

ÁREA TEMÁTICA: FERRAMENTAS DE GESTÃO AMBIENTAL

EFICIÊNCIA ECONÔMICA NA PRESTAÇÃO DO SERVIÇO DE COLETA SELETIVA MUNICIPAL DA REGIÃO METROPOLITANA DO VALE DO PARAÍBA E LITORAL NORTE

Marcela Barbosa de Moraes

E-mail: marcela.moraes@unitau.br

Vínculo Institucional: Universidade de Taubaté e Instituto de Estudos Avançados (IEA-USP) -
Centro de Síntese USP Cidades Globais

RESUMO

O objetivo deste artigo é analisar a eficiência econômica na prestação de serviço de coleta seletiva municipal da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte no período de 2010 a 2020, por meio da função Cobb-Douglas. Para tanto, a pesquisa valeu-se da abordagem quantitativa e descritiva. O procedimento de coleta de dados deu-se pela análise documental a partir de dados secundários e de domínio público nas esferas nacional, estadual e municipal em várias instituições e órgãos. Como local de pesquisa, realizou-se o estudo nos trinta e nove municípios da Região metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte. O procedimento de análise utilizou-se técnicas econométricas atreladas a função Cobb-Douglas. Conclui-se que a quantidade recolhida da coleta seletiva, a quantidade total de materiais recicláveis recuperado e a taxa de cobertura do serviço de coleta seletiva em relação à população total do município foram capazes de prever a eficiência econômica na prestação de serviço de coleta seletiva municipal da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte. Ou seja, para que os trinta e nove municípios da região estudo melhore seus indicadores econômicos no que se refere ao serviço de coleta seletiva é importante dar a atenção a essas variáveis.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos; Eficiência Econômica; Coleta Seletiva; Serviço municipal.

ECONOMIC EFFICIENCY IN THE PROVISION OF MUNICIPAL SELECTIVE COLLECTION SERVICE IN THE METROPOLITAN REGION OF VALE DO PARAÍBA AND NORTH COAST

ABSTRACT

The objective of this article is analyzed with economic efficiency in the provision of municipal selective collection service in the Metropolitan Region of Vale do Paraíba and Litoral Norte in the period from 2010 to 2020, through the Cobb-Douglas function. For that, the research used the analytical and descriptive approach. The public data collection procedure was carried out by document analysis based on secondary and domain data at the national, state and municipal levels in various institutions and agencies. As a research site, the study was carried out in the thirty-nine municipalities of the Vale do Paraíba Litoral Norte Metropolitan Region. The analysis procedure used econometric techniques linked to the Cobb-Douglas function. It is concluded that the amount collected from selective collection, a total amount of selective collection services and a total coverage rate of the selective collection municipality in relation to the total population of the municipality were able to predict the economic efficiency in the provision of collection service municipal selective in the Vale do Paraíba and North Coast Metropolitan Region. Or, for thirty-nine municipalities, whether the best studies are in the region and their indicators do not refer to the selective collection service, it is important to pay attention to these variables.

Keywords: Solid Waste; Economic Efficiency; Selective collect; Municipal service.

1. INTRODUÇÃO

As tendências globais de crescente urbanização, população urbana e seus impactos ambientais associados devem continuar nas próximas décadas (GAO; O'NEILL, 2020; REHMAN *et al.*, 2021). Diante desse cenário, nota-se que as cidades, frente ao crescimento desordenado, enfrentam grandes transformações sociais, econômicas e ambientais. Chourabi *et al.* (2012) explicam que na prática, os problemas relacionados a essas transformações são, por exemplo: dificuldade na gestão de resíduos sólidos urbanos, escassez de recursos, poluição do ar e água, problemas de saúde humana, congestionamentos de trânsito, infraestruturas inadequadas, deterioradas e antigas e entre outros.

Ao adentrar no problema relacionado aos resíduos sólidos urbanos e com base no relatório 'Panorama dos Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil em 2021, elaborado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), observou-se que, o Brasil, produziu aproximadamente 82 (oitenta e dois) milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos em 2020, representando um aumento de 4% comparado com 2019. A associação complementa que ao analisar a geração de resíduos por indivíduo, em 2020, cada pessoa produziu 390 kg/ano (ABRELPE, 2021).

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2020), o aumento na produção de resíduos sólidos gera: custos cada vez mais altos para coleta e tratamento do lixo; dificuldade para encontrar áreas disponíveis para sua disposição final; grande desperdício de matérias-primas; contaminação do solo, ar e água; proliferação de vetores transmissores de doenças; entupimento de redes de drenagem urbana; enchentes; degradação do ambiente e depreciação imobiliária e doenças.

Deste modo, o grande desafio a técnicos e estudiosos de planejamento urbano e gestores públicos é promover o crescimento econômico juntamente com o objetivo de melhorar a qualidade de vida dos cidadãos sem degradar o meio ambiente.

Honma e Hu (2021) e Baki e Ergun (2021) explicam que é importante a manutenção do equilíbrio entre a geração e o reaproveitamento dos resíduos sólidos urbanos e que a reciclagem é uma estratégia essencial em uma economia circular. Entretanto, conforme os autores, é difícil a conscientização da sociedade para a necessidade de reduzir a produção e / ou de aumentar a reciclagem dos resíduos para diminuir a quantidade depositada aos locais de disposição final.

Para Exposito e Velasco (2018), além dos benefícios ambientais, a reciclagem dos resíduos sólidos urbanos pode gerar benefícios econômicos como redução na utilização dos insumos no processo produtivo, mitigação da poluição, criação de empregos regularizados dos catadores e entre outros. Deste modo, é importante realizar estudos relacionando a reciclagem e a eficiência econômica para os municípios brasileiros.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é analisar a eficiência econômica na prestação de serviço de coleta seletiva municipal da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte no período de 2010 a 2020, por meio da função Cobb-Douglas.

3. METODOLOGIA

A pesquisa valeu-se da abordagem quantitativa e descritiva, objetivando-se analisar a eficiência econômica na prestação de serviço de coleta seletiva da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte, utilizando-se recursos e técnicas econométricas atreladas a função de Cobb-Douglas.

O procedimento de coleta de dados deu-se pela análise documental a partir de dados secundários e de domínio público nas esferas nacional, estadual e municipal em várias instituições e órgãos a citar: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Sistema Nacional de Informações de

Saneamento (SNIS), Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (SIMA), secretarias municipais de meio ambiente.

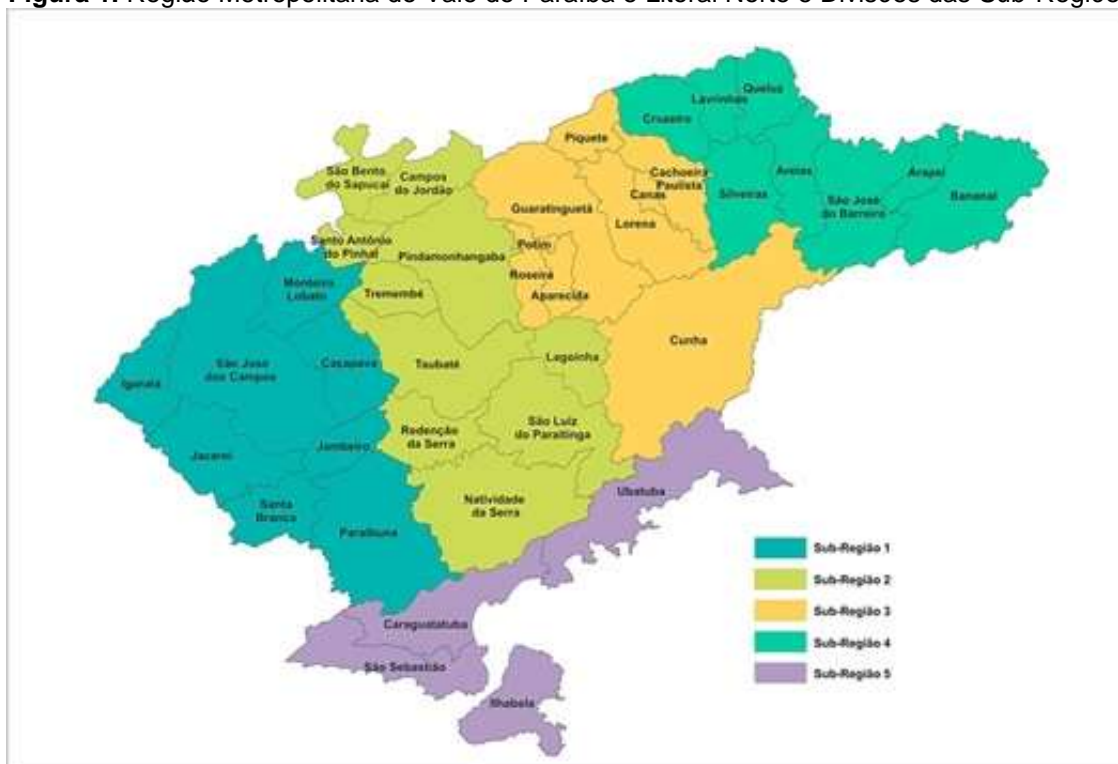
Face essa escolha da abordagem metodológica, optou-se por realizar a pesquisa na Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN), pois está situada entre as duas regiões mais importantes do país: São Paulo e Rio de Janeiro. Destaca-se nacionalmente por intensa e diversificada atividade econômica.

A produção industrial é altamente desenvolvida, predominando os setores automobilístico, aeronáutico, aeroespacial e bélico nos municípios localizados no eixo da Rodovia Presidente Dutra. Destacam-se também as atividades portuárias e petroleiras no Litoral Norte e o turismo na Serra da Mantiqueira, Litoral e cidades históricas. A região caracteriza-se, ainda, por abrigar importantes patrimônios ambientais de relevância nacional, como as Serras da Mantiqueira, da Bocaina e do Mar, e pelas fazendas de valor histórico e arquitetônico (EMPLASA, 2019).

Vale ressaltar que a RMVPLN foi criada em 2012 por meio da Lei Complementar Estadual 1166, de 9 de janeiro de 2012 (ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2012). De acordo com essa Lei 1166, artigo 3º e 4º, a região é integrada por 39 municípios, divididas em cinco sub-regiões, conforme Figura 1 e descrição:

- Sub-Região 1: Caçapava, Igaratá, Jacareí, Jambuí, Monteiro Lobato, Paraibuna, Santa Branca e São José dos Campos;
- Sub-Região 2: Campos do Jordão, Lagoinha, Natividade da Serra, Pindamonhangaba, Redenção da Serra, Santo Antônio do Pinhal, São Bento do Sapucaí, São Luiz do Paraitinga, Taubaté e Tremembé;
- Sub-Região 3: Aparecida, Cachoeira Paulista, Canas, Cunha, Guaratinguetá, Lorena, Piquete, Potim e Roseira;
- Sub-Região 4: Arapeí, Areias, Bananal, Cruzeiro, Lavrinhas, Queluz, São José do Barreiro e Silveiras;
- Sub-Região 5: Caraguatatuba, Ilhabela, São Sebastião e Ubatuba.

Figura 1. Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte e Divisões das Sub-Regiões



Fonte: Emplasa (2019)

Para a análise dos dados, utilizou-se a função Cobb-Douglas que é uma função de produção que relaciona dois insumos (capital e trabalho) com a produção total seja de uma empresa, um setor da economia ou de uma economia como um todo (BOND; SÖDERBOM, 2005). De acordo com Bond e Söderbom (2005), esta função foi proposta por Knut Wicksell (1851-1926) e testada estatisticamente apenas em 1928 por Charles Cobb e Paul Douglas. A função Cobb-Douglas tem a seguinte forma:

$$P(L, K) = bL^{\alpha}K^{\beta}$$

Onde:

P = Produção total (o valor monetário de todos os bens e serviços produzidos no ano)

L = Insumo de mão de obra (o número total de pessoa/horas trabalhadas no ano)

K = Insumo capital (o valor monetário de todas as máquinas, equipamentos e edifícios)

b = Fator de produtividade

α e β são as elasticidades da produção do trabalho e capital, respectivamente. Esses valores são constantes determinadas pelo nível tecnológico.

As variáveis b , α e β podem ser descobertas a partir de um modelo de regressão, na qual será utilizado neste artigo. A elasticidade do produto mede a capacidade de resposta da produção quando há uma mudança nos níveis de mão de obra e capital. Por exemplo, se $\alpha = 0,15$, um aumento de 1% no trabalho (L) resultará um aumento de aproximadamente 0,15% na produção (P). Para este estudo, as variáveis que compõem a função para mensuração da eficiência econômica na prestação de serviço de coleta seletiva municipal da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte foram: quantidade recolhida da coleta seletiva, quantidade total de materiais recicláveis recuperado e taxa de cobertura do serviço de coleta seletiva em relação à população total do município. A função Cobb-Douglas para este estudo tem a seguinte formato log-linear:

$$\ln(\text{EficiênciaEconômica}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{QRCS}) + \beta_2 \ln(\text{QTMRR}) + \beta_3 \ln(\text{TCSCS})$$

Onde:

β_0 = Logaritmo de b (fator de produtividade)

QRCS = quantidade recolhida da coleta seletiva

QTMRR = quantidade total de materiais recicláveis recuperado

TCSCS = taxa de cobertura do serviço de coleta seletiva em relação à população total do município

$\beta_{1,2,3}$ = elasticidade das variáveis do estudo

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o intuito de responder o objetivo deste estudo, realizou-se a regressão linear múltipla. Esta técnica foi utilizada para verificar se quantidade recolhida da coleta seletiva, quantidade total de materiais recicláveis recuperado e taxa de cobertura do serviço de coleta seletiva em relação à população total do município são capazes de prever a eficiência econômica na prestação de serviço de coleta seletiva municipal da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte.

Na Tabela 1 apresenta-se a média e o desvio padrão das variáveis estudadas no período de 2010 a 2020.

Tabela 1. Análise Descritiva das Variáveis

	Média	Desvio Padrão	N
Eficiência Econômica	37%	,382	39
QRCS	1191,21	3504,44899	39
QTMRR	759,27	2140,50188	39

TCSCS | 40% | ,409 | 39

Fonte: Elaborada pela autora

Ao analisar a Tabela 1, observa-se que a quantidade recolhida da coleta seletiva nos 39 municípios da RMVPLN no período analisado foi de 1191,21 toneladas e a quantidade total de materiais recicláveis recuperados foi de 759,27 toneladas. Pode-se dizer que apenas 63,74% do material recolhido pela coleta seletiva é recuperado. Deste modo, a taxa de eficiência econômica dos materiais recuperados é de apenas 37%.

Quanto a taxa de cobertura do serviço de coleta seletiva em relação à população total do município, nota-se que 40% da população total dos municípios estudados é atendida pelo serviço municipal, ficando 60% desprovida deste atendimento.

A Tabela 2 apresenta o resumo dos modelos contendo no modelo 1 apenas a variável quantidade recolhida da coleta seletiva, no modelo 2 a variável anterior mais quantidade total de materiais recicláveis recuperado e no modelo 3 contendo todas as variáveis deste estudo. O intuito desta análise é comparar os diferentes modelos entre si.

Ao analisar o R² ajustado, observa-se no modelo 1 que a inclusão da quantidade recolhida da coleta seletiva melhorou 3,4% a capacidade de prever a eficiência econômica na prestação de serviço de coleta seletiva municipal da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte.

No modelo 2, a inclusão da variável quantidade total de materiais recicláveis recuperado melhorou de 8,1% a capacidade de prever a eficiência econômica na prestação de serviço de coleta seletiva municipal. O modelo 3, com a variável as três variáveis deste estudo, a saber quantidade recolhida da coleta seletiva, quantidade total de materiais recicláveis recuperado e taxa de cobertura do serviço de coleta seletiva em relação à população total do município, melhorou em 70,3% a capacidade de prever a eficiência econômica.

Tabela 2. Resumo dos Modelos

Modelo	R	R quadrado	R quadrado ajustado	Erro padrão da estimativa	Estatísticas de mudança					Durbin-Watson
					Alteração de R quadrado	Alteração F	df1	df2	Sig. Alteração F	
1	,244 ^a	,059	,034	,376	,059	2,336	1	37	,000	
2	,360 ^b	,129	,081	,367	,070	2,893	1	36	,000	
3	,852 ^c	,726	,703	,209	,597	76,288	1	35	,000	2,303

a. Preditores: (Constante), QRCS

b. Preditores: (Constante), QRCS, QTMRR

c. Preditores: (Constante), QRCS, QTMRR, TCSCS

d. Variável Dependente: Eficiência Econômica

Fonte: Elaborada pela autora

Ao analisar a Anova, conforme Tabela 2, analisou-se que se a inclusão dos previsores melhorou ou não a qualidade dos modelos. Deste modo, tem-se as seguintes hipóteses:

H0: o ajuste do modelo 1 com a variável quantidade recolhida da coleta seletiva = o ajuste do modelo sem previsor

H1: o ajuste do modelo 1 com a variável quantidade recolhida da coleta seletiva ≠ o ajuste do modelo sem previsor

H0: o ajuste do modelo 2 com as variáveis quantidade recolhida da coleta seletiva e quantidade total de materiais recicláveis recuperado = o ajuste do modelo 1

H1: o ajuste do modelo 2 com as variáveis quantidade recolhida da coleta seletiva e quantidade total de materiais recicláveis recuperado ≠ o ajuste do modelo 1

H0: o ajuste do modelo 3 com as variáveis quantidade recolhida da coleta seletiva, quantidade total de materiais recicláveis recuperado e taxa de cobertura do serviço de coleta seletiva em relação à população total do município = o ajuste do modelo 2

H1: o ajuste do modelo 3 com as variáveis quantidade recolhida da coleta seletiva, quantidade total de materiais recicláveis recuperado e taxa de cobertura do serviço de coleta seletiva em relação à população total do município \neq o ajuste do modelo 2

Como base nos dados da Tabela 2, pode-se afirmar que incluir os previsores quantidade recolhida da coleta seletiva, quantidade total de materiais recicláveis recuperado e taxa de cobertura do serviço de coleta seletiva em relação à população total do município melhora a qualidade dos modelos que explicam a eficiência econômica na prestação de serviço de coleta seletiva municipal da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte.

Outro teste importante para a regressão linear múltipla é o teste Durbin-Watson. De acordo com Field (2009), o teste Durbin-Watson tem o intuito de testar a presença de autocorrelação nos erros de um modelo de regressão. A autocorrelação significa que os erros de observações adjacentes são correlacionados, ou seja, verificar a diferença entre o valor previsto do valor observado. Field (2009) destaca que os valores aceitáveis deste teste são 1,5 a 2,5.

Ao analisar a Tabela 2, observou-se que o valor do teste de Durbin-Watson é de 2,303 sendo considerado aceitável para este estudo. Pode-se afirmar que os resíduos do estudo são independentes.

Um pré-requisito para a regressão linear múltipla é a ausência de outliers. Ao analisar a Tabela 3, que apresenta a estatística dos resíduos, verifica-se que os resíduos padronizados estão entre o intervalo +3 e -3, significando que os dados deste estudo apresentam ausência de outliers, atendendo, assim, um dos pré-requisitos da regressão linear.

Tabela 3. Estatística dos Resíduos

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	N
Valor previsto	,06	,96	,37	,326	39
Resíduo	-,492	,552	,000	,200	39
Valor Previsto Padrão	-,962	1,811	,000	1,000	39
Resíduo Padronizado	-2,362	2,648	,000	,960	39

a. Variável Dependente: Eficiência Econômica

Fonte: Elaborada pela autora

Na Tabela 4, é possível analisar se os modelos estabelecidos para este estudo apresentam ausência de multicolinearidade. Para este estudo utilizou-se tanto os valores da tolerância e VIF. Conforme Field (2009), para representar a ausência de multicolinearidade, um pré-requisito da regressão linear, os valores de VIF deverão ser menores de 10 e o de tolerância maiores que 0,1. Nota-se que os valores de ambos os testes atendem este pré-requisito, ou seja, os dados dos modelos apresentam ausência de multicolinearidade.

Tabela 4. Coeficientes do Modelo

Modelo	Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados	t	Sig.	Estatísticas de colinearidade	
	B	Erro Padrão	Beta			Tolerância	VIF
1 (Constante)	,339	,064		5,326	,000		
QRCS	2,660	,000	,244	1,528	,000	1,000	1,000
2 (Constante)	,323	,063		5,149	,000		
QRCS	2,541	,000	2,205	1,523	,000	,812	6,670
QTMRR	2,600	,000	2,463	1,701	,000	,812	6,670
3 (Constante)	,057	,047		1,216	,232		
QRCS	1,999	,000	2,070	2,514	,000	,712	6,700
QTMRR	2,070	,000	2,011	2,437	,000	,711	7,012
TCSCS	,781	,089	,836	8,734	,000	,855	1,170

a. Variável Dependente: Eficiência Econômica

Fonte: Elaborada pela autora

Por último, foi utilizado a regressão linear múltipla para verificar se a quantidade recolhida da coleta seletiva, a quantidade total de materiais recicláveis recuperado e a taxa de cobertura do serviço de coleta seletiva em relação à população total do município são capazes de prever a eficiência econômica na prestação de serviço de coleta seletiva municipal da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte. Com base nos dados da Tabela 2, pode-se afirmar que a análise resultou em um modelo estatisticamente significativo, ou seja, $[F(1,35) = 76,288; p < 0,001; R^2 = 0,703]$.

Com base nos dados da Tabela 4, a quantidade recolhida da coleta seletiva ($\beta = 2,070; t = 2,514; p < 0,001$); a quantidade total de materiais recicláveis recuperado ($\beta = 2,011; t = 2,437; p < 0,001$); e, a taxa de cobertura do serviço de coleta seletiva em relação à população total do município ($\beta = 0,836; t = 8,734; p < 0,001$) são previsores da eficiência econômica na prestação de serviço de coleta seletiva municipal da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte.

Sendo assim, a equação matemática que explica a eficiência econômica na prestação de serviço de coleta seletiva municipal da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte é:

$$EficiênciaEconômica = 0,057 + 1,999(QRCS) + 2,070(QTMRR) + 0,781(TCSCS)$$

Onde:

QRCS = quantidade recolhida da coleta seletiva

QTMRR = quantidade total de materiais recicláveis recuperado

TCSCS = taxa de cobertura do serviço de coleta seletiva em relação à população total do município

5. CONCLUSÃO

À medida que a consciência ambiental aumenta nas organizações, tanto públicas como privadas, a reciclagem atrai a atenção de legisladores, ambientalistas e cidadãos. Sabendo da importância da coleta seletiva e da reciclagem para a prestação de serviços municipais, realizou-se este estudo com o objetivo de analisar a eficiência econômica na prestação de serviço de coleta seletiva municipal da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte no período de 2010 a 2020, por meio da função Cobb-Douglas.

Deste modo, conclui-se que a quantidade recolhida da coleta seletiva, a quantidade total de materiais recicláveis recuperado e a taxa de cobertura do serviço de coleta seletiva em relação à população total do município foram capazes de prever a eficiência econômica na prestação de serviço de coleta seletiva municipal da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte. Ou seja, para que os trinta e nove municípios da região estudo melhore seus indicadores econômicos no que se refere ao serviço de coleta seletiva é importante dar a atenção a essas variáveis.

Este estudo gerou duas contribuições para a área de estudo, a saber, a primeira foi auxiliar as propostas de políticas públicas na área de resíduos sólidos urbanos e reciclagem para os municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte; e, contribuição para a minimização dos impactos ambientais, com a possível redução do passivo ambiental, contribuindo assim para o desenvolvimento sustentável dos resíduos.

REFERÊNCIAS

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020**. 2021.

ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Lei Complementar Estadual nº 1166, de 9 de janeiro de 2020**. Disponível em:

<https://emplasa.sp.gov.br/Cms_Data/Sites/EmplasaDev/Files/Conselhos/Vale/Textos/LEI%20COMPLEMENTAR%201166_9JAN2012_VALE.pdf> Acesso em: 04 mai. 2022.

BAKI, O. G.; ERGUN, O. N. Municipal Solid Waste Management: Circular Economy Evaluation in Turkey. **Environmental Management and Sustainable Development**, v. 10, n. 2, p. 79-92, 2021.

BOND, S.; SÖDERBOM, M. **Adjustment costs and the identification of Cobb Douglas production functions**. IFS Working Papers, 2005.

CHOURABI, H., NAM, T., WALKER, S., GIL-GARCIA, J., MELLOULI, S., NAHON, K., SCHOLL, H. J. Understanding Smart Cities: An Integrative Framework. **45th Hawaii International Conference on System Sciences**, 2289-2297, 2012.

EMPLASA. **Relatório sobre a Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte**, 2019. Disponível em: <<https://emplasa.sp.gov.br/RMVPLN>> Acesso em: 13 nov. 2019.

EXPOSITO, A.; VELASCO, F. Municipal solid-waste recycling market and the European 2020 Horizon Strategy: A regional efficiency analysis in Spain. **Journal of Cleaner Production**, v. 172, p. 938-948, 2018.

FIELD, A. **Descobrimos a estatística usando o SPSS-5**. Penso Editora, 2009.

GAO, J.; O'NEILL, B. C. Mapping global urban land for the 21st century with data-driven simulations and Shared Socioeconomic Pathways. **Nature communications**, v. 11, n. 1, p. 1-12, 2020.

HONMA, S.; HU, J. L. Cost efficiency of recycling and waste disposal in Japan. **Journal of Cleaner Production**, v. 284, p. 125274, 2021.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Lixo: um grave problema no mundo moderno**. 2020. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/8%20-%20mcs_lixo.pdf>. Acesso em: 20 out. 2020.

REHMAN, A.; MA, H.; CHISHTI, M. Z.; OZTURK, I.; IRFAN, M.; AHMAD, M. Asymmetric investigation to track the effect of urbanization, energy utilization, fossil fuel energy and CO₂ emission on economic efficiency in China: another outlook. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 28, n. 14, p. 17319-17330, 2021.