

## **Gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos em municípios do Estado de São Paulo: caracterização e propostas de diretrizes**

### **Waste Electrical and Electronic Equipment management in municipalities in the state of São Paulo: characterization and improvement points**

DOI:10.34117/bjdv7n11-557

Recebimento dos originais: 12/10/2021

Aceitação para publicação: 30/11/2021

#### **Clauciana Schmidt Bueno de Moraes**

Pós-Doutorado Empresarial em Ciências Ambientais – CNPq. Doutora e Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental – EESC/USP. Administradora – UNIP e Geógrafa – UNESP.

Professora Ass. Doutora – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP. Campus de Rio Claro/SP.

Endereço: Av. 24 A, 1515 - Bela Vista, Rio Claro – CEP: 13506-752.

E-mail: clauciana.schmidt@unesp.br

#### **Giulia Malaguti Braghini Marcolini Martires**

Mestranda em Planejamento e Análise de Políticas Públicas. Faculdade de Ciências Humanas e Sociais.

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP. Campus de Franca/SP.

Endereço: Av. Eufrásia Monteiro Petrágliã, 900 – Jd. Dr. Antonio Petrágliã - Franca/SP – CEP: 14409-160.

E-mail: giulia.malaguti@unesp.br

#### **Cíntia Mara Vital Bonaretto**

Mestranda em Planejamento e Análise de Políticas Públicas. Faculdade de Ciências Humanas e Sociais.

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP. Campus de Franca/SP.

Endereço: Av. Eufrásia Monteiro Petrágliã, 900 – Jd. Dr. Antonio Petrágliã - Franca/SP – CEP: 14409-160.

E-mail: cinthia.bonaretto@unesp.br

#### **Marcelo Odorizzi de Campos**

Mestrando em Produção Vegetal (Agronomia) – Dep. Engenharia e Ciências Exatas. Graduado em Engenharia Agrônômica. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP/FCAV.

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP. Campus de Jaboticabal/SP.

Endereço: Via de Acesso Professor Paulo Donato Castellane Castellane S/N - Vila Industrial – CEP: 14884-900.

E-mail: marcelo.odorizzi@unesp.br

**Stela Luiza de Mattos Ansanelli**

Doutora em Desenvolvimento Econômico. Instituto de Economia – UNICAMP.  
Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP  
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP. Campi de  
Araraquara e Franca/SP.  
Faculdade de Ciências e Letras de Araraquara – UNESP.  
Endereço: Rodovia Araraquara - Jaú, Km 1 S/N – CEP: 14801-900.  
E-mail: stela.luiza@unesp.br

**José Augusto de Oliveira**

Doutor em Engenharia de Produção. Center for Advanced and Sustainable Technologies  
– CAST. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica – UNESP.  
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP. Campus de São  
João da Boa Vista/SP.  
Endereço: Av. Profª Isette Corrêa Fontão, 505 - Jardim das Flores - São João da Boa  
Vista/SP – CEP: 13876-750.  
E-mail: jose.a.oliveira@unesp.br

**Juliana Victoria Ferreira Maia**

Mestranda em Desenvolvimento de Tecnologia – LACTEC.  
Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento – LACTEC.  
Endereço: Av. Comendador Franco, 1341 - Jardim Botânico, Curitiba – PR – CEP:  
80215-090.  
E-mail: julianavictoria8@hotmail.com

**Milena Cristina dos Santos Barbosa**

Graduanda em Engenharia Ambiental – UNESP.  
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP. Campus de Rio  
Claro/SP.  
Endereço: Av. 24 A, 1515 - Bela Vista, Rio Claro – CEP: 13506-752.  
E-mail: milena.cristina@unesp.br

**RESUMO**

Nas últimas décadas, em um contexto de crescimento populacional e transformação dos padrões de produção e consumo, é possível observar a ascensão do mercado digital e das tecnologias da informação. Visto que o uso de metais pesados é comum na indústria eletroeletrônica, o descarte irregular ou o tratamento inadequado de seus resíduos podem representar riscos, tanto ao meio ambiente quanto para a saúde humana. Os resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE) são resultantes de equipamentos dotados de circuitos ou componentes elétricos e uma fonte de alimentação ou bateria. De acordo com o levantamento do “Observatório mundial de los resíduos eletrônicos 2020”, o Brasil é o país que mais gera REEE na América do Sul, com uma média de geração anual superior à média mundial, no ano de 2020. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Federal nº 12.305/2010 trouxe em seus princípios a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Além disso, a logística reversa advém como um instrumento que propicia o encaminhamento dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para o seu reaproveitamento ou destinação final adequada. No ano de 2019 foi firmado o Acordo Setorial que definiu as diretrizes para a estruturação e operacionalização do sistema de logística reversa de produtos eletrônicos de uso

doméstico em todo o país, e em 2020 foi publicado o Decreto n ° 10.240/2020 que reforça a necessidade de implementação da logística reversa para produtos eletroeletrônicos. Diante disso, esse artigo tem como objetivo caracterizar o gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos em alguns municípios do Estado de São Paulo. Para tanto, foi realizada uma pesquisa de caráter quali-quantitativo, a partir de dados coletados em uma pesquisa que compreendeu um questionário pré-estruturado com 155 questões acerca do gerenciamento de resíduos sólidos. Outros dados foram coletados através da base de dados do IBGE Cidades (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Foi utilizada uma correlação Pearson para avaliar a relação entre os dados quantitativos, e para os dados qualitativos, foi elaborada uma matriz comparativa entre aspectos, boas práticas e marcos legais pertinentes. Com isso, foi possível caracterizar a gestão dos REEE e, então, propor algumas diretrizes para melhorias no âmbito da administração pública.

**Palavras-chave:** Resíduos sólidos, Logística reversa, Resíduos eletroeletrônicos, Políticas públicas.

### **ABSTRACT**

In the past decades, in a context of population growth and transformation of production and consumption habits, it is notable the rise of the digital market and information technologies. Since the use of heavy metals such as lead and mercury is common in the electronics industry, their irregular disposal or inadequate treatment can pose risks to both the environment and human health. Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) results from equipment with electrical circuits or components, and a power supply or battery. Brazil is the country that generates the most amount of WEEE in South America, with an annual average higher than the world average in 2020. The National Solid Waste Policy, established by Federal Law No. 12.305, from 2010, included in its principles, what's called "shared responsibility" for the life cycle of products. Also, reverse logistics comes as an instrument that provides the returning of solid waste to the business sector, for its reuse or proper final destination. In 2019, the Sectoral Agreement that was signed defined the guidelines for the structuring and operationalization of the reverse logistics system for electronic products of domestic use throughout the country. Therefore, this article aims to characterize the management of electronic waste in some municipalities in the State of São Paulo. For that purpose, a qualitative-quantitative survey was carried out, based on data collected in a survey with a pre-structured questionnaire with 155 questions about solid waste management. Other data was collected through the database of the IBGE Cities (Brazilian Institute of Geography and Statistics). The Pearson correlation was used to measure the connection between quantitative data and to analyse the qualitative data, a comparative matrix was created between aspects, examples of good practices and laws. Thereby, it was possible to characterize the management of WEEE and then propose improvements in the scope of public administration.

**Keywords:** Solid waste, Reverse logistic, Waste Electrical and Electronic Equipment, Public policy.

## **1 INTRODUÇÃO**

Nas últimas décadas, em um contexto de crescimento populacional e transformação dos padrões de produção e consumo, é notável a ascensão do mercado digital e das tecnologias da informação. Esta nova realidade tem possibilitado às pessoas

um acesso mais amplo a oportunidades em escala mundial, porém também tem introduzido novos desafios, principalmente quanto ao incremento na quantidade de resíduos gerados. Isso porque o modelo econômico vigente, que incentiva hábitos de consumo indiscriminado, muito tem contribuído para a geração de resíduos em proporções cada vez maiores. No entanto, este crescimento não foi acompanhado pelo tratamento adequado desses resíduos e seus impactos têm afetado de forma relevante diversas dimensões da vida, tais como a qualidade ambiental, a saúde pública, a questão urbanística e o desenvolvimento socioeconômico.

Nesse contexto, destacam-se os resíduos eletroeletrônicos (REEE), os quais são resultantes de equipamentos “dotados de circuitos ou componentes elétricos e uma fonte de alimentação ou bateria” (FORTI *et al.*, 2020, p. 19). Tais equipamentos tornaram-se indispensáveis à população por proporcionarem, além de comodidades, sua integração a este novo estilo de vida pautado no uso das tecnologias.

Por outro lado, as constantes inovações do segmento das tecnologias geram com frequência algumas consequências que, do ponto de vista gerencial, apresentam algumas criticidades, tais como: aspectos como o curto ciclo de vida dos produtos; grande diversidade de modelos e canais de fornecimento; e grande variabilidade do mercado (PARRA; P.H.; PIRES, S.R.I, 2003 *apud* XAVIER, L.H *et al.*, 2010). Pode-se associar esse cenário à crescente obsolescência dos produtos, uma vez que eles se tornam rapidamente ultrapassados e, no cenário pós-consumo, passam a ser potenciais causadores de impactos ambientais. Isso decorre do uso de metais pesados, bastante comum na indústria eletroeletrônica, cujo descarte irregular ou tratamento inadequado pode causar a contaminação do solo e da água, representando riscos não apenas ao meio ambiente, mas também à saúde humana.

O último relatório das Nações Unidas sobre resíduos eletrônicos alerta que o volume de geração desses resíduos já atingiu níveis insustentáveis. Em 2019 foram descartadas cerca de 53,6 milhões de toneladas de REEE e apenas 17,4% desse volume foram reciclados. Estima-se que em 2030 esse volume seja próximo de 74 milhões de toneladas, o que representa um aumento de mais de 35%. Embora o número de países que gerenciam esses resíduos tenha aumentado de 61 para 78, ainda estamos longe de atingir índices razoáveis, porque mesmo nos países em que há um sistema formal de gerenciamento de REEE, as taxas de coleta e reciclagem ainda são muito baixas (FORTI *et al.*, 2020).

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010 trouxe em seus princípios a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a qual define que fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores se tornam corresponsáveis pelos resíduos gerados e devem agir conjuntamente, a fim de minimizar o volume gerado e reduzir os impactos causados.

Para viabilizar esse processo, a logística reversa advém como um instrumento que propicia o encaminhamento dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para o seu reaproveitamento ou destinação final adequada. Nessa lógica, o gerenciamento dos REEE passa por um processo que envolve a responsabilidade do consumidor em realizar o descarte em local adequado, a disponibilização de pontos de coleta específicos para esses materiais e, por fim, a reciclagem e disposição adequada. Ainda em 2010, o Decreto nº 7.404/2010, é criado o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, presidido pelo Ministro de Estado do Meio Ambiente, cuja função era de “estabelecer a orientação estratégica da implementação de sistemas de logística reversa instituídos nos termos da Lei nº 12.305, de 2010” (BRASIL, 2010a).

No entanto, na prática, a ausência de regulamentação específica para o setor de logística reversa resultou em avanços pequenos nesse campo na primeira década que sucedeu a instituição da PNRS. Para Camargo (2014 *apud* PINTO *et al.*, 2020), neste período, o principal desafio associado à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos estava na dificuldade do estabelecimento de canais de diálogo entre os agentes envolvidos na cadeia produtiva. A PNRS, como uma normativa extensa e de ampla abrangência, não define de forma explícita os responsáveis pelos custos compreendidos pelas práticas de logística reversa.

Neste sentido, em 2019, o Acordo Setorial para a Implantação de Sistema de Logística Reversa de Produtos Eletroeletrônicos de Uso Doméstico e Seus Componentes foi firmado entre a União, as empresas fabricantes de EEE, as empresas distribuidoras e importadoras de equipamentos de informática, as empresas de software e serviços de tecnologia da informação, a *Green Eletron* (gestora para REEE nacional), e demais empresas, entidades gestoras ou entidades representativas que posteriormente vieram a aderir ao Acordo. Ele definiu as diretrizes para a estruturação e operacionalização deste sistema em todo o país. Mais recentemente, foi promulgado o Decreto nº 10.240/2020 que reforça a PNRS, definindo um compromisso entre o governo e o setor privado, especialmente quanto a empresas envolvidas na indústria e no comércio de EEE.

Quanto aos REEE, uma estatística comumente utilizada refere-se à quantidade de REEE gerados (em quilogramas) por habitante. Assim, regiões com elevado número de habitantes sugeririam uma geração de REEE maior. Segundo a estimativa do IBGE, para o ano de 2020, a população estimada para o Estado de São Paulo era de 46.289.333 de habitantes, o que representa aproximadamente 21,86% da população brasileira, destacando-o como o Estado com o maior número de habitantes (IBGE, 2020).

Outra **variável** identificada como relevante para essa temática é o PIB *per capita*, que, de acordo com o Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica de Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos elaborado pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) em parceria com o Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior (MDIC), “apresentou forte correlação com a geração de REEE *per capita*” (ABDI, MDIC, 2012). Dessa maneira, quanto maior o PIB *per capita*, maior o volume de REEE *per capita* gerado. Em 2018, o Estado de São Paulo apresentou um PIB *per capita* de R\$ 48.542, ocupando a segunda colocação no *ranking* entre as unidades da federação brasileira (CODEPLAN, 2018) sendo superado apenas pelo Distrito Federal.

Esses três fatores (índice de industrialização, quantidade de habitantes e PIB *per capita*) foram considerados para a definição da localidade de abrangência dessa pesquisa.

Diante disso, esse artigo tem como objetivo caracterizar o gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos em alguns municípios do Estado de São Paulo. Para tanto, foi realizada uma pesquisa de caráter quali-quantitativo, a partir de dados coletados pela Pesquisa sobre o Gerenciamento dos Resíduos Sólidos nos Municípios do Estado de São Paulo, Brasil (MORAES, 2021), que compreendeu um questionário com 155 questões acerca do gerenciamento de resíduos sólidos, no âmbito da administração pública. O questionário foi respondido por 220 municípios, contudo, para a realização desse trabalho, foram selecionados apenas aqueles que declararam realizar ações de manejo de REEE.

## 1.1 EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS (EEE) E RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS (REEE)

Na publicação “Observatorio Mundial de los Residuos Electrónicos – 2020”, os equipamentos eletroeletrônicos (EEE) são definidos como “uma ampla gama de produtos dotados de circuitos ou componentes elétricos e uma fonte de alimentação ou bateria” (StEP Initiative, 2014 *apud* FORTI *et al.*, 2020). Podem ser de uso doméstico ou

comercial, incluindo utensílios domésticos, notebooks, celulares, impressoras, tablets, acessórios de informática, câmeras, cabos, carregadores, refrigeradores, aparelhos de ar-condicionado, dentre outros, inclusive suas embalagens.

Na legislação brasileira, o Decreto nº 10.240/2020, que trata da implementação de logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes, define tais produtos como “equipamentos de uso doméstico cujo funcionamento depende de correntes elétricas com tensão nominal de, no máximo, duzentos e quarenta volts” (BRASIL, 2020). Ressalta-se que esse instrumento normativo se refere especificamente aos EEE de uso doméstico e não aos de uso geral.

Tais equipamentos se tornam resíduos à medida que são descartados pelos usuários sem a intenção de reutilização. Sua composição é bastante heterogênea (dado o *rol* extenso de diversos tipos de aparelhos) e, por conseguinte, o gerenciamento dos resíduos gerados varia conforme a sua tipicidade. Por isso, a segunda edição das “Estatísticas em matéria de resíduos eletrônicos: Diretrizes para a classificação, apresentação de relatórios e indicadores” identifica 54 categorias distintas desses aparelhos, agrupadas em seis categorias gerais: (i) equipamentos de troca de temperatura; (ii) telas e monitores; (iii) lâmpadas; (iv) equipamentos de grande porte; (v) equipamentos de pequeno porte; e (vi) pequenos equipamentos de informática e telecomunicação (FORTI, BALDÉ e KUEHR, 2018).

Cada tipo de produto possui um ciclo de vida útil específico, em razão das características de sua composição. Muitos desses materiais são constituídos de metais pesados como cromo e chumbo, que são bastante poluentes e prejudiciais à saúde e ao meio ambiente, mas também possuem metais nobres como ouro, prata, cobre, paládio, ferro e alumínio, o que lhes conferem alto valor agregado. Assim, cada perfil possui diferentes quantidades de resíduos, valor econômico distinto e impactos negativos diversos e, em razão disso, o seu gerenciamento deve ocorrer de acordo com as suas especificidades. Nessa direção, Forti (2019) pontua que “a tecnologia de reciclagem, os processos logísticos e de coleta mudam para cada categoria, da mesma forma que a atitude dos consumidores no descarte dos EEE também varia”.

Em Forti (2019) é adotado o sistema de classificação de REEE proposto no marco metodológico harmonizado para a escala internacional. Mas como não existe uma uniformização das estatísticas desses resíduos entre os países, o desenvolvimento de planos e metas para enfrentamento a esse problema torna-se um processo ainda mais complexo. Estima-se que cerca de 82,6% dos REEE gerados em 2019 não tenham sido

coletados formalmente e a ausência de estatísticas oficiais sobre isso leva a crer que o seu gerenciamento não ocorreu por meio de sistemas formais ou que, em alguns casos, foram remetidos para países em desenvolvimento (FORTI *et al.*, 2020).

Foi realizado um levantamento sobre a quantidade de REEE conforme as categorias gerais do EEE e conclui-se que o maior volume desses resíduos advém de equipamentos de pequeno porte, que somam 17,4 milhões de toneladas, seguidos pelos equipamentos de grande porte (13,1 milhões de toneladas) e equipamentos de troca de temperatura (10,8 milhões de toneladas) (FORTI *et al.*, 2020). Também foi destacado que:

Desde 2014, as categorias de REEE que mais tem aumentado (em termos de peso total dos REE gerados) são as de equipamentos de troca de temperatura (com uma média anual de 7%), os equipamentos de grande porte (5%) e as lâmpadas e equipamentos de pequeno porte (4%). Essa tendência se deve ao crescimento do consumo de esse tipo de produtos nos países de renda mais baixa, onde tais produtos produzem melhorias nas condições de vida (FORTI *et al.*, 2020, p. 25).

Não só os equipamentos de troca de temperatura são responsáveis pelo aumento de REEE. O avanço da sociedade da informação, com o desenvolvimento das tecnologias de informação e as facilidades de acesso a esses produtos, têm um forte impacto nesse cenário. De acordo com a “Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nos domicílios brasileiros – TIC Domicílios 2018” (*apud* FORTI, 2019), no Brasil, 83% dos indivíduos com mais de dez anos possuem telefone celular. Melhorias na resolução das telas e a diminuição do preço devido à concorrência estimulam o consumo, fazendo com que o usuário adquira produtos mais novos, descartando os que estavam em uso, ainda em boas condições, mas que precocemente tornam-se REEE.

Tais produtos, segundo estudos da Universidade das Nações Unidas (UNU), são responsáveis pelo rápido aumento do consumo de EEE, especialmente nos países de baixa e média renda, onde as taxas de crescimento atingem a marca de 23% ao ano (BALDÉ *et al.*, 2017). Por consequência, consumindo-se mais, o descarte também se torna cada vez maior. Calcula-se que o crescimento de geração de REEE é de 3% a 4% ao ano e que, se as taxas permanecerem nesse patamar, em 2050 teremos cerca de 110 milhões de toneladas de REEE (FORTI, 2019).



## 1.2 RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS NO BRASIL

O Brasil é o país que mais gera REEE na América do Sul, com uma média de geração anual de 2143 kt, em 2019; seguido pela Argentina e Colômbia, que geraram respectivamente cerca de 465 kt e 318 kt. O volume de REEE no Brasil equivale a uma média de 10,2 kg/hab, superior à média mundial, que é de 7,3 kg/hab (FORTI *et al.*, 2020).

Embora a PNRS já tenha trazido a logística reversa como instrumento para possibilitar o retorno dos produtos para o setor produtivo, para que este se encarregue de sua destinação final adequada, pouco se avançou no gerenciamento dos REEE. Somente em 2019 foi assinado o Acordo Setorial para a implantação do Sistema de Logística Reversa de Produtos Eletroeletrônicos e seus Componentes. E em 12 de fevereiro de 2020 foi publicado o Decreto nº 10.240/2020 que replica o conteúdo do referido acordo.

Isto é, os integrantes da cadeia produtiva dos produtos eletroeletrônicos de uso doméstico e seus componentes comprometem-se a desenvolver ações para cumprir o disposto na PNRS.

Para a operacionalização do sistema de logística reversa, é importante que sejam definidos mecanismos para que os consumidores possam retornar os produtos pós-consumo ao setor empresarial, para que este providencie a destinação final adequada. O artigo 9º do Decreto nº 10.240/2020 estipula as etapas do ciclo de logística reversa, sendo elas: (i) descarte dos produtos em pontos de recebimento, o que exige a colaboração direta dos consumidores; (ii) recebimento e armazenamento temporário dos produtos descartados em pontos de recebimento ou de consolidação; (iii) transporte dos produtos dos pontos de recebimento até os pontos de consolidação; e (iv) destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2020). Ademais, trata da participação e das obrigações dos participantes desse processo, sejam consumidores, entidades gestoras, fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes.

A estruturação e implementação da logística reversa de REEE está disposta em duas etapas. A primeira, com início na publicação do decreto e término em 31 de dezembro de 2020, compreende medidas relacionadas à estruturação, como a criação de um Grupo de *Performance*, adesão de fabricantes, importadores e comerciantes às entidades gestoras, a instituição de mecanismo financeiro, a regulamentação pelo Ibama para fins de transporte interestadual desses resíduos, apoio do Ministério do Meio Ambiente (MMA) para medidas simplificadoras para a instalação de pontos de recebimento e pontos de consolidação nos Estados, dentre outras. A segunda etapa se

inicia em 1º de janeiro de 2021 e prevê ações relacionadas à habilitação de prestadores de serviço para atuar nesse sistema, à elaboração de planos de educação ambiental e de comunicação que abranjam a questão da logística reversa e à instalação de pontos de recebimento ou de consolidação, as quais deverão ser implantadas gradualmente conforme um cronograma anexo ao decreto.

Inicialmente, foi estabelecida a meta de que em cinco anos sejam recolhidos e destinados adequadamente 17% dos EEE comercializados, em peso, (ano base 2018). No primeiro ano a meta é atingir 1% dos EEE, posteriormente, ano a ano, 3%, 6%, 12% e finalmente os 17%. Para cumprir o disposto, foram elencados 400 municípios, especificamente aqueles com população de mais de 80.000 habitantes, para a implementação gradual desse processo. Cada município deverá disponibilizar ao menos um ponto de coleta para cada 25.000 habitantes, sendo que tais pontos são de responsabilidade de empresas contratadas com base em acordo de cooperação.

Nomeadamente em relação ao Estado de São Paulo, a legislação prevê que, no primeiro ano (2021), para a implantação da Fase 2 do acordo sejam contemplados oito municípios. No segundo ano, são selecionados 17 municípios; no terceiro 53; no quarto 81 e no quinto 95 municípios. Desse modo, anualmente a abrangência do acordo aumenta, assim como as metas a serem atingidas.

A definição da quantidade e localização dos pontos de recebimentos dos REEE deverá seguir os parâmetros estabelecidos no acordo, que incluem critérios demográficos, distribuição geográfica, estimativa de EEE de uso doméstico comercializados e descartados, capacidade financeira para manutenção do sistema de logística reversa, entre outros. Juntamente com o Acordo Setorial foi publicado o Manual Operacional Básico, que traz “orientações técnicas para o correto manuseio, transporte e armazenamento de produtos objetos deste Acordo Setorial, bem como preceitos mínimos de padronização e boas práticas do processo de logística reversa de produtos eletroeletrônicos” (BRASIL, 2019).

## **2 METODOLOGIA**

### **2.1 LEVANTAMENTO DOS DADOS E CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DO CAMPO AMOSTRAL**

O presente trabalho contou com abordagens metodológicas relativas a pesquisas descritivas e exploratórias. Em um primeiro momento, a pesquisa direcionou-se ao Estado de São Paulo de forma geral, buscando identificar os municípios que desenvolvem ações

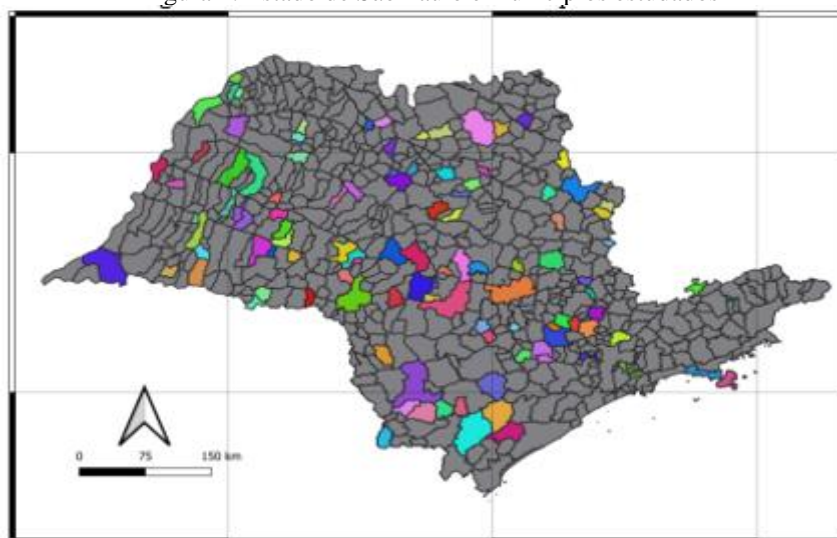
direcionadas ao gerenciamento de REEE e caracterizar como lidam com as demandas relativas à coleta, classificação e correto direcionamento desses resíduos.

Para tanto, foram utilizados dados coletados por Moraes (2021), com a proposta de diagnosticar o gerenciamento dos resíduos sólidos em municípios do Estado de São Paulo. A pesquisa compreendeu um questionário pré-estruturado contendo 155 questões que abrangem diversos aspectos relativos à implementação da PNRS na administração pública. As questões foram enviadas a alguns municípios por *e-mail* a partir da plataforma Google Forms, a fim de facilitar o processo de levantamento de dados, bem como padronizar a relação de respostas obtidas pelas perguntas. Junto ao convite para responder ao questionário explicou-se aos responsáveis a relevância da pesquisa e sua importância na colaboração com o trabalho. A utilização de formas digitais desse método de pesquisa é fundamental, pois permite a grande escala com facilidade, além de maior celeridade na coleta de dados, organização destes e padronização, que são características muito importantes para o processamento dos dados.

Com isso, um total de 220 municípios responderam voluntariamente às questões e dentre estes, 110 foram destacados para o presente estudo. No que diz respeito aos critérios utilizados para seleção dos municípios, estes partiram principalmente da relação existente entre os municípios levantados e o uso de mecanismos e formas de coleta de REEE, tema central na discussão proposta pelo trabalho.

Como pode ser observado na Figura 1, o Estado de São Paulo foi destacado em coloração escura e os municípios estudados pelo presente trabalho foram destacadas em diferentes cores, a fim de demonstrar a distribuição espacial desses municípios no estado.

Figura 1: Estado de São Paulo e municípios estudados



Fonte: Desenvolvida pelos autores, 2021.

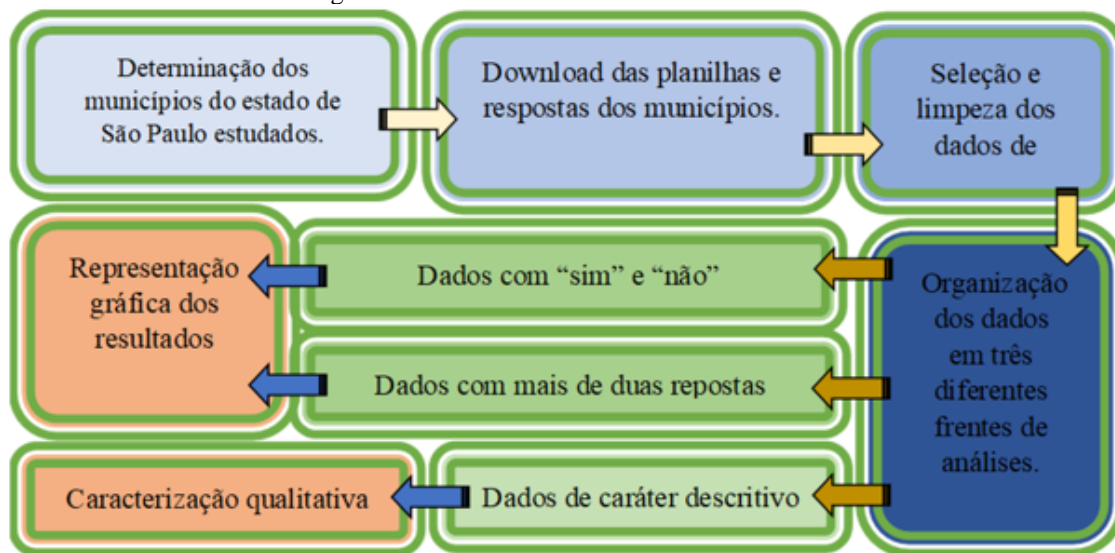
Além da coleta de dados a partir do questionário, discutido e caracterizado anteriormente, alguns dados foram obtidos de outras fontes, como o Número de Habitantes Estimados para o ano de 2020 (PE.2020) e o Produto Interno Bruto em valores correntes em mil reais de 2018 (PIB. 2018).

Essas duas variáveis em particular foram coletadas a partir da base de dados do IBGE Cidades (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), para auxiliar o entendimento dos dados entregues pelos municípios, sobretudo, trazendo para discussão aspectos relativos à economia e dimensão populacional. Essas coletas foram feitas a partir dos municípios previamente selecionados sob a ótica do resíduo sólido, e posteriormente usadas em correções estatísticas propostas pelo presente estudo (IBGE, 2020; IBGE, 2018).

### 2.3 ANÁLISES E PROCESSAMENTOS DOS DADOS

As respostas devolvidas pelos municípios foram baixadas a partir da plataforma Google Forms, na forma de planilhas de Excel (formato .xlsx). A partir desse ponto da pesquisa e processamento dos dados, foi adotado um procedimento padrão para grandes volumes de dados, o qual pode ser observado no esquema representado na Figura 2.

Figura 2: Processamento e tratamento dos dados.



Fonte: Desenvolvida pelos autores, 2021.

O esquema demonstrado na Figura 2 busca construir uma sequência lógica das etapas, métodos e processos aplicados sobre os dados até que esse chegue à fase de representação gráfica. No que diz respeito à "caracterização qualitativa", está relacionada a dados descritivos, que não poderiam ser padronizados para uma análise numérica dos dados. Nesse sentido, torna-se importante ressaltar a relevância que a padronização dos

dados possui para a pesquisa, isso porque, é por meio dela que se torna possível analisar um grande volume de dados, seja processando de forma gráfica ou estatisticamente. Os dados não padronizados demonstram aspectos particulares e descritivos dos municípios, que posteriormente foram avaliados individualmente, para que fosse possível explorar aspectos particulares.

#### 2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Para avaliar a relação entre os dados levantados, usou-se a correlação Pearson. Essa análise estatística quantifica a força linear da associação entre os dados. Tais associações conversam com formas plausíveis de supor interações entre os dados, podendo discutir assim aspectos possivelmente influenciadores das variáveis estudadas. Nesse sentido, vale esclarecer que Pearson não demonstra relações de causalidade entre as variáveis correlacionadas, mas sim, a interação entre as variáveis (CHEN; POPOVICH, 2002).

Para uma melhor demonstração gráfica dos resultados obtidos pela correlação, foi utilizada a expressão “X” para indicar a não relação entre os dados. Portanto, essa expressão indica que não houve correlação entre as variáveis comparadas a partir de Pearson, ou seja,  $p\text{-Valor} < 0.005$ , sendo esse dado o responsável por indicar a significância da análise estatísticas concluída (CHEN; POPOVICH, 2002). Sendo assim, o gráfico de Pearson utilizado pelo presente estudo indica que todos os valores ali expressos apresentam correlação, com exceção dos valores 1.00.

Dessa forma, as análises de Pearson buscaram estabelecer relações entre os comportamentos das interações existentes entre: (i) População Estimada para 2020 (PE.2020); (ii) Produto Interno Bruto em valores correntes em mil reais (PIB.2018); (iii) Número de funcionários na gestão de Resíduos Sólidos (NF\_RS); (iv) Número de funcionários envolvidos na secretária de Meio Ambiente (NFS\_MA); e (v) Número de funcionários concursados envolvidos na secretária de Meio Ambiente (NFCS\_MA).

Para exemplificar os parâmetros de avaliação da correlação de Pearson, pode-se afirmar que essa análise gera resultados com coeficientes que variam entre +1 e -1. Quanto mais perto desses valores estiver o valor do resultado da análise, mais forte será a interação entre os dados, portanto, quando mais perto de 0, menor é a força de interação entre os dados (CHEN; POPOVICH, 2002).

Torna-se importante ressaltar também que quando os resultados da correlação forem maiores que zero (positivo), significa que a relação existente entre as variáveis

estudadas é diretamente proporcional, ou seja, à medida que uma aumenta a outra também aumenta. Ao contrário daquilo que expressa os resultados menores que zero (negativos), pois significa que a relação existente entre as variáveis estudadas é inversamente proporcional, ou seja, à medida que uma aumenta a outra diminui (CHEN; POPOVICH, 2002).

## 2.5 ANÁLISE QUALITATIVA DOS DADOS

Para a análise qualitativa dos dados obtidos através do questionário, foi elaborada uma matriz comparativa (Quadro 1), na qual foram elencados exemplos de boas práticas na gestão dos REEE por parte dos municípios do Estado de São Paulo que participaram da Pesquisa sobre o Gerenciamento dos Resíduos Sólidos nos Municípios do Estado de São Paulo, Brasil (MORAES, 2021). O critério para organização dos dados levou em conta a percepção dos municípios sobre as práticas que podem ser consideradas inovadoras em suas respectivas gestões.

A coluna “Aspectos do gerenciamento de REEE” foi criada com base em algumas perguntas do questionário, que possibilitaram aos Municípios discorrerem sobre suas ações e medidas de gerenciamento dos REEE. São elas: (i) “Quais os principais programas e/ou projetos específicos para a área de gestão de resíduos sólidos que estão em andamento no município e poderiam ser consideradas boas práticas?”; (ii) “Quais atividades voltadas para a Gestão de Resíduos Sólidos do município, são realizadas através do consórcio intermunicipal?”; (iii) “No caso de haver alguma prática para redução da geração dos resíduos no município, para quais resíduos e quais processos a prática é aplicada?”.

Para a organização da matriz, foram selecionados apenas os dados que tratavam sobre o manejo dos REEE. A coluna “Exemplos de boas práticas” concentra as atividades citadas pelos Municípios como exemplares na gestão dos REEE. Por fim, a coluna “Marcos legais” foi criada com o objetivo de demonstrar como os municípios se apoiam na instrumentação legal para a implementação de ações de logística reversa dos REEE. Esta coluna relaciona às demais aos artigos da PNRS, do Decreto nº 10.240/2020, e da Lei nº 11.107/2005, que dispõe sobre a contratação de consórcios públicos.

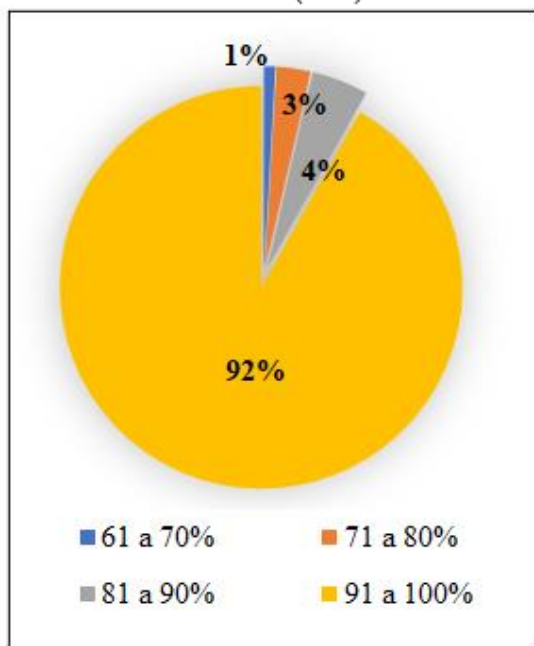
### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS NA GESTÃO DE REEE

Conforme representado no gráfico da Figura 3, a respeito da porcentagem da população atendida pela coleta de RSU, verificou-se que 92% dos municípios declararam dispor de uma cobertura de 91% a 100% da população. Desse percentual, aproximadamente 37% dos municípios declararam que a população rural não está incluída nesse índice.

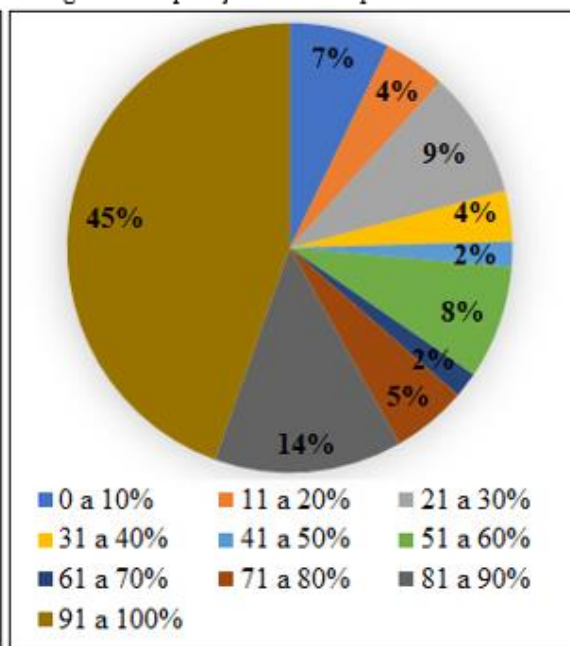
A Figura 4 revela a porcentagem da população atendida pela coleta seletiva, de acordo com o declarado pelos municípios que responderam à pesquisa. Conforme indicado, 45% dos municípios informaram que 91% a 100% da população são atendidos pelo sistema de coleta seletiva e 7% declararam atender de 0 a 10% da população. Extrai-se desse gráfico ainda que em 26% dos municípios a cobertura da coleta seletiva abrange 50% ou menos da população. Com isso, verifica-se que a abrangência da coleta seletiva nos municípios brasileiros ainda se encontra em patamares baixos, embora essa prática seja um importante instrumento para a implementação da PNRS.

Figura 3: População atendida pela coleta de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU).



Fonte: Desenvolvida pelos autores, 2021.

Figura 4: População atendida pela coleta seletiva.



Fonte: Desenvolvida pelos autores, 2021.

Quando questionados “A coleta seletiva no município é feita por: (a) cooperativa; (b) associação; (c) catadores informais; (d) o município não possui coleta seletiva; e (e) outra, nenhum município respondeu a alternativa “d”. Esses dados destoam da realidade apresentada no último diagnóstico sobre resíduos sólidos do Sistema Nacional de

Informações sobre Saneamento Básico (SNIS, 2019), em que foram analisados 3712 municípios (de todas as regiões do país), o qual indicou que somente 38,7% dos municípios participantes declararam dispor de alguma forma de coleta seletiva, sendo que na região sudeste esse índice foi de 48,5%. Esta divergência poderia ser explicada por uma interpretação ambígua da formalização da coleta seletiva nos municípios.

Para a questão “O município dispõe de Coleta Seletiva de (tipos de resíduos)” a totalidade dos municípios analisados no presente estudo afirmaram dispor de coleta seletiva para REEE. Esse dado se relaciona ao critério de seleção dos municípios para este estudo, conforme já mencionado.

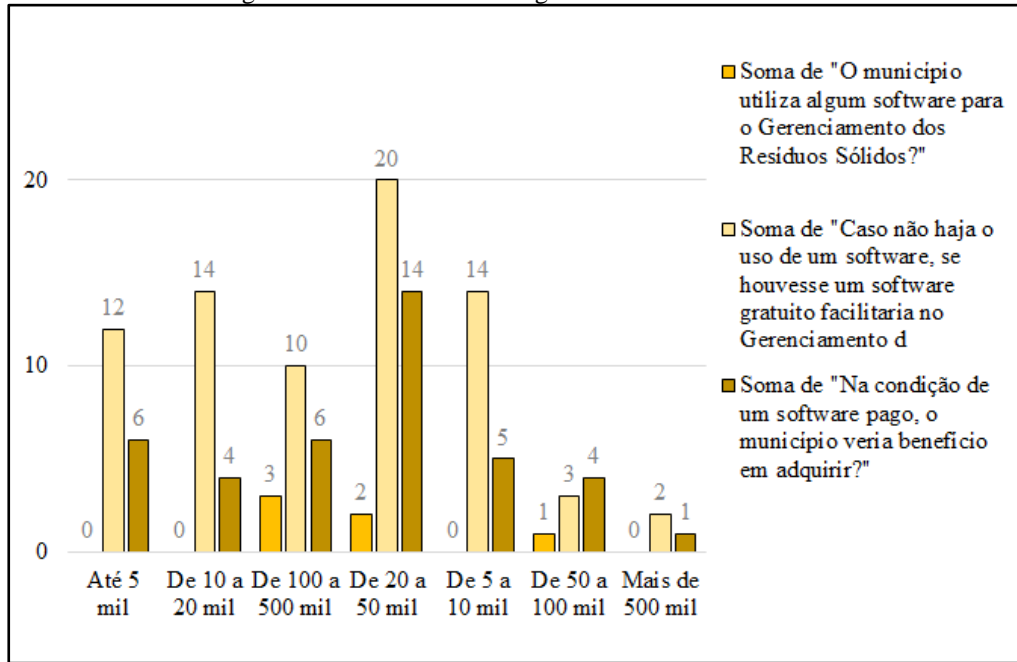
Sobre essa questão, destaca-se que a Lei nº 12.305/2010, em seu artigo nº 33, tornou obrigatória a implementação da logística reversa para os REEE, de modo que fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes dos produtos e embalagens devem implementar esse sistema, podendo desenvolver ações relacionadas a “compra de produtos ou embalagens usados; disponibilizar postos de entrega de resíduos reutilizáveis e recicláveis; atuar em parceria com cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis” (BRASIL, 2010; GUARNIERI, 2011 *apud* GUARNIERI, STREIT, 2016, p. 162). Ademais, ressalta-se a importância da coleta seletiva na fase inicial do ciclo de logística reversa, associada à colaboração dos consumidores, para que seja possível realizar os objetivos da PNRS e com isso mitigar os impactos negativos causados pelo descarte irregular de REEE.

A PNRS traz incentivos para que essa prática ocorra com a participação de cooperativas ou outras formas de associação de catadores, ao priorizar o acesso aos recursos da União para municípios que assim o fizerem. Apesar disso, observou-se que oito municípios declararam que a coleta seletiva é realizada pela própria prefeitura, sem mencionar a participação de associações, cooperativas ou catadores informais.

Conforme dados apresentados na Figura 5, foi observado que uma quantidade significativa dos municípios participantes não faz uso de *softwares* para a gestão de resíduos sólidos. Somente seis municípios disseram utilizar esse tipo de ferramenta e desses apenas quatro responderam que o *software* utilizado aborda a PNRS. Quanto à possibilidade de utilização de *softwares*, a maioria dos municípios (68%) respondeu que se houvesse um software gratuito, isso facilitaria no gerenciamento de resíduos sólidos. No caso de ser um software pago, o percentual de municípios que veem benefícios na sua utilização reduziu-se para 40%, conforme representado na mesma figura.



Figura 5: Uso de software na gestão de resíduos sólidos.



Fonte: Desenvolvida pelos autores, 2021.

Os *softwares* constituem instrumentos importantes que podem auxiliar tanto as empresas quanto os municípios na gestão de resíduos sólidos. Isso porque, permitem o agrupamento de informações relativas ao gerenciamento dos resíduos, facilitando o controle sobre a sua geração e destinação, além de auxiliar, especialmente o poder público, a quantificar e rastrear os resíduos, bem como a verificar adequabilidade das ações desenvolvidas com os instrumentos legais disponíveis. O uso de plataformas tecnológicas beneficia a tomada de decisões para o cumprimento dos itens que envolvem a PNRS.

O emprego da inovação tecnológica no gerenciamento de REEE, e de resíduos sólidos em geral, pode proporcionar muitos benefícios ambientais e econômicos. Com base nas informações coletadas através do questionário, verificou-se que embora um número reduzido de municípios faça uso dessa ferramenta, a maioria acredita que a sua utilização possa ser benéfica para o gerenciamento de resíduos sólidos. Vislumbra-se a necessidade de se desenvolver essas ferramentas, especialmente as gratuitas, para que um maior número de municípios tenha acesso a esse instrumento.

A pesquisa “Política Nacional de Resíduos Sólidos: proposta metodológica com o uso de instrumentos legais, administrativos e tecnológicos como subsídio para sua implementação e gerenciamento sustentável” (MORAES, 2019), ainda em desenvolvimento, se propõe a elaborar uma metodologia e a desenvolver um software que

auxilie a implementação e gerenciamento da PNRS, com uso de instrumentos legais, administrativos e tecnológicos, com o intuito de proporcionar a aplicação dessa política de modo mais célere, eficaz e com menor custo. Estudos nesse sentido, bem como o desenvolvimento de novas tecnologias, são importantes para suprir o déficit de utilização de softwares para a implementação e acompanhamento de políticas públicas.

### 3.2 ASPECTOS DA GESTÃO DE REEE NO CAMPO AMOSTRAL

A análise estatística de Pearson visualizada na Figura 6, demonstrou importantes relações entre as variáveis estudadas (PE.2020 - População Estimada para 2020; PIB.2018 - Produto Interno Bruto em valores correntes em mil reais; NF\_RS - Número de funcionários na gestão de Resíduos Sólidos; NFS\_MA - Número de funcionários envolvidos na secretária de Meio Ambiente; e NFCS\_MA - Número de funcionários concursados envolvidos na secretária de Meio Ambiente). Como pode ser observado no gráfico, todas as relações existentes entre os dados foram de ordem diretamente proporcional (maiores que zero, positivos), indicando, portanto, que à medida que aumenta uma determinada variável do par de comparações, aumenta também a outra variável.

Figura 6: Correlação de Pearson entre PE.2020, PIB.2018, NF\_RS, NFS\_MA e NFCS\_MA.



Fonte: Desenvolvida pelos autores, 2021.

A correlação com maior força ocorreu entre a PE.2020 (população estimada para 2020) e PIB 2018 (produto interno bruto em valores correntes em mil reais para 2018),

com valor de relação de 0.88. Isso significa que quanto maior a população dos municípios, maior é o PIB do município. Essa comparação se torna importante quando observamos a outra correlação existente entre o PIB (PIB.2018) e o número de funcionários envolvidos na secretaria de meio ambiente (NFS\_MA).

A relação entre o PIB.2018 dos municípios e o NFS\_MA, demonstra ser importante no contexto do estudo, uma vez que, esse fator torna-se relevante para se pensar na interação existente entre as riquezas geradas pelos municípios e a atenção despendida pelos municípios para os serviços ambientais sob sua responsabilidade. Uma vez entendido que a correlação entre essas variáveis foi de ordem positiva, 0.28, isso permite concluir que à medida que o PIB aumenta, mais as cidades investem recursos para contratar servidores, concursados ou não, para a secretaria de meio ambiente local.

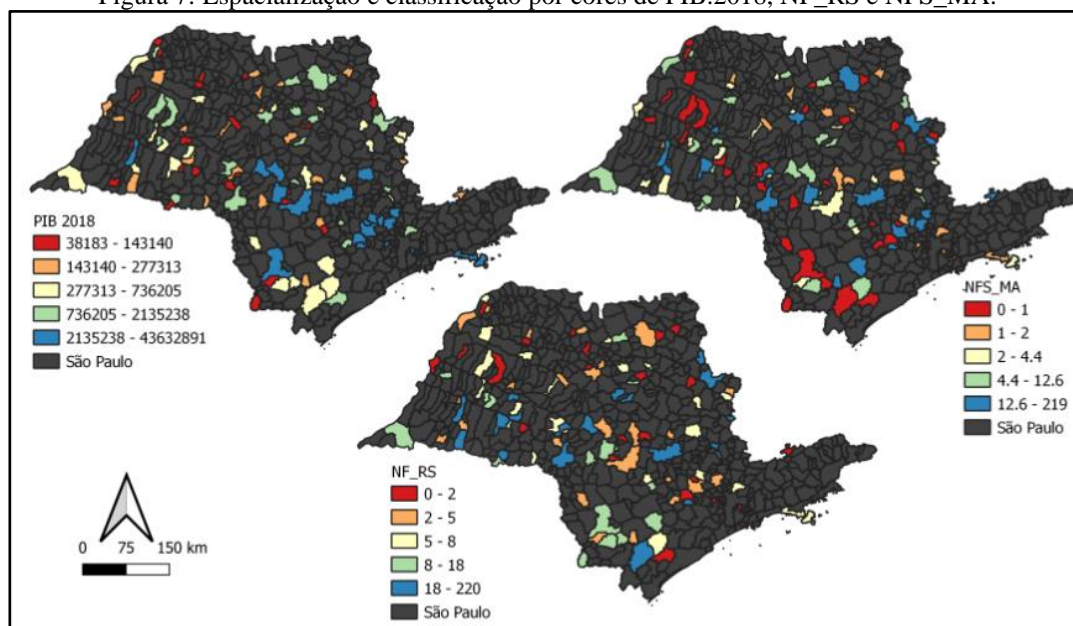
Esse ponto de observação torna-se importante também, quando se observa a correlação existente entre NF\_RS (número de funcionários na gestão de resíduos sólidos) e NFS\_MA (número de funcionários envolvidos na secretaria de meio ambiente), de valor igual a 0.37. Esse resultado demonstra que há interações diretamente proporcionais entre eles, significando, portanto, que em cidades onde o NF\_RS é maior, também é maior o NFS\_MA. Essa ideia também é observada na correlação existente entre NFS\_MA e NFCS\_MA (número de funcionários concursados envolvidos na secretaria de meio ambiente), valor igual a 0.38, ou seja, quanto maior é o NFS\_MA, maior é o NFCS\_MA.

Ressalta-se que essas correlações demonstram uma possível tentativa de melhoria dos serviços prestados pelos municípios, uma vez que, partindo do princípio de que a contratação de um maior número de funcionários para as secretarias e gestão de resíduos sólidos, implicaria melhor qualidade na prestação do serviço. Por outro lado, os resultados expressos pela análise estatística não são capazes de afirmar que os serviços prestados são, concretamente, melhores em cidades que possuem maiores valores de PIB, NFS\_MA e outras. Sendo assim, não foi foco dessa seção avaliar ou entender a qualidade dos serviços prestados pelos municípios, mas sim argumentar que maiores investimentos em um determinado setor podem representar melhorias nos serviços ambientais por eles prestados.

A Figura 7 busca demonstrar gráfica e espacialmente algumas das relações observadas e estatisticamente visualizadas pela correlação de Pearson, trazendo para a discussão uma distribuição especializada das variáveis PIB.2018 (Produto Interno Bruto em valores correntes em mil reais), NFS\_MA (Número de funcionários envolvidos na

secretaria de Meio Ambiente) e NF\_RS (Número de funcionários na gestão de Resíduos Sólidos).

Figura 7: Espacialização e classificação por cores de PIB.2018, NF\_RS e NFS\_MA.



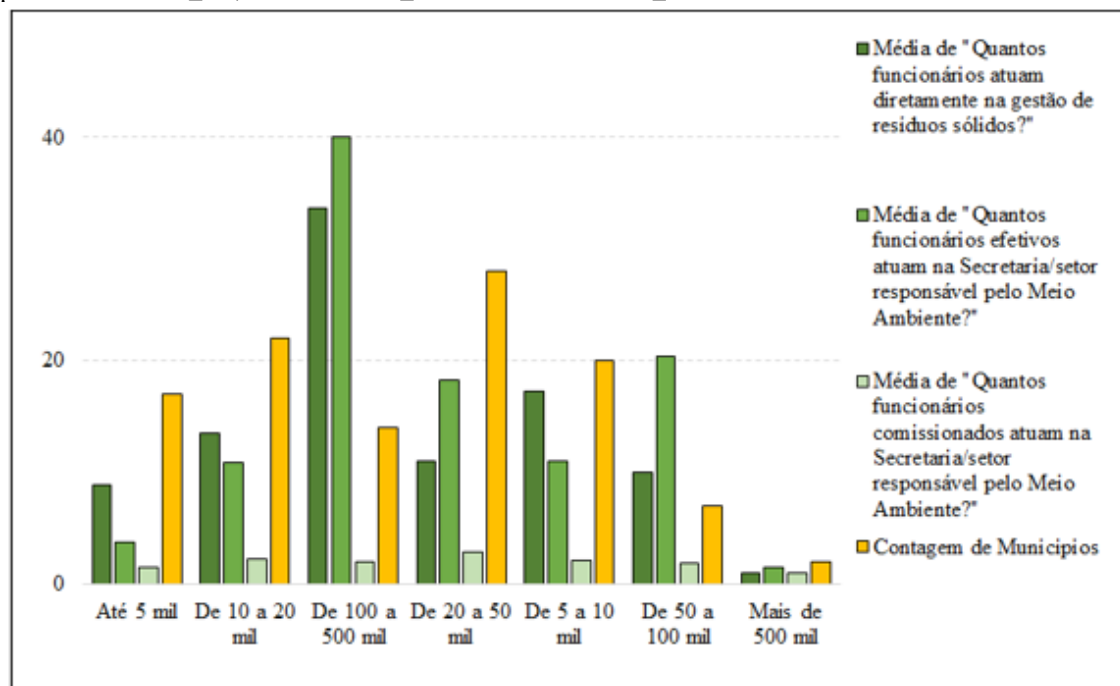
Fonte: Desenvolvida pelos autores, 2021.

Para melhor entender as relações espaciais entre as variáveis, foi utilizado um sistema de classificação por cores, dividido em cinco classes. Os valores relacionados aos seus respectivos municípios buscaram utilizar cores quentes (vermelho e laranja) para representar os menores valores das classes. Essa mesma lógica foi utilizada para as classes com maiores valores, as quais foram representadas por cores frias (verde e azul). As tonalidades de cor amarela foram utilizadas para representar valores intermediários ou de transição entre as classes. Outra observação importante a ser explicada trata-se da lógica adotada para classificar os valores relativos aos municípios e, para isso, usou-se a diferença interquartil. Esta não modificou os dados, mas apenas os categorizou para melhor entendê-los, já que a diferença interquartil organiza os dados de forma decrescente e classifica-os a partir da mediana.

Posteriormente a essa contextualização, pode-se observar nos mapas alguns municípios com as mesmas relações observadas pela análise de Pearson, uma vez que, sobretudo para municípios com valores classificados pela cor azul, classe de cor com valores maiores, existe uma repetição ao longo dos três mapas. A visualização espacial desses aspectos reforça as correlações feitas pela análise estatística discutida anteriormente.

Outro fator interessante entre as relações existentes entre os números de funcionários envolvidos na prestação de serviços ambientais municipais pode ser observado na Figura 8, a qual apresenta o número de funcionários por município e as classes de cidades por mil habitantes estimadas em 2020, pelos indicadores médios de NF\_RS (Número de funcionários na gestão de Resíduos Sólidos), NFS\_MA (Número de funcionários envolvidos na secretária de Meio Ambiente) e NFCS\_MA (Número de funcionários concursados envolvidos na Secretaria de Meio Ambiente). Essa pesquisa buscou classificar municípios com diferentes estimativas populacionais para o ano de 2020 (IBGE, 2021). Para ser possível construir uma representação gráfica capaz de mostrar as interações propostas pelo trabalho, esta também foi classificada em cidades com diferentes níveis populacionais.

Figura 8: Número de funcionários por município, classes de cidades por mil habitantes estimadas em 2020, pela média de NF\_RS, média de NFS\_MA e média de NFCS\_MA.



Fonte: Desenvolvida pelos autores.

Antes de discutir as observações visualizadas na Figura 8, torna-se pertinente indicar que nesse gráfico estão expressas médias de funcionários por classes populacionais. Médias nesse contexto foram necessárias para ser possível entender em que níveis populacionais estão envolvidos os valores números de funcionários atuando na prestação de serviços ambientais. Dessa forma, este gráfico demonstra que não necessariamente cidades com maiores números de habitantes possuem grandes números de funcionários envolvidos na prestação de serviços ambientais. Essa ideia comprova

novamente que a análise estatística que orientou essa seção é capaz de construir um retrato confiável sob as interações entre as variáveis, uma vez que, esta não apresentou correlação entre população e outras variáveis.

A classe de 100 a 500 mil demonstrou o maior volume médio de funcionários que atuam diretamente na gestão de resíduos sólidos e funcionários atuando na secretaria de meio ambiente. Para a classe de habitantes maiores que 500 mil, observou-se um baixo número de funcionários envolvidos na secretaria de meio ambiente e diretamente na gestão de resíduos sólidos. Mesmo que essas cidades tenham níveis populacionais altos, elas não demonstram possuir maiores números de funcionários.

O Estado pode assumir papel facilitador das ações sustentáveis. Nesse caso, vários mecanismos podem ser implantados, mas muito deles tem relação com instrumentos econômicos, como isenções de impostos e taxas para produção e consumo de produtos sustentáveis, criação de mercados para bens e serviços sustentáveis, subsídios, compras governamentais, financiamento à pesquisa em tecnologia limpa, treinamentos, fornecimento de dados e informações, dentre outras ações (GAVIRA, MORAES, DADARIO, 2017), o que pode auxiliar diretamente no gerenciamento dos resíduos em todas as esferas.

A PNRS, em seu Art. 7º (Inciso VIII), define como objetivo a "articulação entre as diferentes esferas do poder público, e destas com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos" (BRASIL, 2010b). Tendo isso em vista, pode-se levantar a hipótese de que o número reduzido de funcionários atuantes na gestão ambiental em municípios com população superior a 500 mil habitantes se explique pela priorização da contratação de iniciativas do setor privado para a provisão de serviços ambientais, dentre eles, o manejo de resíduos sólidos.

Quadro 1 - Matriz comparativa dos aspectos do gerenciamento de REEE e as boas práticas levantadas.

Aspectos do gerenciamento de REEE	Exemplos de boas práticas	Marcos legais
Principais programas e/ou projetos específicos para a área de gestão de REEE que estão em andamento no município e poderiam ser consideradas boas práticas.	Implantação de Pontos de Entrega Voluntária (PEV)/Ecopontos subterrâneos, móveis e/ou zona rural.	Lei Federal nº 12.305/2010 - Seção II - Art. 33. - § 3º Inciso II - disponibilizar postos de entrega de resíduos reutilizáveis e recicláveis (BRASIL, 2010b); Decreto nº 10.240/2020 - CAPÍTULO III - Art 8º - Inciso II c) a instalação de pontos de recebimento ou de consolidação, de acordo com o cronograma previsto no Anexo II (do referido decreto) (BRASIL, 2020).
	Semana do REEE: estabelecimento de posto de coleta de resíduos eletroeletrônicos em algum ponto de grande movimento na cidade.	
	Semana do REEE: também foi realizada a sensibilização e informação dos munícipes sobre a questão do descarte desse tipo de resíduo.	Lei Federal nº 12.305/2010 - Seção IV - Art. 19º - Inciso X - programas e ações de educação ambiental que promovam a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem de resíduos sólidos (BRASIL, 2010b);  Decreto nº 10.240/2020 - CAPÍTULO III - Art. 8º - Inciso II b) a elaboração de planos de comunicação e de educação ambiental não formal com o objetivo de divulgar a implantação do sistema de logística reversa e qualificar formadores de opinião, lideranças de entidades, associações e gestores municipais para apoiar a implementação do sistema (BRASIL, 2020).
	Semana do REEE: Parceria com a entidade gestora do REEE para a realização a ação denominada drive-thru do REEE.	Decreto nº 10.240/2020 - CAPÍTULO II - Art. 7º - “As empresas ou entidades gestoras poderão optar por receber em seus respectivos sistemas de logística reversa os produtos eletroeletrônicos e seus componentes, com características similares aos produtos eletroeletrônicos de uso doméstico, descartados por microempresas ou empresas de pequeno porte”. CAPÍTULO IV - Art. 14º - “A disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos resultantes dos processos de reciclagem será realizada pelos provedores habilitados pelas empresas ou pelas entidades gestoras, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos ambientais competentes integrantes do Sisnama, do SNVS e do Suasa” (BRASIL, 2020). *Sisnama: Sistema Nacional do Meio Ambiente *SNVS: Sistema Nacional de Vigilância Sanitária *Suasa: Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária
Participação dos consórcios municipais na gestão de REEE.	Participação no Consórcio Intermunicipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos que está coordenando a elaboração do PMGIRS (Plano	Lei nº 11.107/2005 – “Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências” (BRASIL, 2005);

	Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos) e a elaboração e implantação da coleta seletiva.	Lei Federal nº 12.305/2010 - Seção IV - Art. 18º - § 1º - Inciso I – “Optarem por soluções consorciadas intermunicipais para a gestão dos resíduos sólidos, incluída a elaboração e implementação de plano intermunicipal, ou que se inserirem de forma voluntária nos planos microrregionais de resíduos sólidos referidos no § 1º do Art. 16” (BRASIL, 2010b).
	Logística reversa e estudo de viabilidade de parcerias público-privadas.	Decreto nº 10.240/2020 - CAPÍTULO I - Art. 3º - Inciso II – “Grupo de Acompanhamento de Performance - grupo formado por entidades representativas de âmbito nacional dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de produtos eletroeletrônicos com os objetivos de acompanhar e divulgar a implementação do sistema de logística reversa e detalhar as funções e as atividades do grupo em regimento interno” (BRASIL, 2020).
	Projetos de Educação Ambiental.	Lei Federal nº 12.305/2010 - Seção IV - Art. 19º - Inciso X – “Programas e ações de educação ambiental que promovam a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem de resíduos sólidos” (BRASIL, 2010b);
Práticas para redução da geração dos REEE no município.	Capacitações de Educação Ambiental.	
	Cursos de sensibilização ambiental que informam e discutem a problemática dos resíduos e consumo consciente, que levam a uma prática de redução na geração.	Decreto nº 10.240/2020 - CAPÍTULO III - Art 8º - Inciso II b) “A elaboração de planos de comunicação e de educação ambiental não formal com o objetivo de divulgar a implantação do sistema de logística reversa e qualificar formadores de opinião, lideranças de entidades, associações e gestores municipais para apoiar a implementação do sistema” (BRASIL, 2020).
	Palestras nas escolas para consumo consciente.	
Orientações para a população sobre a gestão correta dos REEE.	Campanha audiovisual para a população e procurar parcerias com municípios vizinhos, conseguir recursos financeiros em outras esferas do governo.	
	Veículos de imprensa locais, mídias sociais, site da prefeitura.	
	Informativos, folhetos e campanhas publicitárias.	

Fonte: Desenvolvido pelos autores, 2021.



Considerando os aspectos analisados, as boas práticas mais recorrentes nas respostas dos municípios ao questionário são:

- Implantação de Pontos de Entrega Voluntária (PEV), ou Ecopontos em diferentes formatos e localidades: subterrâneos, móveis e na zona rural;
- Organização de um evento destinado ao manejo dos resíduos eletroeletrônicos, como a “Semana do REEE”, na qual: (i) foram estabelecidos pontos de coleta itinerantes, em locais de grande circulação na cidade; (ii) foram realizadas atividades de sensibilização dos munícipes à questão do descarte ambientalmente correto dos REE; (iii) Especialmente no contexto da pandemia de COVID-19, foram estabelecidos pontos de coleta na modalidade drive-thru;
- Por meio dos consórcios intermunicipais: (i) a elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS); (ii) a implantação de sistemas de logística reversa; (iii) a promoção de estudos de viabilidade de parcerias público-privadas no manejo dos resíduos sólidos; (iv) a realização de projetos de educação ambiental.
- Promoção de capacitações em educação ambiental, adoção de atividades de sensibilização e realização de palestras nas escolas com a temática do consumo consciente;
- Realização de campanha audiovisual para a população, com veiculação através da imprensa local, mídias sociais, sites institucionais, distribuição de folhetos e informativos.

Ao verificar todos os municípios participantes, foi possível identificar que somente dois responderam que desenvolvem práticas de “reutilização” e seis desenvolvem ações para a “redução da geração” desses resíduos. Contudo, foi percebida divergência de entendimentos dos municípios no que diz respeito a estes conceitos. Alguns deles consideraram nessas questões práticas de reciclagem ou outras medidas de manejo dos resíduos.

Diante disso, faz-se necessário definir o seguinte: conforme o artigo 7 da PNRS, são objetivos dessa política: (i) a não geração; (ii) a redução; (iii) a reutilização; (iv) a reciclagem; (v) o tratamento dos resíduos sólidos; e (vi) a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010). É possível estabelecer uma relação de prioridade entre esses objetivos. A “não geração” é tida como prioritária, pois diz respeito à adoção de práticas de consumo consciente e da não-criação de desperdícios. Em seguida, a redução se relaciona com o conceito de “ecoeficiência”, que busca minimizar a geração de resíduos na produção de bens e serviços. A reutilização, por sua vez, consiste em maximizar a vida útil de materiais que seriam encaminhados desnecessariamente à destinação final. Já a reciclagem compreende os

processos de triagem e reprocessamento de materiais para sua reinserção na cadeia produtiva. O tratamento dos resíduos sólidos consiste na aplicação de técnicas para a diminuição do seu potencial de impacto ambiental. Apenas quando esgotadas todas as opções citadas anteriormente, tem-se o que se entende por rejeito. Nesse caso, deve ser buscada a disposição final ambientalmente adequada, a qual garante a “distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas, de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública, e à segurança para minimizar os impactos ambientais adversos” (BRASIL, 2010b).

Tendo isso em vista, dentre as boas práticas que foram elencadas na matriz, destacam-se as capacitações de profissionais para a atuação nas ações de sensibilização ambiental e as palestras sobre consumo consciente nas escolas. É possível observar que os municípios abordados entendem a educação ambiental como o principal mecanismo de promoção da redução da geração de resíduos, assim como a PNRS, em seu Art. 19 - Inciso X. No entanto, com base nas respostas enviadas, não foram registradas práticas específicas para a redução da geração de REEE. Todas as respostas fizeram menção à temática dos resíduos sólidos urbanos de maneira geral.

Dos 110 municípios que foram abordados neste estudo, 58 informaram que seus programas de educação ambiental e comunicação social incluem abordagens de logística reversa, embora não tenham especificado se a conscientização sobre o manejo de REEE está incluída nesses programas. Particularmente quanto aos REEE, o Decreto nº 10.240/2020 define que os municípios compreendidos na Fase 2 da implantação do sistema de logística reversa deverão elaborar planos de comunicação social e educação ambiental não formal, a fim de qualificar formadores de opinião, lideranças de entidades e gestores municipais. As informações coletadas mostram que dentre os municípios participantes, 18 possuem mais de 80.000 habitantes e, portanto, são considerados municípios alvo para a implantação do sistema de logística reversa de REEE. Entretanto, não é possível afirmar se algum desses municípios foi selecionado para implementar esse sistema ainda em 2021 (conforme o Anexo II do Acordo Setorial), pois o cronograma não especifica os municípios abrangidos a cada ano.

Dos municípios abordados, 36 afirmaram participar de consórcios intermunicipais e, destes, três responderam que desenvolvem atividades relacionadas aos REEE através dos consórcios. Em relação aos consórcios municipais de gestão dos resíduos, 11 municípios responderam que a sua inclusão nos consórcios auxiliou na implementação da logística reversa, embora nas opções de resposta para a respectiva questão do questionário (“Quais atividades

voltadas para a Gestão de Resíduos Sólidos do município, são realizadas através do consórcio intermunicipal? Marque todas as opções que se aplicam.”) não houvesse um campo que abordasse especificamente os REEE.

### 3.3 PONTOS DE MELHORIAS

Para a realização da logística reversa, Guarnieri e Streit (2016) apontam parcerias com organizações não governamentais (ONGs) como uma alternativa ao setor privado, uma vez que essas organizações podem auxiliar as empresas que não detém conhecimento adequado para implementar esse sistema. Além disso, especificamente para o gerenciamento de REEE, indicam como outras possíveis soluções, ademais das parcerias com ONGs:

- i) Conscientização das crianças em seus ambientes escolares; ii) Investimento das empresas privadas em entidades não governamentais para que estas realizem a coleta e a destinação dos resíduos; iii) Criação de centros de condicionamento dos REEE; iv) Aperfeiçoamento de parcerias e sistemas logístico (GUARNIERI 2013 *apud* GUARNIERI, STREIT, 2016, p. 165).

Em relação ao setor público, esse poderia criar incentivos fiscais para a realização da logística reversa de REEE e adotar outras ações para fomentar e favorecer essa prática, como mais agilidade na doação de equipamentos de órgãos públicos (GUARNIERI; STREIT, 2016); o estabelecimento de normas e procedimentos para o recolhimento, reaproveitamento, reciclagem e disposição final desses resíduos; a fiscalização para evitar o descarte irregular; a capacitação de agentes na área de logística reversa; e projetos na área de educação ambiental com foco específico para orientar e conscientizar a população para realizar o descarte adequado de REEE, atentando-se para que haja a disponibilização de pontos de entrega voluntária, inclusive na zona rural. Ações voltadas para assegurar o consumo mais consciente também são de elevada importância para a problemática dos REEE, lembrando que dentre os objetivos da PNRS, a não geração e a redução da geração de resíduos estão elencados prioritariamente em relação aos demais objetivos (reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada).

Nesse contexto, o desenvolvimento e uso de softwares para auxiliar no gerenciamento dos REEE constitui uma ferramenta de grande valia, aliada à adoção de indicadores para analisar a situação, traçar metas, realizar o acompanhamento das ações e avaliar os resultados obtidos. Esses instrumentos poderiam contribuir para um diagnóstico mais fidedigno, de forma a proporcionar o dimensionamento real do problema e, com isso, subsidiar o desenvolvimento de ações mais efetivas para a melhoria contínua. A falta de estatísticas que demonstrem a real

quantidade de EEE consumidos, de REEE gerados, reutilizados, reciclados e com destinação final adequada, bem como dados que indiquem o fluxo desses resíduos, representa um entrave para a elaboração e implementação de políticas públicas mais efetivas e transformadoras. O relatório da ONU (Organização das Nações Unidas) sobre resíduos eletrônicos traz essa perspectiva, de que dados consistentes sobre os REEE são fundamentais para a definição de metas e prioridades condizentes com a problemática, além de auxiliarem no planejamento e alocação de recursos para executar as ações prioritárias.

#### **4 CONCLUSÕES**

Diante dos aspectos que foram discutidos nesta pesquisa, pode-se destacar que os municípios estudados demonstraram boa capacidade no atendimento da coleta de resíduos sólidos, representado pela porcentagem da população atendida pelo serviço de coleta. Por sua vez, esse fator parece influenciar diretamente a capilaridade dos municípios no momento da coleta dos REEE, ajudando-os a implementar diferentes iniciativas de gestão desses resíduos.

Outro ponto a ser destacado como conclusão, refere-se à influência que o PIB (produto interno bruto a valores correntes em 2018) dos municípios possui sobre o número de funcionários, concursados ou não, trabalhando na gestão de Resíduos Sólidos ou no Escritório do Meio Ambiente. Vale a pena ressaltar também que o nível populacional dos municípios não foi determinante para se entender o volume de funcionários envolvidos na prestação de serviços ambientais pelos municípios. Esperava-se que os municípios com maior número de habitantes possuíssem maiores números de funcionários envolvidos nesse tipo de serviço, entretanto, observou-se que a média de colaboradores foi evidentemente maior em municípios de 100 a 500 mil habitantes; e, em contraste, menor em municípios com mais de 500 mil habitantes.

Vislumbra-se que o uso de softwares pode trazer melhorias para gerenciamento dos REEE e o desenvolvimento dessas ferramentas, em especial as gratuitas, pode auxiliar os municípios a cumprirem as metas e objetivos da PNRS e do Acordo Setorial para implantação da logística reversa de produtos eletroeletrônicos de uso doméstico e seus componentes. Estudos sobre o uso de softwares para o gerenciamento de resíduos sólidos, podem contribuir para melhorias no sistema de logística reversa em geral e pesquisas sobre o gerenciamento de REEE podem contribuir para o melhor aproveitamento desse material e para a redução dos impactos negativos para o meio ambiente e a saúde humana.

## REFERÊNCIAS

ABDI, Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial, MDIC, Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior. Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica de Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos, 2012. Disponível em: <[https://sinir.gov.br/images/sinir/LOGISTICA\\_REVERSA/EVTE\\_ELETROELETRONICO](https://sinir.gov.br/images/sinir/LOGISTICA_REVERSA/EVTE_ELETROELETRONICO)>. Acesso em 29 set. 2021.

BALDÉ C. P, FORTI V, GRAY. V, KUEHR R, Y, STEGMANN P. 2017. "Observatorio mundial de los residuos electrónicos 2017". Editado por la Universidad de las Naciones Unidas (UNU), la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y la Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA). Universidad de las Naciones Unidas Bonn/Ginebra/Viena. Disponível em: <<https://globalewaste.org/wp-content/uploads/2018/10/Global-E-waste-Monitor-2017.pdf>> Acesso em 29 set. 2021.

BALDÉ C. P., D'ANGELO E., FORTI V., KUEHR R. y VAN DEN BRINK S. 2018. "Waste mercury perspective, 2010-2035: from global to regional – 2018". Universidad de las Naciones Unidas (UNU), Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, Bonn/Viena. Disponível em: <[http://collections.unu.edu/eserv/UNU:6712/RZ\\_Mercury\\_Report\\_ISBN\\_Digital\\_Einzelseiten.pdf](http://collections.unu.edu/eserv/UNU:6712/RZ_Mercury_Report_ISBN_Digital_Einzelseiten.pdf)>. Acesso em 29 set. 2021.

BRASIL. Lei nº 11.107 de 06 de abril de 2005. Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências. Brasília, 2005.

BRASIL. Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. Brasília, 2010a.

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. Brasília, 2010b.

BRASIL. Decreto nº 10.240 de 12 de fevereiro de 2020. Regulamenta o inciso VI do caput do art. 33 e o art. 56 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e complementa o Decreto nº 9.177, de 23 de outubro de 2017, quanto à implementação de sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes de uso doméstico. Brasília, 2020.

CHEN, P. Y., POPOVICH, P. M. Correlation: parametric and nonparametric measures. Thousand Oaks. Sage University Papers Series on Quantitative Applications in the Social Sciences, 2002.

CODEPLAN, Companhia de Planejamento do Distrito Federal. Produto Interno Bruto do Distrito Federal 2018, 2018. Disponível em: <<https://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/Apresentacao-PIB-DF-2018-13.11.2020.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2021

FORTI, V., BALDÉ, C.P, KUEHR, R., BEL, G. Observatorio Mundial de los Residuos Electrónicos – 2020: Cantidades, flujos y potencial de la economía circular. Universidad de las Naciones Unidas (UNU)/Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR) – coorganizadores del programa SCYCLE, Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA), Bonn/Ginebra/Rotterdam.

FORTI, V. O crescimento do lixo eletrônico e suas implicações globais. Panorama setorial da internet. São Paulo, n. 4, ano 11, p. 1-16, dez. 2019. Disponível em:

<<https://www.cetic.br/media/docs/publicacoes/6/20191217174403/panorama-setorial-xi-4-lixo-eletronico-atualizado.pdf>>. Acesso em 07 ago. 2021.

GAVIRA, M. O.; MORAES, C.S.B.; DADARIO, A. M. V. Administração e Gestão Sustentável: Contexto e Ferramentas. 1ª edição. São Carlos: Editoria Rima, 2017.

GUARNIERI, P., STREIT, J.A.C. Logística reversa de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos com base nas demandas da Política Nacional de Resíduos Sólidos: o caso da estação de metarreciclagem da ONG Programando o Futuro. In: ANDRADE, D.F. Sustentabilidade e Responsabilidade Social em Foco. 1ª Edição. Belo Horizonte – MG: Editora Poisson, 2018. v. 11, cap. 16, p. 159-172.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. Estimativas de População - 2020, 2020. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/estimapop/tabelas>>. Acesso em: 26 ago. 2021.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA, 2018. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pib-munic/tabelas>>. Acesso em: 26 ago. 2021.

MORAES, C. S. B. Pesquisa sobre o Gerenciamento dos Resíduos Sólidos nos Municípios do Estado de São Paulo, Brasil. Universidade Estadual Paulista. Programa Município VerdeAzul. Comitê de Integração de Resíduos Sólidos. Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo. UNESP - PMVA/ CIRS/ SIMA. Rio Claro/ SP, 2021.

MORAES, C. S. B. Política Nacional de Resíduos Sólidos: Proposta Metodológica com o Uso de Instrumentos Legais, Administrativos e Tecnológicos como Subsídio para sua Implementação e Gerenciamento Sustentável. (Projeto de Pesquisa). IGCE/ UNESP, Rio Claro/SP: 2019.

PINTO, W. L. H.; MORAES, C. S. B.; CAPPAROL, D. C. A.; OLIVEIRA, J. C.; ANSANELLI, S. L. M.; DOLPHINE, L. M. Gestão municipal de resíduos sólidos e proposta de indicadores de sustentabilidade. Brazilian Applied Science Review, v. 4, n. 1, p. 70-111, 2020.

SINIR. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Eletroeletrônicos e seus componentes. 2019. Disponível em: <<https://sinir.gov.br/component/content/article/2-sem-categoria/474-acordo-setorial-de-eletronicos>> Acesso em: 20 ago. 2021.

XAVIER, L. H.; LUCENA, L.C.; COSTA, M. D.; XAVIER, V. A.; CARDOSO, R.S. Gestão de resíduos eletroeletrônicos: mapeamento da logística reversa de computadores e componentes no Brasil. In: Anais do 3º Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos, 2º Seminário da Região Nordeste sobre Resíduos Sólidos. João Pessoa, PB, Brasil, 08 a 10 de setembro de 2010.