

RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: ANÁLISE DA GERAÇÃO, COLETA E INICIATIVAS DE COLETA SELETIVA NO BRASIL

Yasmin Gomes Casagranda,
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,
yasmin_casagranda@yahoo.com.br

Thaís Perez Dias Cid,
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,
perezdiacid@gmail.com

Leonardo Francisco Figueiredo Neto,
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,
lffneto@gmail.com

Denise Barros de Azevedo
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,
deniseazevedo1972@gmail.com

RESUMO

A pesquisa buscou responder em que nível o Programa Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) de 2010 influenciou a geração e a coleta de resíduos sólidos urbanos no Brasil. Como análise complementar fez-se um exame dos dados segmentados por região do país e a quantidade de iniciativas de coleta seletiva em cada uma delas entre os anos de 2007 e 2016. A análise foi desenvolvida através do método de estatístico multivariado de regressão múltipla. Foram feitas duas análises e encontradas equações como resultado que respondem ao problema de pesquisa. Encontrou-se resultados relevantes para a academia, bem como o comportamento da coleta de resíduos sólidos urbanos ao longo dos anos e o seu comportamento pode ser explicada pela geração destes mesmos resíduos, porém não se mostrou significativo o PNRS. Para uma unidade de resíduos gerados no Brasil, 0,829 unidade de resíduos são coletados, não havendo ainda coleta suficiente para a quantidade de resíduos produzidos. As regiões Centro-Oeste e Sudeste tiveram resultados significativos na análise e mostram impacto positivo no contexto geral de quantidade de municípios que têm iniciativas de coleta seleta.

Palavras-chave: Resíduos sólidos urbanos; Geração; Coleta.

1 INTRODUÇÃO

Após a Revolução Industrial, a urbanização intensificou-se em escala global, resultando em crescimento desordenado das cidades com impactos ambientais variados. A partir da década de 1970, a percepção das limitações deste modelo de desenvolvimento alavancou na sociedade a discussão de temas ligados à degradação ambiental. Assim, vem ganhando espaço a discussão sobre a necessidade de buscar um desenvolvimento sustentável. (RODRIGUES; RODRIGUES; REBELATO, 2005)

A postura da sociedade atual, convivendo com a imposição de padrões de consumo e crescente utilização de produtos com menores ciclos de vida e de embalagens descartáveis, tem gerado uma grande quantidade de resíduos sólidos urbanos (RSU). (GONÇALVES; TANAKA; AMEDOMAR, 2013)

Em 2010 foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos com imposições de obrigatoriedades para os empresários, governos e também para a sociedade como um todo para que fossem gerenciados os resíduos. A partir deste marco ajustes poderiam ser feitos, dentre eles o problema encontrado da participação governamental em vários grupos e isolados projetos diferentes. (AZEVEDO; SCAVARDA; GOYANNES, 2019)

Estudos científicos diversos propõem servir como informação para os países que tem menor renda sobre possibilidades de melhoria nos processos municipais de gerenciamento de resíduos sólidos (IYAMU; ANDA; HO, 2020). Na proposta deste pesquisa consta servir como base de informação para que a comunidade, científica ou não, conheça a relação entre as iniciativas de coleta seletiva nos municípios e a quantidade de resíduo que são gerados anualmente nos mesmos.

O presente artigo se baseia no problema de pesquisa: em que nível o Programa Nacional de Resíduos Sólidos de 2010 influenciou a geração e a coleta de resíduos sólidos urbanos no Brasil? Em complementariedade é analisada também, através de estatística multivariada e regressão múltipla a influência de cada região do país e suas cidades com iniciativa de coleta seletiva para o total nacional. A pesquisa teve como objetivo analisar a geração e coleta de resíduos sólidos urbanos e as iniciativas de coleta seletiva no brasil entre os anos de 2007 a 2016.

2REVISÃO DA LITERATURA

Os resíduos sólidos podem ser classificados de acordo com a sua natureza física (seco ou molhado), composição química (orgânico ou inorgânico), periculosidade (BRASIL, 2010; EPA, 2009; MPMO, 2012; PARLIAMENT, 2008) e origem (industrial, de saúde, da construção civil, entre outros).

Resíduos sólidos, quando dispostos inadequadamente na natureza, sem controle e tratamento, não acarretam somente um problema de estética visual, mas também causam poluição e alterações de natureza física, química e biológica ao solo, ao ar e à água, bem como oferecem risco à saúde pública, pois acabam se transformando em vetores de doenças. Há aspectos sociais, econômicos e administrativos envolvidos na questão. (SIQUEIRA; MORAES, 2009)

A gestão adequada dos resíduos sólidos urbanos (RSU) é um grande desafio para os países em desenvolvimento (HENRY; YONGSHENG; JUN, 2006). A preocupação com os resíduos vem sendo discutida há algumas décadas nas esferas nacional e internacional, devido à expansão da consciência coletiva com relação ao meio ambiente. Assim, a complexidade das atuais demandas ambientais, sociais e econômicas induz a um novo posicionamento dos três níveis de governo, da sociedade civil e da iniciativa privada. (MMA, 2017)

A partir de agosto de 2010, baseado no conceito de responsabilidade compartilhada, a sociedade como um todo – cidadãos, governos, setor privado e sociedade civil organizada – passou a ser responsável pela gestão ambientalmente adequada dos resíduos sólidos. O cidadão é responsável não só pela disposição correta dos resíduos que gera, mas também é importante que repense e reveja o seu papel como consumidor; o setor privado, por sua vez, fica responsável pelo gerenciamento ambientalmente correto dos resíduos sólidos, pela sua reincorporação na cadeia produtiva e pelas inovações nos produtos que tragam benefícios socioambientais, sempre que possível; os governos federal, estaduais e municipais são responsáveis pela elaboração e implementação dos planos de gestão de resíduos sólidos, assim como dos demais instrumentos previstos na PNRS. (MMA, 2017)

No Quadro 1 há a comparação do antes e depois (esperado) à implantação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (2010), para o Poder Público, população e catadores.

Quadro 1. Comparação do Antes e Depois (esperado) da Política Nacional de Resíduos Sólidos (2010).

	Antes	Depois (esperado)
PODER PÚBLICO	<p>Pouca prioridade para a questão dos resíduos sólidos</p> <p>A maioria dos municípios destinava os dejetos para lixões a céu aberto</p> <p>Não há aproveitamento dos resíduos sólidos orgânicos (RSO) Coleta seletiva ineficiente e pouco expressiva</p>	<p>Municípios devem traçar um plano para gerenciar os resíduos sólidos da melhor maneira possível, buscando a inclusão dos catadores</p> <p>Lixões passam a ser proibidos e devem ser erradicados até 2014, com a criação de aterros que sigam as normas ambientais</p> <p>Municípios devem instalar a compostagem para tratar os RSO Prefeituras devem organizar a coleta seletiva de recicláveis e orgânicos para atender toda a população, fiscalizar e controlar os custos desse processo</p>
POPULAÇÃO	<p>Separação inexpressiva de lixo reciclável nas residências</p> <p>Falta de informações</p> <p>Atendimento da coleta seletiva pouco eficiente</p>	<p>População deve separar o lixo reciclável na residência</p> <p>Realização de campanhas educativas sobre o tema dos resíduos sólidos e a sua importância</p> <p>A coleta seletiva deverá ser expandida</p>
CATADORES	<p>Manejo do lixo feito por atravessadores, com riscos à saúde</p> <p>Predominância da informalidade no setor</p> <p>Problemas tanto na qualidade quanto na quantidade dos resíduos</p> <p>Catadores sem qualificação</p>	<p>Catadores deverão se filiar a cooperativas de forma a melhorar o ambiente de trabalho, reduzir os riscos à saúde e aumentar a renda</p> <p>Cooperativas deverão estabelecer parcerias com empresas e prefeituras para realizar a coleta e reciclagem</p> <p>Aumento do volume e melhora da qualidade dos resíduos que serão reaproveitados ou reciclados</p> <p>Os trabalhadores passarão por treinamentos para melhorar a produtividade</p>

Fonte: (NASCIMENTO et al., 2015).

A composição dos RSU está intrinsecamente ligada ao grau de desenvolvimento, às condições climáticas, ao nível socioeconômico e cultural de um país (COSTA, L COSTA, L REGO, N SILVA, 2012). Locais caracterizados por menores graus de desenvolvimento tendem a apresentar na composição gravimétrica dos RSU maiores porcentagens de resíduos orgânicos, enquanto que países economicamente mais desenvolvidos tendem a apresentar maior quantidade de resíduos provenientes de embalagens e produtos eletrônicos.

Em comparação com países que têm meios informais de lidar com os resíduos produzido, o Brasil mostra interesse e passos dados em direção a inclusão de processos informais dentro de uma estrutura de gerenciamento de resíduos. A discussão sobre o tema deve analisar também a inclusão ou não dos processos informais neste gerenciamento. (LUIZ; WEINS; POTINKARA, 2019)

2.1 COLETA SELETIVA E RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Coleta seletiva é a coleta diferenciada de resíduos que foram previamente separados segundo a sua constituição ou composição. Ou seja, resíduos com características similares são selecionados pelo gerador (que pode ser o cidadão, uma empresa ou outra instituição) e disponibilizados para a coleta separadamente. (MMA, 2017)

Algumas dificuldades devem ser consideradas na análise, como os desafios enfrentados por cidade menores para gerenciar seus resíduos. No Brasil, municípios menores têm problemas com o gerenciamento e implementação de soluções práticas para tal. (DEUS et al., 2020)

As formas mais comuns de coleta seletiva hoje existentes no país são a coleta porta-a-porta e a coleta por Pontos de Entrega Voluntária (PEVs). A coleta porta-a-porta pode ser realizada tanto pelo prestador do serviço público de limpeza e manejo dos resíduos sólidos (público ou privado) quanto por associações ou cooperativas de catadores de materiais recicláveis. É o tipo de coleta em que um caminhão ou outro veículo passa em frente às residências e comércios recolhendo os resíduos que foram separados pela população. Já os pontos de entrega voluntária consistem em locais situados estrategicamente próximos de um conjunto de residências ou instituições para entrega dos resíduos segregados e posterior coleta pelo poder público. (MMA, 2017)

Os diferentes tipos de coleta ocorrem principalmente com a organização de cooperativas que trabalham para o aumento da geração de renda e também melhores garantias de trabalho. Alguns problemas estão emergentes nesse contexto, tais como as condições ruins de operação, falta de organização e treinamento da força de trabalho, condições de trabalho ruins, deficiências na coleta e separação dos materiais, problemas internos de comunicação, dentre outros que podem interferir nos resultados da operação. (FIDELIS et al., 2020)

Tabela 1. Municípios com serviços de limpeza urbana e/ou coleta de lixo por regiões da federação, por natureza dos serviços.

Regiões da Federação	Total de municípios	Municípios com serviços de limpeza urbana e/ou coleta de lixo						
		Total	Natureza dos serviços					
			Limpeza urbana	Coleta de lixo	Coleta seletiva	Reciclagem	Remoção de entulhos	Coleta de lixo especial
Brasil	5 507	5 475	5 461	5 471	451	352	4 690	3 567
Norte	449	445	442	445	1	2	334	192
Nordeste	1 787	1 769	1 769	1 767	27	23	1 512	1 049
Sudeste	1 666	1 666	1 666	1 666	140	115	1 468	1 283
Sul	1 159	1 149	1 138	1 147	274	193	963	757
Centro-Oeste	446	446	446	446	9	19	413	286

Fonte: (IBGE, 2017) adaptado.

A Tabela 1 traz a quantidade total de municípios das regiões da federação com serviços de limpeza urbana e/ou coleta de lixo, divididas em seis frentes de serviços: limpeza urbana, coleta de lixo, coleta seletiva, reciclagem, remoção de entulhos, coleta de lixo especial.

O gerenciamento dos resíduos poder ser analisado a partir de suas vertentes: a primeira delas como uma busca do Estado na construção de programas; a segunda como uma parceria entre instituições privadas e o governo para que tal gerenciamento aconteça (APPEL et al., 2020). Diante dessa relação foi desenvolvido no Brasil a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

A Lei nº 12.305/10, que institui a política, é bastante atual e contém instrumentos importantes para permitir o avanço necessário ao País no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos. Prevê a prevenção e a redução na geração de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de instrumentos para propiciar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos (aquilo que tem valor econômico e pode ser reciclado ou reaproveitado) e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos (aquilo que não pode ser reciclado ou reutilizado). (MMA, 2017)

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos brasileira em seu artigo 3º a destinação final ambientalmente adequada é definida da seguinte forma:

Brasil - Lei 12.305/2010 Art. 3º Inciso VII - destinação final ambientalmente adequada: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais

específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;”. (BRASIL, 2010)

Um dos princípios da política é a integração entre os catadores de resíduos reutilizáveis e recicláveis em ações que envolvem responsabilidade com o ciclo de vida do produto (FIDELIS et al., 2020). Para melhor elucidar o caminho percorrido pelos RSU, a Figura 1 traz um esquema sobre a destinação final dos mesmos partindo dos geradores de resíduos, passando pelo tipo de coleta e por fim o tipo de destinação.

Figura 1. Esquema de destinação dos RSU

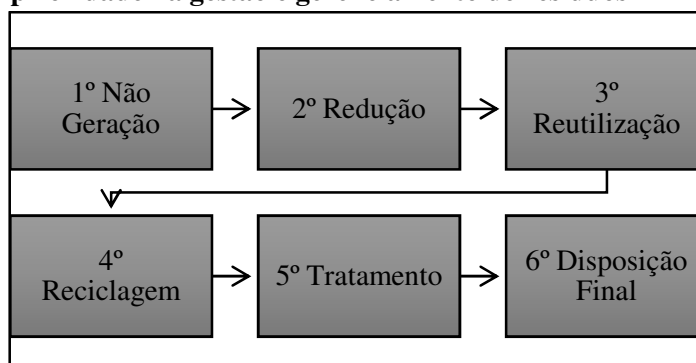


Fonte: (PRS, 2017).

De acordo com artigo 9º da Lei 12.305/2010, pode-se observar ainda ordem de prioridade na gestão e gerenciamento de resíduos, que vão desde a reutilização até a disposição final ambientalmente adequada de rejeitos, conforme a Figura 1.

Lei 12.305/2010 Art. 9º Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. § 1º Poderão ser utilizadas tecnologias visando à recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos, desde que tenha sido comprovada sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental. § 2º A Política Nacional de Resíduos Sólidos e as Políticas de Resíduos Sólidos dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios serão compatíveis com o disposto no caput e no § 1º deste artigo e com as demais diretrizes estabelecidas nesta Lei. (BRASIL, 2010)

Figura 2. Ordem de prioridade na gestão e gerenciamento de resíduos



Fonte: Elaborada pelos autores.

Tais medidas visam, principalmente, que os resíduos gerados possam em um espaço de tempo menor ser levados para a sua destinação correta. Neste sentido as cidades e regiões do Brasil têm desenvolvido iniciativas de coleta seletiva em suas atividades. Além dos processos de gerenciamento de resíduos pesquisadores destacam a necessidade dessa solução para buscar novas maneiras de resolver os problemas de poluição ambiental e melhor educação ambiental da população. (LUIZ; WEINS; POTINKARA, 2019)

3PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo em questão foi realizado através da análise dos relatórios publicados pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) entre os anos de 2007 e 2016. Tal relatório trata-se do levantamento de dados em um panorama de resíduos sólidos no Brasil através de dados do Sistema Nacional de Saneamento (SNIS) e dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Foi utilizado o método de regressão múltipla stepwise usado geralmente para estudo exploratórios. A forma de realização se deu pelo tipo backward, tendo sido incluídos todos os preditores selecionados dos dados em correspondência com a teoria e então foram retirados aqueles menos significativos para que se tivesse o modelo com maior explicação da variável dependente. (TABACHNICK; FIDELL, 1996)

O resultado de uma regressão múltipla se dá por uma equação reta que é capaz de representar a predição de uma variável dependente a partir de algumas variáveis dependentes, (TABACHNICK E FIDELL, 1996). A equação é representada por:

$$Y = a + \beta X_1 + \dots + \beta X_n + \varepsilon \quad (1)$$

Onde:

Y = variável dependente que se pretende explicar

a = constante da equação, intercepto da reta e do eixo ortogonal

β = coeficiente ou parâmetro padronizado da regressão

X = variáveis independentes ou preditoras

ε = erro ou também resíduo que representa a diferença entre os valores preditos e observados

Foram desenvolvidos dois modelos a partir de variáveis dependentes para o estudo. O primeiro deles determina como Y = Coleta de resíduos sólidos no Brasil (Variável COLETA), que pretendeu ser explicada por X_1 = Geração de resíduos sólidos no Brasil (Variável GERAÇÃO) e X_2 = Programa Nacional de Resíduos Sólidos (Variável PNRS).

Para o segundo modelo foi determinado Y = % de municípios com iniciativas de coleta seletiva no Brasil (Variável BRASIL), que pretendeu ser explicada por X_1 , X_2 , X_3 , X_4 e X_5 = % de municípios com iniciativas de coleta seletiva em cada região do país (Variáveis NORTE, NORDESTE, CENTRO-OESTE, SUDESTE e SUL, respectivamente).

4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Para o desenvolvimento dos resultados, fez-se em primeira etapa a seleção das variáveis a serem utilizadas no estudo. Os dados foram inteiramente retirados do Panorama de Resíduos Sólidos do Brasil da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), que analisa a quantidade de resíduos sólidos urbanos gerados e coletados no Brasil.

Dentre os relatórios, foram usados os dados dos anos de 2007 a 2016. A variável PNRS corresponde ao Programa Nacional de Resíduos Sólidos e foi utilizada a legenda de 1 (caso o ano em questão tenha já implantado o programa) e 0 (caso o ano em questão não tenha já implantado o programa). As variáveis seguintes correspondem à quantidade total de resíduos gerados (em toneladas por ano) e coletados (em toneladas por ano) no país. A Tabela 2 a seguir mostra os dados obtidos.

Tabela 2. Quantidade de Resíduos Sólidos Urbanos Gerados e Coletados no Brasil de 2007 a 2016.

Ano	PNRS (Sim = 1/ Não = 0)	GERADOS (t/ano)	COLETADOS (t/ano)
2007	0	52,58	51,40
2008	0	52,90	46,50
2009	0	57,00	50,20
2010	0	60,80	54,10
2011	1	61,90	55,50
2012	1	62,70	56,50
2013	1	76,30	69,00
2014	1	78,50	71,20
2015	1	79,80	72,38
2016	1	78,10	64,63

Fonte: (ABRELPE, 2016) adaptado.

A aplicação do modelo, buscou-se entender se os dados dos resíduos sólidos urbanos que foram coletados (variável que se deseja explicar) ao longo destes anos são explicados pelas variáveis de geração dos mesmos resíduos (variável explicativa 1) e também pela variável inserida de implantação do Programa Nacional de Resíduos Sólidos (variável explicativa 2).

Dentre as duas variáveis, a implantação do PNRS não se mostrou significativa, apresentando p-valor 0,871 (maior que o considerado para a modelagem de regressão = 0,05). O modelo estimado de regressão é representado pelas seguintes partes determinística e parte aleatória:

$$\text{COLETADOS (t/ano)} = 4,35 + 0,829 \text{ GERADOS (t/ano)} + \varepsilon \quad (2)$$

Tabela 3. Resultados Regressão Linear

Preditora	Coefficiente	Desvio Padrão	P-valor
Constante	4,354	4,858	0,396
Gerados	0,82938	0,07265	0,000

$R^2 = 94,2\%$

Fonte: Dados da pesquisa.

A variável de Resíduos Gerados (t/ano) foi a única que se mostrou significativa para o modelo. Sendo assim, dentre as duas estudadas foi capaz sozinha de explicar 94,2% (R^2) do resultado de Resíduos Coletados (t/ano). Com o valor da constante encontrada (4,35) é possível concluir que este é o mínimo de coleta que é feita caso não houvesse nenhuma

geração de resíduos no país. Tal resultado mostra que a ideia da coleta têm impacto positivo além do contexto da geração de resíduos.

Na reflexão sobre o mínimo de coleta deve-se ressaltar a que os catadores informais, as cooperativas e aqueles organizados em associações tem um papel direto com o gerenciamento de resíduos sólidos. Essa questão pode ser pontuada quando são analisados os processos de coleta, classificação e comercialização realizados por eles. (FIDELIS et al., 2020)

O valor positivo para β dos resíduos sólidos gerados confirma que quanto maior for a geração destes resíduos maior será também a coleta dos mesmos. O aumento de uma unidade nos resíduos sólidos gerados, de acordo com o β encontrado, aumenta em 0,829 unidade a quantidade de resíduos coletados. O resultado encontrado corrobora com a ideia das diversas dificuldades existentes no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, principalmente no contexto do tamanho das cidades e desafios encontrados por municípios pequenos e com menos acesso à tecnologia. (DEUS et al., 2020)

Deve ser pontuada a grande preocupação causada pela não significância da variável explicativa 1, de implantação do PNRS, uma vez que sua proposta é de divisão de responsabilidades e compromisso entre os atores envolvidos nas cadeias de produção. Tais atores são agentes de mudanças para que haja uma efetiva implementação do programa e também na consolidação futura de modelos de economia circular. (GUARNIERI; CERQUEIRA-STREIT; BATISTA, 2020)

Os testes de adequabilidade do modelo para a variável COLETADOS mostraram que os resíduos padronizados no teste One-Sample T, com dados da tabela t de student, tiveram p-valor muito próximo de 1, não podendo rejeitar a hipótese de que o valor esperado dos erros é igual a zero. Verificou-se a normalidade dos erros através do teste de Anderson-Darling, o p-valor encontrado foi 0,835, confirmando que os erros têm distribuição normal. O teste de homocedasticidade verificou se a variância dos erros é constante pelos testes F e Levene, com resultados de 0,640 e 0,821, respectivamente, não negando que as variâncias dos erros são constantes.

Para o entendimento estratificado de coleta por região do Brasil usou-se os dados de percentual de municípios por região que têm iniciativas de coleta seletiva. Os dados são apresentados na Tabela 4 a seguir.

Tabela 4. Municípios com Iniciativas de Coleta Seletiva em cada região do país de 2007 a 2016

Ano/Região	Brasil	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul
2007	39	14,8	25	35	47,3	58,1
2008	55,9	42,8	33,7	22,7	78,4	75,7
2009	56,6	44,1	34,2	26,1	78,7	76,2
2010	57,56	45,7	34,8	27,7	79,5	77,7
2011	58,06	46,5	36,3	28,1	80,1	78,8
2012	59,8	47,4	37,8	31,8	80,5	79,5
2013	62,1	49,5	40,4	33,8	82,6	81,9
2014	64,8	53,1	42,8	37,5	85	84,7
2015	69,3	57,3	49,3	42,8	86,9	89,6
2016	69,3	58,4	49,6	43,3	87,2	89,8

Fonte: (ABRELPE, 2016) adaptado.

A aplicação do novo modelo de regressão se deu para entendimento de qual a influência de cada região do país (variáveis explicativas) na quantidade de municípios a nível nacional que têm iniciativas de coleta seletiva (variável que se deseja explicar).

Dentre todas as regiões usadas para análise, apenas Centro-Oeste (p-valor = 0,41) e Sudeste (p-valor = 0,019) foram consideradas significativas para o modelo. Este é a apresentado pela equação:

$$\text{Brasil} = - 6,64 + 0,393 \text{ Centro-Oeste} + 0,674 \text{ Sudeste} + \varepsilon \quad (3)$$

Tabela 5. Resultados Regressão Linear

Preditora	Coefficiente	Desvio Padrão	P-valor
Constante	-6,640	1,239	0,001
Centro-Oeste	0,39293	0,02328	0,000
Sudeste	0,69366	0,01408	0,000

R² = 99,8%

Fonte: Dados da pesquisa.

As duas variáveis (Centro-Oeste e Sudeste) foram capazes de explicar 99,8% (R²) do resultado de quantidade de municípios no Brasil que têm iniciativas de coleta seletiva. Ambos β são positivos, indicando uma relação proporcional da quantidade de municípios nestas regiões com a quantidade de municípios no país.

Conclui-se que para um aumento de uma unidade percentual de municípios no Centro-Oeste que têm iniciativa de coleta seletiva há um aumento de 0,393 unidade percentual de municípios que possuem estas iniciativas no país. Já com relação ao sudeste, o aumento de

uma unidade percentual de municípios na região impacta em 0,674 unidade percentual no valor nacional dos mesmos.

Essa análise corrobora com a perspectiva de bem-estar da nações. São considerados detentores de bem-estar os países que tem uma relação proporcional entre o seu processo de urbanização e, em consequência a este aspecto, um aumento na quantidade de geração de resíduos sólidos. (IYAMU; ANDA; HO, 2020)

Os testes de adequabilidade do modelo para a variável BRASIL mostraram que os resíduos padronizados no teste One-Sample T, com dados da tabela t de student, tiveram p-valor muito próximo de 1, não podendo rejeitar a hipótese de que o valor esperado dos erros é igual a zero. Verificou-se a normalidade dos erros através do teste de Anderson-Darling, o p-valor encontrado foi 0,264, confirmando que os erros têm distribuição normal.

O teste de homocedasticidade verificou se a variância dos erros é constante pelos testes F e Levene, com resultados de 0,997 e 0,820, respectivamente, não negando que as variâncias dos erros são constantes. Por fim, foi feita a análise da multicolineariedade para verificar se as variáveis são independentes entre si. O bom modelo deve ter variáveis não relacionadas, para o presente modelo p-valor mostrou o valor de 0,627, portanto, não há indícios de que as variáveis do modelo sejam relacionadas entre si.

Tais resultados podem ser analisados de diversas perspectivas dentro do cenário nacional. Problemas relacionados com os resíduos sólidos e iniciativas voltadas a soluções estão relacionadas com problemas comuns em países em desenvolvimento como educação, segurança e infraestrutura (AZEVEDO; SCAVARDA; GOYANNES, 2019). Nesse contexto ressalta-se a variável constante do modelo, que se apresentou significativa e negativa. O valor apresentado mostra que sem considerar os dados encontrados sobre a região Centro-Oeste e a região Sudeste para o modelo haveria uma tendência negativa de quantidade de municípios no país que têm iniciativas de coleta seletiva.

5 CONCLUSÕES

A iniciativa do Programa Nacional de Resíduos Sólidos, mesmo instituído em 2010, ainda não foi capaz de alterar significativamente os dados de coleta de resíduos sólidos urbanos no país. Em contrapartida, a coleta de resíduos sólidos urbanos e o seu comportamento é explicada pela geração destes mesmos resíduos. Para uma unidade de

resíduos gerados no Brasil, 0,829 unidade de resíduos são coletados. Tal dado mostra que há, ainda, uma maior geração de resíduos do que o que é coletado dentro das regiões urbanas.

A disparidade entre o que é gerado e o que é coletado ainda reflete o problema que acontece ao longo dos anos no país. A geração de resíduos maior que a sua coleta desenvolve o acúmulo destes e não é capaz de garantir a destinação adequada.

Em análise estratificada sobre as regiões do Brasil e as quantidades de municípios que possuem iniciativas de coleta seletiva foi possível determinar que o Centro-Oeste e o Sudeste estão diretamente relacionados com o aumento da quantidade de municípios com tal iniciativa no país. O Sudeste pode ser considerado significativo pela sua grande concentração de população, influenciando no percentual total.

Porém, o Centro-Oeste não tem a concentração de população que o Sudeste e mostrou em expansão significativa, visto que contribui para a quantidade nacional de municípios que desenvolvem tais iniciativas. Tal comparação pode ser desenvolvida em pesquisas posteriores que possam incluir na sua análise a concentração das cidades, bem como o tamanho e acesso dos municípios a tecnologias que auxiliem no gerenciamento.

Foi possível analisar dados da evolução dos números de resíduos e sua coleta, bem como a maneira como esta última é vista frente aos municípios das cinco regiões do Brasil. A preocupação com os resíduos sólidos urbanos passa a se mostrar maior do que o Programa Nacional de Resíduos Sólidos que até o último ano de estudo dos dados não mostrou significativamente ser um aspecto que contribua para redução dos resíduos coletados.

Novas pesquisas podem analisar os dados das regiões específicas e o entendimento das realidades locais para a determinação de um modelo para coleta de resíduos para suas necessidades. Ainda são gerados mais resíduos do que o processo de coleta engloba, tal realidade tende a gerar acúmulo por conta do grande consumo e também má destinação.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2007 a 2016**. Disponível em: <www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2016.pdf>.

APPEL, D. et al. Economic analysis of a shared municipal solid waste management facility in a metropolitan region. **Waste Management**, v. 102, n. August 2014, p. 823–837, 2020.

AZEVEDO, B. D.; SCAVARDA, L. F.; GOYANNES, R. Urban solid waste management in developing countries from the sustainable supply chain management perspective : A case study of Brazil ' s largest slum. v. 233, p. 1377–1386, 2019.

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.** [s.l.: s.n.].

COSTA, L COSTA, L REGO, N SILVA, M. Gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos domiciliares e perfil socioeconômico no município de Salinas, Minas Gerais. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 3, n. 2, p. 73–90, 2012.

DEUS, R. M. et al. Data in brief Analytical framework and data for a municipal solid waste environmental performance assessment. **Data in brief**, v. 28, p. 105085, 2020.

EPA. **Hazardous waste characteristics: a user-friendly reference document.** Disponível em: <<http://www.epa.gov/osw/hazard/wastetypes/wasteid/char/hw-char.pdf>>.

FIDELIS, R. et al. Resources , Conservation & Recycling Socio-productive inclusion of scavengers in municipal solid waste management in Brazil : Practices , paradigms and future prospects. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 154, 2020.

GONÇALVES, M.; TANAKA, A.; AMEDOMAR, A. A destinação final dos resíduos sólidos urbanos: Alternativas para a cidade de São Paulo através de casos de sucesso. **Future Studies Research Journal**, v. 5, n. 1, p. 96–129, 2013.

GUARNIERI, P.; CERQUEIRA-STREIT, J. A.; BATISTA, L. C. Resources , Conservation & Recycling Reverse logistics and the sectoral agreement of packaging industry in Brazil towards a transition to circular economy. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 153, n. October 2019, p. 104541, 2020.

HENRY, R.; YONGSHENG, Z.; JUN, D. Municipal solid waste management challenges in developing countries -Kenyan case study. **Waste management**, v. 26, n. 1, p. 92–100, 2006.

IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico.** Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/lixo_coletado/lixo_coletado104.shtm>.

IYAMU, H. O.; ANDA, M.; HO, G. Review article A review of municipal solid waste management in the BRIC and high-income countries : A thematic framework for low-income countries. v. 95, n. March 2019, 2020.

LUIZ, C.; WEINS, N.; POTINKARA, M. Formalizing the informal ? A perspective on informal waste management in the BRICS through the lens of institutional economics. **Waste Management**, v. 99, p. 79–89, 2019.

MMA. **Cidades sustentáveis: resíduos sólidos.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos>>.

MPGO. **Unidades de triagem e compostagem de resíduos sólidos urbanos.** Disponível em: <http://www.mpggo.mp.br/portal/arquivos/2013/06/27/15_32_13_932_apostila_rsu_mppr.%0>

Apdf>.

NASCIMENTO, V. et al. Evolução e desafios no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. **Revista Ambiente e Água**, v. 10, n. 4, 2015.

PARLIAMENT, E. **Directive 2008/98/EC**. Disponível em:
<https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/218586/l%0A_31220081122en00030030.pdf%0A>.

PRS. **Destinação final ambientalmente adequada de resíduos sólidos**. Disponível em:
<<http://www.portalresiduossolidos.com/destinacao-final-ambientalmente-adequada-de-residuos-solidos>>.

RODRIGUES, A.; RODRIGUES, I.; REBELATO, M. **Gestão ambiental e responsabilidade social: uma discussão sobre os novos papéis da gestão empresarial.**, 2005.

SIQUEIRA, M.; MORAES, M. Saúde coletiva, resíduos sólidos urbanos e os catadores de lixo. **Revista Ciência e Saúde Coletiva**, v. 14, n. 6, p. 2115–2122, 2009.

TABACHNICK, B.; FIDELL, L. **Using multivariate statistics**. New York: Harper Collins, 1996.