

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

Curso De Ciências Contábeis

Flaviane Cordeiro dos Santos Alves

**DETERMINANTES DA QUANTIDADE COLETADA DE LIXO NOS
MUNICÍPIOS DE MINAS GERAIS**

Teófilo Otoni - MG

2019

Flaviane Cordeiro dos Santos Alves

**DETERMINANTES DA QUANTIDADE COLETADA DE LIXO NOS MUNICÍPIOS
DE MINAS GERAIS**

Monografia apresentada ao curso de graduação em Ciências Contábeis, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Contábeis.

Orientador: Prof. Dr. Vasconcelos Reis Wakim.

Teófilo Otoni - MG

2019

Flaviane Cordeiro dos Santos Alves

**DETERMINANTES DA QUANTIDADE COLETADA DE LIXO NOS MUNICÍPIOS
DE MINAS GERAIS**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Ciências Contábeis, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Contábeis.

Orientador: Prof. Dr. Vasconcelos Reis Wakim.

Data da aprovação: ___/___/___.

Prof^ª. Dra. Elizete Aparecida de Magalhães

Faculdade De Ciências Sociais Aplicadas e Exatas – UFVJM

Prof^ª. M.Sc. Sorele Carpaneze Veiga Correa

Faculdade De Ciências Sociais Aplicadas e Exatas – UFVJM

Prof. Dr. Vasconcelos Reis Wakim - Orientador

Faculdade De Ciências Sociais Aplicadas e Exatas – UFVJM

Teófilo Otoni – MG

RESUMO

O objetivo principal desta pesquisa foi o de identificar os determinantes da quantidade coletada de resíduos sólidos urbanos dos municípios do estado de Minas Gerais, no ano de 2016. Para alcançar este objetivo, utilizou-se do método de mínimos quadrados ordinários (MQO) para identificar estes determinantes. Foi realizado os testes de heterocedasticidade e multicolineariedade para contornar possíveis problemas de violação do MQO de forma a tornar os estimadores consistentes e eficientes. Os resultados indicaram que a densidade populacional, o salário médio, o porte populacional e a região em que se encontram os municípios, demonstraram aspectos de diferenciação na quantidade coletada de resíduos. Neste sentido, o consumo demonstra ser implícito na relação entre características populacionais e a quantidade dos resíduos gerados.

Palavras-Chave: Quantidade Coletada de lixo. Meio ambiente. População. Consumo.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
1.1 OBJETIVOS	6
1.1.2 Objetivo Geral	6
1.1.3 Objetivos Específicos.....	6
1.2 JUSTIFICATIVA	7
2 REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	9
2.2 RESÍDUOS SÓLIDOS E MEIO AMBIENTE	11
2.3 EXTERNALIDADE AMBIENTAIS	13
2.4 TRABALHOS RELACIONADOS	14
3 METODOLOGIA.....	16
3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	16
3.2 AMBIENTE DA PESQUISA E UNIVERSO DA AMOSTRA.....	17
3.4 ESTATÍSTICA DESCRITIVA	17
3.5 MODELO DE ANÁLISE.....	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	21
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27
REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

A industrialização e urbanização que emergiu na sociedade após a revolução industrial, no século XIX, se concretizou em inevitáveis mudanças de comportamento. O consumismo foi uma das principais culturas instaladas, que vem proporcionando um aumento acelerado na geração de Resíduos Sólidos Urbanos (JACOBI; BESEN, 2011).

Os avanços e as inovações tecnológicas proporcionadas pela revolução industrial permitiram a produção de bens de consumo em quantidade para atender ao crescimento da população urbana mundial, que foi intensificada pela migração da população rural para os centros urbanos (GODECKE *et al.*, 2012).

Diante deste cenário, a geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) passou a ser uma das mais graves dimensões da relação entre o meio ambiente e o estilo de vida da sociedade consumista. O problema com a gestão dos milhões de toneladas de lixo ou resíduos gerados diariamente, seja pela produção e consumo de bens, é um dos problemas mais emergentes e sérios com os quais a sociedade tem que lidar no presente século (SILVA, 2008).

De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), os números referentes à geração de RSU revelam que foram um total anual de 77,6 milhões de toneladas no país, no ano de 2016. Deste montante, foram coletados 70,8 milhões de toneladas, registrando um índice de cobertura de coleta de 90,2% para o país. O que evidencia que 9,8 milhões de toneladas de resíduos não foram objeto de coleta e, conseqüentemente, tiveram destino impróprio (ABRELPE, 2016).

No que diz respeito à disposição final dos RSU coletados no ano, a ABRELPE apresenta que, cerca de 41,8 milhões de toneladas de RSU, ou 59% do coletado, foram dispostos em aterros sanitários. O restante, (41%) dos resíduos coletados, foram despejados em locais inadequados por 3.352 municípios brasileiros, totalizando mais 29 milhões de toneladas de resíduos em lixões ou aterros controlados, que não possuem um conjunto de sistemas e medidas necessários para proteção do meio ambiente, ocasionando degradações e danos diretos à saúde de milhões de pessoas (ABRELPE, 2016).

Neste contexto, o Estado de Minas Gerais, com uma população de 20.997.560 habitantes, foi responsável pela geração de 18.751 toneladas/dia de RSU, cerca de 0,816 kg *per capita* por dia, das quais foram coletadas 17.143 toneladas/dia. Um total de 64,8% foram encaminhados para aterros sanitários, e não se diferenciando muito da conjuntura do país, o restante do total coletado (35,2%), foram dispostos em aterros controlados e lixões, sem nenhuma medida de proteção para com o meio ambiente (ABRELPE, 2016).

A inadequada gestão e disposição dos resíduos sólidos, que, além de ser uma preocupação para sociedade, pode causar diversos impactos socioambientais, tais como degradação do solo, comprometimento dos corpos d'água e mananciais, intensificação de enchentes, contribuição para a poluição do ar e proliferação de vetores de importância sanitária nos centros urbanos e catação em condições insalubres nas ruas e nas áreas de disposição final (BESEN, 2010).

Estudos têm indicado que a geração de resíduos além de ser influenciada por diferenças demográficas, é impulsionada pelos fatores econômicos e comportamentais, e que também sofre a influência de fatores populacionais, relativos ao crescimento da população e sua concentração nas áreas urbanas, entre outros fatores (SILVA, 2008).

Visto que existe uma grande dificuldade no estabelecimento de uma relação direta entre os resultados e as ações de minimização, esta pesquisa, buscou responder o seguinte problema de pesquisa: Quais são os principais determinantes da quantidade coletada de lixo, nos municípios do Estado de Minas Gerais?

1.1 OBJETIVOS

1.1.2 Objetivo Geral

O objetivo principal desta pesquisa foi analisar os principais determinantes da quantidade coletada de lixo nos municípios do estado de Minas Gerais, no ano de 2016.

1.1.3 Objetivos Específicos

- a) Identificar as características socioeconômicas da população dos municípios em 2016;
- b) Investigar as características socioeconômicas e demográficas que explicam da quantidade coletada de lixo nos municípios mineiros no ano de 2016.

1.2 JUSTIFICATIVA

Atualmente, a prestação dos serviços de manejo de resíduos urbanos se encontra distante de ser equacionada. Em contrapartida é cada vez maior o número populacional e de concentração em áreas urbanas, o que resulta em uma ampliação na utilização dos serviços ecossistêmicos. Cresce também, as perdas ambientais decorrentes da poluição e do uso de recursos para a produção e consumo, e os danos decorrentes do retorno dos resíduos à natureza, após sua utilização (JACOBI; BESEN, 2011).

No Brasil, assim como em outros países em desenvolvimento, diversos malefícios somam-se à questão ambiental. Ocasionalmente por deficiências na gestão e falta de controle da disposição dos Resíduos Sólidos Urbanos, estes malefícios vão desde riscos à saúde humana, com doenças decorrentes da proliferação de vetores causadores de enfermidades, emissão desnecessária de gases de efeito estufa, que agravam o aquecimento global, ao comprometimento da produtividade, uma vez que o ambiente onde é depositado os resíduos sólidos é um bem que faz parte de processos industriais e produtivos (GODECKE *et al.*, 2012).

Segundo a Universidade de São Paulo (USP, 2017), em 60% das cidades brasileiras ainda não há descarte correto de resíduos, que são depositados em lixões. Além da falta de gerenciamento do lixo, o crescimento da população também se tornou uma problemática nessa questão de descarte de resíduos sólidos. No Brasil, 52% do lixo é de matéria orgânica, e é dos países que menos faz reciclagem de materiais.

Alguns aspectos demográficos, econômicos e culturais podem acelerar o ritmo da degradação dos recursos ambientais. Características de consumo refletem na quantidade de resíduos sólidos produzidos pelas populações, não só na capacidade econômica para consumir, mas também com os valores e hábitos. O aumento do poder aquisitivo *per capita* pode trazer consequências diretas na quantidade total de resíduos sólidos produzidos nas cidades, atribuindo isso a alguns fatos como melhoria do nível de vida, desenvolvimento industrial e outros (GODECKE *et al.*, 2012).

Posto isso, esta pesquisa buscou identificar a existência de uma associação entre as características socioeconômicas e demográficas da população e sua produção de resíduos sólidos. Potenciais variáveis como, a economia da região, características demográficas da população, densidade populacional, entre outras, podem contribuir para uma variação na quantidade e tipo de resíduos sólidos produzidos.

O conhecimento das possíveis interações entre variáveis socioeconômicas e demográficas da população em relação a produção de resíduos sólidos é um aspecto importante

do enfrentamento do problema em termos mais favoráveis. São urgentes as necessidades de inovações dos instrumentos e práticas empregadas na utilização e aproveitamento do meio ambiente, procurando atender às necessidades de preservação e se fundamentado em um desenvolvimento sustentável, procedimentos estes que devem nortear a utilização dos recursos naturais.

Apesar de não ser um assunto muito evidenciado em trabalhos, alguns estudos vêm indicando à necessidade de mudança deste paradigma. No campo técnico, a gestão do problema dos resíduos sólidos urbanos é argumentada por Barbosa (2004) e Massukado (2004), e quanto a análise dos aspectos políticos e socioeconômicos relacionados, se é discutido por Amaral (2006) e Lahan (2006), entre outros.

A justificativa para que esta análise esteja centrada em resíduos sólidos, é de que, analisando as características da população, especificamente determinantes socioeconômicos e demográficos, pode-se observar a influência destes na quantidade coletada de Resíduos Sólidos Urbanos, entre outros.

No âmbito acadêmico, esta pesquisa pode contribuir para alavancar o arcabouço do conhecimento científico das diversas áreas ligadas direta e indiretamente coletada de resíduos sólidos, população, meio-ambiente e consumo, além de proporcionar resultados que podem estimular novos trabalhos sobre esta temática.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Existem diferentes interpretações e diversos pontos de vista sobre a definição do termo Desenvolvimento Sustentável (DS). Estas por sua vez, irão depender do ponto de vista do analista, e das várias formas possíveis de se interpretar o significado deste termo (MARTINS, 2002).

O relatório da Comissão Mundial para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CMMAD), difundiu que o DS é um desenvolvimento que irá garantir o atendimento das necessidades do presente sem comprometer a capacidade de atendimento das suas necessidades das gerações futuras (CMMAD, 1988).

Satterthwaite (2004) relata que, para se desenvolver com sustentabilidade é necessário que ocorra, hoje e no futuro, a satisfação das necessidades humanas com o mínimo ou nenhuma transferência dos dispêndios da produção, consumo ou lixo para outras pessoas ou meio ambiente.

Solow (1991, tradução nossa) argumenta que a sustentabilidade deve ser considerada como um tipo de comprometimento de todos para com o futuro, devendo ser conduzido de forma que deixe opções ou capacidades de estar em tão boa situação quanto agora. Ribeiro (2006), por sua vez, afirma que, o DS corresponde ao contentamento das necessidades sociais, sem prejuízo para as futuras gerações.

Para cumprir o objetivo do desenvolvimento sustentável, é necessário que este seja de interesse global, pois os benefícios além contemplar a todos os segmentos da sociedade devem englobar a todos os países. Exigindo assim um esforço e colaboração de todos os interessados, pelo fato de que seu principal propósito e a suas implicações são de grande abrangência. Desta forma a comunicação em escala global é fundamental para alcançar os objetivos desejados, e esta, por sua vez pode ser facilitada em conferências que determinam uma agenda e estabelecem um modelo para seguir o crescimento e melhorar o meio ambiente (THOMAS; CALLAN, 2010).

Pode-se então, enunciar que o DS tem como principal objetivo proporcionar condições melhores de vida para os indivíduos, mas ao mesmo tempo, preservando o meio envolvido a curto, médio e, sobretudo, no longo prazo.

No que diz respeito a economia a partir do desenvolvimento sustentável, para que uma seja mais “sustentável” ela precisa ter o máximo de eficiência nos seus objetivos. Com isso irá

gerar o maior bem-estar socioeconômico possível, devendo usar a maior quantidade possível de recursos ambientais revertível (NOBRE; AMAZONAS, 2004).

Mueller (2007, p. 37) traça relações entre a economia e o desenvolvimento sustentável afirmando que:

A economia afeta, pois, o estado geral do meio ambiente. O estilo do desenvolvimento tem, assim, muito a ver com os impactos ambientais emanadas do sistema econômico. Determinando as quantidades e os tipos de bens e serviços a serem produzidos e consumidos, bem como a organização da produção e as tecnologias que esta emprega, afeta tanto a extração de recursos energéticos e naturais do meio ambiente, como as emanações de resíduos para o meio ambiente e as incursões sobre espaço.

Pode-se observar que esta relação entre economia e desenvolvimento sustentável, tem como principal objetivo conseguir uma qualidade ambiental em paralelo com um crescimento econômico, alterando a atividade do mercado de modo que o meio ambiente e os recursos naturais sejam protegidos.

Para efetuar mudanças dessa intensidade e necessário que o conceito de política passe a dispor de instrumentos de controle que frequentemente se opõem ao incentivo de mercado do poluidor. Além da fuga das penalidades por não cumprir as leis, é preciso haver uma motivação para que a sociedade mantenha um compromisso de longo prazo em preservar a Terra (THOMAS; CALLAN 2010).

Por sua vez, Paiva (2009) comenta que o DS vem ocupando as principais pautas de discussões sobre os rumos do planeta e, bem como, o crescimento econômico, quanto fonte principal de subsistência do homem na terra, sendo que é preocupante a degradação que vem causando ao meio ambiente.

No interior dos debates sobre sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, também surge o fato de que o conceito de sustentabilidade tem um poderoso elemento ético, aliado a um outro componente que está relacionado com a capacidade do sistema econômico de perpetuar-se quando leva em consideração extensos horizontes de tempo (PERMAN *et al.*, 1996).

Para Canepa (2007), o desenvolvimento sustentável caracteriza-se, portanto, não como um estado fixo de equilíbrio, com presente e o futuro, mas sim como um processo de mudanças, no qual se combina a exploração de recursos, o gerenciamento de investimento tecnológico e as mudanças institucionais.

Diante do exposto verifica-se que, as percepções precisam ser mudadas e a adoção de padrões de produção e consumo sustentáveis seguida do gerenciamento adequado dos resíduos

sólidos pode reduzir significativamente os impactos ao meio ambiente e à saúde humana (JACOBI; BESEN, 2011).

2.2 RESÍDUOS SÓLIDOS E MEIO AMBIENTE

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) define na NBR 10.004 (2004, p.1) que resíduos sólidos são: “resíduos nos estados sólidos ou semissólidos que resultam de atividades da comunidade de origem, industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição”. Para Vieira (2011), os resíduos sólidos se caracterizam, quase sempre, em componentes que se constitui de restos de alimentos, produtos deteriorados, embalagens e matérias primas, que quase sempre podem ser reutilizadas ou recicladas.

O termo resíduo sólido, atribui ao lixo aspectos de sobra ou resultado indesejado de um processo qualquer de produção ou consumo, que possa ser aproveitado tanto para reciclagem como para reutilização (SILVA, 2008).

A Lei nº 12.305/2010 no art. 3º da Constituição Federal do Brasil define resíduos sólidos em:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. (BRASIL, 2010, n. p.)

A criação desta Lei estabelece princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos, expondo conceitos e propostas de crescimento econômico com desenvolvimento sustentável, além de associar a importância ambiental, econômica e social aos resíduos.

As atividades econômicas como, a agricultura, a indústria, o comércio e a mineração entre outros, em conjunto com o crescimento demográfico, são os fatores mais significativos na geração de resíduos são em geral (GAIESKI, 1991). Thomas e Callan (2010) cometam ainda que, os resíduos sólidos classificados como não perigosos, não apresentam uma ameaça direta à vida humana, animal ou vegetal. No entanto, pode existir riscos se uma quantidade excessiva for gerada e não for manejada adequadamente. As condições insalubres nos locais de aterro de lixo podem contaminar a água e o solo com bactérias que disseminam doenças. Um risco mais grave é o lançamento de substâncias tóxicas no meio ambiente.

A questão dos resíduos sólidos nem sempre tem recebido atenção que merece à dimensão do problema, seja da opinião pública ou da pesquisa acadêmica. A opinião pública tem uma visão de que basta afastar de perto os resíduos sólidos produzidos para que o problema

esteja solucionado, e assim tem se conduzido práticas irresponsáveis tanto por parte da população quanto de empresas e agentes públicos para com os resíduos que produzem, individual, coletiva ou institucionalmente (SILVA, 2008).

Tendo em vista a realização destas práticas de interferência dos resíduos sólidos no meio ambiente é indispensável que seja pensado formas de preservação, para poder garantir o futuro das próximas gerações. Essa tem sido a principal afirmação de muitas nações em seus debates internacionais sobre as questões ambientais. Logo, tanto os países desenvolvidos quanto os em desenvolvimento têm inteira responsabilidade de preservar seus ecossistemas (MARTINS, 2002).

Posto isso, Tinoco e Kraemer (2008) afirmam que, em várias partes do mundo a proteção do meio ambiente vem se tornando a preocupação de muitas empresas e da população em geral. Este fato ocorre em decorrência do elevado nível de degradação do patrimônio ambiental da humanidade, o que leva a busca de um equilíbrio entre as organizações e a população com o meio ambiente.

No Brasil, de acordo com o art. 225 da Constituição Federal (BRASIL, 1988, n. p.), “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defende-lo e preservá-lo para os presentes e futuras gerações”.

Para Ribeiro (2006) o centro da relação entre o meio ambiente e os seres humanos passa a ser a consecução propicia da convivência entre o desenvolvimento econômico e a boa qualidade do meio ambiente, uma vez que se trata de variáveis dependentes entre si e o aniquilamento do meio ambiente pode resultar na eliminação do ser humano.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) na Resolução nº 306/2002 no art. 4º, define o meio ambiente como “conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química, biológica, social, cultural e urbanística, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas”. (CONAMA, 2002, p. 759).

Posto isso, Ferreira (2007) evidencia que o meio ambiente é uma área do conhecimento que envolve várias outras ciências, afins entre si, e que se associam para melhor esclarece-la. Podendo ser dividido em seis aspectos: ar, água, solo, subsolo, fauna, flora e paisagem.

O art. 3º, inciso I, do Código Civil Brasileiro (Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981), atribui que é “meio ambiente, o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas”. (BRASIL, 2010, n. p.).

A partir da leitura desses conceitos, pode-se inferir que não é possível a concepção de ação humana desvinculada do meio ambiente. A realidade que cerca o meio ambiente não é promissor, por isso, é necessário ter cuidado na elaboração de práticas capazes de satisfazer a necessidade da humanidade sem danificar a principal fonte de recurso do processo produtivo.

2.3 EXTERNALIDADE AMBIENTAIS

Segundo Motta (2006), externalidades podem ser entendidas a partir do momento em que terceiros ganham sem pagar por benfeitorias, ou perdem sem ser compensados por suportarem os malefícios.

Nunes (2009) diz que externalidades são um tipo de atividade que englobam determinação dos custos ou de benefícios, os quais podem causar efeitos negativos ou positivos, sem que as pessoas tenham a oportunidade de impedir, pagar ou ter o direito de ser recompensado.

Thomas e Callan (2010) afirmam que externalidades são falhas de mercado que ocorrem quando um terceiro é afetado pela produção ou consumo de um bem. Se o efeito externo gerar custos a um terceiro, será uma externalidade negativa. Se o efeito externo gerar benefícios a um terceiro, será uma externalidade positiva.

Pindyck e Rubinfeld (2006, p. 556) elucidam externalidades como:

Ação de um produtor ou consumidor que afeta outros produtores ou consumidores, mas que não é considerada no preço de mercado. E por elas não considerarem o preço de mercado, elas podem indicar ou tornar-se em uma ineficiência econômica para a empresa.

Segundo Faucheux e Noel (1997), as externalidades possuem efeitos perfeitamente harmônicos, criando-se a partir daí dois tipos de economias, se o efeito for positivo se torna economia externa, e se for negativo surge a deseconomia externa.

Wakim (2010) afirma que pelo fato do custo médio de uma produção ser inferior ao custo médio social, as externalidades negativas causaram ineficiências no curto e no longo prazo. Já as externalidades positivas, poderá gerar benefícios diretos para uma das partes envolvidas no processo, a partir da sua implantação.

Neste sentido, em relação ao meio ambiente as externalidades negativas surgem com maior frequência, pois, em muitos casos, o processo de produção e de consumo leva para os produtores e consumidores um impacto indesejado, ao mesmo tempo em que não há nenhum tipo de indenização, para este impacto, via mercado.

Para Coase (1960), a internalização das externalidades não pode vir senão de uma negociação mútua entre emissor e vítima, ou seja, de uma discussão de preço entre os agentes econômicos em causa. Para se internalizar uma externalidade, é importante ocupar os espaços existentes entre o custo social e o custo privado, isto é, obrigar o poluidor a pagar uma taxa pela quantidade de poluição causada (FAUCHEUX; NOEL, 1997).

Kuhn (1992) alega que no que se refere às externalidades, algumas das conclusões alcançadas pela grande parte dos economistas, e resumidas por Coase, é de que, o produtor de poluições como por exemplo; fumaça, barulho, etc. deve pagar um ressarcimento aos afetados, ser tributado em sua produção pelo governo ou ainda, ter sua fábrica fechada nos bairros residenciais.

2.4 TRABALHOS RELACIONADOS

Vários estudos têm destacado a problemática dos resíduos sólidos, especialmente no papel de ameaça à saúde pública e ambiental da sociedade (LAHAN, 2006). A hipótese deste trabalho é assinalada em estudos técnicos realizados por pesquisadores de campos afins, que vão desde engenharia sanitária, a alguns poucos trabalhos dos campos de ciências sociais.

Grande parte da literatura a respeito dos resíduos sólidos urbanos, se encontra basicamente em um só campo (SILVA, 2008). Mesmo apresentando aspectos demográficos como um dos determinantes de quantidade e composição dos resíduos, a maioria das referências, destes trabalhos mencionam apenas o tamanho da população como sendo o determinante direto do tamanho da geração, e alguns poucos se referem ao papel da densidade populacional (COSTA *et al.*, 2005).

Posição semelhante é expressa por Pequeno (2002, p. 1), que entende a existência de uma relação direta entre aumento do tamanho de população e geração de resíduos sólidos:

Um aumento da população mundial implica no aumento do uso das reservas do planeta, da produção de bens - e também da geração de lixo. A população mundial aumentou no século XX em quase 5 bilhões de habitantes. A previsão, para os próximos 30 anos, é de um aumento de 3 bilhões de habitantes, chegando a um total de 8 bilhões de habitantes. Nossos padrões de consumo e de produção resultam numa quantidade cada vez maior de resíduos de toda espécie, o que torna o problema do lixo bastante complexo, prevendo-se que até o ano 2025, sejam produzidos cinco vezes mais resíduos do que hoje.

A relação que ocorre entre aumento do tamanho populacional da geração de resíduos sólidos aparece com muita frequência em pesquisas com o tema de população e meio-ambiente. Apesar disso, estudos populacionais no Brasil não têm dado muita atenção a esta relação, nem

mesmo para negá-la. Certamente a inexistência ou inadequação das bases de dados para relacionar ambos os campos, contribui significativamente para este cenário (SILVA, 2008).

Barbosa (2004, p. 7) traça uma relação entre o efeito do crescimento populacional e do crescimento da renda na geração de resíduos sólidos, enunciando que: “pesquisas indicam que cada 1% de aumento na renda *per capita* está associado com o aumento de 0,34% na geração de resíduos sólidos, enquanto cada 1% de aumento na população expande a geração de resíduos em 1,04%”.

Segundo, Johnstone e Labonne (2004) trabalhos que demonstra que a estrutura etária, causa efeitos sobre a geração de lixo doméstico, pois o aumento do percentual de indivíduos em idade adulta, entre 18 a 59 anos, aumenta a geração, provavelmente em função do acréscimo de consumo.

Mosler *et al.* (2006) formatam uma investigação sobre o melhor modelo de gestão de resíduos sólidos domiciliares usando aspectos demográficos, na cidade de Santiago de Cuba. O estudo concluiu que o tamanho médio do domicílio por área e tipo, tinha um papel significativo na quantidade de resíduo gerado. Nas áreas com predomínio de domicílios maiores e com um maior número de crianças geravam percentual mais elevado de resíduo orgânicos. Já nas áreas onde grupos que predominavam era de mais elevado padrão de vida e consumo, se registrou um maior volume da presença de embalagens e rejeitos industrializados, como vidro, metal e peças de veículos.

Couto (2006) apresenta em seu trabalho a emergência de novos modelos de gestão individual, social, público-institucional dos resíduos sólidos. E Amaral (2006) busca tratar do tamanho do conflito de dimensões sociais, espaciais e ambientais, gerado pela presença do aterro sanitário nos municípios, e até mesmo pela futura utilização do espaço que será liberado quando o aterro encerrar sua atividade.

Apesar de que a análise dos aspectos socioeconômicos e demográficos, associados à produção e gestão do problema dos resíduos sólidos urbanos ainda é pouco explorada, o interesse dos pesquisadores de ciências sociais aplicadas sobre a temática dos Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil vem aumentando, abordando cada vez mais à necessidade de mudança deste paradigma.

3 METODOLOGIA

3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Segundo Gil (2010), o delineamento de uma pesquisa se faz por meio do uso de alguns critérios, sendo estes: quanto aos objetivos da pesquisa, aos procedimentos e à abordagem do problema.

No que diz respeito aos objetivos, a pesquisa foi descritiva, que conforme Cervo e Bervian (2002), as principais finalidades de uma pesquisa descritiva é observar, registrar e correlacionar fatos ou variáveis sem alterá-los. Ainda segundo Prodanov e Freitas (2013), a pesquisa descritiva busca observar, registrar, analisa e ordena fatos, sem manipulá-los, ou seja, sem intervenção do pesquisador, envolvendo, para a coleta de dados, técnicas específicas.

Ainda com base nos objetivos abordados, a pesquisa também é caracterizada como explicativa, que de acordo com Marconi e Lakatos (2011) é utilizada para registrar fatos, analisa-os, interpreta-os e identifica suas origens. Seu principal objetivo é a necessidade de aprofundamento da realidade, por meio da manipulação e do controle de variáveis, com o sentido de identificar qual a variável independente ou aquela que determina a causa da variável dependente do fenômeno em análise para, em seguida, estudá-lo em profundidade (PRODANOV; FREITAS 2013).

A pesquisa, com relação aos procedimentos, enquadra-se como bibliográfica que por sua vez foi o primeiro passo para iniciar o estudo. Este tipo de pesquisa segundo Vergara (2009), é caracterizada por contemplar materiais como livros, revistas, artigos, dissertações, teses, que foram utilizados como base e alicerce para fundamentar as questões levantadas sobre determinado fenômeno. Marconi e Lakatos (2003, p. 183) destacam bem que este tipo de pesquisa “não é mera repetição do que já foi dito ou escrito sobre certo assunto, mas propicia o exame de um tema sob novo enfoque ou abordagem, chegando a conclusões inovadoras”.

Sob o ponto de vista da abordagem do problema, esta pesquisa se classificou como quantitativa, que de acordo com Prodanov e Freitas (2013), considera tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números informações e opiniões para analisá-las e classificá-las. Utilizou-se de recursos e de técnicas estatísticas como: percentagem, média, moda, mediana, desvio-padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão etc.

3.2 AMBIENTE DA PESQUISA E UNIVERSO DA AMOSTRA

As unidades de análises dessa pesquisa foram 530, do total de 853 municípios do Estado de Minas Gerais representando 62,14%. Estes por sua vez, que disponibilizaram dados sobre a quantidade total de resíduos sólidos gerados, que foram coletados no ano de 2016. Neste ano em questão, os municípios analisados apresentaram uma população de 16.665.477 habitantes e um PIB *per capita* de R\$ 9.673.680,75 (SNIS, 2016).

Os dados analisados, são produzidos e divulgados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - Série Histórica (SNIS), pela Fundação João Pinheiro (FJP) e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Estes por sua vez, foram sistematizados em uma base de informações e processados. Em virtude da disponibilidade de dados, foi utilizado na aplicação dos métodos estatísticos os dados da quantidade coletada de resíduos do ano de 2016.

Esta pesquisa se restringiu aos resíduos sólidos domiciliares, que são definidos por resíduos gerados não só em residências, mas também em estabelecimentos comerciais, de serviços e industriais, do qual o volume seja compatível ao estabelecido pela legislação municipal, no que diz respeito à produção máxima diária a ser coletada pelo serviço de limpeza urbana municipal (MASSUKADO, 2004). E em sua abordagem analítica, buscou identificar se diferenciais demográficos e socioeconômicos têm influência sobre a quantidade dos resíduos sólidos coletados nos municípios mineiros.

3.4 ESTATÍSTICA DESCRITIVA

Para desenvolver esta pesquisa foram utilizadas estatísticas de tendência central; média, e medidas de dispersão; desvio padrão, variância, mínimo e máximo, sendo que, cada uma delas pode fornecer informações importantes sobre todo o conjunto de medidas que foi analisado.

A medida de tendência central, média, forneceu um valor numérico representativo do valor médio de uma classificação de valores. Já o desvio padrão, variância, mínimo e máximo, são medidas de dispersão que serviram para informar o grau em que os dados numéricos tendem a se dispersar em torno do valor médio. Fornecendo, assim, a significância e confiabilidade do valor médio de um conjunto de números (MUNIZ, 2016).

3.5 MODELO DE ANÁLISE

O modelo econométrico que foi utilizado para estimar os determinantes da quantidade coletada de resíduos sólidos urbanos é o Método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Gujarati (2006) diz que, o método é atribuído a Carl Friedrich Gauss, um matemático alemão, e que além de apresentar não tendenciosidade, consistência e eficiência apresenta certas propriedades estatísticas que o tornaram um dos métodos de análise de regressão mais difundidos.

Este método trata todos os resíduos com a mesma importância sem considerar a menor ou maior distância das observações individuais em relação a função de regressão amostral. Seus estimadores possuem três principais características: são expressos unicamente em termos de quantidades amostrais como X e Y, podendo ser calculados com maior facilidade; são estimadores pontuais, isto é, de acordo com a amostra, cada estimador apresenta apenas um único valor ou ponto do parâmetro populacional relevante; e como última característica, uma vez obtida as estimativas do MQO para os dados amostrais, a linha de regressão amostral pode ser facilmente obtida (GUJARATI, 2006).

Os estimadores de MQO podem ser atribuídos a duas classes, a de estimadores lineares não viesados ou a classe que apresenta relações não lineares. Na primeira classe dos estimadores lineares não viesados obtêm-se variância mínima, ou seja, são os melhores estimadores lineares não viesado BLUE (*Best Linear Unbiased Estimator*). Já a segunda classe pode ser linearizada ou estimada pelo MQO, sendo necessário a criação de modelos não lineares ou intrinsecamente não lineares nos parâmetros (GUJARATI, 2006).

O teorema de Gauss-Markov, que é um Modelo de Regressão Linear Clássico (MRLC), expõe as estimativas de que os mínimos quadrados possuem algumas propriedades ideais ou ótimas. Estas estimativas devem atender a três condições: ser lineares, ou seja, em uma função linear de uma variável aleatória, como a variável dependente Y no modelo de regressão; não ser tendencioso; ter variância mínima na classe de todos os estimadores lineares não tendenciosos desse tipo; em que um estimador não tendencioso com menor variância é conhecido como estimador eficiente (GUJARATI, 2006).

Para ser garantindo a validade do teorema de Gauss-Markov é importante que ao estimar a regressão por MQO, as premissas do Modelo de Regressão Linear Clássico sejam respeitadas. Quando for trabalhado com modelos ou amostras que violam algum dos pressupostos do MCRL, nesse caso o estimador de MQO pode não ser mais o melhor estimador linear não viesado (BLUE), sendo necessário assim encontrar outro estimador que seja robusto ao

relaxamento das premissas. As fontes mais comuns de violação dos pressupostos são a multicolinearidade, heterocedasticidade, autocorrelação e os erros na especificação do modelo (GUJARATI, 2006).

O modelo do Método dos Mínimos Quadrados Ordinários é dado pela equação (1):

$$Y_i = \alpha_0 + \alpha_i X_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

Onde:

Y_i = Quantidade coletada de Resíduos Sólidos Urbanos em toneladas;

X_i = vetor de variáveis explicativas;

ε_i = termo de erro aleatório;

α = vetor de parâmetro a ser estimado.

As variáveis explicativas foram: Densidade Populacional, PIB *Per Capita*, Salário Médio, *Dummies* populacional e *Dummies* regionais. Foi realizada a transformação logarítmica das variáveis, como o intuito reduzir possíveis casos de heterocedasticidade.

A variável Densidade Populacional buscou captar o efeito do seu aumento sobre a quantidade coletada de resíduos dos municípios, onde Barbosa (2004) alega que o seu crescimento possui impacto notável na geração de resíduos, inclusive, pode possuir um efeito até maior que o crescimento da renda. Por sua vez, Pequeno (2009) entende que, o aumento da população mundial, pode provocar ainda mais a utilização das reservas ambientais, para a produção de bens de uso e consumo em quantidade suficiente a atender demanda, e consequentemente resulta em uma maior geração de resíduos. Com base no que foi apresentado, o sinal esperado desta variável é positivo.

Já as variáveis PIB *Per Capita* e Salário Médio, buscaram captar o efeito do aumento da renda das pessoas. Mota *et al.* (2009) argumentam que, a sociedade está sempre em busca de uma melhor qualidade de vida, e com isso sempre que possível, aumenta o seu consumo de bens duráveis e não duráveis. Além disto, um acréscimo na renda tem como consequência uma maior geração de lixo, o que resulta no aumento dos problemas para com a coleta e locais para a disposição destes resíduos provenientes do consumo exagerado das pessoas.

Posição semelhante é expressa por Barbosa (2004), que entende que o aumento na renda eleva a quantidade coletada de lixo porque, salários mais altos estão associados com maior valorização do tempo, portanto, com o consumo mais intensivo de produtos e alimentos já preparados, gerando mais resíduos. Com isso o sinal esperado para estas variáveis é positivo.

As variáveis *Dummies* populacionais e *Dummies* regionais, são variáveis binárias, isto é, assumem valores entre a posição 1 ou 0. O valor zero representa a ausência do fenômeno, por sua vez, o valor 1, significa a presença do fenômeno estudado.

Pelas *Dummies* populacionais buscou-se controlar o efeito da quantidade coletada de resíduos sólidos urbanos pelo porte populacional, assim, a divisão adotada para os portes foi: uma *dummy* dos municípios com porte de até 20.000 habitantes, uma *dummy* dos municípios com 20.001 a 50.000 habitantes e outra *dummy* dos municípios com mais de 50.001 habitantes.

Caldeira (2009) aponta que os municípios mais desenvolvidos apresentam uma tendência clara de menores carências no acesso ao serviço público de coleta de resíduos. O autor indica ainda que, diferenciais como o porte populacional e grau de urbanização, reforçam a hipótese de que a cobertura de serviço de coleta de RSU, é favorecida pela concentração populacional em núcleos urbanos polarizadores ou ao redor destes. Almeida (2000) expõe posição semelhante, afirmando que a composição e a quantidade de resíduos sólidos gerados e coletados nos municípios, estão diretamente associadas ao seu porte populacional, e ao grau de desenvolvimento econômico.

As *Dummies* regionais, tiveram como objetivo controlar o efeito da quantidade coletada do RSU dos municípios por região em Minas Gerais, onde foram divididas com base na divisão do território de Minas Gerais, adotada oficialmente pelo governo estadual, como as Regiões de Planejamento, que são: Alto Paranaíba, Central, Centro-Oeste de Minas, Jequitinhonha/Mucuri, Mata, Noroeste de Minas, Norte de Minas, Rio Doce, Sul de Minas e Triângulo. Estas variáveis por sua vez, buscam captar características regionais no que diz respeito aos aspectos econômicos, sociais, demográficos não observáveis da quantidade coletada de resíduos sólidos nos municípios analisados.

Godecke, Naime e Figueiredo (2012), entendem que a geração RSU, além de ser impulsionada pelos fatores econômicos e comportamentais, também sofrem a influência de fatores populacionais, relativos ao crescimento da população e sua concentração em áreas distintas. Assim, como a quantidade de lixo produzido pela população possui relação não só com o nível de riqueza, mas também com os valores e hábitos de vidadas famílias.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Inicialmente, cabe fazer uma ressalva com relação à base de dados utilizada neste trabalho. Observada a ausência de dados em alguns municípios foi necessário realizar ajustes, como a exclusão das cidades com informações faltantes. Assim, a amostra ficou composta por 62,14% dos municípios mineiros.

Considerando este ajuste inicial e pautado no objetivo desta pesquisa, qual seja, identificar os determinantes da coleta de resíduos sólidos urbanos nos municípios de Minas Gerais, no ano de 2016, será apresentada estatísticas descritivas das variáveis que compuseram a base de dados. Na sequência, é evidenciado o modelo econométrico.

Tabela 1 - Estatísticas descritivas das variáveis quantitativas

Variáveis	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
Qtd. lixo coletada (t)	10.713,65	1	85.611,6	48.329,63
População	31.444	1.213	2.513.451	125.133
Densidade Populacional	73,68 hab/km ²	2,37 hab/km ²	7.611,21 hab/km ²	387,0953 hab/km ²
PIB per capita	R\$ 18.252,23	R\$ 5.989,27	R\$ 183.218,05	R\$ 16.743,57

Fonte: Dados da Pesquisa.

Na Tabela 1, pode-se observar que a quantidade de lixo coletada, nos 530 municípios analisados, teve uma média de aproximadamente 10.713 toneladas. Com um valor mínimo de 1 tonelada e máximo de 85.611 (t), indicando uma grande dispersão na quantidade coletada entre os municípios. As outras variáveis analisadas (população, densidade populacional e PIB *per capita*) também apresentaram uma relação muito expressiva de dispersão em relação aos valores médios. No caso da população mínima identificada foi de 1.213 habitantes e a máxima 2.513.451 habitantes. A densidade populacional com um mínimo de 2,37 hab/km² e o máximo 7.611,21 hab/km². E o PIB *per capita*, com mínimo de R\$ 5.989,27 e máximo de R\$ 183.218,05. Pode-se assim, inferir que os municípios do estado de Minas Gerias analisados, apresentam uma grande heterogeneidade em seus dados.

Com o objetivo central desta pesquisa foi identificar os determinantes da coleta de lixo nos municípios mineiros no ano de 2016, estimou-se um *cross section* pelo método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Para que os estimadores sejam BLUE (*Best Lienar Unbised Estimator*), isto é, os melhores estimadores lineares não viesados, procedeu-se a alguns testes,

iniciais, para verificar a robustez dos parâmetros estimados de forma a contornar qualquer tipo de violação aos pressupostos do MQO.

Desta forma, foi realizado, o teste de multicolinearidade¹ por meio da Variância da Inflação de Fator (VIF), que demonstra como a variância de um estimador é inflada pela presença da multicolinearidade. O resultado da estatística do VIF deve estar abaixo de 10 para indicar a ausência multicolineariedade. Assim, considerando que o resultado encontrado foi de 1,76, pode-se afirmar que a base de dados trabalhada não apresenta o problema da multicolineariedade, demonstrando, que não há a violação do pressuposto do MQO.

Outro teste realizado na base de dados, foi o teste de heterocedasticidade² de White, adotando um nível de significância 5%. É importante ressaltar que a hipótese nula do teste (H_0) é que a base de dados é homocedástica, sendo a hipótese alternativa (H_1) que a base de dados é heterocedástica. Caso H_0 seja rejeitada, dever-se-á proceder a correção da heterocedasticidade. Desta forma, considerando que o resultado do teste não foi significativo, a hipótese nula (H_0) não foi rejeitada indicando que a base de dados é homocedástica.

Sobre o coeficiente de determinação R^2 , Martins (2018) expõe que em uma regressão linear simples, o R é o quadrado do coeficiente de correlação amostral. Assim em uma regressão que a variável explanatória é X e a variável resposta é Y , o coeficiente de determinação R^2 atribui a percentagem de variabilidade do Y , que é explicada em função da variabilidade dos X 's. Desta forma, quando o R^2 é igual a 1, pode-se dizer que 100% das variações em Y estão sendo explicadas pelas variáveis explicativas inseridas no modelo. No entanto, deve-se ter cuidado quando se obtêm este tipo de resultado, pois pode-se cair no problema de regressões espúrias. Por sua vez, quando R^2 é igual a 0, pode-se afirmar que 0% das variações de Y não estão sendo explicadas pelas variáveis em conjunto inseridas no modelo.

Neste sentido, nesta pesquisa, o modelo apresentou um R^2 de 0,47. Este coeficiente indica que 47% das variações do Y são explicadas pelas variáveis inseridas no modelo (X 's) em conjunto. Também foi realizado o teste da estatística-F no modelo. Esta estatística, como foi significativa ao nível de 1% de significância, demonstra que pelo menos uma variável inserida no modelo é importante para explicar as variações da quantidade coletada de resíduos sólidos.

¹De acordo com Gujarati e Porter (2011, p. 330), multicolineariedade “é a existência de uma relação linear ‘perfeita’ ou exata entre algumas ou todas as variáveis explanatórias do modelo de regressão.”

²A heterocedasticidade é o termo utilizado para denominar a variância não constante dos erros experimentais para observações distintas.

Tabela 2 - Resultados das estimativas do modelo

Variáveis	Coefficientes	Erro Padrão
Log Densidade Populacional	0,3591***	0,0806
Log PIB <i>Per Capita</i>	0,1646 ^{NS}	0,1763
Log Salário Médio	0,8100*	0,4613
<i>Dummy</i> porte populacional entre 20.001 a 50.000 habitantes	1,5795***	0,1969
<i>Dummy</i> porte populacional com mais de 50.001 habitantes	2,3615***	0,2702
<i>Dummy</i> regional do Alto Paranaíba	0,6046*	0,3382
<i>Dummy</i> regional do Centro-Oeste de Minas	0,6319**	0,2428
<i>Dummy</i> regional do Jequitinhonha/Mucuri	0,5937**	0,2503
<i>Dummy</i> regional do Zona da Mata	0,0939 ^{NS}	0,2115
<i>Dummy</i> regional do Noroeste de Minas	0,2502 ^{NS}	0,3762
<i>Dummy</i> regional do Norte de Minas	0,6400***	0,2326
<i>Dummy</i> regional do Rio Doce	-0,0336 ^{NS}	0,2241
<i>Dummy</i> regional do Sul de Minas	0,1858	0,2002
<i>Dummy</i> regional do Triângulo	0,7617**	0,3247
Constante	3,6811	1,5952

Fonte: Dados da Pesquisa.

Notas: *** Significativo a 1%; ** Significativo a 5%; * Significativo a 10%; NS: não significativo

Com base na Tabela 2, é possível perceber que o coeficiente da variável Log Densidade Populacional apresentou significância estatística ao nível de 1%, além de apresentar resultado positivo, como esperado, o que indica que ela está contribuindo para explicar as variações na quantidade de lixo coletado nos municípios de Minas Gerais. Assim, havendo um incremento de 1% na densidade populacional, isto implicaria em um acréscimo de 0,359% na quantidade coletada de lixo nos municípios mineiros.

A Comissão Empresarial de Reciclagem (CEMPRE, 2018), expõe algumas das principais consequências ambientais do acréscimo na quantidade de resíduos coletados a partir do incremento na densidade populacional nos municípios, tais como: escassez ou inexistência de áreas para a disposição final do lixo; desacordos de usos do solo; população estabelecida ao entorno das instalações de tratamento; exportação de lixo a municípios vizinhos, gerando impasses; lixões e aterros operados de forma inadequada, poluindo o meio ambiente.

Pode-se identificar que a ausência e/ou precariedade do recolhimento dos resíduos gerados, tem sido apontada como uma grande falha da atuação municipal no gerenciamento dos resíduos sólidos. Como possíveis resultados, impactos negativos diretos para as famílias afligidas, como por exemplo, uma maior incidência de doenças, transmitidas por vetores de importância sanitária, bem como consequências sociais e econômicas (CALDEIRA, 2009).

Diante do exposto, é muito importante que ocorra uma adequada coleta dos resíduos urbanos gerados, pois, se somada à uma disposição inadequada, constitui um importante fator de risco para a saúde pública, em especial nas periferias dos grandes centros urbanos, onde a população de mais baixa renda se encontra fortemente exposta aos riscos associados às enfermidades.

Neste sentido, como já esperado no modelo, havendo um incremento na densidade populacional, maior será a geração de resíduos sólidos urbanos conforme explicado pelos autores, isto forçará aos gestores municipais a buscarem formas de contornar este problema na geração de lixo desenvolvendo políticas mais eficientes para coleta e tratamento destes resíduos. Pautado a isto, têm-se os compromissos ratificados pelo país em diversas Convenções Quadro para Mudanças Climáticas, em que o Brasil, e muitos outros países, signatários destes acordos, buscariam meios sustentáveis para promover o crescimento econômico aliado à preservação ambiental.

Por sua vez, o coeficiente da variável Log PIB *Per Capita* apresentou resultado não significativo, logo não está contribuindo para explicar as variações na quantidade de resíduos coletados nos municípios mineiros no ano de 2016. Por outro lado, o coeficiente da variável Log Salário Médio apresentou significância ao nível de 10%, indicando que está contribuindo para explicar as variações na variável dependente do modelo. O sinal do coeficiente foi de acordo com o esperado, indicando que havendo um incremento de 1% no salário médio dos indivíduos, isto implicaria em um acréscimo de 0,81% na coleta de lixo nos municípios mineiros.

O aumento da renda das pessoas implica em maior poder aquisitivo, logo o consumo é elevado. Por um lado, este consumo elevado, é bom para a economia, pois promove crescimento econômico, mas por outro, eleva a geração de resíduos. Posto isto, e de acordo com o esperado, um aumento no salário médio das pessoas proporciona uma maior capacidade de consumo, o que implica em mais produção lixo. Possivelmente, estes incrementos na quantidade produzida de resíduos provocarão, entre outros, a necessidade de uma maior contribuição com taxas de serviços sobre manejo e coleta de resíduos, contribuindo assim, para uma maior capacidade de coleta destes incrementos, por parte das entidades responsáveis.

Seguindo com a análise do modelo, as variáveis *dummies* são dicotômicas, isto é, binárias, assumindo valor zero ou um. O zero representa a ausência do fenômeno estudado, e o um, a sua presença. Foram consideradas como variáveis *Dummies* as de população, cabe aqui resgatar sua divisão qual seja: 1) municípios com porte populacional de até 20.000 hab; 2) municípios com porte populacional entre 20.001 até 50.000 hab.; e 3) municípios com porte populacional acima de 50.001 hab. O objetivo desta divisão foi controlar o efeito da coleta de resíduos sólidos urbanos pelo porte populacional dos municípios. Por sua vez, as *Dummies* Regionais, tiveram como objetivo controlar o efeito da coleta do RSU por região de planejamento de Minas Gerais. Para cada grupo de variáveis representativas *dummies*, uma unidade de análise é considerada como categoria de referência, para evitar cair no problema denominado por Gujarati e Porter (2011) como a armadilha das variáveis *dummies*.

Para as *dummies* de porte populacional, os municípios com até 20.000 habitantes foram considerados como categoria de referência, visto que 68,66% dos municípios no Brasil tem menos de 20.000 habitantes, e o estado de Minas Gerais segue na mesma lógica com 78,08%. Verifica-se que as *dummies* de porte populacional foram significativas, indicando de início, que existem diferenças na quantidade de RSU coletados entre os tipos de municípios em Minas Gerais. Desta forma, os municípios na faixa populacional de 20.001 a 50.000 habitantes, foi significativo ao nível de 1% de significância, e quando comparado com a categoria de referência, pode-se dizer que há uma diferença positiva, isto é, um incremento de aproximadamente 1,57 toneladas de lixo coletados.

Por sua vez, a *dummy* dos municípios com mais de 50.001 habitantes, apresentou significância ao nível de 1%. Logo, considerando a *dummy* populacional de referência, pode-se entender que estes tipos de municípios com população superior a 50.001 habitantes têm capacidade de coleta superior ao entorno de 2,36 toneladas.

Almeida (2000) pressupõe que a situação mais favorável de coleta por parte dos municípios maiores, dá-se pelo fato de uma tendência ao maior dinamismo econômico. Seja por ter mais fontes de recursos, como as receitas provenientes da arrecadação própria, IPTU, taxa de serviços urbanos, taxas de remoção de lixo, entre outras, como por terem maiores desafios relacionados ao manejo dos resíduos sólidos de uma parcela elevada de população.

Dessa forma, o que possivelmente está contribuindo para que os municípios com mais de 20.000 habitantes consigam coletar mais lixo, é o fato de que, quanto mais populoso e urbanizado é o município, maior é a cobertura do serviço público de coleta e, conseqüentemente, maior será sua capacidade de coletar este incremento na quantidade de resíduos, sinalizado nos resultados da pesquisa.

Em relação as *Dummies* Regionais, a região Central foi considerada como categoria de referência, pelo fato da Capital do estado está localizada nessa região. Considerando os resultados obtidos na estimação, e visto que os coeficientes das *dummies* regionais foram significativos no modelo, pode-se inferir que, além das especificidades regionais, não observáveis, a prestação de serviços de coleta de resíduos, das regiões do Alto Paranaíba, Centro-Oeste de Minas, Jequitinhonha/Mucuri, Norte de Minas e Triângulo, se apresenta diferente e melhor que à da Região Central. Posto isso, pode-se deduzir que existem diferenças estatísticas entre a quantidade coletada de lixo nestas regiões, logo as características socioeconômicas, culturais, entre outras, que não estão presentes no modelo, e que afetam esta capacidade de coletar os RSU, estão afetando diretamente o nível de coleta entre as regiões.

Silva (2008) explica que em função de características socioeconômicas e demográficas, é proporcionado diferentes padrões de consumo entre as regiões, gerando, desta forma, quantidades de resíduos sólidos urbanos distintos, demandando um maior esforço do ente público na sua coleta e tratamento.

Por fim, as *dummies* regionais da Mata, Noroeste de Minas, Sul de Minas e Rio Doce apresentaram resultados não significativos. Logo, entende-se que, estatisticamente, a coleta de RSU da região de referência e destas regiões, apresentam as mesmas características, isto é, são iguais.

Na análise dos resultados obtidos pelas variáveis do modelo, verificou-se que, quanto maior a densidade populacional e o salário médio, em um município, mais lixo é coletado. Isto se dá, possivelmente, pelo fato da necessidade de um melhor empenho por parte dos gestores, e uma mais contribuição por parte da população com taxas de serviços, contribuindo assim para uma maior capacidade de coleta destes resíduos. A variável do PIB *Per Capita* não apresentou resultado significativo, onde não pode contribuir para explicar as variações na quantidade de resíduos coletados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou investigar se diferenças socioeconômicas e demográficas têm influência sobre a quantidade dos resíduos sólidos coletados nos municípios mineiros, no ano de 2016. Foi identificado, a partir do uso de estatísticas de tendência centrais e medidas de dispersão, que existe uma grande heterogeneidade, da quantidade de lixo coletada, da população, da densidade populacional e do PIB *per capita*, entre os municípios analisados.

Em relação as variáveis *Dummies*, que buscaram controlar o efeito da coleta de resíduos sólidos pelo porte populacional e pelas regiões do estado, as *dummies* de porte populacional indicaram, que os municípios na faixa populacional de 20.001 a 50.000 habitantes, e os municípios com mais de 50.001 habitantes, apresentam incremento de lixo coletado, em relação a *dummy* populacional de referência. Diagnosticou-se que, características sociais, culturais, regionais, econômicas, etc., destes municípios estão contribuindo para o incremento na quantidade coletada de RSU.

As *dummies* regionais apresentaram ter especificidades distintas da região de referência, demonstrando que, assim como as *dummies* populacionais, características socioeconômicas, culturais entre outras, destas regiões, estão afetando diretamente a quantidade coletada de lixo.

Como principal limitação neste estudo, pode-se citar a ausência de dados sobre alguns municípios no que se refere à coleta de lixo, em que houve a necessidade de realizar alguns ajustes, como a exclusão das cidades com informações faltantes. Outra limitação é a análise de único ano.

Recomenda-se para futuras pesquisas, a investigação de determinantes da quantidade coletada de diferentes tipos de resíduos. Como por exemplo, resíduos industriais, hospitalares, de construção civil, entre outros. E ainda, a realização da análise gravimétrica destes diferentes tipos de resíduos coletados, para investigar quais são os principais materiais. Além disto, pode-se sugerir uma maior variedade de dados para serem estimados na modelagem.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama Dos Resíduos Sólidos No Brasil**. São Paulo, 2016. Disponível em: https://belasites.com.br/clientes/abrelpe/site/wp-content/uploads/2018/09/SITE_grappa_panoramaAbrelpe_ago_v4.pdf. Acesso em: 23 out. 2018.
- ALMEIDA, M. L. O. **Lixo municipal**: manual de gerenciamento integrado. 2. ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) **NBR 10.004**: Resíduos sólidos – Classificação Rio de Janeiro, 2004.
- AMARAL, V. G. **Política e Resolução de Conflitos Urbanos**: o caso do Aterro Sanitário de Belo Horizonte/MG. 2006. Dissertação (Mestrado em) – Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas – UFMG, Belo Horizonte, 2006. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/VCSA-6XYP5B>. Acesso em: 11 abr. 2019.
- BARBOSA, L. T. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos no Norte de Minas Gerais**: Estudo Relativo à Implantação de Unidades de Reciclagem e Compostagem a partir de 1997. 2004. Dissertação (Mestrado em) - Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Escola de Engenharia - UFMG, Belo Horizonte, 2004. Disponível em: <http://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/135M.PDF>. Acesso em: 11 abr. 2019.
- BESEN, G. R. *et al.* Resíduos sólidos: vulnerabilidades e perspectivas. *In*: SALDIVA P. *et al.* **Meio Ambiente e Saúde**: O Desafio das Metrôpoles. São Paulo: Ex Libris, 2010.
- BRASIL. **Constituição (1988)**. Constituição da República Federal do Brasil. Disponível em: https://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/con1988_06.06.2017/art_225_.asp. Acesso em: 13 dez. 2018.
- BRASIL. Casa Civil. Lei da Política Nacional do Meio Ambiente nº 6.938 de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 31 ago. 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm. Acesso em: 14 dez. 2018.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2 ago. 2010. Não paginado. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>. Acesso em: 14 dez. 2018.
- CALDEIRA, M. M.; REZENDE, S.; HELLER, L. Estudo dos determinantes da coleta de resíduos sólidos urbanos em Minas Gerais. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 14, n. 3, p. 391-400, jul./set. 2009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1413-41522009000300013&lng=en&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 29 abr. 2019.

CANEPA, C. **Cidades Sustentáveis: o município como locus da sustentabilidade.** São Paulo: Editora RCS, 2007.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM (CEMPRE). **Lixo municipal:** manual de gerenciamento integrado. 4 ed. São Paulo, 2018. Disponível em: http://cempre.org.br/upload/Lixo_Municipal_2018.pdf. Acesso em: 04 jun. 2019.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia Científica.** 5. ed. Pearson, 2002.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). **Nosso futuro comum.** 2 ed. Tradução de Our common future. 1988. Disponível em: <https://www.un.org/documents/ga/res/42/ares42-187.htm>. Acesso em: 02 abr. 2019.

COASE. R. H. The Problem of Social Cost. **Journal of Law and Economics**, v. 3, p. 1-44, out.1960. Disponível em: <http://www2.econ.iastate.edu/classes/tsc220/hallam/Coase.pdf>. Acesso: em 14 dez. 2018.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução 306/2002.** 2002. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=306>> Acesso em: 11 dez. 2018.

COSTA, A.C.S.; OLIVEIRA, J.G.A.; CORREIA, T.C.V.D. **Análise de viabilidade de implementação de um sistema de coleta de lixo auto-sustentável no interior de Minas Gerais.** 2005. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - UFF, Niterói, 2005. Disponível em: http://www.paas.uff.br/textos/proj_final1.pdf. Acesso em: 08 abr. 2019.

COUTO, A. M. S. **Das sobras à indústria da reciclagem: a invenção do lixo na cidade (Uberlândia-MG, 1980-2002).** 2006. Tese (Doutorado em) - História Social. PUC, São Paulo, 2006. Disponível em: <https://sapientia.pucsp.br/handle/handle/12933>. Acesso em: 09 abr. 2019.

FAUCHEUX, S.; NOEL, J. **Economia dos Recursos Naturais e Meio Ambiente.** Portugal: Instituto Piaget, 1997.

FERREIRA, A. C. S. **Contabilidade Ambiental.** 2. ed. São Paulo. Editora: Atlas, 2007.

GAIESKI, A. A. **Curitiba: o gerenciamento dos resíduos sólidos passado, presente e perspectivas.** 1991. Dissertação (Mestrado em) – Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 1991. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/111993>. Acesso em: 18 dez. 2018.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo. Editora: Atlas, 2010.

GODECKE, M. V.; NAIME, R. H.; FIGUEIREDO, J. A. S. O Consumismo e a Geração de Resíduos Sólidos Urbanos No Brasil. **Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 8, n. 8, p. 1700-1712, set./dez. 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/6380>. Acesso em: 13 nov. 2018.

GUJARATI, D. **Econometria Básica**. 4. ed. Rio de Janeiro. Editora Elsevier, 2006.

GUJARATI, D.; PORTER D. C. **Econometria Básica**. 5. ed. São Paulo. Editora AMGH Ltda, 2011.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**. São Paulo, v. 25, n. 71, p. 135- 158, fev./mar. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v25n71/10>. Acesso em: 16 out. 2018.

JOHNSTONE, N.; LABONNE, J. **Generation of household solid waste in OCDE Countries**: na empirical analysis using macroeconomic. 2004. Disponível em: www.jstor.org. Acesso em: 11 abr. 2019.

KUHN, T. The persistent problem of value. *In*: NORTH, Gary. **The Coase Theorem**: a study in economic epistemology. 1992. Disponível em: http://www.garynorth.com/freebooks/docs/pdf/the_coase_theorem.pdf. Acesso em: 18 dez. 2018.

LAHAN, M. N. **A problemática dos resíduos sólidos em balneário Camboriú e suas interfaces socioambientais**. 2006. Dissertação (Mestrado em) - Gestão de Políticas Públicas, UNIVALI, Itajaí, 2006. Disponível em: http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=80909. Acesso em: 08 abr. 2019.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo. Editora: Atlas, 2003.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 6. ed. São Paulo. Editora: Atlas, 2011.

MARTINS, E. C. O Turismo como Alternativa de Desenvolvimento Sustentável: O Caso de Jericoacoara no Ceará. 2002. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 36, n. 2, p. 227-241, abr./jun. 2005. Disponível em: <https://ren.emnuvens.com.br/ren/article/view/737/574>. Acesso em: 10 dez. 2018.

MARTINS, E. C. Coeficiente de determinação. **Revista de Ciência Elementar**. v.6, n. 1. p. 24, fev./mar. 2018. Disponível em: https://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php/Coeficiente_de_determina%C3%A7%C3%A3o. Acesso em: 24 jun. 2019.

MASSUKADO, L.M. **Sistema de apoio à decisão**: avaliação de cenários de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos domiciliares. 2004. Dissertação (Mestrado em) - Pós-graduação Engenharia Urbana, UFS, São Carlos, 2004. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/4292>. Acesso em: 09 abr. 2019.

MOSLER, H.J.; *et al.* **Formulating wate manegement strategies base don manegement practices in Santiago de Cuba, Cuba**. Habitat International. 2006. Disponível em: www.elsevier/locate/habitatint. Acesso em: 12 abr. 2019.

MOTA, J. C.; *et al.* **Características e impactos ambientais causados pelos resíduos sólidos: uma visão conceitual.** PRIMEIRO CONGRESSO INTERNACIONAL DE MEIO AMBIENTE SUBTERRÂNEO, São Paulo, 2009. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/21942>. Acesso em: 17 jun. 2019.

MOTTA, R. S. **Economia Ambiental.** Rio de Janeiro. Editora: FGV, 2006.

MOTTA, R. S. **Manual para Valoração Econômica de Recursos Ambientais.** Rio de Janeiro, 1997. Disponível em: <http://www.terrabrasilis.org.br/ecotecadigital/pdf/manual-para-valoracao-economica-de-recursos-ambientais.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2018.

MUELLER, C. Charles. **Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente.** Brasília. Editora: UnB, 2007.

MUNIZ, S. R. **Introdução à análise estatística de medidas.** 2016. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em) – Ciências, USP/UNIVESP, São Paulo, 2016. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/169799/mod_resource/content/0/Introducao_Estatistica_plc0016_14.pdf. Acesso em: 12 jan. 2019.

NOBRE, M.; AMAZONAS, M. C. **Desenvolvimento sustentável: A institucionalização de um conceito.** São Paulo: Edições IBAMA, 2004.

NUNES, P. **Conceito de Externalidades.** 2009. Disponível em: <http://www.knoow.net/cienciaeconempr/economia/externalidades.htm>. Acesso em: 14 dez. 2018.

PAIVA, P. R. **Contabilidade Ambiental: evidenciação de gastos ambientais com transparência e focada na preservação.** São Paulo: Atlas, 2009.

PEQUENO, P. A. M. **Coleta Seletiva de Lixo: Uma alternativa para minimização de resíduos com geração de renda.** 2002. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/5447>. Acesso em: 11 abr. 2019.

PERMAN, R.; *et al.* **Natural resource e enviromental economics.** 3. ed. Addison Wesley Longman, 1996. Disponível em: http://econdse.org/wp-content/uploads/2014/01/perman_et_al_chapters_6_and_7.pdf. Acesso em: 10 dez. 2018.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia.** 6. ed. Tradução: Eleutério Prado, Thelma Guimarães. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico.** 2. ed. 2013. Disponível em: <http://www.feevale.br/Comum/midias/8807f05a-14d0-4d5b-b1ad-1538f3aef538/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2019.

RIBEIRO, M. S. **Contabilidade Ambiental.** São Paulo. Editora: Saraiva, 2006.

SATTERTHWAITE, D. **Desenvolvimento Sustentável e Gestão Ambiental nas Cidades; Estratégias a partir de Porto Alegre.** Porto Alegre. Editora: UFRGS, 2004.

SILVA, H. **Aspectos demográficos associados à geração de resíduos domiciliares no município de Belo Horizonte, 2002.** 2008. Dissertação (Mestrado em) - Demografia, Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional FCE/UFMG. Belo Horizonte. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbepop/v29n2/a12v29n2>. Acesso em: 09 fev. 2019.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). **Série Histórica.** Disponível em: <http://app4.cidades.gov.br/serieHistorica/#>. Acesso em: 18 mar. 2019.

SOLOW, R. M. **Sustainability: An Economist's Perspective.** 1991. Disponível em: <http://cda.mrs.umn.edu/~kildegac/Courses/Enviro/3008/Readings/Solow.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2018.

THOMAS, J. M.; CALLAN, S. J. **Economia Ambiental: fundamentos, políticas e teoria.** São Paulo. Editora: Cengage Learning, 2010.

TINOCO, J. E. P.; KRAEMER, M. E. P. **Contabilidade e Gestão ambiental.** São Paulo. Editora: Atlas, 2004.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). **Ambiente é o Meio; e o descarte de lixo.** São Paulo, 2017. Disponível em: <https://jornal.usp.br/radio-usp/radioagencia-usp/ambiente-e-o-meio-e-o-descarte-de-lixo/>. Acesso em: 12 jan. 2019.

VERGARA, S. C. **Projetos e Relatórios de pesquisa em Administração.** São Paulo. Editora: Atlas, 2004.

VIEIRA, E. A. Contribuições à implantação de política pública de gestão de lixo. **Estação Científica (UNIFAP).** Macapá, v. 1, n. 1, p. 89-93, 2011. Disponível em: <https://periodicos.unifap.br/index.php/estacao/article/view/98/v1n1Vieira.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2018.

WAKIM, V. R. **Valoração Ambiental: Uso do método dose-resposta na mensuração do impacto na lucratividade da produção de arroz irrigado na microrregião de Formoso do Araguaia - TO.** 2010. Dissertação (Mestrado em) - Desenvolvimento Regional e Agronegócio. FUFT, Tocantins, 2010. Disponível em: <http://repositorio.uft.edu.br/handle/11612/222>. Acesso em: 25 mar. 2019.