanto os países da América do Norte apresentam uma taxa de urbanização de 82% e uma geração *per capita* de 2,21 kg/dia, a África Subsaariana tem uma população urbana de 38% que gera por dia 0,45 kg/dia. O estudo também demonstra que o percentual de habitantes atendidos pelos serviços de coleta de resíduos é maior em áreas urbanas, para todas as faixas de rendas, chegando ao dobro nos extratos inferiores.

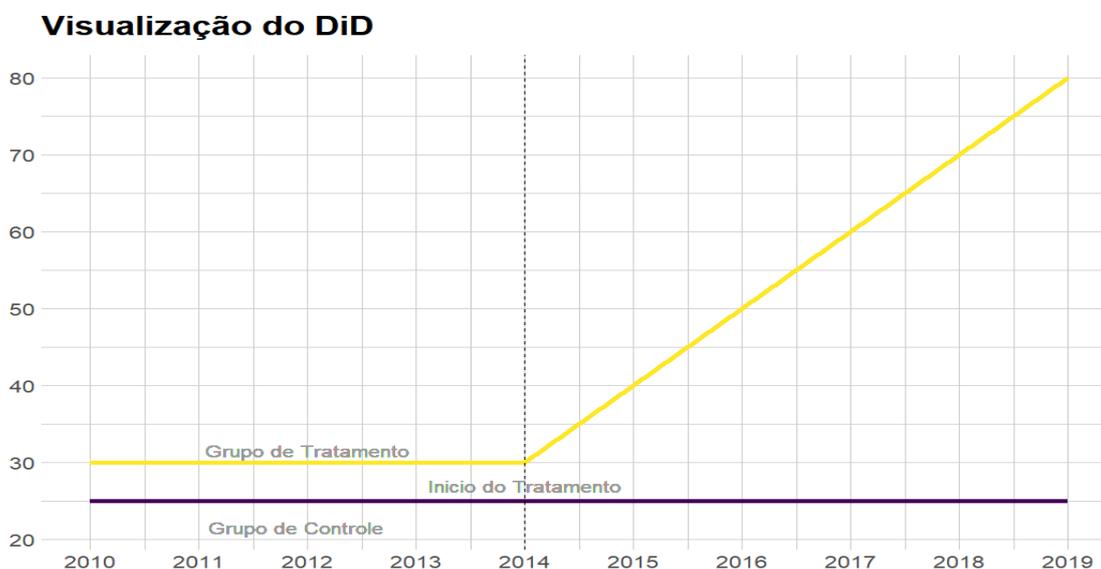
Investimentos de capital e custeio nos serviços de gestão, mais particularmente nos programas de coleta seletiva, também têm se mostrado uma boa forma de impulsionar a taxa de recuperação de resíduos (Kuhn *et al.*, 2018; Kaza *et al.*, 2018). Utilizamos o tamanho da população urbana atendida pela coleta seletiva, assim como o número de trabalhadores de coleta seletiva no município, para isolar o efeito do PMGIRS.

Nosso modelo se justifica, pois assumimos que nossa variável independente onde o PMGIRS altera o comportamento do município quanto ao tratamento dos resíduos sólidos.

$$DD = E(T_1^t - T_0^t | T_1 = 1) - E(T_1^c - T_0^c | T_1 = 1)$$

Onde o comportamento antes do início do plano municipal de resíduos sólidos entre os grupos de controle e tratamento são iguais, mas após a intervenção espera-se uma alteração no comportamento do tratamento de resíduos sólidos dentro do município. A Figura 2 ilustra a lógica por trás da técnica. Espera-se que, tudo o mais constante, o grupo de municípios que aderiram ao PMGIRS apresente uma melhoria na gestão de resíduos sólidos em comparação às unidades subnacionais que não o fizeram.

Figura 2 - Visualização do DiD



Fonte: Elaboração dos Autores (2023).

Como o início do PMGIRS se deu de forma heterogênea entre os municípios, fazer uso de uma abordagem clássica de diferenças e diferenças se mostra uma abordagem inadequada. Alternativamente, utilizamos um modelo *Twoway Fixed Effects* (TWFE) (Callaway; Sant'anna, 2021), onde o tratamento se inicia em diferentes momentos para cada unidade.

## 5 Análise dos dados

### 5.1 Seção de análise descritiva

Antes da avaliação de impacto, vale comentar algumas características da distribuição dos dados empregados na análise. Conforme se observa na Tabela 1, a variável ISLU, que mede a adesão dos municípios brasileiros a PNRS, tem uma média de 0.542 e mediana de 0.558. Isso quer dizer que 50% dos municípios brasileiros têm um escore em torno de 0.5, já o desvio padrão é de 0.134.

A tabela também traz informações sobre a dimensão R, que mede de 0 a 1 o desempenho dos municípios brasileiros para o tratamento de resíduos sólidos. Observa-se que, diferentemente do escore ISLU, as medidas de tendência central da dimensão R são muito próximas de 0, chamando atenção para o desempenho muito baixo no tratamento de resíduos sólidos, já que as medidas de tendência central estão muito próximas de 0, e o desvio padrão é de 0.084.

72

**Tabela 1 - Estatísticas Descritivas de Tratamento de Resíduos**

FONTE	MÍNIMO	MÉDIA	MEDIANA	DESVIO PADRÃO	MÁXIMO	DISTRIBUICAO	BOXPLOT
islu	0.000	0.542	0.558	0.134	0.925		
dr	0.000	0.036	0.000	0.084	1.000		

Fonte: Elaboração dos Autores (2023).

Na Tabela 2, observam-se as estatísticas descritivas das medidas de tratamento de resíduos sólidos por ano, tanto mensuradas pelo escore ISLU como pela dimensão R. Observamos que, durante os anos de 2014 a 2017, o escore ISLU teve medidas de tendência central muito próximas, com as médias oscilando entre 0.624 e 0.619, e com desvios padrão de 0.085 e 0.087. Em outras palavras, para esses 4 anos, o escore ISLU foi uma medida muito sólida e com pouca variação. Já entre os anos 2018 e 2020, vemos uma sensível queda. Do ano de 2017 para o ano de 2018, a média do escore ISLU sai de 0.620 com desvio padrão de 0.086 para 0.450 com desvio padrão de 0.115.

Já para a dimensão R, observa-se uma medida muito mais estável durante os anos. Tal métrica apresenta médias de 0.041 a 0.024, entretanto apenas para o ano de 2019. Para os demais anos, a variação não é maior que 0.006 pontos, enquanto o desvio padrão varia de 0.093 a 0.074, e tem suas distribuições muito parecidas, apesar da presença de inúmeros pontos influentes.

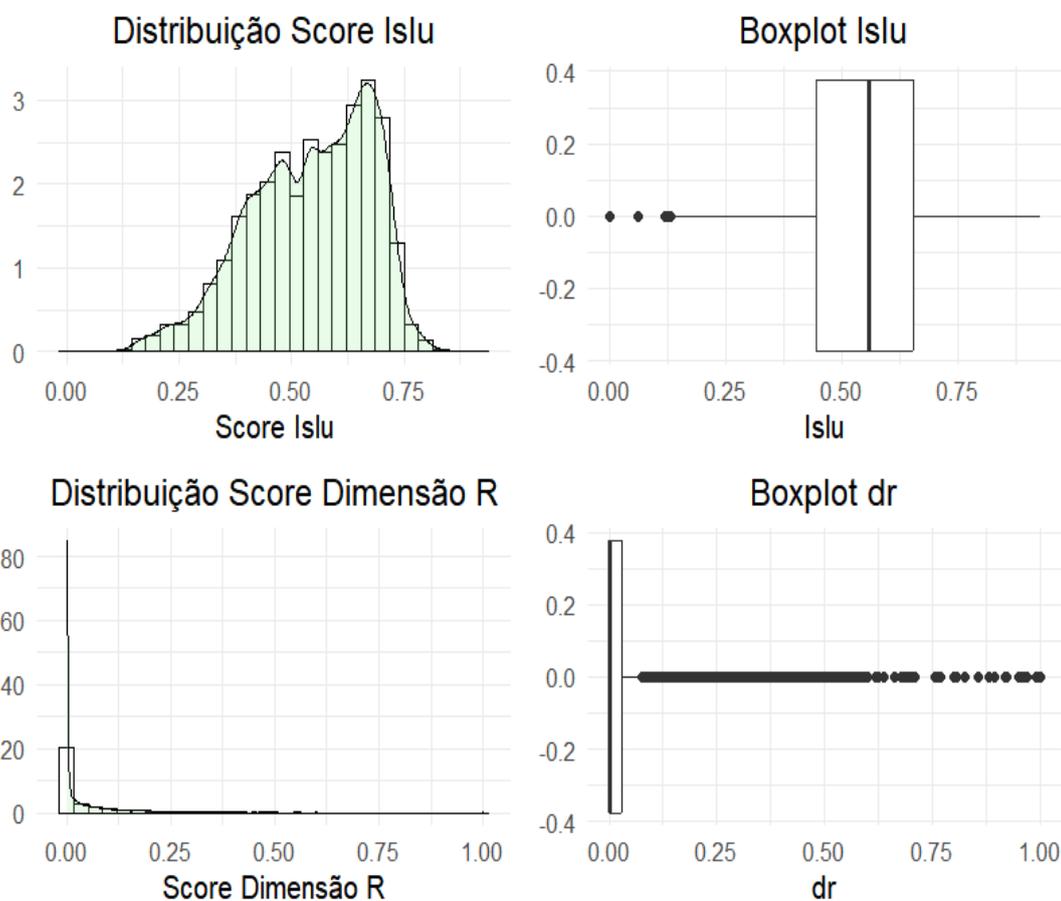
**Tabela 2 - Estatísticas Descritivas de Tratamento de Resíduos por Ano**

ANO	FONTE	MÍNIMO	MÉDIA	MEDIANA	DESVIO PADRÃO	MÁXIMO	DISTRIBUICAO	BOXPLOT
2014	islu	0.229	0.624	0.641	0.086	0.905		
2015	islu	0.212	0.620	0.637	0.087	0.914		
2016	islu	0.061	0.619	0.637	0.085	0.832		
2017	islu	0.215	0.620	0.637	0.086	0.818		
2018	islu	0.122	0.450	0.446	0.115	0.798		
2019	islu	0.000	0.495	0.504	0.141	0.925		
2020	islu	0.120	0.448	0.443	0.120	0.825		
2014	dr	0.000	0.040	0.000	0.089	0.894		
2015	dr	0.000	0.038	0.000	0.090	0.969		
2016	dr	0.000	0.037	0.000	0.084	0.600		
2017	dr	0.000	0.038	0.000	0.081	0.600		
2018	dr	0.000	0.041	0.000	0.093	1.000		
2019	dr	0.000	0.024	0.000	0.074	1.000		
2020	dr	0.000	0.035	0.000	0.076	0.626		

Fonte: Elaboração dos Autores (2023).

No gráfico 1, observam-se as distribuições das variáveis que medem o tratamento de resíduos sólidos. É perceptível que nenhuma das variáveis têm uma distribuição normal, todas elas sendo assimétricas. Mais especificamente, o escore ISLU apresenta uma assimetria à direita, com seus eventos concentrados em escores de 0.50 a 0.75. Já a dimensão R apresenta uma distribuição assimétrica à esquerda, com mais de 75% dos seus casos concentrados próximos a 0.10. Também se nota que há uma forte presença de valores influentes, que acabam subindo muito a média das distribuições.

**Gráfico 1 - Distribuição das Medidas de Tratamento de Resíduos Sólidos**

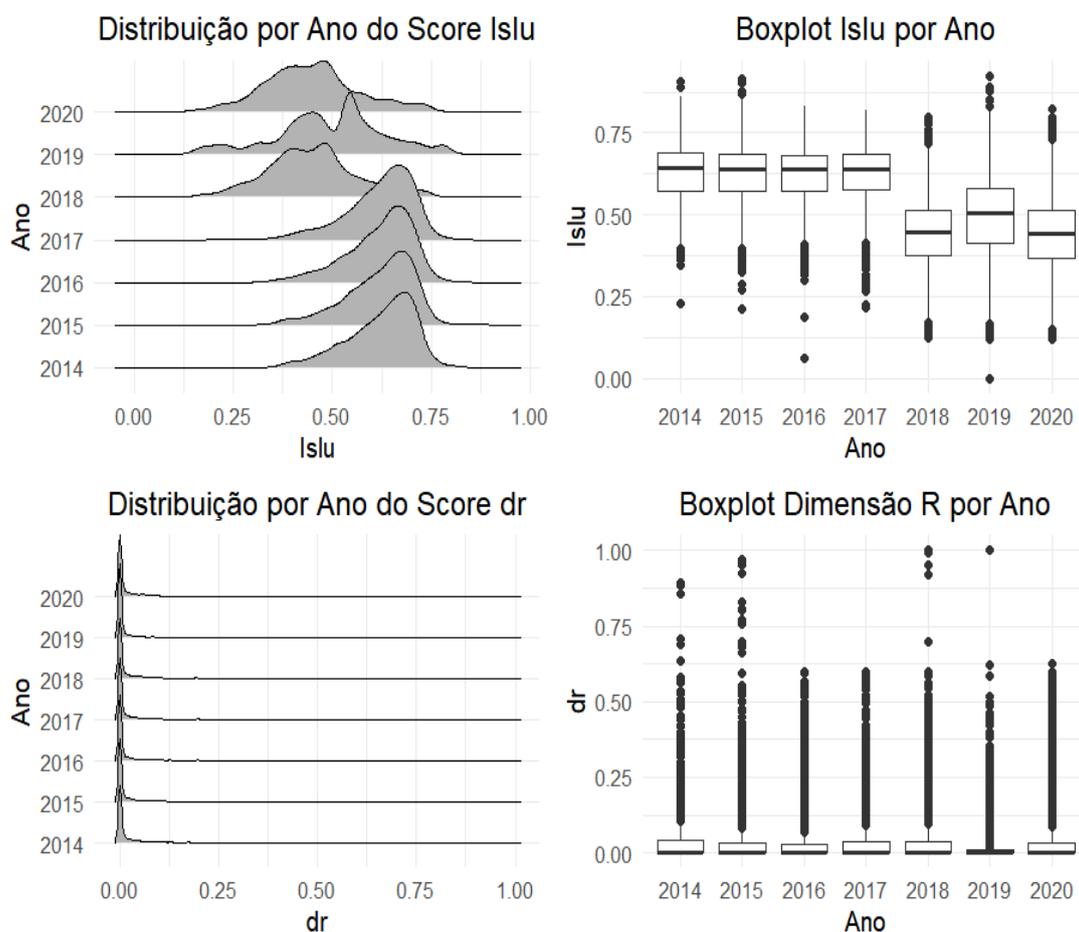


74

**Fonte:** Elaboração dos autores com base em SNIS e SELUR (2022).

No gráfico 2, têm-se as distribuições das variáveis que medem o tratamento de resíduos sólidos, por ano. A partir da análise das distribuições por ano, pode-se observar a forte descontinuidade do escore ISLU do ano de 2017 para o ano de 2018. Nota-se, no *boxplot* por ano, que a mediana do escore ISLU, que estava acima de 0.60, decai para valores abaixo de 0.50 nos anos subsequentes. Também se percebe o quanto as distribuições do escore ISLU se deslocam para a esquerda a partir dos anos de 2018. Já para a dimensão R, observa-se como ela se mantém estável ao longo dos anos, e até a presença de valores influentes apresenta ser contínua ao longo dos anos.

**Gráfico 2 - Distribuição das Medidas de Tratamento de Resíduos por Ano**



**Fonte:** Elaboração dos autores com base em SIN e PwC (2023).

## 5.2 Análise inferencial

Na atual subseção, são apresentados os resultados dos modelos inferenciais. A Tabela 3 traz a análise de regressão de diferenças e diferenças clássico onde o tratamento de resíduos sólidos é medido através do escore ISLU. Identifica-se que tanto o grupo de controle, como o grupo de tratamento têm o mesmo escore beta estimado, ou seja, o escore ISLU caiu 0.036 pontos a despeito da adesão a um Plano Municipal de Gestão Integrada de Tratamento de Resíduos Sólidos.

**Tabela 3 - Modelo DiD para variável ISLU**

Modelo ISLU				
TERMO	BETA ESTIMADO	ERRO PADRÃO	ESTATÍSTICA	P VALOR
Intercepto	72.397	0.737	98.251	0
Grupo de Controle	-0.036	0	-97.559	0
Grupo de Tratamento	-0.036	0	-97.487	0
R <sup>2</sup> 0.302	R <sup>2</sup> Ajustado 0.302			
N de Observações 25029				

**Fonte:** Elaboração dos Autores (2023).

Já na tabela 4, emprega-se o indicador de tratamento de resíduos sólidos mensurado pela dimensão R. Mantém-se a estratégia de diferenças em diferenças, mas o indicador é desagregado, limitando-se à capacidade dos municípios em recuperar os resíduos sólidos. Semelhantemente, tanto o grupo de tratamento como o grupo de controle sofreram o mesmo efeito: uma redução de 0.001 pontos na dimensão R. Chamamos atenção também para as variáveis *confounders*, onde todas apresentaram efeito nulo sobre o tratamento de resíduos sólidos.

76

**Tabela 4 - Modelo DiD para Dimensão R**

Modelo Dimensão R				
TERMO	BETA ESTIMADO	ERRO PADRÃO	ESTATÍSTICA	P VALOR
Intercepto	2.777	0.549	5.062	0
População Urbana do Município	0	0	-6.804	0
População Urbana Atendida por Coleta Seletiva	0	0	7.622	0
Despesa com Serviços de Manejo	0	0	1.901	0.057
N de Trabalhadores com Coleta Seletiva	0	0	0.028	0.977
Grupo de Controle	-0.001	0	-5.014	0
Grupo de Tratamento	-0.001	0	-4.983	0
R <sup>2</sup> 0.015	R <sup>2</sup> Ajustado 0.015			
N de Observações 24979				

**Fonte:** Elaboração dos Autores (2023).

Tanto os resultados para a dimensão R como para o escore ISLU apresentaram efeitos no mesmo sentido, onde o plano municipal de tratamento de resíduos sólidos não tem um efeito significativo e positivo sobre o tratamento de resíduos sólidos.

Já na tabela 5 apresenta-se um modelo de regressão de *Diff-in-Diff* com tendências paralelas. Neste caso, o início do tratamento é heterogêneo dentro dos municípios, e os municípios vão entrando no grupo de tratamento à medida que implementam seu PMGIRS. Os resultados utilizando um

modelo de tendências paralelas, para o escore ISLU, demonstra um resultado oposto do reportado no modelo de *DiD* clássico, já que o grupo de tratamento teve, na média, uma performance melhor que o grupo de controle. Isto é, a melhoria no indicador é maior nos municípios tratados. Inversamente, eventuais deteriorações na variável dependente são menores quando há um plano municipal.

Para o ano de 2015, o grupo de tratamento aumentou em 0.042 pontos o escore ISLU, enquanto o grupo de controle apresentou efeito nulo. Já para os anos de 2016 e 2017, ter PMGIRS aumentou em 0.04 pontos o escore ISLU, enquanto não ter o PMGIRS apresentou novamente efeito nulo. Já para os anos de 2018 a 2020, os dois grupos sofreram deterioração no indicador, porém, essa redução foi menor para países na presença de PMGIRS.

**Tabela 5 – Modelo *DiD* Tendências Paralelas para a variável ISLU**

### Modelo ISLU - Tendências Paralelas

TERMO	BETA ESTIMADO	ERRO PADRÃO	ESTATÍSTICA	P VALOR
Intercepto	0.594	0.004	147.125	0
2014 Tratamento	0.046	0.005	9.191	0
2015 Controle	0.003	0.005	0.54	0.589
2015 Tratamento	0.042	0.005	8.965	0
2016 Controle	0.001	0.005	0.207	0.836
2016 Tratamento	0.04	0.005	8.792	0
2017 Controle	0.002	0.005	0.401	0.689
2017 Tratamento	0.04	0.005	8.8	0
2018 Controle	-0.176	0.005	-35.6	0
2018 Tratamento	-0.124	0.005	-27.128	0
2019 Controle	-0.142	0.005	-28.85	0
2019 Tratamento	-0.071	0.005	-15.56	0
2020 Controle	-0.181	0.005	-38.809	0
2020 Tratamento	-0.122	0.004	-27.238	0
R <sup>2</sup> 0.392	R <sup>2</sup> Ajustado 0.391			
N de Observações 25029				

**Fonte:** Elaboração dos Autores (2023).

Na tabela 6, apresenta-se o modelo regressão de tendências paralelas para a dimensão R. Os resultados indicam, tal como identificado no modelo apresentado na Tabela 5, que ter o PMGIRS tem um efeito positivo, significativo e maior em comparação ao grupo de controle.

Nos anos de 2015 a 2018, o grupo de controle apresentou efeito nulo sobre a Dimensão R. Ou seja, não ter o PMGIRS municipal não alterou o tratamento de resíduo sólidos. Inversamente, o grupo de tratamento melhorou 0.018 pontos a dimensão R em 2015, 0.016 em 2016, 0.017 em 2017 e 0.022 pontos em 2018.

Já para os anos de 2019 e 2020, o grupo de controle sofreu redução na dimensão R. A queda é de 0.011 pontos em 2019, e de 0.002 pontos em 2020. Já no grupo de tratamento, promoveu-se um aumento de 0.003 pontos em 2019 e de 0.014 em 2020. Assim como na análise de *DiD* clássico, os nossos *cofounders* apresentam efeito nulo sobre a dimensão R.

**Tabela 6 - Modelo *DiD* Tendências Paralelas para a Dimensão R**  
Modelo Dimensão R - Tendências Paralelas

TERMO	BETA ESTIMADO	ERRO PADRÃO	ESTATÍSTICA	P VALOR
Intercepto	0.028	0.003	8.76	0
2014 Tratamento	0.022	0.004	5.518	0
2015 Controle	0	0.004	-0.06	0.952
2015 Tratamento	0.018	0.004	4.892	0
2016 Controle	0	0.004	-0.08	0.936
2016 Tratamento	0.016	0.004	4.357	0
2017 Controle	0.001	0.004	0.251	0.802
2017 Tratamento	0.017	0.004	4.583	0
2018 Controle	0.001	0.004	0.344	0.731
2018 Tratamento	0.022	0.004	5.988	0
2019 Controle	-0.011	0.004	-2.865	0.004
2019 Tratamento	0.003	0.004	0.707	0.48
2020 Controle	-0.002	0.004	-0.659	0.51
2020 Tratamento	0.014	0.004	4.035	0
População Urbana	0	0	-6.84	0
População Atendida por Coleta Seletiva	0	0	7.652	0
Despesas com Serviço de Manejo	0	0	1.923	0.054
N de Trabalhadores Coleta Seletiva	0	0	0.036	0.971
R <sup>2</sup> 0.019	R <sup>2</sup> Ajustado 0.018			
N de Observações 24979				

**Fonte:** Elaboração dos Autores (2023).

## 6 Conclusão

Nossa análise se propôs a avaliar em qual medida o plano municipal de gestão integrada de tratamento de resíduos sólidos afeta o tratamento de resíduos. Para isso, utilizamos duas medidas de tratamento de resíduos, a primeira que mede o quanto o município tem adesão ao plano municipal de gestão integrada de tratamento de resíduos sólidos, assim medindo o quanto uma política local contribui para atingir os resultados de um plano nacional, e também como os PMGIRS contribuem especificamente para o tratamento de resíduos sólidos do município.

Nossa análise utilizou 2 tipos de modelos, o primeiro faz uma análise de *Diff-in-Diff* clássica, onde se comparam como os grupos que adotaram a política se comportaram em relação aos que não tiveram adesão. Utilizando essa abordagem, nossos resultados apontaram para um efeito igual, entre tratado e não tratados, seja utilizando ISLU ou a dimensão R como *proxy* para a variável dependente.

Todavia, quando avaliamos por uma técnica que aplica tendências temporais, verificamos que a adesão ao PMGIRS promoveu um efeito positivo e significativo em relação aos municípios sem este plano. A partir de 2018 ou 2019 (a depender da métrica empregada), há uma deterioração na gestão de resíduos sólidos para os dois grupos de municípios. No entanto, a queda é menor quando há adesão a um plano municipal.

De uma forma geral, podemos chegar à conclusão de que a formulação do PMGIRS promove um pequeno impacto positivo na performance da gestão municipal de resíduos sólidos. Entretanto, chamamos atenção para a ausência de covariáveis, como estratificação por tamanho da população, renda, filiação partidária dos prefeitos, que podem alterar os efeitos encontrados na pesquisa.

A piora na performance dos municípios a partir de 2018 merece destaque. A decomposição do índice ISLU em todas suas dimensões, pode ajudar a entender quais fatores foram mais responsáveis por essa mudança de padrão. A elegibilidade inicial para participar do ISLU de municípios com elevada capacidade estatal, e a entrada gradual dos municípios com menores capacidades, pode estar enviesando a análise. A criação retrógrada do ISLU desde o início do SNIS em 2002, pode ajudar a entender o perfil e a tendência dos poucos municípios que enviavam seus dados desde o início.

## 7 Referências

ANTUNES, P. B. **Federalismo e competências ambientais no Brasil**. Editora Atlas S.A., 2015.

BALTAGI, B. H. **Econometrics Analysis of Panel Data**, 2005.

BARBOSA, A.M; BRANCHI, B.A; FERREIRA, D.H.L. The influence of the 2030 Agenda on sustainable consumption through an analysis of academic publications. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 17, n. 3, 2021.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidente da República. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm)>. Acesso em 24 out. 2023.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 31 ago. 1981 Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm)>. Acesso em: 31 de mar. 2023.

BRASIL. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1988**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 03 ago. 2010, p. 2. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9605.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm)>. Acesso em: 31 de mar. 2023.

80

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 16 jul. 2020 Disponível em <<https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=LEI&numero=14026&ano=2020&ato=cfaATWE9EMZpWT417>>. Acesso em: 31 de mar. 2023.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 03 ago. 2010, p. 2. Disponível em: <<https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=LEI&numero=12305&ano=2010&ato=e3dgXUq1keVpWT0f1>>. Acesso em: 31 de mar. 2023.

BRASIL. **Lei complementar nº 140, de 08 de dezembro de 2011**. Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a

cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 09 dez. 2011 Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/lcp/lcp140.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp140.htm)>. Acesso em: 31 de mar. 2023.

BRASIL. Presidência da República **Avaliação de políticas públicas**: guia prático de análise ex post. Vol. 2. Brasília: Casa Civil da Presidência da República, 2018.

BRASIL. **Lei nº. 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. Diário Oficial da União, Brasília, 16 jul. 2020. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm)>. Acesso em: 31 de mar. 2023.

81

BOUVIER, M.; DIAS, S. Catadores de materiais recicláveis no Brasil: um perfil estatístico. **Resumo Estatístico**, n. 29, nov 2021. Disponível em: <[wiego-statistical-brief-n29-brazil-portuguese-2021\\_1.pdf](#)>.

CALLAWAY, B; SANT'ANNA, P H. C. Difference-in-differences with multiple time periods. **Journal of Econometrics**, v. 225, n. 2, p. 200-230, 2021.

CETRULO, T. *et al.* Effectiveness of solid waste policies in developing countries: A case study in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 205, p. 179-187, 2018.

CHANCEL, L. **Unsustainable inequalities**: Social justice and the environment. Cambridge: Harvard University Press, 2020.

CHAVES, G.L.D.; SANTOS JUNIOR, J.L.; ROCHA, S.M.S. The challenges for solid waste management in accordance with Agenda 21: a Brazilian case review. **Waste Management & Research**, v. 32, n. 9, p. 19-31, 2014.

CHAVES, G de .L.D; SIMAN, R.R; SENA, L.G. Ferramenta de avaliação dos planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos: parte 1. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 25, p. 167-179, 2020a.

CHAVES, G de L.D; SIMAN, R.R; SENA, L.G. Ferramenta de avaliação dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos: parte 2. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 25, p. 181-195, 2020b.

CUNNINGHAM, S. Causal inference. In: CUNNINGHAM, **S Causal Inference**. Londres: Yale University Press, p. 3-6, 2021.

DIAS, J.D de S. **Política Nacional de Resíduos Sólidos: impactos sobre geração de resíduos, coleta de recicláveis, ampliação e frequência dos serviços de limpeza urbana nas regiões brasileiras**. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Instituto de Ciências Econômicas, Administrativas e Contábeis, Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande do Sul. 2019.

82

FERNANDES, J.L et al. Um estudo sobre a política nacional de resíduo sólido e o impacto ambiental. **Projectus**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 52-57, 2016.

FRIEDE, G; BUSCH, T; BASSEN, A. ESG and financial performance: aggregated evidence from more than 2000 empirical studies. **Journal of sustainable finance & investment**, v. 5, n. 4, p. 210-233, 2015.

GHARFALKAR, M et al. Analysis of waste hierarchy in the European waste directive 2008/98/EC. **Waste management**, v. 39, p. 305-313, 2015.

GUTBERLET, J. Urban recycling cooperatives: building resilient communities. **Oxfordshire: Routledge**, 2016.

KAZA, S et al. What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050. Washington D.C: **World Bank Publications**, 2018.

KELLSTEDT, P. M.; WHITTEN, G. D. **The fundamentals of political science research**. 3. ed. New York: Cambridge University Press, 2018.

KUHN, N.; BOTELHO, L de L.R; DE ALMEIDA ALVES, A.A. A coleta seletiva à luz da PNRS nos estados brasileiros: uma revisão sistemática integrativa. **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**, v. 7, n. 5, p. 646-669, 2018.

LEMIEUX, T. Nobel Prize in Economics 2021: Clarity, transparency, and credibility in empirical research. **Perspectives**, 2021.

LOPES, A.Q.de M et al. Índice de sustentabilidade da limpeza urbana. **Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-ALAGOAS**, v. 4, n. 3, p. 51-51, 2018.

OECD. Evaluating Brazil's progress in implementing Environmental Performance Review recommendations and promoting its alignment with OECD core acquis on the environment. 2021.

MILANEZ, B; LUEDEMANN, G. FILHO, J.D.O; SILVA, J.H.G Pesquisa sobre pagamento por serviços ambientais urbanos para gestão de resíduos sólidos. Brasília: **Ipea**, Brasília, 2010.

83

OKAWARA, J. M. **Avaliação de impacto da política de resíduos sólidos na saúde**. Tese de Doutorado – Fundação Getulio Vargas (FGV), 2018.

OLIVEIRA, T. B *et al.* **Avaliação dos instrumentos de planejamento para a gestão dos resíduos sólidos urbanos relacionados à coleta seletiva e reciclagem**. Tese de Doutorado- Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca (ENSP/Fiocruz), 2013.

PEREIRA, A. L.; PEREIRA, S. R. A cadeia de logística reversa de resíduos de serviços de saúde dos hospitais públicos de Minas Gerais: análise a partir dos conceitos da nova Política Nacional de Resíduos Sólidos Urbanos. **Desenvolvimento e meio ambiente**, v. 24, 2011.

RODIC-WIERSMA, L. **Guidelines for national waste management strategies: Moving from challenges to opportunities**. Nairobi: UNEP, 2013.

ROSER, M. The short history of global living conditions and why it matters that we know it. **Our World In Data** [Internet], p. 1-6, 2019.

SECCHI, L. **Análise de políticas públicas**: diagnóstico de problemas, recomendação de soluções. São Paulo: Cengage Learning, 2020.

SELUR. **Índice de sustentabilidade da limpeza urbana para os municípios brasileiros**. 1.ed. Brasília, 2016.

SELUR. **Índice de sustentabilidade da limpeza urbana para os municípios brasileiros**. 7.ed. Brasília, 2022.

STOCK, J. H.; WATSON, M. Introduction to econometrics. 3rd ed. India: Pearson India 2015.  
TINBERGEN, J. **Economic policy**: principles and design. Amsterdam: North Holland Publishing Company, 1956.

TRUMBO, C. *et al.* Agenda-setting with environmental issues. In: HANSEN, A; COX, R. **The Routledge handbook of environment and communication**. Abingdon: Routledge, 2015. p. 332-344.

VEIGA, J. E. **Para entender o desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Editora 34, 2015.

84

WENDLING, Z A. *et al.* Environmental performance index. **Yale Center for Environmental Law And Policy**. New Haven, epi. yale. edu, 2020.

WILSON, D. C. *et al.* Comparative analysis of solid waste management in 20 cities. **Waste management & research**, v. 30, n. 3, p. 237-254, 2012.

WOOLDRIDGE, J. **Econometric analysis of cross section and panel data**. Cambridge, MA: MIT Press, 2002.

***“Have faith, because even flowers grow in the landfill”:  
an evolution of the Municipal Plan for Integrated Solid Waste  
Management***

**ABSTRACT:** What is the effect of the municipal solid waste plan on the recovery of urban garbage, among other objectives to be met through the National Solid Waste Policy (PNRS)? This work tests the hypothesis that the presence of a Municipal Plan for Integrated Management of Solid Waste (PMGIRS) is not enough to promote proper management of solid waste. We use data provided by the National Sanitation Information System (SNIS) and the Urban Cleaning Sustainability Index (ISLU) from 2014 to 2020 for Brazilian municipalities. Methodologically, we employ traditional Diff-in-Diff and an alternative approach with parallel trends to estimate the effect of PMGIRS on solid urban waste management, using the ISLU and its dimensions, as a proxy for adherence to the PNRS objectives. Our results indicate that the creation of PMGIRS promotes an increase in adherence to the National Solid Waste Policy, as well as in the treatment of solid waste in the municipality.

**KEYWORDS:** Solid Waste Management; Public Policy Evaluation; Public Policy.

***Tenga fé, porque en la vertedero hasta las flores crecen”:  
una evaluación del Plan Municipal de Gestión Integrada de  
Residuos Sólidos***

**RESUMEN:** ¿Cuál es el efecto del plan municipal de residuos sólidos en la valorización de residuos urbanos, entre otros objetivos a cumplir a través de la Política Nacional de Residuos Sólidos (PNRS)? Este trabajo prueba la hipótesis de que la presencia de un Plan Municipal de Gestión Integrada de Residuos Sólidos (PMGIRS) no es suficiente para promover una adecuada gestión de residuos sólidos. Utilizamos datos puestos a disposición por el Sistema Nacional de Información Sanitaria (SNIS) y el Índice de Sostenibilidad de Limpieza Urbana (ISLU) durante los años 2014 a 2020 para los municipios brasileños. Metodológicamente, utilizamos el modelo tradicional *Diff-in-Diff* y también con tendencias paralelas para estimar el efecto del PMGIRS en la gestión de residuos sólidos urbanos, utilizando el ISLU y sus dimensiones, como proxy de la adherencia a los objetivos del PNRS. Nuestros resultados indican que la creación del PMGIRS promueve un aumento en la adherencia a la Política Nacional de Residuos Sólidos, así como en el tratamiento de los residuos sólidos en el municipio.

**PALABRAS CLAVE:** Gestión de Residuos Sólidos; Evaluación de Políticas Públicas; Políticas Públicas.