

FUNDAÇÃO ESCOLA DE COMÉRCIO ÁLVARES PENTEADO

FECAP

CENTRO UNIVERSITÁRIO ÁLVARES PENTEADO

MESTRADO EM CIÊNCIAS CONTÁBEIS

IVAN CARLOS SILVA LIMA

**EVIDENCIAÇÃO DO POTENCIAL ECONÔMICO DOS
RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES NÃO TRATADOS NO
MUNICÍPIO DE SÃO PAULO TENDO POR BASE A
GRAVIMETRIA DO ANO DE 2017**

São Paulo

2019

IVAN CARLOS SILVA LIMA

**EVIDENCIAÇÃO DO POTENCIAL ECONÔMICO DOS RESÍDUOS
SÓLIDOS DOMICILIARES NÃO TRATADOS NO MUNICÍPIO DE SÃO
PAULO TENDO POR BASE A GRAVIMETRIA DO ANO DE 2017**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Acadêmico do Centro Universitário Álvares Penteado, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências Contábeis.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Vilma Geni Slomski
Coorientador: Prof. Dr. Valmor Slomski

São Paulo

2019

FUNDAÇÃO ESCOLA DE COMÉRCIO ÁLVARES PENTEADO - FECAP

CENTRO UNIVERSITÁRIO ÁLVARES PENTEADO

Prof. Dr. Edison Simoni da Silva
Reitor

Prof. Dr. Ronaldo Fróes de Carvalho
Pró-reitor de Graduação

Prof. Dr. Alexandre Sanches Garcia
Pró-reitor de Pós-Graduação

FICHA CATALOGRÁFICA

L732e

Lima, Ivan Carlos Silva

Evidenciação do potencial econômico dos resíduos sólidos domiciliares não tratados no município de São Paulo tendo por base a gravimetria do ano de 2017 / Ivan Carlos Silva Lima. - - São Paulo, 2019.

166 f.

Orientadora: Prof^a. Dra. Vilma Geni Slomski
Coorientador: Prof. Dr. Valmor Slomski

Dissertação (mestrado) – Fundação de Escola de Comércio Álvares Penteado – FECAP – Centro Universitário Álvares Penteado – Programa de Mestrado em Ciências Contábeis.

1. Sustentabilidade – Aspectos econômicos. 2. Lixo – Eliminação. 3. Coleta seletiva de lixo – São Paulo, Região Metropolitana de São Paulo.

CDD: 363.728

Bibliotecária responsável: Iruama de O. da Silva, CRB-8/10268.

IVAN CARLOS SILVA LIMA

**EVIDENCIAÇÃO DO POTENCIAL ECONÔMICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS
DOMICILIARES NÃO TRATADOS NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO TENDO POR
BASE A GRAVIMETRIA DO ANO DE 2017**

Dissertação apresentada ao Centro Universitário Álvares Penteado, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências Contábeis.

COMISSÃO JULGADORA:

Prof. Dr. Valmor Slomski
Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo
FEA/ USP
Professor Coorientador

Prof. Dr. Tiago Nascimento Borges Slavov
Fundação Escola de Comércio Álvares Penteado – FECAP

Prof^a. Dr^a. Vilma Geni Slomski
Fundação Escola de Comércio Álvares Penteado – FECAP
Professora Orientadora – Presidente da Banca Examinadora

São Paulo, 30 de agosto de 2019.

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais, Geraldo e Neuza. Mesmo sem palavras, vocês me ensinaram que com trabalho, dedicação e ternura, se é capaz de alcançar grandes coisas.
A história de vocês me inspira!

“Instruir-te-ei, e ensinar-te-ei o caminho que deves seguir;
guiar-te-ei com os meus olhos”
Salmos 32:8

Agradecimentos

Agradeço a Deus por me dar forças para suportar todas as tribulações, emocionais, profissionais e financeiras, e permitir que eu chegasse até aqui. ELE foi muito generoso para comigo ao colocar pessoas que de alguma forma ajudaram na minha jornada e a me tornar uma pessoa melhor.

Aos meus pais Geraldo e Neuza, que mesmo sem muitas vezes entender minhas ausências em todos esses anos, seja por conta do trabalho ou dos estudos, sei que estavam ali torcendo por mim. Este período dedicado ao Mestrado me ajudou a ver o quanto preciso retribuir pelo esforço e sacrifício que fizeram para comigo e meus irmãos Rodrigo e Vitória. **AMO TODOS VOCÊS!**

Ao Julian, pessoa a quem é difícil dizer o quanto sou grato. Seu gesto de ternura e compaixão para com minhas falhas e dificuldades me deram forças para acreditar que esse momento seria possível. Muito mais do que me ajudar financeiramente, convidando para almoçar, oferecendo carona (pois sabia o quanto estava difícil), me fez acreditar que conseguiria chegar até aqui. Espero poder multiplicar o bem que me fez.

À Lilian, Neli, Dimas, Vitorino e Rodrigo Camargo. Esses professores me ajudaram a acreditar que a educação pode transformar a vida das pessoas. Em especial ao Meu Professor Rodrigo Camargo, fica meu agradecimento pelas aulas, oportunidades, incentivos e principalmente pela sua amizade, da qual tenho muito orgulho e gratidão.

À Viviane que, mesmo distante centenas de quilômetros, soube se fazer presente durante esta Jornada. Agora que ela chegou ao fim decidimos eliminar a distância e começar uma nova jornada, de mãos dadas. Obrigado por estar ao meu lado.

Ao Raul por confiar em mim, ao Tom por me ouvir, aos colegas de trabalho pela compreensão nas ausências, ao Annunziato pelas aulas e amizade, à Sandra Mitherhofer pelas palavras de consolo e incentivo, ao casal João e Irma pela acolhida e amizade.

Nas pessoas dos Srs. Adler e Gislaine agradeço a toda equipe da AMLURB que contribuiu para a viabilização desta pesquisa. Aproveito para agradecer também a Sra. Cristiana (Cooperativa Crescer), aos Srs. Antonio e Mário que me ajudaram a entender melhor uma central de triagem e o uso do CDR.

Aos colegas da turma de mestrado 01/2017, em especial ao João, Nelson, Alan e Lucineide, pessoas com quem pude compartilhar conhecimentos e experiências que vão além de seminários e trabalhos na sala de aula.

À FECAP, por me dar a oportunidade de fazer parte da sua história e me ajudar a construir a minha. Na pessoa do Sr. Pró-Reitor Prof. Dr. Alexandre Garcia, agradeço a todos os colaboradores desta instituição sobre a qual tenho orgulho de dizer que fui aluno.

Aos professores do Mestrado Dr. Claudio Parisi, Dr. Aldy F. Silva, Dr. Anísio C. Pereira, Dr^a. Elionor F. J. Weffort, Dr. Ivam R. Peleias, Dr. Tiago N. B. Slavov e Dr. Joelsom O. Sampaio, pelo aprendizado e conhecimentos adquiridos.

Aos membros da banca, Prof. Dr. Valmor Slomski, coorientador deste trabalho, pelas reuniões, contribuições para pesquisa e forma com que consegue passar o conhecimento, fazendo do ouvinte um expectador ávido. Ao Prof. Dr. Tiago Borges Slavov pelas contribuições, com sugestões e críticas que estimularam a evolução e enriquecimento deste trabalho.

À Prof^a. Dra. Vilma Slomski, por me dar a oportunidade de ser minha orientadora, sendo muito compreensiva e muito mais ainda paciente comigo. Sou grato pelo nível de qualidade que exigiu, fazendo com que eu entregasse o meu melhor, isso me permitiu aprendizado e crescimento não apenas como pesquisador, mas também como pessoa e como profissional. Pelas suas aulas, orientação e contribuições que puderam fazer com que este momento se concretizasse, meu muito obrigado!

O que nós tomamos como garantido pode não estar aqui para nossos filhos.

(Albert Arnold Al Gore Jr.)

Resumo

Lima, I. C. S. (2019). *Evidenciação do potencial econômico dos resíduos sólidos domiciliares não tratados no Município de São Paulo tendo por base a gravimetria do ano de 2017*. (Dissertação de Mestrado). Centro Universitário Álvares Penteado, Fundação Escola de Comércio Álvares Penteado – FECAP, São Paulo, SP, Brasil.

Esta pesquisa tem como objetivo evidenciar o potencial econômico dos resíduos sólidos domiciliares não tratados no Município de São Paulo tendo por base a gravimetria do ano de 2017. Para tanto, realizou-se uma pesquisa quantitativo-descritiva. Os dados foram coletados por meio de análise de documentos e analisados por meio de cálculos matemáticos. Constatou-se que o potencial econômico estimado a partir do tratamento adequado do montante de resíduos sólidos domiciliares descartados no ano de 2017 foi de **R\$ 2.460.881.355,93**. Esse total foi estimado levando em conta cinco diferentes fontes de renda: reciclagem auferindo **R\$ 1.038.835.508,94**; Créditos de Carbono com receita de **R\$ 134.281.098,74**; Créditos de Logística Reversa com receita de **R\$ 1.121.616.396,00**; Combustível Derivado de Resíduo com receita de **R\$ 92.742.499,15**; Composto Orgânico com receita de **R\$ 73.405.853,10**. A geração deste potencial demanda a implantação de **101** centrais de triagem com custos estimados para a implantação de **R\$ 1.819.427.554,20** e anual de operação num total de **R\$ 1.790.498.925,00**. Em contrapartida a estimativa de ganhos sociais foi de **3.333** empregos diretos. Já quanto a ganhos ambientais estimou-se o total de **39 bilhões** de litros de água, **142 mil m²** de floresta protegida e **220 mil** toneladas de minerais, entre eles bauxita, ferro, cal, areia e carvão. Identificou-se que a despesa com a coleta do montante dos resíduos sólidos domiciliares não tratados impactou o orçamento público em **2,5%** no ano de 2017. Comprovou-se que os resíduos sólidos domiciliares são ativos com potencial para gerar renda, empregos e mitigar impactos socioambientais. Esta constatação permite concluir pela viabilidade da implantação de centrais de triagem como uma alternativa para promover o tratamento e a destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos domiciliares, sendo esta uma medida social, ambiental e economicamente viável para atingir a sustentabilidade urbana e as boas práticas de gestão dos resíduos domiciliares no município.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Resíduos sólidos domiciliares. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Potencial econômico e socioambiental. Gravimetria.

Abstract

Lima, I. C. S. (2019). *Evidenciação do potencial econômico dos resíduos sólidos domiciliares não tratados no Município de São Paulo tendo por base a gravimetria do ano de 2017*. (Dissertação de Mestrado). Centro Universitário Álvares Penteado, Fundação Escola de Comércio Álvares Penteado – FECAP, São Paulo, SP, Brasil.

This research aims to highlight the economic potential of untreated household solid waste in São Paulo city, based on the gravimetry of the year 2017. Therefore, a quantitative-descriptive research was conducted. Data were collected by means of document and mathematical calculations analysis. It was found that the estimated economic potential from the proper treatment of the amount of household solid waste discarded in 2017 was R \$ 2,460,881,355.93. This total was estimated taking into account five different sources of income: recycling earning R\$ 1,038,835,508.94; Carbon credits with revenue of R\$ 134,281,098.74; Reverse Logistics Credits with revenue of R \$ 1,121,616,396.00; Fuel Derived from Residue with revenue of R \$ 92,742,499.15; Organic Compost with revenue of R \$ 73,405,853.10. The generation of this potential demands the implementation of 101 sorting plants with estimated cost for deployment of R \$ 1,819,427,554.20 and annual total operation cost of R \$ 1,790,498,925.00. In contrast, the estimated social gains were 3,333 direct jobs. As for environmental gains, the total of 39 billion liters of water was estimated, 142,000 m² of protected forest and 220,000 tons of minerals, including bauxite, iron, lime, sand and coal. It was found that the expense of collecting the amount of untreated household solid waste impacted the public budget at 2.5% in 2017. Household solid waste has been shown to be assets with potential to generate income, jobs and mitigate social and environmental impacts. This finding makes it possible to conclude that the deployment of sorting plants is feasible as an alternative to promote the treatment and the environmentally appropriate final destination of household waste, which is a socially, environmentally and economically viable measure to achieve urban sustainability and good household waste management practice in the city.

Keywords: Sustainability. Household solid waste. National Policy on Solid Waste. Economic and socio-environmental potential. Gravimetry.

Lista de Figuras

Figura 1. Composição média do Resíduo Sólido Domiciliar Brasileiro	31
Figura 2. Custos de Implantação de Unidades de Triagem	46
Figura 3. Mapa da distribuição da coleta de lixo no Município de São Paulo	50
Figura 4. Proporção dos RSDs não tratados no Município de São Paulo no ano de 2017	110
Figura 5. Geração média <i>per capita</i> de RSDs no Município de São Paulo	111
Figura 6. Comparação gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares do Município de São Paulo	115
Figura 7. Participação do material reciclável no total de resíduos não tratados no ano de 2017	117
Figura 8. Potencial econômico dos resíduos sólidos domiciliares do Município de São Paulo	127
Figura 9. Projeto de uma central de triagem	130
Figura 10. Processo de funcionamento da central de triagem	131

Lista de Tabelas

Tabela 1	Destino do lixo em alguns países selecionados	30
Tabela 2	Custos para implantação de central de triagem	45
Tabela 3	Custos de implantação e operação de galpões de triagem e beneficiamento primário	47
Tabela 4	Impactos no orçamento público com custos na gestão de resíduos sólidos	55
Tabela 5	Composição Gravimétrica 2017 – Município de São Paulo	102
Tabela 6	Estimativa do potencial da reciclagem	103
Tabela 7	Estimativa para comercialização de Créditos de Carbono – CC	103
Tabela 8	Estimativa para a comercialização Créditos de Logística Reversa - CLR	103
Tabela 9	Estimativa para a comercialização de Combustível Derivado de Resíduo – CDR	104
Tabela 10	Estimativa para a comercialização de Composto Orgânico	104
Tabela 11	Estimativa de custos para implantação e operação de centrais de triagem ...	105
Tabela 12	Estimativa do potencial de empregos diretos gerados	105
Tabela 13	Estimativa para ganhos com a redução da extração de recursos naturais	106
Tabela 14	Impacto da despesa com a coleta dos resíduos sólidos domiciliares não tratados no orçamento público no ano de 2017	106
Tabela 15	Resíduos domiciliares não tratados no município de São Paulo no ano de 2017	109
Tabela 16	Composição Gravimétrica 2017 – Município de São Paulo	114
Tabela 17	Estimativa do potencial da reciclagem	116
Tabela 18	Estimativa para comercialização de Créditos de Carbono	118
Tabela 19	Estimativa para a comercialização de Créditos de Logística Reversa - CLR	119
Tabela 20	Comercialização de Créditos de Internalização dos Custos Privados – CICPs	122
Tabela 21	Estimativa para comercialização de Combustível Derivado de Resíduo - CDR	123
Tabela 22	Estimativa para comercialização de Composto Orgânico	125
Tabela 23	Potencial econômico dos resíduos sólidos domiciliares a partir da triagem ..	126
Tabela 24	Estimativa de custos para implantação e operação de centrais de triagem ...	128
Tabela 25	Estimativa do potencial de empregos diretos gerados	132
Tabela 26	Estimativa para ganhos com a redução da extração de recursos naturais	134
Tabela 27	Impactos da despesa com a coleta dos resíduos sólidos domiciliares não tratados no orçamento público	136

Lista de Abreviaturas e Siglas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
AMLURB	Autoridade Municipal de Limpeza Urbana
BLSR	Benefício Líquido Social do Reaproveitamento
CA	Danos ambientais resultantes da má coleta e disposição do lixo urbano
CC	Crédito de Carbono
CDR	Combustível Derivado de Resíduo
CEMPRE	Compromisso Empresarial para Reciclagem
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CICP	Créditos de Internalização de Custos Privados
CLR	Créditos de Logística Reversa
CMMAD	Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento
COMAREI	Cooperativa de Materiais Recicláveis de Itu
COOPERMITI	Cooperativa de Resíduos Sólidos Eletroeletrônicos
CORPE	Cooperativa de Trabalho dos Recicladores de Penápolis
CTL	Central de Tratamento de Resíduos Leste
DAEP	Departamento Autônomo de Água e Esgoto de Penápolis
DEFRA	<i>Department for Environment, Food & Rural Affairs</i>
DMLU	Departamento Municipal de Limpeza Urbana
EAM	Exploração de Aterros Melhorados
EC	<i>European Commission</i>
EMPLASA	Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A
EPI	Equipamento de Proteção Individual
EPR	<i>Extended Producer Responsibility</i>
FEAM	Fundação Estadual do Meio Ambiente
FISLURB	Taxa de Fiscalização dos Serviços de Limpeza Urbana
FMLU	Fundo Municipal de Limpeza Urbana
GAR	Gastos Associados ao Reaproveitamento
GCD	Gastos atuais e efetivos de Coleta, transporte e Disposição final de lixo urbano
GEE	Gases de Efeito Estufa
GMI	Reduções de custos associados em matéria-prima e outros insumos proporcionados pelo reaproveitamento
GRS/UFPE	Grupo de Resíduos Sólidos da Universidade Federal de Pernambuco
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDF	Indústria de Destinação Final do Lixo
IDFRS	Indústria de Destinação Final de Resíduos Sólidos
IPCA	Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ISE	Índice de Sustentabilidade Empresarial
ISWM	<i>Integrated and Sustainable Waste Management</i>
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MW	Megawatt
NBR	Normas Brasileiras
OCDE	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico

ONG	Organização Não Governamental
ONU	Organização das Nações Unidas
PBRs	Plano Brasileiro de Resíduos Sólidos
PEV	Pontos de Entrega Voluntária
PGIRS	Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos
PIB	Produto Interno Bruto
PMSp	Prefeitura Municipal de São Paulo
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
RDF	<i>Refused Derived Fuel</i>
RSD	Resíduos Sólidos Domiciliares
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SINDUSCON	Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo
SMAUTs	Sistemas Municipais e Autoridades Locais
SMDU	Secretaria de Desenvolvimento Urbano
SMGRS	Sistema Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
SNIS	Sistema Nacional de Informações Sociais
TRSD	Taxa de Resíduos Sólidos Domiciliares
TRSS	Taxa de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde
UNFPA	Fundo de População das Nações Unidas
UPR	Unidade de Processamento de Resíduos
VWF	<i>Volume-based Waste Fee</i>
WWF	<i>World Wide Fund For Nature</i>

Sumário

1 Introdução	17
1.1 Justificativa	19
1.2 Situação problema e questão de pesquisa	21
1.3 Objetivos	22
2 Fundamentação Teórica	24
2.1 Desenvolvimento econômico com sustentabilidade	24
2.2 Resíduos sólidos urbanos no Brasil	26
2.2.1 Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil (PNRS)	31
2.2.1.1 <i>Logística Reversa dos produtos e/ou embalagens</i>	34
2.2.1.2 <i>Práticas de gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos</i>	35
2.2.2 Implantação de Centrais de Triagem	43
2.3 Política de resíduos sólidos domiciliares no Município de São Paulo	48
2.3.1 Práticas de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares no município de São Paulo	50
2.3.2 Impacto da despesa com a coleta dos resíduos sólidos domiciliares não tratados no orçamento público no ano de 2017	54
2.4 Estudos já realizados sobre o potencial econômico dos resíduos sólidos domiciliares	56
3 Metodologia da Pesquisa	97
3.1 Campo de estudo	98
3.2 Métodos, técnicas, procedimentos e instrumentos de coleta dos dados	98
3.2.1 <i>Elaboração dos instrumentos de coleta de dados</i>	102
3.2.2 <i>Procedimentos de coleta de dados</i>	106
3.3 Métodos, técnicas e procedimentos de análise dos dados	107
4 Resultados	108
4.1 Caracterização dos Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD) do Município de São Paulo no ano de 2017	108
4.2 Potencial econômico dos resíduos sólidos domiciliares a partir da triagem	115
4.2.1 <i>Comercialização de materiais recicláveis</i>	116
4.2.2 <i>Comercialização de Créditos de Carbono (CC)</i>	118
4.2.3 <i>Comercialização dos Créditos de Logística Reversa</i>	119
4.2.4 <i>Comercialização de Combustível Derivado de Resíduo (CDR) e de Composto Orgânico</i>	123
4.3 Custos e benefícios com a implantação de centrais de triagem para os resíduos sólidos domiciliares não tratados	128
4.3.1 <i>Custos com implantação de central de triagem</i>	128
4.3.2 <i>Estimativa de benefícios sociais e ambientais gerados pela triagem dos resíduos sólidos não tratados</i>	132
4.4 Impactos da despesa com a coleta dos resíduos sólidos domiciliares não tratados no orçamento público no ano de 2017	136
5 Conclusões	138
Referências	140
Apêndice A - Formulário para Coleta de Dados	153

Apêndice B - Caracterização Gravimétrica Quadrimestral dos Resíduos Sólidos Domiciliares do Município de São Paulo	157
Apêndice C - Caracterização Gravimétrica Parcial dos Resíduos Sólidos Domiciliares do Município de São Paulo no Ano de 2017	158
Apêndice D - Caracterização Gravimétrica Anual dos Resíduos Sólidos Domiciliares do Município de São Paulo no Ano de 2017	159
Anexo A - Quantitativos, Resíduos Coletados no Município de São Paulo (2013 a 2019)	160
Anexo B - Relatório “Mercado – Preço do Material Reciclável”	161
Anexo C - Investing.com – Cotação de Créditos de Carbono Futuros	162
Anexo D - Relatório “Portal de Créditos de Logística Reversa”	163
Anexo E - Relatório “Fichas técnicas – composto orgânico”	164
Anexo F - Planta Unidade Central de Triagem	165
Anexo G - Relatório “SindusCon-SP: Custo da Construção Paulista Sobe 0,28% em Fevereiro”	166

1 Introdução

A degradação do meio ambiente tornou-se um dos principais desafios da sociedade e a agenda permanente das empresas. O Estado, a sociedade civil e as organizações tornam-se cada vez mais conscientes e adotam ações baseadas em uma conduta ambientalmente responsável (Slomski, Slomski, Kassai, & Megliorini, 2012). Neste sentido, o processo produtivo impacta o meio ambiente a partir dos resíduos sólidos que gera (Valim, 2014). Em acordo com este pensamento, Lima (2012, p. 13) diz que o desenvolvimento socioeconômico e o “modelo capitalista de produção e consumo” têm ocasionado “crescente geração de resíduos que são despejados diariamente sobre o meio ambiente e este não possui o tempo necessário para assimilá-los ou ainda tem uma reduzida capacidade para tanto, a depender da própria constituição dos resíduos”.

Lucena (2005) acrescenta que a degradação do meio ambiente representa riscos à saúde humana, prejuízos econômicos e sociais e, ainda, compromete o desenvolvimento das próximas gerações. Sendo assim, a lógica do pensamento econômico deve estar focada em um planejamento de longo prazo que considere os aspectos sociais e ambientais como estratégias para a contemplação da existência humana.

O estudo de Kassai et al. (2008b) sobre o Balanço Contábil das Nações adverte que o planeta não comportará o tamanho dessa população se os modelos atuais de extração, produção, distribuição, consumo e descarte continuarem baseados nas crenças e valores adotados durante o século XX. O ciclo circular adotado pela economia das empresas no século passado tinha o pressuposto de que os recursos eram abundantes e inesgotáveis e, de alguma forma, seriam renovados. Entretanto, os descartes gerados pelos produtos e serviços atuais nem sempre retornam ao estado de matérias-primas, evidenciando que a sociedade rompeu os ciclos da natureza (Slomski et al., 2012). Para os autores, se, em um dos extremos, os recursos naturais e não renováveis estão se exaurindo, na outra extremidade não se sabe o que fazer com os resíduos sólidos que se acumulam.

Este cenário indica que um dos maiores desafios da contemporaneidade é a degradação ambiental e a conseqüente crise ecológica. De acordo com Boff (2009, p. 15), “nas últimas décadas, temos construído o princípio da autodestruição”, isso significa dizer que o homem pode ocasionar danos irreparáveis ao meio ambiente quando não houver a devida preocupação com a preservação ecológica e conseqüentemente com o atendimento às necessidades das gerações presentes e futuras. Estas ideias vêm de encontro com o que preconiza a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD,

1988, p. 46) que defende o conceito de sustentabilidade planetária como a capacidade que as nações, empresas, instituições sociais e outros possuem para atender “às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades”, ou seja, os princípios da sustentabilidade requerem uma visão a longo prazo, pois as necessidades e a sobrevivência das futuras gerações dependem de ações e iniciativas do presente.

Pode-se dizer que os problemas ambientais têm relação direta com o crescimento populacional, associado a um maior poder aquisitivo, principalmente nos países emergentes que proporcionam novos padrões de consumo e, conseqüentemente maior produção de bens e serviços. Essa combinação tem influenciado negativamente a forma como a sociedade se relaciona com o meio ambiente (Cirelli & Kassai, 2010; Kassai et al., 2008a).

Estas ideias estão de acordo com o Fundo de População das Nações Unidas (UNFPA), agência de desenvolvimento internacional da Organização das Nações Unidas (ONU) que trata de questões populacionais. De acordo com o Fundo, o número de habitantes do mundo mais que duplicou, passando de 2 bilhões e 500 mil em 1950 para 7 bilhões em 2011. Ainda que na maioria dos países as taxas de natalidade estejam decrescendo, a população mundial segue aumentando e, segundo se prevê, chegará a 9,6 bilhões de pessoas até 2050 (Organização das Nações Unidas [ONU], 2017).

Segundo Romeiro (2012, p. 66), é necessário que os “agentes econômicos ‘internalizem’ os custos da degradação que provocam” e, neste sentido, implementar ações baseadas em condutas ambientalmente responsáveis torna-se emergente não só para a sobrevivência das empresas, mas do planeta onde vivem mais de 7,6 bilhões de habitantes (ONU, 2017). Para Rocha e Siman (2005), se persistirem os modelos atuais de extração, produção, distribuição, consumo e descarte seguindo as diretrizes capitalistas do século XX, o planeta não terá mais condições de abrigar essa população (o que dizer das futuras gerações).

Nesse sentido, Corsi (2002) acrescenta que qualquer que seja o modelo econômico, este ficará ameaçado pelo esgotamento dos recursos naturais.

Para Slomski, Slomski, Kassai e Megliorini (2012, p. 276), a produção de bens e serviços requer das empresas a utilização de recursos e estratégias que considerem a sustentabilidade planetária e, assim, o “tratamento de efluentes e resíduos, que precisam ser medidos e controlados”. Para tanto, as empresas devem considerar o ciclo total de vida do produto e, nesse âmbito, perceber “onde começam e terminam seus custos industriais, bem

como quais impactos podem gerar para o meio ambiente quando esse processo fica incompleto ou não recebe a devida atenção” (Slomski et al., 2012, p. 276).

As empresas precisam adotar modelos de gestão do meio ambiente que considerem o ciclo total de vida do produto e incluam o custo com o tratamento e destinação ambientalmente adequada de produtos e embalagens ao final de sua vida útil aos custos da produção mais limpa (P+L) (Elkington, 2004). Segundo Braz (2009, p. 16), por questões de competitividade ou mesmo de sobrevivência, as empresas “precisam considerar as questões ambientais, pois são exigidas novas posturas, seja na maneira de operar seus negócios, seja em suas organizações”.

A falta de tratamento e destinação final ambientalmente correta por parte das empresas faz com que seus efluentes de produção gerem externalidades negativas, degradação ambiental e custos públicos. Na situação atual, as cidades pagam para que empresas terceirizadas colem o lixo. Das toneladas dia coletadas nas grandes cidades, menos de 1% vai para a reciclagem, o restante é destinado aos lixões, que degradam o meio ambiente com a produção de gases de efeito estufa e possível degradação do lençol freático, entre outros (Slomski et al., 2012).

1.1 Justificativa

A escolha da temática desta pesquisa deve-se ao fato de que as empresas precisam adotar modelos de gestão do meio ambiente que incluam os custos do tratamento e a destinação final ambientalmente adequada do produto e/ou da embalagem, e assim não deleguem esta responsabilidade ao poder público. Esta realidade somada ao cenário de degradação ambiental em vista do descarte dos resíduos sólidos em lixões, bem como a não valorização e aproveitamento do potencial econômico que os resíduos sólidos urbanos possuem, em especial os domiciliares, passou a fazer parte dos questionamentos e da lacuna percebida por este estudo.

Dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais ([ABRELPE], 2015b) corroboram com estas questões demonstrando que houve um aumento de 2,9% no descarte de resíduos sólidos no período de 2003 a 2014 correspondendo a 78.583.405 toneladas de resíduos em 2014, sendo que 41,6% deste total foi descartado em aterros sanitários, não havendo tratamento adequado. Isso significa dizer que os governos municipais ainda não encontraram caminhos sustentáveis para enfrentar o problema do lixo que coletam diariamente e descartam em lixões, seja pela falta de educação e consciência

ambiental da sociedade de consumo, seja pela falta de implementação de uma política de logística reversa por parte das empresas (Slomski et al., 2012).

Em acordo, Tonetto e Bonacim (2011) asseveram que, mesmo sendo de responsabilidade do setor produtivo, o setor público se imbuí de dar destinação final aos resíduos sólidos urbanos sem qualquer tipo de remuneração, ocasionando uma redução no orçamento público ou, em última análise, em uma redução da capacidade de investimento público que atenda as demandas da sociedade.

Em busca da responsabilização da indústria poluidora, de uma maior conscientização ambiental da sociedade, do alinhamento entre desenvolvimento econômico e proteção ambiental caminha a Lei Federal n. 12.305, de 02 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (ou simplesmente PNRS). A lei dispõe sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis. O espírito da lei compreende a aplicação do princípio da responsabilidade pós-consumo, tratamento e destinação final do produto ou embalagem ambientalmente adequados.

Segundo Jacobi e Besen (2006), a produção de variados tipos de produtos, depois de consumidos, resulta em diversos tipos de resíduos e com diferentes graus de periculosidade. Observando a importância deste fato, os autores inferem:

. . . um fator importante que precisa ser considerado é a forma como estes resíduos são gerenciados, desde a sua produção até a sua disposição final, que deve ser ambientalmente segura. A gestão dos vários tipos de resíduos – domiciliares, comerciais, industriais, tecnológicos, urbanos, da construção civil, de serviços de saúde, de portos e aeroportos, nucleares – têm responsabilidades definidas em legislações específicas e precisam de sistemas de coleta, tratamento e disposição final diferenciados. (Jacobi & Besen, 2006, p. 92).

Esta assertiva indica a necessidade da observância quanto à destinação correta dos resíduos sólidos urbanos e os prejuízos causados ao meio ambiente quando esse processo não recebe a devida atenção. Na contramão da história caminham os modelos de gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, uma vez que não atentam para a legislação nem para o potencial econômico, social e ambiental que os resíduos sólidos possuem quando da sua triagem, reciclagem, comercialização e conseqüente tratamento e destinação final ambientalmente correta dos resíduos sólidos urbanos (PNRS, Lei 12.305/2010, 2010).

1.2 Situação problema e questão de pesquisa

O potencial econômico dos resíduos sólidos gerados com sua triagem e consequentemente sua comercialização, contribui para a mitigação dos impactos ambientais, geração de renda e inclusão social. Para Jacobi e Besen (2011, p. 1), um dos maiores desafios com que se defronta a sociedade moderna tem a ver com o “equacionamento da geração excessiva e da disposição final ambientalmente segura dos resíduos sólidos”. Em relação aos resíduos sólidos, em especial os domiciliares, vêm aumentando ante o crescimento da produção, do gerenciamento inadequado e da falta de áreas de disposição final, fato este que se torna uma preocupação mundial.

Esta assertiva evidencia que o grande desafio ambiental enfrentado pelas cidades hoje é “a exaustão da vida útil dos aterros sanitários, a presença de catadores nos lixões, a escassez de áreas disponíveis para a criação de outros aterros, impactos ambientais” (Jacobi & Besen, 2011, p. 1). Todavia, uma questão ainda mais grave é a falta de entendimento sobre o potencial econômico que os resíduos sólidos possuem a partir de sua triagem e comercialização, ainda ignorada pelos governos municipais que se limitam a considerar apenas o custo-benefício da coleta e destinação final sem promover ações e projetos que considerem os diferentes modos de tratamento dos resíduos sólidos urbanos.

Dados do Inventário Estadual de Resíduos Sólidos do ano de 2016, elaborado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) em sua 20ª edição apontam que a cidade de São Paulo produz 12.190,95 ton/dia de resíduos sólidos domiciliares (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo [CETESB], 2016, p. 44), tendo em vista o tamanho e proporção da cidade de São Paulo, em termos de números de habitantes, residências, comércio, indústrias e outros etc., quanto ao lixo não poderia haver resultado diferente. Em São Paulo, o aterro Bandeirantes encontra-se esgotado e o São João recebe apenas 10% do lixo – a maior parte dos resíduos vai para os aterros nas cidades de Caieiras e Guarulhos, apesar de lei municipal determinar que o depósito seja feito na própria cidade (Credendio, Spinelli, & Corsalete, 2009). O prefeito de São Paulo sancionou a Lei n.14.973, de 11 de setembro de 2009, que disciplina o armazenamento, a coleta, a triagem e a destinação de resíduos sólidos produzidos por grandes geradores.

Ribeiro, Freitas, Carvalho e Oliveira (2014, p. 192) acrescentam que as externalidades positivas com a reciclagem ainda são ignoradas pela contabilidade tradicional que não considera os prós e os contras da triagem e comercialização dos resíduos sólidos urbanos e adoção de modelos sustentáveis de gerenciamento.

Por sua vez, o “impacto econômico da reciclagem poucas vezes é estimado em termos de seus efeitos diretos, sobre as indústrias recicladoras, e também efeitos indiretos, sobre o conjunto das demais atividades econômicas” (Ribeiro et al., 2014, p. 192). Acrescenta ainda este autor que a minimização da geração de lixo, o reuso e a reciclagem evitam a poluição ao mesmo tempo em que diminuem a pressão sobre a extração de matérias-primas diretamente na natureza, estas questões motivaram a realização desta pesquisa e a formulação da seguinte questão: Qual é o potencial econômico dos resíduos sólidos domiciliares não tratados no Município de São Paulo a partir da gravimetria do ano de 2017?

1.3 Objetivos

Tendo em vista esta problemática, elaborou-se como objetivo geral evidenciar o potencial econômico dos resíduos sólidos domiciliares não tratados no Município de São Paulo tendo por base a gravimetria do ano de 2017. Para alcançar esta meta formularam-se os seguintes objetivos específicos:

1. Identificar o volume de resíduos sólidos domiciliares não tratados (destinados a aterros sanitários) do Município de São Paulo no ano de 2017;
2. Determinar a composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares do Município de São Paulo no ano de 2017 a partir do volume não tratado (destinados a aterros sanitários);
3. Estimar o potencial de mercado dos resíduos sólidos domiciliares passíveis de reciclagem constantes no volume não tratado no ano de 2017;
4. Estimar o potencial de mercado para a comercialização de Créditos de Carbono e Créditos de Logística Reversa (CLR) tendo como base o total de materiais passíveis de reciclagem constante no volume não tratado no ano de 2017;
5. Estimar o potencial de mercado na comercialização de Combustível Derivado de Resíduo (CDR) e de Composto Orgânico tendo por base o total de materiais não passíveis de reciclagem constantes no montante não tratado no ano de 2017;
6. Estimar os custos e benefícios com a implantação de centrais de triagem para o tratamento e destinação final ambientalmente correta dos resíduos sólidos domiciliares do Município de São Paulo, com base no montante não tratado no ano de 2017;
7. Mensurar o impacto que a despesa com a coleta dos resíduos sólidos domiciliares não tratados gerou no orçamento público no ano de 2017.

Considera-se que a triagem e o reaproveitamento dos resíduos sólidos apresentam-se como um caminho alternativo para o enfrentamento dos graves problemas como a

exaustão da vida útil dos aterros sanitários, a presença de catadores nos lixões, a escassez de áreas disponíveis para a criação de outros aterros e ainda, mais importante, o potencial econômico, a geração de empregos e a inclusão social dos catadores, ainda ignorados pelos governos municipais.

Espera-se que este estudo contribua com informações capazes de evidenciar os benefícios econômicos, sociais e ambientais gerados com a triagem e comercialização dos resíduos sólidos urbanos, ainda ignorados pelo atual modelo de gestão adotado pelos municípios. A atividade de triagem e comercialização dos resíduos sólidos, além dos recursos financeiros gerados, mitiga os efeitos ambientais em função da recuperação de materiais presentes nos resíduos passíveis de reintrodução no processo produtivo, como matéria-prima secundária ou subproduto. Os diferentes tipos de materiais quando agrupados nas categorias papel/papelão, metais, alumínio e plásticos minimizam a geração de lixo. Além disso, a reciclagem evita a poluição ao mesmo tempo em que diminui a pressão sobre a extração de matérias-primas diretamente na natureza.

Espera-se ainda que os resultados deste estudo evidenciem os benefícios da implementação de uma política capaz de mitigar os efeitos ambientais gerados pelo descarte inadequado dos resíduos sólidos com reflexos positivos na preservação da vida no planeta e, deste modo, contribua para o repensar do modelo de gestão dos resíduos sólidos adotado pelos governos municipais.

2 Fundamentação Teórica

Nesta seção serão discutidos conceitos, princípios e fundamentos da pesquisa que apoiarão os resultados e conclusões, tais como: Desenvolvimento econômico com sustentabilidade; Resíduos sólidos urbanos no Brasil; Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS); Logística Reversa; Práticas de gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos; Implantação de Centrais de Triagem; Política de resíduos sólidos domiciliares no Município de São Paulo; Práticas de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares no Município de São Paulo; Impacto da despesa com a coleta dos resíduos sólidos domiciliares não tratados no orçamento público; e Estudos sobre o potencial econômico dos resíduos sólidos domiciliares.

2.1 Desenvolvimento econômico com sustentabilidade

Tendo em vista que os termos desenvolvimento econômicos e sustentabilidade são complexos, pouco claros e difusos, torna-se necessário esclarecer qual é o ponto de vista que este estudo defende. A questão ambiental hoje é agenda de países que no passado saíram da sua condição de pobreza sem a preocupação com a degradação ambiental. Para Slomski et al. (2012, p. 280), “países, hoje considerados desenvolvidos degradaram seus rios e dizimaram sua flora e fauna”, todavia hoje são estes países que defendem o desenvolvimento com sustentabilidade.

As externalidades decorrentes dos efeitos gerados pela atividade produtiva ao meio ambiente têm sido preocupação da microeconomia e de linhas de pesquisas que defendem a sustentabilidade como a “capacidade de satisfazer as necessidades do presente de forma igualitária, sem comprometer as possibilidades de sobrevivência e prosperidade das gerações futuras” (Foladori, 2001, p. 117).

A degradação ambiental tem sido um dos grandes desafios da chamada economia ambiental, os estudos de Mcneill (2000) e Gao, Heravi e Xiao (2005) discutem o modelo de desenvolvimento econômico vigente e nele as questões ligadas à sustentabilidade como aquele modelo que tem a ver com cadeias produtivas que, para se desenvolver, adotam medidas de proteção da natureza, considerando sua renovação constante com “preocupações que vão desde a extração da matéria-prima até a destinação final do produto ou de sua embalagem, ou seja, ser economicamente viável, sendo socialmente ética e justa” (Slomski et al., 2012, p. 280). Desse modo, cadeias produtivas com a capacidade de não degradar a natureza para assegurar os direitos das gerações presentes e futura consideram a

interdependência entre crescimento econômico e qualidade de vida, uma vez que não há como se falar em desenvolvimento econômico sem ter a sustentabilidade ecológica como pressuposto (Carvalho, 2005).

Isso significa dizer que os problemas causados ao meio ambiente decorrem do uso indiscriminado dos recursos naturais, entretanto existe a percepção de que, se essas fontes de riqueza não forem preservadas, a sobrevivência das gerações futuras pode ficar comprometida. Essa realidade fez com que a teoria econômica tivesse que repensar seu conceito. Faz-se, assim, urgente redirecionar toda a lógica do pensamento econômico para um planejamento de longo prazo que contemple os aspectos sociais e ambientais como parte da estratégia da existência humana (Rocha & Siman, 2005).

De acordo com este pensamento, Elliot (1998, p. 238) diz que:

Diante da insegurança ecológica, países e população não podem ser seguros se o ecossistema não é seguro. Nem um, nem outro vai ajudar a identificar o inimigo que objetiva violar a integridade territorial e a soberania do estado. O 'inimigo' não é o ambiente, mas as atividades cotidianas humanas e de corporações.

Entretanto, diante da necessidade de harmonizar o desenvolvimento econômico com a proteção do meio ambiente emerge a ideia de que o desenvolvimento econômico tem a sustentabilidade como pressuposto (Slomski et al., 2012). Em acordo com este pensamento, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2004) discorre que o termo desenvolvimento sustentável é um paradigma de desenvolvimento que se consolidou a partir da década de 80 do século XX e dispõe sobre os limites do crescimento da população humana, da economia e da utilização dos recursos naturais. Esse novo modelo de desenvolvimento busca a harmonia entre ideias e conceitos relacionados ao crescimento econômico, a justiça e ao bem-estar social, a conservação ambiental e a utilização racional dos recursos naturais.

Para Araújo e Mendonça (2009), a sustentabilidade do planeta tem como pressuposto a criação por parte das empresas de mecanismos e formas de neutralização dos impactos que suas atividades geram ao meio ambiente. Em acordo, Del Bianco (2014, p. 29) diz que o conceito de desenvolvimento sustentável reflete uma “consciência dos limites da natureza e da fragilidade de seus equilíbrios ecológicos, num enfoque do desenvolvimento sócio-econômico orientado para a satisfação de necessidades básicas e o reconhecimento do papel fundamental que a autonomia cultural desempenha nesse processo”.

Desse ponto de vista, a sustentabilidade influencia diretamente o comportamento das empresas, que se deparam com problemas não somente econômicos, mas também sociais e

ambientais. (Araújo & Mendonça, 2009; Louette, 2008; Slomski et al., 2012). Sob esta perspectiva, o conceito de sustentabilidade, defendido por este estudo, tem a ver com:

Uma cadeia produtiva que não degrada a natureza para desenvolver-se, mas que se desenvolve considerando a sustentabilidade do planeta e a possibilidade de renovação constante da natureza. Que tem preocupações que vão desde a extração da matéria-prima até a destinação final do produto ou de sua embalagem, ou seja, ser economicamente viável, sendo socialmente ética e justa. (Slomski et al., 2012, p. 280).

Esta assertiva demonstra a necessidade de conciliar crescimento econômico com a proteção dos recursos naturais, numa proposta de interdependência entre justiça social, eficiência econômica e prudência ecológica (Maimon, 1993). Em acordo, Sachs (1997) explica que o desenvolvimento sustentável tem como base cinco pilares, os quais sustentam um desenvolvimento socioeconômico capaz de preservar a natureza, em vez de reforçar a continuidade de práticas predatórias, pois, além de exaurir o capital natural, desestruturam os ecossistemas naturais. Nesse sentido, o “conceito de sustentabilidade é dinâmico, visto que considera as necessidades crescentes da população e apresenta cinco dimensões principais: social, econômica, ecológica, geográfica e cultural” (Del Bianco, 2014, p. 28).

No âmbito das discussões sobre a sustentabilidade, o tema dos resíduos sólidos urbanos assume papel central, especialmente devido ao volume produzido, à periculosidade de alguns resíduos, aos problemas relacionados ao gerenciamento inadequado e à falta de área para a disposição final desses resíduos. Em razão desse conjunto de aspectos, os resíduos sólidos ganharam espaço na agenda das empresas, das pesquisas, dos governos e da legislação. Slomski et al. (2012, p. 276) advertem para o fato de que, para a produção de bens e serviços, as empresas devem utilizar recursos e estratégias que considerem a sustentabilidade, “tratando efluentes e resíduos que devem ser medidos e controlados”, deste modo, devem considerar o ciclo total de vida do produto e, nesse âmbito, “perceber onde começam e terminam seus custos industriais, bem como quais impactos podem gerar para o meio ambiente quando esse processo fica incompleto ou não recebe a devida atenção”.

2.2 Resíduos sólidos urbanos no Brasil

Segundo a Norma Brasileira - NBR 10.004 (2004a), da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), fica estabelecido que:

Os resíduos sólidos são definidos como resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos

provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Esta definição está em acordo com o que propõe a PNRS (Lei 12.305, 2010) em seu, artigo 3º, inciso XVI, que define resíduos sólidos como:

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.

Esta caracterização evidencia a necessidade de atenção e cuidados técnicos para com todos os objetos e/ou corpos diante do seu descarte. A norma classifica os resíduos sólidos em duas classes: Classe I – Perigosos e Classe II, representada por duas subclasses: A – Não inertes e B - Inertes.

Dentre os tipos de resíduos sólidos existentes, temos os resíduos sólidos urbanos, compostos pelos resíduos domiciliares e os provenientes da limpeza urbana. Assim, os resíduos sólidos urbanos podem ser definidos de forma mais ampla como sendo um conjunto heterogêneo dos resíduos sólidos gerados em residências e/ou em estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, bem como daqueles resultantes das atividades de limpeza (varrição, capina, poda etc.) de vias e logradouros públicos, com exceção dos resíduos de serviços de saúde, industriais perigosos e os resíduos de portos e aeroportos, pelos riscos de contaminação do solo e manuseio indevido, caso sejam acomodados nos “lixões” (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais [ABRELPE], 2006; Ensinas, 2003).

Os resíduos sólidos urbanos vêm sendo tratados simplesmente como “lixo”. O problema do lixo está ligado diretamente à riqueza e ao consumismo do ser humano. Faz parte da vida do homem gerar resíduos, esteja onde estiver, em qualquer atividade, seja doméstica, comercial, produtiva etc., do nascimento a morte. Ocorre, porém, que o volume desses resíduos tem aumentado consideravelmente, haja vista a densidade demográfica. Dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) mostram que o Brasil produziu no ano de 2017 um total de 78,4 milhões de toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), o que representa em média uma geração de 377,54 kg por habitante.

De acordo com Freitas e Damasio (2009), lixo é o que se varre de casa, da rua e se joga fora, já resíduo é o que resta de qualquer substância. As questões ambientais tão discutidas na atualidade estão quase sempre relacionadas ao chamado “lixo” gerado pelos seres humanos. O “lixo” que hoje é chamado de “resíduos”, assim lançados desordenadamente no meio ambiente, dentre tantos problemas, ainda acarretam danos à saúde pública como proliferação de vetores de doenças (moscas, mosquitos, baratas, ratos, entre outros), geração de maus odores e, principalmente, a poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas por meio do chorume (líquido de cor preta, mal cheiroso e de elevado potencial poluidor produzido pela decomposição da matéria orgânica contida no lixo), comprometendo os recursos hídricos (CETESB, 1991).

O questionamento do que se fazer com estes “resíduos”, que a cada dia aumentam nas mais diversas dimensões, fez com que órgãos estabelecessem regras para sua identificação e armazenamento, dando origem a técnicas de manejo desses resíduos. Assim, o manejo dos resíduos sólidos compreende as ações de coleta, transporte, acondicionamento, tratamento e disposição final. Dentre as possíveis classificações desses resíduos, a mais adequada ao objetivo aqui perseguido é aquela que considera o momento em que ele é gerado. Há duas categorias: a dos resíduos pós-industriais, gerados como rebarba dos processos produtivos, seja como sucatas de manutenção, seja como obsolescência de máquinas e equipamentos, e a categoria dos resíduos pós-consumo, fruto do descarte das sobras quando do consumo de bens ou serviços. Os resíduos domiciliares são exemplos desta última categoria.

O último levantamento de alcance nacional sobre a coleta de resíduos sólidos, abrangendo os 5.570 municípios brasileiros conduzido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apurou que, em 2008, eram coletadas ou recebidas diariamente 259.547 toneladas de resíduos sólidos domiciliares ou públicos, das quais 17,6% ainda eram destinadas a vazadouros a céu aberto ou vazadouros alagados, conhecidos como lixões (IBGE, 2010).

Fontes mais atuais como o relatório anual intitulado “Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil”, publicado pela ABRELPE, demonstrou que, no ano de 2017, foram produzidas no Brasil 78,4 milhões de toneladas de resíduos. Desse total, foram coletadas 71,6 milhões de toneladas, uma cobertura que chega a 91,2%. No entanto, desse montante coletado, 29 milhões de toneladas foram depositadas em aterros controlados e lixões distribuídos em 3.352 municípios. Além disso, esse relatório também demonstra que o mercado da limpeza urbana gerou cerca de 337 mil postos de trabalho, e movimentou R\$ 28,5 bilhões em 2017. O custo

desses serviços descapitalizou os cofres públicos numa cifra que equivale em média a R\$ 10,37 por habitante/mês (ABRELPE, 2018, p. 14).

Segundo Valente e Grossi (1999), o problema da disposição dos resíduos sólidos no Brasil é complexo, praticamente não existem aterros sanitários. Como foi visto anteriormente, a grande maioria destes resíduos é disposta em aterros controlados e lixões a céu aberto, onde os resíduos sólidos urbanos são jogados em qualquer lugar, inclusive diretamente nos rios ou nas suas proximidades, levando ao carregamento destes para os corpos d'água. O lixão é uma forma inadequada de disposição final de resíduos sólidos, que se caracteriza pela simples descarga sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública.

Cumprir observar que os aterros controlados não atendem as exigências sanitárias e ambientais requeridas para a disposição final dos resíduos. Deste modo, até o ano de 2008, 33,3% do resíduo coletado no país recebia destinação final inadequada. As inexpressíveis quantidades de lixo destinadas às estações de compostagem e triagem refletem a baixa adesão aos programas de coleta seletiva entre os municípios brasileiros, até 2008 (Ribeiro, Freitas, Carvalho & Oliveira, 2014).

Esse fato revela, de acordo com Adeodato (2007), medidas de curto prazo adotadas por gestores públicos diante do problema dos resíduos sólidos em detrimento à priorização de tomada de decisões mais assertivas do sistema de gerenciamento dos resíduos sólidos nas cidades. Isso deve-se ao custo monetário da coleta seletiva e da instalação de galpões de triagem. Entretanto são desconsiderados os benefícios ambientais, sociais e o potencial econômico dos resíduos sólidos, que pode ser maior que o custo da coleta convencional.

Essa perspectiva, com base em medidas imediatistas, ao considerar somente a razão entre receitas e despesas monetárias, acaba por dificultar uma prática ambientalmente correta e potencialmente benéfica para os recursos naturais, o setor produtivo, custos públicos etc. Tais medidas começam na coleta seletiva e se confirmam na reciclagem. Neste âmbito, a quantidade de prefeituras que possuem programas desse tipo cresceu de 81 para 443 municípios entre 1994 e 2010 (Compromisso Empresarial para Reciclagem [CEMPRE], 2016). No ano de 2000, quase a metade dos municípios brasileiros, 45,4%, segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), cobrava taxa para o custeio dos serviços de limpeza urbana. O comprometimento financeiro com essa atividade era, em média, de até 5% do orçamento municipal.

A Tabela 1 traz o destino dos resíduos urbanos no Brasil, comparado com outros países.

Tabela 1
Destino do lixo em alguns países selecionados

País	Lixões ou Aterros	Incineração	Compostagem e Reciclagem
Suécia	0,8%	59,3%	39,9%
Bélgica	1,1%	56,3%	42,5%
Holanda	2,1%	64,8%	33,1%
Alemanha	2,0%	32,5%	65,5%
Áustria	6,2%	55,2%	38,6%
França	31,5%	41,6%	26,9%
Reino Unido	34,2%	32,1%	33,7%
Polônia	59,3%	17,0%	23,7%
Itália	41,1%	25,1%	33,9%
República Tcheca	57,8%	18,9%	23,3%
Hungria	62,6%	10,8%	26,6%
Portugal	56,9%	24,1%	19,0%
Espanha	66,3%	14,9%	18,8%
Brasil	87,0%	0,0%	13,0%

Nota: CEMPRE. (2018). O gerenciamento integrado do lixo municipal. In: A. Vilhena (Org.). *Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado*. (Cap. 1, pp. 3 – 28) Compromisso Empresarial para Reciclagem.

Conforme a Tabela 1, o Brasil no ano de 2014 não teve percentual significativo quanto a incineração e geração de energia com materiais não recicláveis, e ainda um percentual muito baixo de resíduos destinados para a compostagem e reciclagem (13%). Para o Compromisso Empresarial para Reciclagem - CEMPRE (2018), diferentes fatores interferem na geração do lixo, desde as preferências dos consumidores, seus hábitos e costumes, as variações sazonais, climáticas, densidade demográfica, leis e regulamentações específicas.

Isso significa dizer que, uma vez que as questões socioeconômicas também têm relevância, a composição gravimétrica e a quantidade de resíduos *per capita* constituem parâmetros de comparação entre distintas regiões. Em geral, economias mais desenvolvidas, em termos da industrialização e produção, geram maior quantidade de resíduos por habitante. Essas ideias são confirmadas pelos dados da ABRELPE (2006), quando mostra que, no Estado de São Paulo, que concentra boa parte da renda nacional, a coleta de resíduos *per capita* atinge o maior valor do país, 1,21 kg/dia, enquanto, por exemplo, no Estado da Bahia, esse valor atinge apenas 0,8 kg/dia.

Segundo dados de pesquisa realizada pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2010), a composição dos resíduos domiciliares no Brasil, em 2010, apresenta a seguinte composição gravimétrica: matéria orgânica 51,4%, plástico 13,5%, papel/papelão/longa vida 13,1%, vidro 2,4%; metais ferrosos 2,3%; alumínio 0,6% e outros 16,7% (Figura 1).

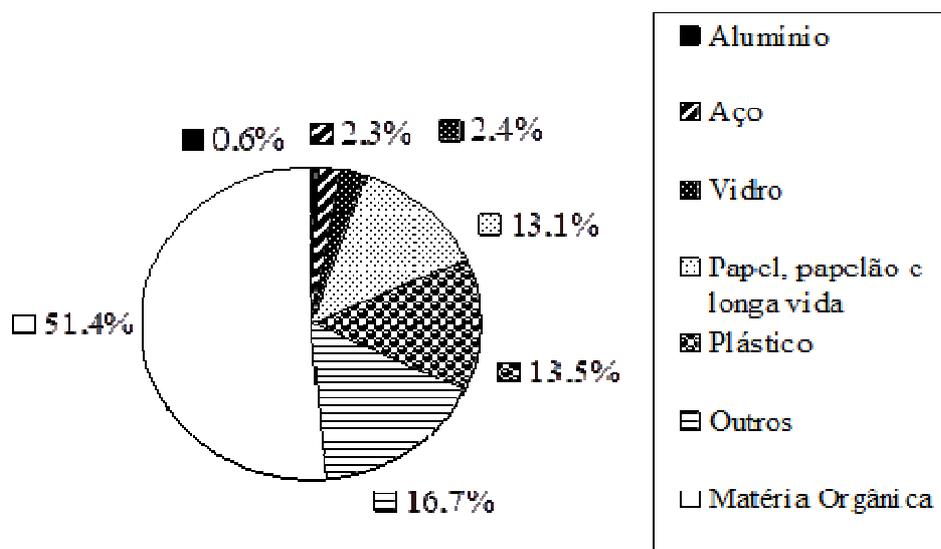


Figura 1. Composição média do Resíduo Sólido Domiciliar Brasileiro

Fonte: Recuperado de “Pesquisa sobre pagamento por serviços ambientais urbanos para a gestão de resíduos sólidos”, do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2010).

Os dados da Figura 1 indicam que os tipos de materiais como papel/papelão, plástico, vidro, alumínio e material ferroso somam um total de 31,9%, e, assim, são componentes que oferecem indicações do potencial econômico da reciclagem no país. Para Calderoni (1997), a literatura econômica recente vem demonstrando a viabilidade da atividade, e estimou em mais de um bilhão de reais o valor dos resíduos recicláveis desperdiçados/descartados no lixo. Em acordo com esta postura, Freitas e Damasio (2009) calcularam em mais de 700 milhões a economia potencial de recursos que o Estado da Bahia deixou de obter no ano de 2003. Por outro lado, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) calculou em R\$ 8 bilhões anuais os benefícios potenciais da reciclagem no Brasil (IPEA, 2010).

Resta saber, qual é o percentual de ativo que o Município de São Paulo descartou em 2017? Esta pesquisa, além de estimar o montante de ativos descartados no ano pelo município, visa estimar também o potencial de mitigação dos efeitos da degradação ambiental e o potencial de empregos diretos e indiretos gerados pela triagem dos resíduos sólidos domiciliares.

2.2.1 Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil (PNRS)

A sustentabilidade dos sistemas produtivos requer dos fabricantes a concepção de produtos com os princípios sustentáveis como a redução da geração (redução de componentes

do produto e não do produto em si, dada a necessidade do desenvolvimento econômico), reutilização e reciclagem, sendo a logística reversa uma forma de diferenciar o produto em um mercado cada vez mais competitivo (Guarnieri, Chrusciack, Oliveira, Hatakeyama, & Scandelari, 2006).

Em seu arcabouço jurídico, o Brasil se lança na frente dos demais países ao estabelecer que o meio ambiente ecologicamente equilibrado é um direito constitucional e, por ser bem de uso comum do povo, é dever do Poder Público e da coletividade defendê-lo e preservá-lo (Art. 225 da Constituição Federal). Em razão de tal artigo, surge o dever de criar instrumentos e ferramentas infraconstitucionais que tratem dos meios de atingir o objetivo da preservação, bem como determinar quem são as partes responsáveis por reparar eventuais danos causados ao meio ambiente.

Nesta linha de pensamento, a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938/1981) versa sobre as responsabilidades sociais e jurídicas de todas as partes responsáveis por preservar, melhorar e recuperar a qualidade ambiental – de forma que garanta condições de vida dignas. Seguindo essa mesma linha lógica, o artigo 4º, inciso VII, da Lei 6.938/81, determina “a imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados, e ao usuário, de contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos”, artigo este que, assim como o 225 da Constituição Federal, preceitua o princípio do poluidor-pagador.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010) dispõe de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações que buscam garantir maior eficácia no descarte e na reciclagem do lixo. Sua importância está na responsabilização pós-consumo diretamente relacionada com a ideia de preservação ambiental em todo o ciclo de vida dos produtos.

Assim, um dos principais instrumentos voltados para a aplicação do marco regulatório é a logística reversa, uma vez que suas ações, procedimentos e meios buscam “viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para o reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada” (art. 3º, XII, Lei 12.305/2010, PNRS).

A PNRS apresenta, nos artigos 6º e 7º, seus princípios e objetivos. Em seu art. 6º são destacados os seguintes itens: II – o poluidor-pagador e o protetor-recebedor; V - a ecoeficiência, mediante a compatibilização entre o fornecimento, a preços competitivos, de bens e serviços qualificados que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida e a redução do impacto ambiental e do consumo de recursos naturais a um nível, no

mínimo, equivalente à capacidade de sustentação estimada do planeta; VI - a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade; VII - a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos; VIII - o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania.

Especificamente o artigo Art. 7º dispõe a respeito dos objetivos da PNRS, em que são destacados os seguintes incisos: II - não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos; IV - adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais; VI - incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados; VII - gestão integrada de resíduos sólidos; VIII - articulação entre as diferentes esferas do poder público, e destas com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos; XII - integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos; XIII - estímulo à implementação da avaliação do ciclo de vida do produto.

Em razão da vasta gama de partes envolvidas nos processos de produção, distribuição, comercialização, consumo, descarte e/ou reciclagem, a Lei 12.305/2010 estabelece, em seu capítulo III, a responsabilização de todos os envolvidos – em todos os processos atrelados aos produtos – de forma que passe a ser da sociedade como um todo. Tal compartilhamento de responsabilidade objetiva incentivar práticas eficientes de proteção ambiental, proporcionar eficiência e estabilidade ambiental, estimular o desenvolvimento mercadológico de produtos derivados de materiais recicláveis, incentivar o uso de insumos menos agressivos ao meio ambiente, reduzir a geração de resíduos sólidos e agentes poluentes, promover o reaproveitamento de resíduos sólidos, e incentivar a criação de soluções estratégicas sustentáveis e viáveis para todas as partes responsáveis envolvidas em todas as fases do processo (art. 30, Lei 12.305/2010 - PNRS).

Quando estudaram a gestão dos resíduos sólidos da região metropolitana de São Paulo, Castro Neto e Guimarães (2000) observaram que a gestão dos resíduos domésticos era uma problemática advinda de imprecisão legal na Constituição Federal quando não especificou com clareza a responsabilidade dos entes federativos. Essa lacuna na legislação foi preenchida pelo art. 10 da PNRS, no qual foi determinado que o Distrito Federal e os municípios ficam incumbidos da gestão dos resíduos sólidos gerados em seus territórios.

A PNRS tornou-se um importante instrumento para equacionar crescimento econômico e preservação ambiental, pois suas diretrizes estimulam um sistema produtivo sustentável norteado pela responsabilização no pós-consumo. Essas diretrizes dinamizam o setor produtivo que, para não desrespeitar a lei, adota medidas que consideram a aplicação de práticas sustentáveis de gestão dos resíduos.

2.2.1.1 Logística Reversa dos produtos e/ou embalagens

A logística reversa imposta pela Lei Federal 12.305/2010 dos Resíduos Sólidos (PNRS) obriga todos os elos da cadeia produtiva a darem destinação final adequada para produtos e embalagens ao final de sua vida útil. Neste sentido, torna responsável dos importadores, distribuidores, fabricantes ou comerciantes de produtos específicos (produtos recicláveis) que haja uma estrutura logística que proporcione o retorno dos produtos gerados a seu ponto de partida, para que possa ser reutilizado no ciclo de produção (matéria-prima), para geração de outro produto ou simplesmente para um descarte adequado (Guarnieri et al., 2006).

Conforme o autor Leite (2005, p.16-17), Logística Reversa é definida como:

A área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes, do retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, por meio dos canais de distribuições reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outros. (Leite, 2005, pp.16-17).

Tendo como norte o entendimento de Araújo e Mendonça (2009), de que as empresas buscam a Logística Reversa tanto para atender o que propõe a legislação ambiental quanto o tratamento dos resíduos sólidos por elas gerados em benefício do meio ambiente, este pensamento está fazendo com que as empresas percebam, além dos custos, também os benefícios econômicos do reuso do produto, que por sua vez retorna ao seu processo de produção.

Esses dados indicam a necessidade de um gerenciamento da logística reversa nas empresas. Para Rezende, Dalmácio e Slomski (2006, p. 539), “a implementação do processo de logística reversa pode aumentar as possibilidades de a empresa adquirir um diferencial competitivo que, além de agregar valor ao produto, pode provê-la de uma maior rentabilidade”. Por outro lado, não mais tendo altos custos com o descarte adequado dos resíduos sólidos, promovendo uma conscientização ambiental por parte da empresa e,

consequentemente, a fidelização dos clientes e principalmente o retorno de valor com a recuperação de ativos (resíduos sólidos transformados em matéria-prima).

O mercado está percebendo que investir em logística reversa pode gerar uma vantagem competitiva, em que poderá haver um ganho econômico e a empresa estará agindo de acordo com a Lei PNRS e, consequentemente, ajudando na preservação do meio ambiente.

2.2.1.2 Práticas de gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos

De acordo com a Lei 12.305/2010, em seu inciso X do artigo 3º, são consideradas práticas de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos:

O conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei. (Lei n. 12.305, 2010).

Além disso, esta mesma lei destaca por meio do art. 9º, como prioridade na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, a observação dos itens na seguinte ordem: “não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos”.

Segundo Araujo e Altro (2014, p. 312), a gestão ambiental engloba questões tanto complexas quanto multidisciplinares, não sendo apenas restrita às empresas e entes públicos. Nessa discussão são incluídos “a sociedade, os catadores e as cooperativas de catadores, os geradores e consumidores de resíduos, além das universidades como proponentes de metodologias e disseminadoras de conhecimento acerca dos desafios em tela”.

Atinente aos elementos de práticas de gestão de resíduos sólidos elencados pela Lei 12.305/2010, a gestão ambiental dispõe de importantes ferramentas que devem ser utilizadas conforme instrução contida no plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou em algum plano de gerenciamento de resíduos sólidos.

A partir de então, esse resíduo percorre um caminho até que seu ciclo seja renovado ou extinto. Independente do seu “destino”, o resíduo inicia sua trajetória pela coleta e, dependendo da forma com a qual ela é realizada, esse material será reintroduzido ou não ao meio produtivo.

O recolhimento dos resíduos dependendo do seu tipo ou forma de retirada pode receber os nomes de Coleta Regular, Coleta Especial ou Coleta Seletiva. Segundo Souto e Povinelli (2013), a Coleta Regular compreende a retirada dos resíduos de duas

maneiras: na primeira os resíduos são retirados casa a casa e, na segunda, corresponde à disposição de resíduos em contêineres, sendo ambas maneiras de acondicionar os resíduos em caminhões compactadores, sejam eles de propriedade da prefeitura ou empresa concessionária. Para os resíduos provenientes de construção civil, serviços de saúde e outros que não podem nem devem ser misturados com os resíduos sólidos domiciliares existe a Coleta Especial.

A importância que a Coleta Seletiva possui justifica que este tipo de coleta seja mais bem explorado por este trabalho. Como já dito, a coleta é responsável pelo primeiro estágio dos resíduos até que eles encontrem sua destinação ou disposição final, assim, é vital que neste estágio inicial sejam aplicadas medidas que otimizem os sistemas de tratamento e disposição final dos resíduos.

Entende-se por coleta seletiva a “coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição” (Lei n. 12.305, 2010). Referendando tem-se o Ministério do Meio Ambiente, o qual dispõe que a coleta seletiva trata de uma “coleta diferenciada de resíduos que foram previamente separados segundo a sua constituição ou composição.” (Ministério do Meio Ambiente, 2018). Ambos sinalizam que os resíduos primeiramente são classificados pelos agentes geradores de acordo com suas características para que então a coleta seja realizada.

Nesse sentido, Souto e Povinelli (2013) concordam que a segregação dos resíduos deve ser feita na fonte, haja vista que é um procedimento de suma importância para o processo de reciclagem, uma vez que gera aumento da quantidade e qualidade do material. Acrescentam ainda que objetos grandes até podem ser selecionados pelos catadores, entretanto fica muito difícil realizar a separação quando os resíduos não vêm segregados.

O funcionamento da coleta seletiva no Brasil é executado de duas maneiras: coleta porta a porta e coleta por Pontos de Entrega Voluntária (PEVs). A primeira envolve um veículo que passa nas residências e comércios com o intuito de recolher os resíduos já separados pela população. Já a segunda modalidade contempla um perfil mais ativo da população, sendo que estes levam os resíduos (também já separados de acordo com seu tipo) até os pontos de coleta, que geralmente ficam localizados perto de um conjunto de residências e instituições (Ministério do Meio Ambiente, 2018).

Depois de coletados, tanto os resíduos provenientes de coleta seletiva quanto os da coleta convencional são transportados para aterros sanitários, lixões a céu aberto ou então, na melhor hipótese, são levados até as centrais de tratamento de resíduos sólidos. Segundo Campos (2013), nestes locais são realizadas as seguintes atividades de recuperação dos

resíduos:

a recepção e estocagem, a separação de resíduos volumosos, perigosos ou inadequados ao processo, alimentação, triagem dos diversos componentes, prensagem, enfardamento, comercialização, destinação dos rejeitos (resíduos combustíveis sem valor no mercado) como Combustível Derivado dos Resíduos - CDR ou para disposição final em aterro sanitário. (Campos, 2013, p. 34).

O transporte e transbordo dos resíduos sólidos é caracterizado por Souto e Povinelli (2013) pela transferência dos resíduos do local coletado até os pontos de destinação final, sendo eles as indústrias de reciclagem, as centrais de tratamento ou os aterros. Quando os pontos de destinação final estão em locais muito distantes, são necessárias áreas de transferência de caminhões menores para caminhões maiores, esta área é chamada de área de transbordo. Tal alternativa é vista como um sinal de economia e preservação, uma vez que, reduzindo o número de caminhões, reduz-se combustível, trabalhadores, manutenção veicular e conseqüentemente os níveis de poluição.

A partir do inciso X da Lei 12.305/2010, são discutidos os tipos de tratamento e destinação final que podem ser aplicados aos resíduos domiciliares. De acordo com Souto e Povinelli (2013), o tratamento dos resíduos sólidos compreende a utilização de ferramentas que permitem que o volume dos resíduos se estabilize ou até mesmo seja reduzido contribuindo assim para aumentar a vida útil dos aterros sanitários. Essas técnicas de aproveitamento dos resíduos são capazes de ser inseridas em algum processo produtivo industrial, agrícola ou até mesmo em geração de energia.

Ao chegar às centrais de triagem os resíduos são submetidos a um processo de separação dos materiais recicláveis e não recicláveis. Os materiais ditos recicláveis são posteriormente reintroduzidos ao sistema produtivo e contribuem para a geração de novos produtos. Em paralelo, os não-recicláveis, em sua maioria matéria orgânica, são submetidos a processos de recuperação, como, por exemplo, a compostagem e a fabricação de CDR (Prado & Sobreira, 2007, pp. 53-54; Campos, 2013).

O processo de separação dos resíduos poderá contemplar desde a forma mais primitiva que é a catação ou separação manual, até equipamentos modernos com vários níveis de tecnologias. Mesmo assim, sejam as centrais com pouca ou muita tecnologia em seus processos, é indispensável o trabalho da triagem manual em alguma etapa do processo (Campos, 2013, p. 37).

De acordo com Campos (2013, pp. 38-39), o processo de triagem pode ser realizado de três formas: manual, semimecanizada e mecanizada. Na triagem manual, o

manuseio dos resíduos ocorre numa mesa estática, de modo que a posição da mesa dentro da unidade facilite a entrada e a saída dos resíduos para as etapas de prensagem, enfardamento, estocagem e comercialização. Já a triagem semimecanizada é um pouco mais moderna, haja vista que nela são utilizados equipamentos de separação mecânica, sendo mais comuns as esteiras rolantes que facilitam a movimentação dos resíduos, minimizando o esforço dos operadores, além de aplicar um ritmo ao processo produtivo. Por fim, a triagem mecanizada é utilizada para o processamento de resíduos em maiores quantidades. Nesse caso se utilizam quantidades maiores de equipamentos a fim de facilitar o trabalho manual e aumentar a produtividade.

Após realizar a triagem dos materiais, outros recursos operacionais podem ser aplicados para promover seu aproveitamento. Nessa lógica tem-se, como uma das formas de aproveitamento, a reciclagem. Segundo a Lei 12.305/2010 em seu inciso XIV do artigo 3º, entende-se por reciclagem:

. . . processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa; (Lei n. 12.305, 2010).

A reciclagem é definida por Souto e Povinelli (2013, p. 584) como “o reaproveitamento de resíduos em algum processo produtivo”. Segundo esses autores, o tipo de material a ser reciclado determina se ele será triturado ou moído, tal procedimento facilita o processo de transporte, armazenamento e processamento desses materiais.

Como benefícios e importância, Besen, Ribeiro, Günther e Jacobi (2014, p. 259) destacam que “a coleta seletiva de resíduos recicláveis e a reciclagem são atividades que contribuem para a sustentabilidade urbana com reflexos na saúde ambiental e humana”.

A reciclagem para Schalch, Leite, Fernandes e Castro (2002) não pode ser entendida como a única solução para o lixo, pois alguns materiais não apresentam características técnica e economicamente viáveis para fins de reciclagem, necessitando assim de outras formas de tratamento desses resíduos.

Um dos entraves enfrentados pela reciclagem e apontado por Schalch et al. (2002) está na fabricação de novos produtos pela indústria utilizando como matéria-prima o material reciclado. Em muitos casos é inviável econômica e operacionalmente para a indústria a produção de novos produtos a partir de materiais reciclados, sendo, com isso, indispensável o uso de matérias-primas virgens. Os autores dão o exemplo do uso do aço,

pois sua produção é tão diversificada que a utilização da sucata não garante as características necessárias para atender a determinada especificidade.

A segunda forma de tratamento abordada é a compostagem. Tal técnica trabalha com os resíduos sólidos de cunho orgânico, sendo definida por Bidone e Povinelli (1999) como um processo de tratamento biológico aeróbico que transforma resíduos orgânicos em um material estabilizado, o qual resulta no que se chama composto ou húmus. Pereira Neto (1996) complementa afirmando que esse processo ocorre a partir de uma diversificada população de micro-organismos que atuam em duas fases distintas denominadas degradação ativa e maturação ou cura.

Outros tipos de alternativas similares à compostagem são a Vermicompostagem e a Digestão Anaeróbica. A primeira, segundo Bidone e Povinelli (1999), é um complemento ao processo de compostagem; ela utiliza minhocas em um composto com umidade entre 60 e 80% buscando otimizar suas características, pois eleva a existência de macro e micronutrientes dando origem a um material mais estável. Já a Digestão Anaeróbica constitui, para Souto e Povinelli (2013), um processo de tratamento biológico sem a presença de oxigênio e que também utiliza a parte orgânica dos resíduos sólidos.

Tal técnica ficou muito popular na Europa e tem como principais vantagens o melhor aproveitamento do gás metano. Além disso, seu resíduo pode ser utilizado na agricultura ou, caso contrário, ocupar menos espaço nos aterros. Além da reciclagem e da compostagem, os Resíduos Sólidos Domiciliares podem ser submetidos também ao processo de incineração.

Tal processo é classificado de acordo com o tipo de sistema empregado, sendo este definido com base na ocorrência ou não de tratamento preliminar. Gripp (1998, p 9) classifica a incineração em dois tipos: I – Incineração de queima direta e II – Incineração com Combustível Derivado de Resíduos (CDR). A diferença entre ambas é que, na incineração de queima direta, os resíduos não sofrem qualquer tipo de separação prévia antes de serem encaminhados para a câmara de combustão, já na incineração por Combustível Derivado de Resíduos, os resíduos são previamente separados e somente aquela fração dita sem valor econômico para reciclagem é triturada e transformada em CDR.

Segundo Schalch et al. (2002), a incineração de queima direta nada mais é do que atear fogo sobre uma pilha de resíduos, prática comum a vários séculos e que tinha o intuito de impedir a decomposição da fração orgânica dos resíduos, eliminando por consequência o mau cheiro e vetores de doenças como ratos, baratas e moscas. Com a

escassez de áreas para construção de aterros sanitários, essa prática ganhou ainda mais espaço.

Os autores ainda descrevem a Incineração de queima direta como um processo de redução de peso e volume do lixo por meio da combustão controlada dos resíduos, sendo considerado assim um método de tratamento de resíduos sólidos, semissólidos e líquidos. Souto e Povinelli (2013) complementam afirmando que esse processo de diminuição dos resíduos atualmente é feito com a injeção de ar para garantir a queima completa dos resíduos a uma temperatura que ultrapassa os 800°C.

Com a geração de calor a partir da queima dos resíduos é possível realizar o reaproveitamento energético. De acordo com Souto e Povinelli (2013):

O reaproveitamento energético pode ser direto ou indireto. No reaproveitamento direto, os resíduos são usados diretamente como a fonte de energia, podendo passar antes por alguns processos simples de tratamento como fragmentação ou moagem. No reaproveitamento indireto, os resíduos são convertidos por via química ou biológica em outros materiais, os quais são empregados como fonte de energia. (Souto & Povinelli, 2013, p. 583).

Schalch et al. (2002) destacam que alguns incineradores são dotados de equipamentos, tais como turbinas e caldeiras, que recuperam o calor gerado na combustão dos resíduos. Neles, o vapor liberado durante a troca de calor dos gases que ocorre por conta da combustão é capaz de se transformar em energia elétrica no primeiro caso e aquecer a água utilizada pelas indústrias no caso das caldeiras.

O segundo tipo de incineração é realizado com base em um produto tecnológico desenvolvido no Reino Unido e na Itália em meados da década de 70, denominado *Refused Derived Fuel* (RDF). O RDF surgiu com o intuito de recuperar energia dos resíduos que não apresentam potencial econômico para fins de reciclagem. Desde o seu surgimento, o termo RDF é interpretado de várias formas, no Brasil ele é denominado Combustível Derivado de Resíduos (CDR). O CDR pode ser fabricado por meio do RSU, dos resíduos comerciais e de processos industriais com características semelhantes aos RSU, ou seja, de resíduos não perigosos (McDougall, White, Franke, & Hindle, 2001, p. 238; Meystre, 2016, pp. 42-43).

Após o processo de triagem, para separação dos materiais de valor econômico, a fração mais grosseira é encaminhada para a fabricação do Combustível Derivado de Resíduos. Existem duas categorias de produção de CDR, o densificado e o não densificado. A decisão de qual categoria escolher está relacionada à necessidade do usuário/comprador e à localização da Unidade de Processamento de Resíduos (UPR) em relação ao mercado

consumidor.

O CDR densificado geralmente é produzido na forma de *pellets* (aglomerado de material compensado na forma de cubos, discos ou cilindros), ou na forma de briquetes (aglomerado de material compensado na forma de bloco ou cilindro). Já o CDR não densificado, também denominado *fluff*, é aquele que sofre apenas o processo de trituração, não sendo submetido a compactação, podendo ser prensados na forma de fardos para fins de acondicionamento (Dias, Silva, Barreiro, & Costa, 2006, p. 17; European Commission [EC], 2003, p. 32; Meystre, 2016, pp. 41-42; Piedade & Aguiar, 2010, pp. 101-102).

Com o intuito de cumprir um padrão de qualidade capaz de garantir uma segurança e eficiência, o CDR deve atender a certos requisitos mínimos tais como: Poder Calorífico Inferior (PCI) mínimo, granulometria, baixo teor de impurezas, baixa percentagem de metais pesados (como por exemplo, o Mercúrio), e baixo teor de cloro (Cl) (Sarc & Lorber, 2013, p. 1826). Segundo Sampaio (2015), o cloro presente no CDR pode causar corrosões e outros danos na câmara de combustão. Além do cloro, a presença de outros compostos como o flúor (F), o cálcio (Ca) e o sódio (Na) podem gerar os mesmos problemas, por isso é de suma importância que suas concentrações sejam monitoradas e controladas. Deve-se atentar também para as concentrações de potássio (K) e sódio (Na), tais substâncias em excesso formam aglomerados que, com o tempo, podem gerar uma parada emergencial dos equipamentos devido a entupimentos.

A indústria cimenteira brasileira, na busca de reduzir os seus custos, adota o uso de combustíveis alternativos desde que, é claro, apresentem baixos custos em relação aos combustíveis convencionais. Nesse setor, o uso de combustíveis alternativos derivados de resíduos sólidos é denominado coprocessamento e pode vir a representar a substituição até 80% da utilização de combustíveis fósseis (Meystre, 2016, p. 52; p.62). Como exemplo, pode-se citar a empresa Lafarge, localizada no Município de Cantagalo/ RJ que, mesmo em escala piloto, utiliza desde 1999 o CDR advindo dos resíduos domiciliares processados em uma usina de triagem no próprio município (Fundação Estadual do Meio Ambiente [FEAM], 2010, p. 19).

O resultado do processo de incineração é uma escória que corresponde geralmente à ordem de 15 a 20% da massa original do lixo, por isso, ao final desse processo, torna-se necessário também dar a disposição final ambientalmente adequada (Schalch et al., 2002), ou seja, os rejeitos são encaminhados a aterros sanitários de modo que respeitem as normas operacionais e provoquem menos danos à saúde pública, à segurança, além de

reduzir os impactos ambientais (Lei n. 12.305, 2010).

Por fim, na ausência de tecnologias para dar o tratamento adequado aos resíduos, a maioria dos municípios se vê obrigada a destiná-los a aterros ou até mesmo lixões.

De acordo com a NBR 8419 (Associação Brasileira de Normas Técnicas [ABNT], 1992), aterro sanitário é um local destinado à disposição de resíduos sólidos urbanos. Nele são utilizadas técnicas de engenharia para que os impactos ambientais juntamente com os riscos à saúde pública e à segurança sejam minimizados. Dentre elas, podem-se destacar a impermeabilização do solo e a construção de dutos para a drenagem de gases e chorume. Além disso, devido à necessidade de maximizar a área destinada para esse fim, tem-se a preocupação de reduzir ao máximo o volume dos resíduos depositados nesses locais, para isso, os resíduos são recobertos com uma camada de terra ao final de cada jornada trabalho ou sempre que necessário.

Embora estejam fora dos padrões da legislação ambiental brasileira, o uso de aterros controlados e lixões a céu aberto ainda não deixaram de existir em muitos municípios brasileiros. Face a esta realidade esses dois métodos serão citados, porém trata-se de formas inadequadas de gestão dos resíduos sólidos.

Os lixões caracterizam-se pela simples deposição dos resíduos no solo sem qualquer medida de proteção ao ambiente ou à saúde pública. Com relação aos aterros controlados, o único cuidado realizado é o recobrimento da massa de resíduos e rejeitos com terra. Diante dessa realidade, mesmo sendo mais vantajoso do que os lixões, o uso de aterros controlados é tido como uma solução momentânea, visto que sua utilização ainda produz a poluição localizada. Tal poluição é causada em sua maioria devido à ausência de impermeabilização de base e sistemas de tratamento do “chorume” ou de dispersão dos gases gerados pela decomposição dos resíduos ali depositados. Esses fatores comprometem a qualidade das águas subterrâneas e causam outros danos ambientais, tornando os aterros controlados menos eficientes do que os aterros sanitários (CEMPRE, 2018).

Por isso, sugere-se que, com exceção dos aterros controlados e os lixões, todas as medidas citadas acima estejam aptas a serem consideradas na elaboração Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos, haja vista que este documento promove a contemplação de técnicas adequadas para cada perfil de município.

Para Monteiro (2001, p. 8), o Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos pode ser compreendido como:

O envolvimento de diferentes órgãos da administração pública e da sociedade civil com o propósito de realizar a limpeza urbana, a coleta, o tratamento e a disposição final do lixo, elevando assim a qualidade de vida da população e promovendo o asseio da cidade, levando em consideração as características das fontes de produção, o volume e os tipos de resíduos – para a eles ser dado tratamento diferenciado e disposição final técnica e ambientalmente corretas, as características sociais, culturais e econômicas dos cidadãos e as peculiaridades demográficas, climáticas e urbanísticas locais. (Monteiro, 2001, p. 8).

No entanto, a questão vai mais além do que somente o armazenamento dos resíduos, também é necessário mensurar a geração destes resíduos sólidos urbanos. Para a mensuração, deve-se calcular o número de habitantes atendidos pelo sistema de coleta, e os volumes gerados, denominando a produção “*per capita*” (Bidone & Povinelli, 1999, p.13). Cabe à Administração Pública dos municípios estabelecer e implantar programas de gerenciamento integrado. De acordo com Monteiro (2001), para o gerenciamento integrado são preconizados:

. . . programas de limpeza urbana, enfocando meios para que sejam obtidos a máxima redução da produção de lixo, o máximo reaproveitamento e reciclagem de materiais e, ainda a disposição dos resíduos de forma mais sanitária e ambientalmente adequada, abrangendo toda a população e a universalidade dos serviços. Essas atitudes contribuem significativamente para a redução dos custos do sistema, além de proteger e melhorar o ambiente. (Monteiro, 2001, p. 8).

Ainda de acordo com o Monteiro (2001, p. 9), “A prefeitura, através de seus agentes, instituições e empresas contratadas, que por meio de acordos, convênios e parcerias exercem, é claro, papel protagonista no gerenciamento integrado de todo o sistema”.

2.2.2 Implantação de Centrais de Triagem

No Brasil esses locais recebem diferentes nomenclaturas a depender dos autores que tratam dessa temática. Segundo Campos (2013, p. 33), é possível encontrar em textos de órgãos governamentais como IBGE e SNIS - Sistema Nacional de Informações Sociais (Saneamento, Módulo Resíduos Sólidos), ou então na própria literatura técnica e acadêmica os seguintes termos: “Galpões de Triagem”, “Centrais de Triagem”, “Centrais de Reciclagem”, “Centrais de Triagem e processamento”, “Centrais de reciclagem”, “Centrais e Usinas de triagem”, “Unidades de triagem para reciclagem” e “Usinas de Triagem e Compostagem”. Diante desta gama de nomes, a autora ainda assim considera que a denominação mais apropriada é “Instalações de Recuperação de Resíduos”. No entanto, no presente estudo utilizaremos o termo Centrais de Triagem para nos referir a esses locais.

As Centrais de Triagem de materiais recicláveis são espaços cuja finalidade é recepcionar os materiais recicláveis e separá-los respeitando o tipo e subtipo de material, beneficiá-los com processos de trituração ou prensas reduzindo seu volume para então depois serem postos à venda para as indústrias de reciclagem (Polzer, 2012, p. 54). Em acordo com esta prática, Prado e Sobreira (2007) dizem também que:

As usinas de triagem e reciclagem servem para separação dos materiais recicláveis presentes nos RSU. Esses materiais (papéis, metais, plásticos, vidros etc.), em uma segunda etapa, normalmente desenvolvida fora das dependências da usina, são reintroduzidos no processo industrial, permitindo a reciclagem e/ou transformação em novos produtos. Diante do elevado percentual de matéria orgânica presente nos resíduos sólidos domésticos, também é realizado, nas chamadas usinas de lixo, o processo da compostagem, de forma a produzir um material humificado com características semelhantes às do fertilizante orgânico. (Prado & Sobreira, 2007, p.53).

A estas funcionalidades de uma usina de triagem pode-se acrescentar ainda que é comum que numa usina de triagem seja feito também o processo de compostagem da matéria orgânica (CEMPRE, 2018, p. 105). Essa união de dispositivos de tratamentos dos resíduos evita que o processo se torne oneroso e sem geração de benefícios ambientais. Os autores disseram também que, se bem gerenciadas, essas usinas podem reduzir em até 50% a quantidade de resíduos encaminhados aos aterros.

Dando continuidade aos benefícios, de acordo com Pontes e Cardoso (2006), a implantação das centrais de triagem pode gerar os seguintes benefícios:

geração de empregos diretamente proporcional ao total da demanda de lixo gerada no município, minimiza o envio de lixo para aterro sanitário devido aproveitamento de materiais recicláveis existentes, minimiza a contaminação do Meio Ambiente em função da redução de lixo enviado para aterro sanitário, minimiza a transmissão de doenças relacionadas com o lixo, minimiza a necessidade de retirada ou extração de matéria prima da natureza em função do aproveitamento de materiais recicláveis e a minimização de enchentes com quedas de barreiras em função de uma maior normalidade na coleta do lixo em ruas e encostas (Pontes & Cardoso, 2006, p. 7).

Para a implantação de um galpão de triagem deverão ser observadas principalmente três etapas: recebimento/estocagem; separação (em esteiras, silos ou mesas/bancadas); prensagem/enfardamento. Mesmo obedecendo estas três etapas não é possível estabelecer um padrão de operação destes galpões, pois seu *layout* pode variar muito dependendo do modo com o qual são recebidos e separados os materiais. Durante a construção é recomendado que sejam considerados os efeitos da lei da gravidade para aproveitar a energia máxima promovida pela altura, o que faz com que cada etapa seja realizada em um efeito escada.

Construída a central de triagem serão necessários essencialmente os seguintes equipamentos: prensa vertical, balança, esteira e empilhadeira (CEMPRE, 2014, pp. 37-39).

Outro fator importante diz respeito aos custos para implantação de uma central de triagem que são bastante variáveis de acordo com as dimensões e características do projeto a ser executado. Por isso, somente para fins de direcionamento, serão apresentados na Tabela 2 os custos básicos para montar uma central de triagem semimecanizada.

Tabela 2
Custos para implantação de central de triagem

Componentes	Custo (R\$)	Observações
<u>Infraestrutura</u>		
Terreno		Muito variável, geralmente é cedido pelo município
Obras Civis	160.000	Galpão industrial de 300m ² com escritório, vestiário e sanitários
Montagem dos equipamentos	2.000	-
Móveis e utensílios	20.000	Utensílios para escritório, mesas, cadeiras, armários, computador, impressora e telefone
<u>Máquinas e equipamentos</u>		
Esteira transportadora	30.000	Esteira de ferro com proteções de aço e borracha, correia em PVC, largura entre 600 e 800 mm, comprimento de 10.000 mm, tensão de 220 V, com velocidade de transporte de 12 a 15 m/min, acompanhada de separador magnético
Prensa vertical	25.800	Capacidade para fardos de até 200kg
EPIs	80	Por trabalhador: óculos, capacete, calçado de borracha, protetor auricular e luvas
Balança	4.800	Eletrônica com capacidade de 1.000kg
Contêineres/ caçambas coletoras		Muito variável, recomenda-se criatividade para adaptação de coletores em aço, fibra de vidro ou plástico
Triturador de vidro	6.000	Capacidade 500kg/h
Picotadora de papel	18.000	Valor médio, depende da capacidade da máquina
Empilhadeira	60.000	23,5HP de potência, 318kg de capacidade de operação
Elevador de fardos manual	5.200	Capacidade 500kg/h
Total	331.880	

Nota. Adaptado de “Guia da Coleta Seletiva de Lixo” (CEMPRE, 2014, p. 42).

Pela Tabela 2 pode-se dizer que os custos básicos se resumem em média em R\$ 331.880, sendo que o maior custo está relacionado com obras civis. Em estudo elaborado pelo Grupo de Resíduos Sólidos da Universidade Federal de Pernambuco - GRS/UFPE (2014) foram descritas observações que servem para direcionar um projeto para implantação de um centro de triagem:

O local onde será construído; os costumes locais de embalagem/comercialização dos produtos triados (fardos, *roll-on roll-off*, etc.); os produtos que são comercializados localmente e que não têm que ser transportados a longa distância; a forma e frequência em que são retirados pelos compradores, o que influencia no projeto das docas de

carga e nos espaços para armazenagem; o turno de trabalho suportado pelos catadores; e, mais que tudo, sua produtividade em virtude da qualidade do material que chega ao centro, proveniente da coleta seletiva (GRS/UFPE, 2014, p. 119).

Em continuação, o GRS/UFPE acrescenta que em decorrência de o processo de triagem ser realizado posteriormente às etapas de coleta e transporte, o tipo de coleta (indiferenciada ou diferenciada “coleta seletiva”) é considerado fator determinante para a seleção do modelo de triagem a ser implantado.

Definida a modelagem do projeto a ser implantado, pesquisadores do GRS/UFPE realizaram um estudo para calcular os investimentos necessários para promover a redução de resíduos secos encaminhados aos aterros. Para a elaboração do cálculo, os pesquisadores estimaram custos de implantação considerando diferentes tipologias de unidades, conforme o porte dos municípios. No cálculo foram considerados aquisição de terreno, construção de galpões, unidades administrativas e baias de armazenagem. A projeção dos cálculos em diferentes faixas populacionais pode ser observada na Figura 2.

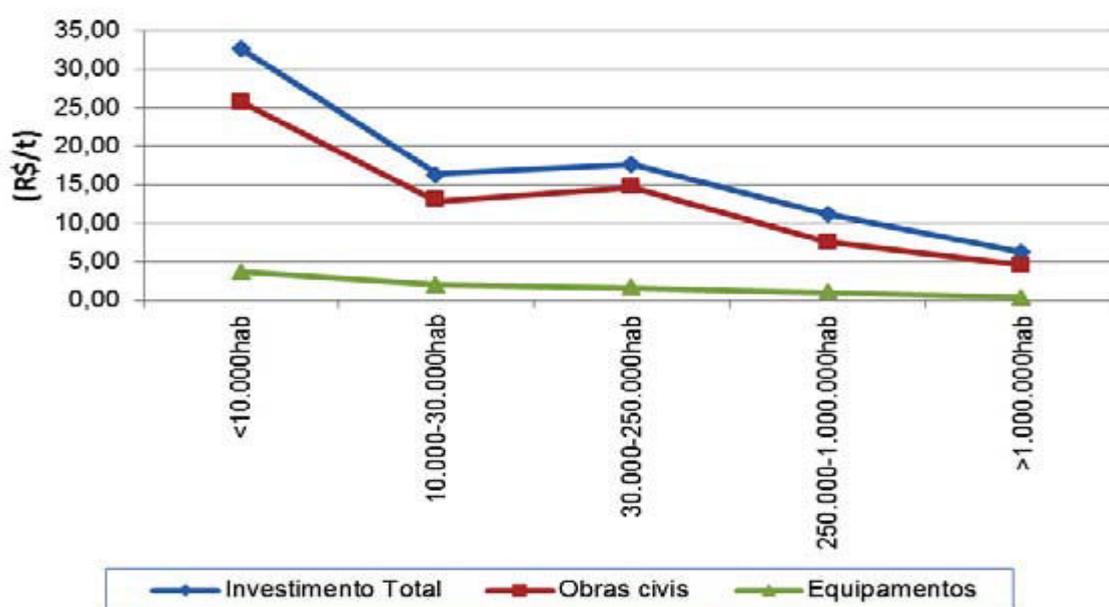


Figura 2. Custos de Implantação de Unidades de Triagem

Fonte: GRS/UFPE (2014, p. 119).

Conforme os dados da Figura 2, todos os custos envolvidos tendem a decrescer de acordo com o aumento da população a ser atendida. Na busca pela demonstração dos custos para implantação de técnicas de tratamento que diminuam a quantidade de material reciclável que é destinada aos aterros sanitários, a ABRELPE (2015a) também elaborou um cálculo estimativo do valor a ser investido na implantação de centrais de triagem. Assim como o GRS/UFPE, a ABRELPE tratou de categorizar os custos de acordo com o nível populacional

da localidade onde se pretende implantar a unidade de triagem. Os custos para implantação da unidade de triagem calculados pela ABRELPE podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 3

Custos de implantação e operação de galpões de triagem e beneficiamento primário

Faixa de População	Custo de instalação (R\$/ton)	Custo de operação (R\$/ton)
De 30 mil a 100 mil	71,50	794,70
De 100 mil a 2,5 milhões	36,00	596,80
Acima de 2,5 milhões	25,60	419,00

Fonte: Recuperado de “*Estimativas dos custos para viabilizar a universalização da destinação adequada de resíduos sólidos no Brasil*”, ABRELPE, 2015a, p. 63.

Tal cálculo, elaborado pela ABRELPE, buscou além de estimar os custos com implantação das centrais de triagem, considerar também os investimentos com a implantação de Pontos de Entrega Voluntária (PEVs). Para os autores, no processo de recepção desses materiais deve ser considerada a instalação de um PEV a cada microrregião de 100.000 habitantes. O custo de cada instalação é estimado em R\$ 80.000.

Segundo o *Department for Environment, Food & Rural Affairs* (DEFRA), os custos para a implantação de uma central de triagem sofrem grande variação, principalmente pela complexidade da tecnologia aplicada, no caso: o processo biológico adotado e o grau de mecanização e automação empregada. O relatório dispõe ainda que são estimados, para a instalação de uma central de triagem com tecnologia de tratamento mecânico biológico e com capacidade entre 80 e 225 mil toneladas por ano, investimentos na ordem entre £50 e £125 milhões respectivamente, o que, em reais, equivale a R\$ 232 e R\$ 580 milhões (libra cotada a R\$ 4,6392991 em 29/07/2019) (*Department for Environment, Food & Rural Affairs* [DEFRA], 2013, p. 34).

No ano de 2015 a cidade de Piracicaba/SP iniciou as atividades de uma usina de reciclagem que foi criada para o reaproveitamento de resíduos orgânicos e inorgânicos. Fruto de uma Parceria Público Privada com contrato de 20 anos, o Ecoparque é um complexo que apresenta os seguintes números: contrato no valor de 1,8 bilhões de reais, 550 mil m² de área, processamento de 2.000 toneladas por dia e investimentos de implantação de 250 milhões de reais. Em contrapartida, a cidade de Piracicaba deixou de pagar 1,2 milhões de reais para levar o lixo para a cidade vizinha, tem condições de receber pelo tratamento de resíduos de 30 municípios vizinhos e atende integralmente o que preconiza a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305/2010 (conforme o *site* da Prefeitura de Piracicaba, 2019, recuperado de

<http://www.piracicaba.sp.gov.br/piracicaba+sai+na+frente+com+a+instalacao+da+usina+de+tratamento+de+residuos+solidos.aspx>).

2.3 Política de resíduos sólidos domiciliares no Município de São Paulo

O Município de São Paulo é um dos 39 municípios que compõem a Região Metropolitana de São Paulo. De grande importância no cenário econômico nacional, esta região foi responsável em 2016 por 17,7% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro e 54,35% do PIB do Estado de São Paulo (Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A [EMPLASA], 2019). Segundo estimativa do IBGE, em 2018 nessa região estava concentrada quase que a metade da população estadual, o que correspondia a aproximadamente 21,6 milhões de habitantes.

No início, São Paulo surgiu como povoado de Piratininga em 25 de janeiro de 1554, passando para cidade de São Paulo apenas 157 anos depois e promovida a capital da Província de São Paulo em 1815 (IBGE, 2018). Com um PIB que chegou em 2016 a 687.035.889 (mil reais) e passados 465 anos, São Paulo é considerado polo de turismo de negócios da América Latina e concentra os mais diversos e especializados serviços, além de sediar empresas transnacionais.

Hoje o Município de São Paulo é a principal metrópole brasileira, pois em seus 1.521,11 km² está localizada uma população que, segundo estimativa do IBGE, chegou a 12.176.866 habitantes no ano de 2018. Com uma densidade demográfica estimada em 8.005,25 (hab/ km²), o município enfrenta diversos desafios em sua gestão, dentre eles estão os resíduos sólidos domiciliares. De acordo com Jacobi e Besen (2011), esse desafio é potencializado pelo fato de as últimas décadas apresentarem índices negativos de crescimento nas áreas centrais, pois a população ali já estava consolidada, restando um crescimento nas áreas periféricas, o que torna a gestão dos resíduos mais complexa.

A fim de regular o sistema de gestão de resíduos do município, foi instituída a Lei 13.478/2002, a qual dispõe sobre a organização do Sistema de Limpeza Urbana do Município de São Paulo; cria e estrutura seu órgão regulador; autoriza o Poder Público a delegar a execução dos serviços públicos mediante concessão ou permissão; institui a Taxa de Resíduos Sólidos Domiciliares - TRSD, a Taxa de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde - TRSS e a Taxa de Fiscalização dos Serviços de Limpeza Urbana - FISLURB; cria o Fundo Municipal de Limpeza Urbana – FMLU.

A referida lei criou a Autoridade Municipal de Limpeza Urbana (AMLURB) que é o órgão responsável pela gestão dos resíduos e limpeza urbana da cidade de São Paulo. Trata-se

de uma autarquia que é vinculada à Secretaria Municipal das Prefeituras Regionais da Prefeitura de São Paulo, e dentre suas atribuições presta serviços operando com dois tipos de contratos: coleta e varrição (Autoridade Municipal de Limpeza Urbana [AMLURB], 2019a).

De acordo com a AMLURB (2019a), no Município de São Paulo são geradas diariamente 20.000 toneladas de resíduos cuja origem está distribuída entre resíduos domiciliares, resíduos de saúde, restos de feiras livres, podas de árvores e entulho. Grande parte destes resíduos é formada por resíduos domiciliares que correspondem a cerca de 12.000 toneladas por dia.

Dados de 2012 demonstraram após análise gravimétrica que o resíduo domiciliar do município é composto por 51% de matéria orgânica, 35% de resíduos secos e 14% são os considerados rejeitos. Após análise quantitativa foi possível concluir que a geração média *per capita* nesse período foi de 1,1 quilo por habitante/dia, com destaque para os dados das duas extremidades, subprefeituras de Cidade Tiradentes e Pinheiros, as quais apresentaram geração *per capita* de 0,63 e 1,73 quilo por habitante, respectivamente (Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos – PGIRS. São Paulo [Município], 2014, p. 8).

Para fazer frente a esta grande demanda de coleta de resíduos domiciliares, coleta seletiva e hospitalares, a Prefeitura de São Paulo optou pelo modelo de concessão para a prestação desses serviços, conforme disposto na Lei Municipal 13.478/02, no artigo 10, inciso 2º, parágrafo I. Nesse modelo foram contratadas, pelo período de 20 anos, as concessionárias Logística Ambiental de São Paulo S/A - Loga (Grupo Solví), contrato N° 027/SSO/04, responsável pela prestação dos serviços divisíveis no Agrupamento Noroeste (regiões Centro, Norte e Oeste) e a concessionária Ecourbis Ambiental S.A., contrato n° 026/SSO/04 responsável pelo Agrupamento Sudeste (regiões Sul e Leste), como pode ser observado na Figura 3.



Figura 3. Mapa da distribuição da coleta de lixo no Município de São Paulo

Fonte: Prefeitura de São Paulo. Recuperado de

https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/chamadas/mapa_concessao_1263505380.pdf

Juntas as concessionárias diariamente atendem mais de 11 milhões de pessoas, percorrem 1.523 km², utilizam 700 veículos (Loga, 300; Ecourbis, 400) entre caminhões compactadores e outros tipos de veículos para os resíduos de saúde, e empregam 5.000 colaboradores (Loga, 2.000; Ecourbis, 3.000).

Além do serviço de coleta, as concessionárias são responsáveis também pela operação de três estações de transbordo, duas centrais mecanizadas de triagem e seis aterros sanitários, sendo cinco desativados que recebem apenas os serviços de manutenção e monitoramento.

2.3.1 Práticas de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares no município de São Paulo

Com o crescimento da geração de resíduos sólidos, Castro Neto e Guimarães (2000) já previam que, em virtude de o Município de São Paulo ser responsável por 75,5% dos resíduos coletados na região metropolitana, alguma providência precisaria ser tomada com urgência, uma vez que, além dos espaços disponíveis já terem vencimento, a regularização de novos espaços carece de longos prazos para soluções de questões

ambientais e financeiras. Desta forma, esta seção discorre sobre as práticas adotadas pelo município na gestão de seus resíduos domiciliares.

O primeiro procedimento é a coleta dos resíduos domiciliares, que é realizada pelas duas empresas concessionárias utilizando duas formas de coleta: na primeira, a equipe de colaboradores (formada por um motorista e três coletores) percorre as ruas programadas recolhendo os resíduos manualmente e depositando-os em um caminhão compactador; na segunda, outra equipe faz a recolha de contêineres instalados em condomínios residenciais ou então distribuídos em pontos fixos ao longo das vias públicas. Segundo as concessionárias, nas favelas o acesso de caminhões é prejudicado pelas ruas estreitas e sem estrutura, assim realizam um sistema de coleta domiciliar específico, nele parte dos resíduos é coletada porta a porta por moradores da própria comunidade e outra parcela é coletada com a colocação dos resíduos pelos munícipes em caçambas metálicas ou contêineres disponíveis na parte externa da comunidade.

A coleta seletiva (ou diferenciada) dos resíduos secos também está presente em todo o município, e é feita pelas concessionárias com caminhões compactadores adaptados para preservar os materiais e pelas cooperativas com “caminhões gaiola”. O material coletado pelas concessionárias é encaminhado para galpões de triagem operados por 25 cooperativas e associações cadastradas na AMLURB, e para as duas centrais mecanizadas de triagem. O programa de coleta seletiva ainda conta com 1.500 Pontos de Entrega Voluntária (PEV) instalados em locais específicos para receber o material reciclável, e 102 Estações de Entrega Voluntária de Inservíveis (Ecopontos) que servem de local para o munícipe dispor voluntariamente de pequenos volumes de entulho (móveis usados, poda de árvores) e também o material reciclado.

As cooperativas e associações conveniadas contam com apoio da prefeitura para custear boa parte das despesas com as Centrais de Triagem, dentre elas estão: aluguel, água, energia, telefonia, equipamentos de triagem e apoio (esteira, prensas, balanças e empilhadeiras), veículos para coleta e/ou transporte de resíduos triados e equipamentos de proteção individual. Elas também se beneficiam com o trabalho de duas centrais mecanizadas de triagem que operam com sistema de esteiras, controle computadorizado e agentes ambientais. Com tecnologia europeia, essas centrais têm capacidade de separação de até 250 toneladas de materiais recicláveis por dia e são geridas pelas empresas concessionárias. Ao término do processo, os materiais encontram-se enfardados e prontos para transporte e comercialização pelas cooperativas.

A grande maioria dos resíduos coletados não recebe tratamento e é encaminhada diretamente para uma das três estações de transbordo do município. As estações funcionam como um ponto intermediário entre os locais de coleta e de destinação final dos resíduos, consistindo o transbordo na operação de transferência dos resíduos coletados pelos caminhões compactadores para as carretas. Todo o resíduo coletado pela concessionária Loga é encaminhado para a estação de transbordo Ponte Pequena, localizada no bairro Bom Retiro e cuja capacidade é de receber 6.000 toneladas/dia. Já as estações de transbordo Vergueiro, localizada no bairro Ipiranga, e Santo Amaro, localizada no bairro de Santo Amaro, ambas são administradas pela concessionária Ecourbis e têm capacidade de receber até 3.000 toneladas/dia cada uma.

Os controles de pesagem são feitos com balanças rodoviárias que suportam até 60 toneladas e ocorrem em três momentos, o primeiro quando os caminhões compactadores chegam às estações de transbordo, o segundo quando as carretas deixam as estações de transbordo em direção aos aterros sanitários e o terceiro momento dá-se na chegada das carretas ao aterro sanitário para a disposição final.

Os resíduos domiciliares e os resíduos de serviços de saúde pós-tratamento são encaminhados para dois diferentes aterros. Os resíduos coletados pela concessionária Loga são encaminhados para o Aterro Sanitário Caieiras, que fica localizado na cidade de Caieiras, administrado pela empresa Essencis Soluções Ambientais S.A. (Grupo Solví), enquanto os resíduos coletados pela concessionária Ecourbis são encaminhados para o Aterro Sanitário Central de Tratamento de Resíduos Leste (CTL), que fica localizado na cidade de São Paulo, bairro São Mateus, administrado pela empresa Ecourbis.

Outros aterros também já foram destino dos resíduos no Município de São Paulo, são eles: Jardim Damaceno, Lauzanne Paulista, Carandiru, Vila Albertina, Eng. Goulart, Jacui, Vila São Francisco, Pedreira Itapuí, São Mateus, Santo Amaro, Sapopemba, Itatinga, Pedreira City, Raposo Tavares, Bandeirantes e João Batista. Com destaque para os dois últimos. O aterro Bandeirantes, criado em 1979, fica localizado no bairro de Perus e foi utilizado por quase 30 anos até ser fechado em 2007. Hoje é monitorado pela concessionária Loga. O aterro João Batista iniciou suas atividades em 1992 e foi desativado em 2009. Localizado na Estrada de Sapopemba hoje é monitorado pela Ecourbis. Ambos aterros, mesmo desativados, geram energia, pois tiveram investimentos para implantação de usinas de biogás que recolhem o gás metano produzido durante a decomposição dos resíduos orgânicos, realizam a queima e produzem energia elétrica.

São Paulo já tratou seus resíduos utilizando a incineração, o primeiro equipamento a operar foi o Araçá, construído com tecnologia americana e inaugurado em 1913, encerrou suas atividades em 1948 e foi demolido em 1953. Em 1949 foi inaugurado o Incinerador de Pinheiros, também de tecnologia americana, ele funcionou até o ano de 1990 e hoje abriga a Praça Victor Civita. No ano de 1959 foi inaugurado o Incinerador da Ponte Pequena, este foi concebido com tecnologia alemã e encerrou suas atividades em 1997. Por fim, São Paulo no ano de 1968 construiu, utilizando tecnologia também alemã, o Incinerador Vergueiro que funcionou por pouco mais de trinta anos até ser desativado em 2002.

Segundo as duas concessionárias prestadoras de serviços ao município, o uso de incineradores é necessário, entretanto a pressão exercida pela sociedade civil e grupos de ambientalistas fazem com que projetos de instalação de incineradores não avancem (Polzer, 2012).

Enquanto não se encontra uma saída para superação dos problemas causados pelo lixo, o município continua a sofrer com as implicações cotidianas impostas por uma gestão que basicamente recolhe, transporta e enterra seus resíduos. Esse tipo de gestão, além de muito onerosa, não resolve o problema ambiental e social, pois dá continuidade a um sistema insustentável que descarta matérias-primas, não reduz emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE), explora os catadores, e ainda não aproveita os resíduos para geração de receitas com energia e comercialização de materiais.

A coleta seletiva dá sinais de ser um caminho que viabiliza a superação das expectativas traçadas em torno de uma gestão eficiente de resíduos. Entretanto, cabe ressaltar que o município atinge hoje índices ínfimos de reciclagem que não chegam a 2,5%. Parte desse resultado está relacionado à participação da população, que ainda encaminha resíduos contaminados como sendo material reciclável. Segundo Oliveira, Tokumori, Andrade e Maiellaro (2017), aproximadamente 40% do material colocado na esteira é composto por rejeitos. Nisso complementa-se com o estudo de Besen, Ribeiro, Günther e Jacobi (2014), o qual demonstrou que a coleta seletiva na Região Metropolitana de São Paulo sofreu influência positiva das políticas públicas de saneamento e resíduos sólidos, federal e estadual. No entanto, tal avanço é prejudicado por problemas de ordem técnica e econômica. Podendo ainda ser agravado pela falta de espaço na agenda pública da maioria dos municípios.

Diante desse cenário de emergência, os espectadores devem evoluir para os papéis de atores buscando soluções para trabalhar esta questão que se agrava rapidamente, dia após dia. Com isso, devem entrar em ação a população, empresas e setor público na busca por desenvolver a aplicação de medidas que possam ao menos atenuar os impactos que os

resíduos sólidos causam no meio ambiente, no orçamento público e conseqüentemente na qualidade de vida da população.

2.3.2 Impacto da despesa com a coleta dos resíduos sólidos domiciliares não tratados no orçamento público no ano de 2017

A busca pela mensuração dos custos envolvidos no tratamento dos resíduos sólidos tem sido considerada uma tarefa muito complexa para quem se interessa por esse tipo de informação. Segundo o SNIS (2019), os municípios têm grande dificuldade de calcular a apropriação de custos por tipo de serviço, e essa dificuldade em gerar dados precisos prejudica o cálculo do custo específico dos serviços prestados.

O Sistema Nacional de Informações Sociais (SNIS), sobre o Saneamento, Módulo Resíduos Sólidos, publicou, em 2019, o Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2017. Este relatório já está em sua décima sexta edição e é fruto da compilação de dados fornecidos por 3.556 prefeituras em todo Brasil. Embora não se tenha os dados de todos os 5.570 municípios brasileiros, os 63,8% dos municípios que participam do SNIS concentram 83,9% da população, o que demonstra uma relevante representatividade para a análise das informações.

Um de seus principais resultados trata dos custos com a gestão dos resíduos sólidos urbanos. Os resultados estimam que, no ano de 2017, as prefeituras gastaram aproximadamente R\$ 21 bilhões com a gestão de resíduos sólidos, o que representa o valor de R\$ 121,62 por habitante. O levantamento revelou outro dado preocupante, apenas 46,3% dos municípios cobram pelos serviços com coleta, transporte e destinação final dos resíduos, com o valor arrecadado cobrindo apenas 54,6% dos custos envolvidos (Sistema Nacional de Informações Sociais [SNIS], 2019).

A cidade de Curitiba foi uma das primeiras cidades do Brasil a implementar a tarifa pelo serviço do lixo, no entanto não consegue arrecadar os valores necessários para custear o tratamento do lixo no município. Este exemplo confirma o que revelam os resultados do relatório SNIS (2019). Sua realidade é exemplo do que muitas outras cidades enfrentam ao lidar com esta problemática. Esse foi um dos temas abordados na revista EXAME (<https://exame.abril.com.br/revista-exame/o-lixo-que-sai-carro/>, 2015, recuperado em 13 de maio, 2019):

Uma das pioneiras foi a prefeitura de Curitiba, capital paranaense, que criou uma taxa exclusiva para esse fim em 2001. Hoje, a arrecadação com tarifas corresponde à

metade do orçamento de 130 milhões de reais para coleta, transporte e destinação final do lixo.

Esse descompasso financeiro para fazer frente aos custos com os resíduos sólidos urbanos prejudica as contas públicas, comprometendo a destinação de recursos que poderiam nutrir outras áreas como saúde, educação e segurança.

A Tabela 4 demonstra os impactos que os resíduos sólidos urbanos provocam nas contas públicas.

Tabela 4

Impactos no orçamento público com custos na gestão de resíduos sólidos

Faixa de População	Quantidade de municípios	Despesas com manejo de RSU na despesa total corrente da Prefeitura		
		Mínimo (%)	Máximo (%)	Indicador Médio (%)
Até 30 mil hab.	2.550	0,5	10,4	2,7
De 30.001 a 100.000 hab.	550	0,5	10	3,4
De 100.001 a 250.000 hab.	153	0,7	9,4	3,8
De 250.001 a 1.000.000 hab.	83	1,2	9,8	4,8
De 1.000.001 a 4.000.000 hab.	15	1,6	7,2	3,6
Acima de 4.000.001 hab.	2	5,3	7,5	6,1
Total - 2017	3.353	0,5	10,4	4,1

Fonte: Adaptado de “*Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2017*” (SNIS, 2019, p. 125).

De acordo com os dados apresentados na Tabela 4, o Município de São Paulo se enquadra na quinta e última faixa, mais especificamente os dois municípios com mais de 4 milhões de habitantes são Rio de Janeiro e São Paulo. Dito isso, o Município de São Paulo utilizou no ano de 2017 uma fração de 5,3% de suas despesas gerais para os custos com a gestão de resíduos sólidos. Gestão essa que, como visto no tópico anterior, ainda está longe de atingir um nível de eficiência plausível de reflexos perceptíveis no meio ambiente e sociedade.

O modelo de gestão atual, além de ainda não apresentar resultados que atenuem os problemas causados pela geração de resíduos, como visto é muito caro, e em virtude disso desperta o interesse de grupos de empresários que, de olho nessa ineficiência, cobrem todo o circuito de serviços e investem inclusive em novas áreas para aterros sanitários. Prova de que acreditam que o atual formato de gestão insustentável de resíduos se perpetuará.

Na contramão desse pensamento, este estudo se dirige para um modelo de gestão sustentável que acredita em uma gestão que visa ao aproveitamento desses resíduos, ao mesmo tempo em que protege o meio ambiente e gera renda. Neste contexto, são apresentados a seguir estudos nacionais e estrangeiros que tratam das melhores práticas de gestão e do potencial econômico que estes resíduos podem oferecer.

2.4 Estudos já realizados sobre o potencial econômico dos resíduos sólidos domiciliares

Nesta seção serão apresentados estudos nacionais e estrangeiros sobre as práticas de gestão dos resíduos sólidos urbanos, especialmente os domiciliares. Inicialmente serão abordados dois estudos (Braz, 2009; Slomski et al., 2012) que discutem temas a respeito da importância da inclusão dos gastos com o descarte de produtos e embalagens ao custo de produção e à necessidade por parte de empresas e órgãos públicos de evidenciar, em seus relatórios contábeis, as medidas e os resultados das ações de gestão dos resíduos produzidos. Além ainda de discorrer sobre os aspectos culturais que, de certa forma, levam os gestores a utilizar práticas de gestão dos resíduos que trazem danos incalculáveis ao meio ambiente, ao invés de explorar o potencial econômico que uma gestão adequada é capaz de proporcionar.

Slomski et al. (2012, p. 277) desenvolveram um ensaio teórico objetivando “analisar e discutir crenças, valores e aspectos práticos que norteiam o exercício da gestão de custos que considera a internalização dos gastos com o descarte do produto e embalagens aos custos de produção”. Assim, em um artigo intitulado “Sustentabilidade nas organizações: a internalização dos gastos com o descarte do produto e/ou embalagem aos custos de produção”, os autores apresentam e discutem algumas das iniciativas que minimizam os impactos ambientais e contribuem para a sustentabilidade do planeta. Esta análise foi realizada sob os aspectos das diretrizes e/ou tratados internacionais; princípios e diretrizes setoriais e indicadores de gestão.

Além disso, os autores abordaram a existência de pelo menos duas visões de gestão do meio ambiente adotadas pelas empresas. Essas visões são norteadas por diferentes crenças e valores. A primeira delas baseia-se na busca única e exclusiva pelo lucro, sem se preocupar com os danos ao meio ambiente. Já na segunda, que é tida pelos autores como mais aceitável e por isso impera como diretriz norteadora do referido estudo, o gestor preocupa-se com todo o processo industrial e também com o final do ciclo de vida do produto.

Dentre as consequências originadas pela não gestão do ciclo total da vida do produto está a escassez de áreas para a construção de novos aterros. Nessa perspectiva, os autores lançaram um olhar mais detalhado sobre os resíduos domésticos da cidade de São Paulo e consideraram que o lixo produzido resulta das atividades industriais, ou seja, esse lixo é resíduo da indústria.

Como solução não só para a escassez de novas áreas para aterros, contaminação de solo e lençol freático, propagação de doenças, entre outras externalidades negativas

provenientes da degradação do meio ambiente, os autores propõem a criação da Indústria de Destinação Final do Lixo (IDF), congregando o desenvolvimento organizacional e a sustentabilidade do planeta. Caberá a essa nova indústria desempenhar os serviços de coleta, triagem, reciclagem, administração de aterros e de usinas de incineração. Com esse novo formato as empresas concessionárias deverão, por meio de licitação, adquirir o lixo das cidades e contratar empresas/pessoas para realizarem a triagem desse material, destinando-o posteriormente a reciclagem ou usina de incineração.

A viabilidade econômica do modelo proposto se dará por meio de quatro possibilidades de geração de receita: 1- venda de materiais recicláveis; 2- venda de energia elétrica produzida nas usinas de incineração; 3- venda de créditos de carbono (bônus negociável em troca da não poluição ambiental estabelecidos com base no protocolo de Kyoto) e 4- vendas de títulos para internalização dos custos privados.

O modelo teórico de Slomski et al. (2012) propõe essencialmente a comercialização destes títulos entre as concessionárias credenciadas e as empresas geradoras dos resíduos, cabendo a essas empresas internalizarem estes custos. Conseqüentemente, a partir desta nova metodologia de gestão, os custos públicos serão minimizados e o modelo de Indústria de Destinação Final do Lixo (IDF) terá recursos para operar.

Diante do exposto, o estudo de Slomski et al. (2012) é um importante instrumento para o desenvolvimento desta pesquisa. Em seu bojo são tratados temas como: sustentabilidade, práticas de gestão dos resíduos sólidos - com destaque para a logística reversa, resíduos domiciliares no Município de São Paulo e alternativas de destinação final dos resíduos sólidos. Por toda esta gama de pontos relevantes, o referido estudo torna-se um dos pilares para o desenvolvimento desta pesquisa.

Com vistas a essa problemática do volume de resíduos sólidos produzidos e as práticas adotadas para seu gerenciamento, Braz (2009) desenvolveu seu estudo sob o título “Gestão ambiental: evidenciação contábil do desempenho social e ambiental do DAEP - Departamento Autônomo de Água e Esgoto de Penápolis com a CORPE – Cooperativa de Trabalho dos Recicladores de Penápolis”. Para o autor, as empresas devem evidenciar, em seus relatórios contábeis, as medidas adotadas e os resultados alcançados com as ações sociais e o processo de proteção e preservação do meio ambiente.

A pesquisa teve como objetivo conhecer, registrar e mensurar as práticas de gestão ambiental do DAEP para com a CORPE no sentido de procurar gerar informações contábeis capazes de evidenciar o desempenho social e ambiental do DAEP. O autor buscou então desenvolver um demonstrativo em que fosse possível refletir as ações sociais e ambientais das

entidades pesquisadas e também suas externalidades positivas oriundas das práticas de gestão adotadas.

Para tanto, foi desenvolvida uma pesquisa descritivo-quantitativa com as entidades Departamento Autônomo de Água e Esgoto de Penápolis (DAEP) e a Cooperativa de Trabalho dos Recicladores de Penápolis (CORPE). O DAEP é uma autarquia do poder público municipal de Penápolis/SP e é responsável pela realização dos trabalhos de captação, tratamento e distribuição de água, captação e tratamento do esgoto e lixo, além da limpeza das vias públicas. Já a CORPE é uma cooperativa de trabalho dos Recicladores de Lixo também de Penápolis/SP. Essa cooperativa foi constituída com o apoio do DAEP para tratar dos problemas relacionados principalmente com a situação de vulnerabilidade em que se encontravam os catadores de lixo que frequentavam o aterro sanitário municipal.

A coleta de dados foi possível com a análise de documentos fornecidos pelo departamento de custos do DAEP e pelo setor administrativo da CORPE. Com a análise dos documentos, os dados foram coletados por instrumento elaborado pelo autor que buscou apontar as ações passíveis de mensuração e que pudessem evidenciar o desempenho social e ambiental do DAEP para com a CORPE. Para realizar a mensuração dos desempenhos, o autor utilizou-se dos seguintes dados:

- a) mensuração do Desempenho Social
 - a. receita de vendas da CORPE – 2007;
 - b. estoque de produtos do Exercício 2007 na CORPE;
- b) mensuração do Desempenho Ambiental
 - a. valor do m² do aterro sanitário;
 - b. m² de área do aterro necessários para acomodar 1 ton.;
 - c. horas/máquina necessários para acomodar 1 ton.;
 - d. custo da hora/máquina;
 - e. custo da hora/homem do operador da máquina;
 - f. horas/máquina trabalhadas.

Os dados foram analisados com o uso de métodos estatísticos recorrendo ao cálculo por regra de três com os valores unitários. Após análise, os dados receberam tratamento estatístico disponível em planilha de Excel elaborada pelo autor.

O autor constatou que as práticas de gestão social e ambiental do DAEP para com a CORPE resultaram em benefícios como a inclusão no trabalho formal das pessoas que viviam da coleta clandestina de lixo do aterro sanitário, a coleta seletiva de lixo sólido urbano, a

redução da utilização do espaço físico e o aumento da vida útil do aterro, bem como a redução de materiais descartados no meio ambiente e redução de extração de matéria-prima da natureza.

Foi apurado também que, além dos resultados positivos obtidos com as práticas de gestão social e ambiental do DAEP, denominadas externalidades positivas, gerou-se também uma Receita Social, em 2007, de R\$ 392.541,55 e uma Receita Ambiental de R\$ 10.239,82. Assim, somados os resultados dos Desempenhos Social e Ambiental obtêm-se o valor de R\$ 402.781,37 dos quais, subtraídos os R\$ 183.990,86 correspondentes aos Custos Operacionais do DAEP para com a CORPE, chega-se a um Resultado Social e Ambiental de R\$ 218.790,51. Ou seja, além dos ganhos sociais e ambientais, o autor apurou que há também o ganho econômico.

O autor infere que as Demonstrações Contábeis devem evidenciar não somente o desempenho econômico-financeiro, mas também os desempenhos social e ambiental das práticas de gestão ambiental. As informações não econômicas passam despercebidas pelos usuários da Contabilidade, pois não são mensuradas e evidenciadas nos documentos contábeis tradicionais. Para resolver esta questão, o autor demonstrou ser possível mensurar as práticas de gestão ambiental elaborando e fazendo uso do Demonstrativo do Desempenho Social e Ambiental, o qual atende às necessidades dos usuários da Contabilidade.

A pesquisa de Braz (2009) tem semelhanças com esta pesquisa no ponto em que trata da mensuração das externalidades positivas que podem ser obtidas quando os gestores adotam práticas de gestão sustentáveis. Também será explorado o desempenho social e ambiental, ainda ignorado pelos gestores privados e públicos, que insistem em perpetuar um modelo de gestão de resíduos sólidos que impacta negativamente o meio ambiente e despreza o potencial econômico, ambiental e social presente nesses materiais.

Gouveia (2012) desenvolveu um artigo cujo objetivo foi apontar caminhos para uma gestão de resíduos sólidos urbanos que beneficiam a inclusão social. A este artigo foi dado o título “Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social”.

Por meio de uma pesquisa bibliográfica, o autor demonstrou os diversos impactos associados ao inadequado gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos. Dentre eles, o autor menciona os impactos imediatos ao meio ambiente e à saúde da população, e ainda os impactos de longo prazo como, por exemplo, as alterações climáticas causadas pela emissão dos gases de efeito estufa.

A reciclagem, segundo o autor, é uma importante ferramenta para diminuir esses impactos. Seus benefícios foram apontados na geração de trabalho e renda, retorno de materiais ao ciclo produtivo, economia de energia, matéria-prima e diminuição de materiais destinados a aterros sanitários.

O autor conclui que, para trilhar um caminho de desenvolvimento mais saudável e sob uma perspectiva socialmente justa, ambientalmente sustentável, sanitariamente correta e economicamente solidária, deverão ser formuladas políticas públicas que, além de atenuarem as mudanças climáticas e promoverem a eliminação dos riscos à saúde e ao meio ambiente, em virtude da ação humana, promovam também a inclusão social. Neste contexto, um caminho seria dar melhores condições de trabalho aos catadores de material reciclável, no que concerne a um trabalho com dignidade, segurança e geração de renda.

O trabalho de Gouveia (2012) também faz parte desta revisão de literatura, pois vê na adoção de uma gestão de resíduos uma forma de diminuir os impactos que o não tratamento desses materiais causam ao meio ambiente e à saúde da população. Ademais, vê também na reciclagem uma possibilidade de promover a inclusão social, economia de energia, de materiais e preservação do meio ambiente.

Em 2013, Slomski, Tonetto, Bonacim, Megliorini e Slomski escreveram artigo com o título “Desafios e perspectivas para a controladoria empresarial com a logística reversa de produtos e embalagens”. Nesse artigo, os autores procuraram discutir e analisar um modelo de gestão dos resíduos sólidos envolvendo o Governo, empresas e a população. Nele, era considerada a criação de uma indústria de destinação final do lixo remunerada pelas empresas quando estas adquirem os créditos de internalização dos custos privados.

Como se trata de um tema contemporâneo, ainda sem consenso por parte dos entes envolvidos, e cujos estudos a respeito carecem de uma maior inserção no meio literário e acadêmico, os autores optaram por escrever um ensaio teórico, apresentando e discutindo posicionamentos e propostas de ações para a destinação adequada dos resíduos sólidos urbanos.

No desenvolvimento do artigo os autores discutiram as dificuldades do setor produtivo para se adequar às exigências dispostas na Lei 12.305/2010, principalmente no que se refere à implantação da logística reversa de produtos e embalagens, cabendo ao setor produtivo levar em consideração a internalização dos custos privados aos custos de produção, não gerando assim externalidades negativas à sociedade.

Como alternativa, os autores citam o modelo proposto por Slomski, Kassai e Slomski (2010) que defendiam a criação de uma Indústria de Destinação Final de Resíduos Sólidos

(IDFRS). Essa indústria estaria segmentada em cinco tipos de empresas: coleta seletiva; triagem e separação; tratamento dos resíduos e das embalagens; incineradoras; e recicladoras. Os autores inferem que o Estado tem papel fundamental no cumprimento das normas do marco regulatório, haja vista o seu poder de regulação sobre os agentes envolvidos no processo de logística reversa.

O estudo de Slomski et al. (2013) vem referendar a possibilidade de adoção de alternativas para que haja um desenvolvimento econômico com sustentabilidade, e para isso reforça a ideia da comercialização de Créditos de Internalização de Custos Privados (CICP). Esta ferramenta servirá para a manutenção e desenvolvimento das alternativas propostas nesta pesquisa, viabilizando, pois, a solução para um melhor aproveitamento do lixo domiciliar na cidade de São Paulo.

Valim (2014) desenvolveu sua pesquisa buscando, assim como Braz (2009), mensurar e evidenciar as ações e resultados das práticas de gestão do meio ambiente. O diferencial dentre os autores é que Valim (2014) propõe a discussão de resultados socioambientais e econômico-financeiros com base em dados gerados a partir da internalização dos gastos com o processo de logística reversa aos custos de produção. Assim, o estudo teve como título “Sustentabilidade empresarial: uma proposta para a evidenciação do resultado ambiental decorrente da internalização dos gastos com a coleta, tratamento e destinação final do produto aos custos da produção”.

Para o desenvolvimento do estudo, o autor selecionou uma indústria multinacional americana atuante no segmento de tecnologia da informação. Sua escolha para servir de campo da pesquisa deu-se por motivo de que tal empresa possui uma política de gestão de meio ambiente que contempla o ciclo de vida total do produto. Entretanto, tais práticas não eram mensuradas e evidenciadas, ocultando então o resultado ambiental da política implementada.

Diante da lacuna existente na área de gestão de custos desta empresa e de tantas outras, no que tange à busca de metodologias capazes de evidenciar o desempenho social e ambiental em vista das práticas de gestão, o autor trabalhou no desenvolvimento de um instrumento que suprisse a necessidade de demonstração das informações até então desprezadas pelos modelos de demonstrações contábeis tradicionais. Nessa dinâmica, o autor então optou por desenvolver uma pesquisa descritiva com abordagem quantitativa.

Valim (2014) realizou a coleta de dados por meio de análise dos documentos disponibilizados pela área de gestão ambiental e pela empresa contratada para fazer a destinação final dos produtos. Os dados foram coletados com o auxílio de um

instrumento (especialmente elaborado para esse fim) e posteriormente receberam tratamentos com cálculos matemáticos em planilhas do Excel.

Seus achados demonstraram que, em 2013, a política ambiental implementada pela empresa evitou que 1.413.552 quilos de materiais fossem encaminhados para aterros sanitários. O reaproveitamento desse material, além de não degradar o meio ambiente e evitar a compra de novas matérias-primas, ainda gerou para a empresa um ganho econômico-financeiro de R\$ 9.188.185,51. Já os custos decorrentes da internalização dos gastos com a coleta, o tratamento e a destinação final ambientalmente correta dos produtos tiveram como resultado ambiental um prejuízo de R\$ 86.779,61. Por fim, o autor evidenciou que as ações de coletar, limpar, tratar as peças e vender, teve como resultado social o valor de R\$ 411.325,97. Assim, por adotar práticas de gestão ambiental, seu desempenho econômico, social e ambiental no ano de 2013 foi de R\$ 8.776.859,54.

Para o autor, com o maior dimensionamento da contabilidade de custos, é possível a criação de um demonstrativo com informações contábeis que evidenciem os resultados social, ambiental e econômico-financeiro das empresas. Esse demonstrativo possibilita que os gestores acessem informações necessárias à tomada de decisão diante de suas responsabilidades socioambientais.

A pesquisa conduzida por Valim (2014) tem grande importância neste estudo, pois demonstra que a implementação de práticas ambientais por parte dos empresários é passível de mensuração e, uma vez que estas informações estejam devidamente mensuradas, serão capazes de gerar informações relevantes como os resultados apresentados em seu estudo. Assim, os resultados obtidos no estudo por Valim (2014) servem de incentivo para esta pesquisa, pois demonstram os benefícios ambientais, econômicos e sociais que podem ser obtidos quando práticas sustentáveis de aproveitamento dos resíduos sólidos são implementadas.

Besen, Ribeiro, Günther e Jacobi (2014), em seu artigo “Coleta seletiva na região Metropolitana de São Paulo: impactos da Política Nacional de Resíduos Sólidos”, analisaram os possíveis impactos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, a fim de compreender o cenário da coleta seletiva, com foco em indicadores e na avaliação temporal dos resultados das pesquisas realizadas entre 2004 e 2013 nos municípios da Região Metropolitana de São Paulo.

A Região Metropolitana de São Paulo possui 39 municípios e todos foram envolvidos na pesquisa. A coleta de dados deu-se por meio de entrevistas aos gestores públicos

responsáveis pela coleta seletiva, para isso utilizou-se um questionário estruturado, em que foram realizados os seguintes questionamentos: existência da coleta seletiva e ano de início, existência de parceria com organizações de catadores, modalidade (cooperativa ou associação), número de membros, existência de instrumento legal de parceria, remuneração pelo serviço, abrangência territorial da coleta e quantidade média anual coletada. A análise das informações deu-se de forma comparativa da prestação do serviço de coleta seletiva buscando compreender a evolução e a existência de possíveis impactos posteriores à Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305 publicada em 2010.

Os resultados apontaram que na região Metropolitana de São Paulo houve um aumento no percentual de municípios que passaram a contar com a coleta seletiva, haja vista que a proporção passou de 59% em 2004, para 77% em 2013. Neste mesmo período houve um crescimento de 25,6% no número de organizações de catadores. Fato interessante é que houve uma ampliação de 38,7% na quantidade de cooperativas de trabalho e uma redução de 25% na quantidade de associação de catadores. Finalizando as análises têm-se os dados que representam o volume de integrantes das organizações. De 2004 a 2013 houve um acréscimo de 43,6% no número de catadores, podendo ser maior não fossem os reflexos da crise econômica que causou uma queda média de 50% no valor dos materiais e falência de diversas organizações de catadores.

Os pesquisadores concluíram que a disseminação do modelo de coleta seletiva com integração de catadores tem se fortalecido graças às políticas públicas de saneamento e resíduos sólidos propostas pela União e a política estadual de resíduos sólidos. Como dificuldades, foi relatado que a maior parte dos municípios da região metropolitana de São Paulo dá pouca prioridade na agenda pública para a coleta seletiva, além de encontrar obstáculos de ordem técnica e econômica.

O artigo de Besen et al. (2014) é relevante para esta pesquisa, pois aborda a Política Nacional de Resíduos Sólidos e a coleta seletiva. Um dos pontos destacados pelos autores é a dificuldade econômica das cooperativas de coleta seletiva, o qual no presente estudo é uma lacuna que se pretende preencher por meio da comercialização dos Créditos de Internalização de Custos Privados (CICP), em conjunto com a venda de materiais recicláveis.

Com o intuito de discutir a relação entre desenvolvimento econômico e ambiental, relacionando a questão da sustentabilidade, Colombari (2014) escolheu o Município de Paulínia/SP para realização da sua pesquisa intitulada “A Política Nacional de Resíduos Sólidos e a sua concretização em Paulínia-SP”. Esta escolha deu-se pela cidade em questão apresentar características atinentes à proposta do estudo, tais como alta taxa de urbanização,

Produto Interno Bruto (PIB) elevado, boas condições de vida e crescimento demográfico acelerado. A autora ressalta que todos esses itens propiciam um aumento na geração de resíduos.

O estudo em questão teve por objetivo caracterizar a gestão dos resíduos sólidos urbanos no Município de Paulínia/SP e verificar as possíveis adequações que estão sendo realizadas no município frente às novas exigências da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

O Município de Paulínia dispõe de três tipos de coletas: porta a porta (convencional), contêineres de 1.000 litros e Coleta *MecLix* (sistema europeu onde os resíduos são depositados pelos moradores em tubos e ficam alocados em contêineres subterrâneos). Os resíduos são encaminhados para a Unidade de Valorização de Resíduos, composta por um equipamento chamado “Tiranossauro” que custou cerca de R\$ 45 milhões e é capaz de processar mensalmente 30 mil toneladas de resíduos. Ao final de todo esse processo são obtidos metais para reciclagem, biogás e Combustível Derivado de Resíduo (CDR). No processo para obtenção do CDR, os resíduos são transformados em pequenos flocos utilizados em fornos e caldeiras industriais.

Para o desenvolvimento do estudo de caso, a autora realizou revisão bibliográfica e pesquisa de campo. Desse modo, foram consultados livros, artigos, teses e dissertações, além de *sites* oficiais de órgãos ambientais, governamentais e de empresas. As entrevistas aconteceram com três grupos diferentes e compostos por responsáveis pela gestão municipal dos resíduos, população, comerciantes e os cooperados da única cooperativa da cidade.

Os resultados obtidos pela autora demonstram que o Município de Paulínia atende parcialmente às normas da Política Nacional de Resíduos Sólidos e que, mesmo a cidade tendo um bom desenvolvimento econômico, isso não é sinal de melhorias diretas na gestão de resíduos. Como exemplo, a autora destaca que a cooperativa atende principalmente o setor privado, pois apenas 30% dos resíduos provêm de coleta domiciliar. Essa é uma consequência de a coleta seletiva ocorrer somente em áreas mais nobres da cidade, na expectativa desses locais possuírem um maior teor de materiais recicláveis.

Em conclusão, a autora destaca como responsáveis pelos avanços na Política Nacional de Resíduos Sólidos os conceitos de responsabilidade compartilhada e do poluidor-pagador, sendo eles capazes de atender às demandas de menos resíduos encaminhados aos aterros prolongando sua vida útil, inserção dos catadores com remuneração digna, fiscalização e punição pelo poder público, além da redução do impacto ambiental. Como críticas são apontadas que a lei ainda não representa a realidade cotidiana, ao que parece, se trata de uma

política organizacional que atende às necessidades do setor econômico, resolvendo os problemas que ele mesmo causou.

O estudo de Colombari (2014) tem forte ligação com este estudo por tratar da gestão de resíduos sólidos domiciliares em um município que também possui uma pujança econômica capaz de suportar os gastos operacionais e gerar renda aos cooperados.

Devido à necessidade de promover ações de reciclagem que valorizam e dão um fim produtivo aos resíduos descartados, e conseqüentemente reduzem a quantidade de resíduos que chegam aos aterros, Paschoalin, Silveira, Luz e Oliveira (2014) realizaram um estudo com o objetivo de comparar as massas de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) coletadas por meio de coleta seletiva e domiciliar, na cidade de São Paulo. Este estudo foi intitulado, “Comparação entre as massas de resíduos sólidos urbanos coletadas na cidade de São Paulo por meio de coleta seletiva e domiciliar”.

Para isso, esses autores realizaram um acompanhamento mensal da quantidade de RSU enviados para as estações de triagem localizadas na cidade de São Paulo. Nesse acompanhamento foram comparadas as quantidades de resíduos oriundos de serviços de coleta domiciliar convencionais e de serviços de coleta seletiva. Esta comparação foi realizada com base na consulta de planilhas de controle de deposição de RSU, obtidas pela Autoridade Municipal de Limpeza Urbana (AMLURB). Essas planilhas continham valores mensais referentes ao ano de 2013 das estações Vergueiro, Santo Amaro e Ponte Pequena. Além disso, foram consideradas informações que mostrassem a situação atual do manejo dos resíduos sólidos e perspectivas futuras, informações estas obtidas por meio de consulta ao Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (PGIRS), disponível no *site* da Prefeitura Municipal de São Paulo (PMSP, recuperado de <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/servicos/arquivos/PGIRS-2014.pdf>, em 2019).

Os autores puderam observar nas análises dos dados do PGIRS que, com o apoio de cooperativas, a coleta seletiva é realizada uma vez por semana em 75 dos 96 distritos da Cidade de São Paulo, no entanto, devido à baixa adesão da população, apenas 1,6% de materiais recicláveis são recuperados. Além disso, a separação dos resíduos na fonte geradora é muito pequena, causando altos percentuais de rejeito entre os resíduos coletados. Verificaram também que, no ano de 2013, o valor total da massa de Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD) coletada e enviada para as três estações foi de aproximadamente 2.811.000 toneladas, enquanto a massa total de resíduos provenientes de coleta seletiva foi de pouco mais de 56.200 toneladas, ou seja, apenas 1,9% da massa total de resíduos.

Além disso, de acordo com o PGIRS (São Paulo [Município], 2014), a composição gravimétrica dos RSD na cidade de São Paulo é de 51% de matéria orgânica, 35% de resíduos secos e 14% de rejeitos. Sendo que, dentre as três estações analisadas, a estação Ponte Pequena é a que recebe o maior volume de massas de RSD e de resíduos provenientes da coleta seletiva. Os autores estimaram também que, no ano de 2013, as massas de resíduos secos que poderiam ser desviados dos aterros, devido estarem aptos à reciclagem, variaram entre 843.300 e 983.850 toneladas, porém na prática apenas 44.976 toneladas (1,6%) estavam sendo recicladas. De acordo com o CEMPRE (2013), com essa pequena taxa de reciclagem, o Brasil perde aproximadamente 8 bilhões de reais por ano.

Paschoalin et al. (2014) verificaram ainda que o Município de São Paulo possui atualmente 77 estações de entrega voluntária de recicláveis por várias regiões da cidade, o que indica que o município está atento à importância de mitigar os malefícios causados pela geração de resíduos, e vem implantando diversas ações com esse fim. Assim, eles verificaram que no ano de 2013 foram recolhidos cerca de 485.397,5 m³ de resíduos, sendo: aproximadamente 65% de volumosos, 29% de entulho e 6% de resíduos secos recicláveis. Além disso, foram instalados 3.811 Pontos de Entrega Voluntária (PEV) em várias regiões da cidade de São Paulo. Nesses postos, foram colocados contêineres fechados com capacidade volumétrica de 1.000 a 2.500 litros de materiais recicláveis. Por fim, as 21 centrais de triagem dos materiais oriundos da coleta seletiva, existentes na cidade de São Paulo, permitem a geração de emprego e renda para aproximadamente 1.200 pessoas pertencentes a 21 cooperativas. Além ainda da existência, a partir de 2014, de duas centrais mecanizadas de triagem localizadas nos bairros Ponte Pequena e Santo Amaro, com capacidade de separação de 250 toneladas/dia cada uma.

Ao final do estudo, os autores concluíram que, mesmo com a PNRS, a porcentagem de resíduos reciclados ainda é muito inferior àqueles encaminhados para os aterros. Situação um tanto preocupante, visto que a reciclagem dos resíduos se apresenta como uma solução sustentável para o grande montante de resíduos produzidos atualmente na cidade de São Paulo.

O estudo de Paschoalin et al. (2014) é parte integrante desta revisão de literatura pelo fato de ter demonstrado como funciona a gestão dos resíduos sólidos domiciliares da cidade de São Paulo e revelado o cenário em que se encontra. É importante ressaltar que os autores também se atentam para a potencialidade que a reciclagem tem de mudar esta realidade, seja minimizando os impactos ao meio ambiente, seja gerando renda e poupando os cofres públicos de gastos para cuidar do lixo.

Com o objetivo de estimar os possíveis benefícios que podem ser gerados a partir da reciclagem de resíduos sólidos no Município de Porto Alegre, Souza, Prado, Braats e Vernier (2015) desenvolveram o estudo “Jogando oportunidades no lixo: uma estimativa dos benefícios potenciais da reciclagem em Porto Alegre”.

Nesse estudo, os autores utilizaram dados apresentados no trabalho de Chaves e Souza (2013), dados esses obtidos em relatórios do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2010), e da associação sem fins lucrativos de Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE, 2008), bem como informações a respeito do Município de Porto Alegre fornecidas pelo Departamento Municipal de Limpeza Urbana (DMLU).

De posse de todos esses dados, os autores optaram por analisar um grupo específico de materiais, entre os quais estavam o aço, alumínio, papel (celulose), plástico e vidro, pois, segundo os autores, trata-se de materiais abundantes nos resíduos sólidos urbanos. Definidos os materiais a serem considerados, o cálculo do Benefício Líquido Social do Reaproveitamento (BLSR) foi realizado com base nas informações a respeito dos gastos normais com a coleta do lixo, mais os danos ambientais que serão reduzidos, as reduções de custos econômicos com relação à matéria-prima utilizada pelo reaproveitamento, juntamente com os gastos associados com o reaproveitamento.

Diante das informações obtidas, Souza et al. (2015) realizaram cálculos preliminares a fim de obter os componentes necessários para o cálculo do BLSR. Essa estimativa foi feita segundo o modelo matemático proposto por Motta (2006), também apresentado por Chaves e Souza (2013), e cuja equação está representada abaixo:

$$\text{BLSR} = \text{GCD} + \text{CA} + \text{GMI} - \text{GAR}$$

Onde:

GCD = gastos atuais e efetivos de coleta, transporte e disposição final de lixo urbano;

CA = danos ambientais resultantes da má coleta e disposição do lixo urbano;

GMI = reduções de custos associados em matéria-prima e outros insumos proporcionados pelo reaproveitamento;

GAR = gastos associados ao reaproveitamento.

O cálculo do BLSR foi realizado com base em duas hipóteses. Na primeira, os autores partem do pressuposto que o preço de mercado dos materiais secundários (sucatas) está em perfeita competição, o que permite que o próprio preço da sucata reflita os ganhos líquidos de

reduções de custos de produção derivados do reaproveitamento. Logo o valor do GMI é igual ao valor do GAR. Já com base na segunda hipótese, o BLSR mede o custo de oportunidade real, haja vista que o cálculo considera os custos tidos com o consumo de energia, matéria-prima e outros insumos obtidos pelo reaproveitamento (GMI).

Nesse estudo, os resultados obtidos demonstraram que, considerando o preço da sucata como o ganho líquido de redução dos custos de reaproveitamento, conforme primeira hipótese, o BLSR médio obtido foi de R\$ 880,01. Enquanto aplicando o disposto na segunda hipótese, ou seja, considerando os custos evitados com energia, matéria-prima e água, deduzidos dos custos privados de reprocessamento, foi obtido um BLSR médio de R\$ 1.148,87.

De acordo com os dados do DMLU de Porto Alegre, são desperdiçados e descartados juntamente com o lixo comum aproximadamente 250 toneladas/dia de materiais que poderiam ser reciclados. Segundo as análises realizadas pelos autores, os cálculos do BLSR mostraram que o Município de Porto Alegre/RS desperdiça anualmente o equivalente a R\$ 80 e 104 milhões, sendo que esta variação está relacionada aos parâmetros considerados no cálculo.

A pesquisa de Souza et al. (2015) tem como semelhanças a este estudo principalmente a demonstração de que o resíduo domiciliar possui potencial econômico. Assim como Porto Alegre/RS e muitas outras cidades pelo Brasil, a cidade de São Paulo possui esta ineficiência ao não considerar o potencial econômico gerado com a reciclagem. Do mesmo modo, este trabalho buscará evidenciar a dimensão deste desperdício de receita.

Venanzi, Martos e Silva (2015) realizaram um estudo de caso em uma cooperativa de reciclagem do Município de Itu/SP. Nele os autores buscaram estudar o funcionamento geral do sistema de triagem da Cooperativa de Materiais Recicláveis de Itu (COMAREI).

O estudo de caso proposto pelos autores deu origem a uma pesquisa exploratória intitulada “Estudo do Processo de Operação de Reciclagem de Resíduos Provenientes da Coleta Seletiva de Lixo no Município de Itu/SP”.

Os autores passaram 12 meses visitando semanalmente a cooperativa e nesse período observaram o ambiente de trabalho, a sistemática de coleta e os procedimentos operacionais realizados na separação do material. Também foram analisados documentos, planilhas e balanços, realizadas entrevistas informais com os cooperados e com os responsáveis pela cooperativa, complementando assim a coleta de informações gerais da cooperativa e de como funciona sua estrutura organizacional.

Como resultados os autores descrevem que a cooperativa, por prestar um serviço de grande eficiência e produtividade, colabora para que a cidade de Itu seja uma referência na

separação do lixo doméstico. Isso se deu principalmente por melhorias em seu gerenciamento e investimento no aprimoramento da rotina de triagem, ora representadas por aquisição de uma esteira de triagem que aperfeiçoou a técnica que antes era manual; treinamento e capacitação dos cooperados para uso dos equipamentos de trabalho e itens de segurança. Essas e outras iniciativas fizeram com que a cooperativa passasse de 12 para 40 toneladas processadas diariamente, tornando-se com isso referência na região como cooperativa de reciclagem. Além disso, a cooperativa em questão passou a promover intercâmbios para ciência e compreensão dos serviços e benefícios desta atividade.

Os autores destacam, ao final do estudo, que a cooperativa evoluiu em tecnologia e condições para crescimento e autodesenvolvimento, no entanto ainda sofre prejuízos com a população que envia material orgânico misturado ao reciclável. Além dos problemas sanitários, isso dobra o trabalho de triagem, pois o torna mais minucioso. Como solução, os autores apresentam duas maneiras simples que envolvem a educação ambiental da população. Primeiramente sugere-se que a população conheça a cooperativa de reciclagem, seus trabalhos e benefícios e, em seguida, que ela faça a separação dos resíduos em três tipos de materiais: recicláveis, não recicláveis e orgânicos.

A pesquisa de Venanzi et al. (2015) faz parte desta dissertação por abordar um trabalho de referência no serviço de triagem de materiais recicláveis desempenhado pelas cooperativas. Os avanços e as dificuldades demonstradas pelos autores auxiliaram na evolução do conhecimento a respeito do trabalho que as cooperativas desempenham, e com isso ajudaram a compreender melhor o papel que elas exercem dentro da cadeia para uma gestão de resíduos capaz de beneficiar o meio ambiente, gerar renda e ainda dar dignidade aos excluídos pelo sistema produtivo e político.

Culi e Contrera (2016) pesquisaram o aproveitamento energético dos resíduos sólidos domiciliares gerados na cidade de São Paulo e ao estudo deram o título de “Proposta de Modificação do Plano de Gestão dos Resíduos Sólidos Domiciliares da Cidade de São Paulo”.

O atual Plano de Gestão de Resíduos Sólidos da cidade estudada estipula o uso de duas sacolas plásticas, sendo a sacola de cor verde para os resíduos recicláveis e a sacola cinza para os não-recicláveis, depois esses resíduos passam por um processo de triagem, onde o aproveitamento energético desses resíduos não é considerado antes da sua disposição final.

Os pesquisadores então desenvolveram a pesquisa com o objetivo de determinar a viabilidade técnica de implementação do aproveitamento energético dos resíduos sólidos domiciliares realizando processos de digestão anaeróbica, compostagem e incineração. Para alcançar este objetivo, foi realizada uma pesquisa documental com abordagem quantitativa e

revisão de literatura, na qual buscaram determinar o potencial energético encontrado nos resíduos domiciliares da cidade pesquisada.

A pesquisa percorreu as seguintes etapas: 1) levantamento de dados geográficos, estatísticos de população e quantidade de geração de resíduos sólidos; 2) contextualização da pesquisa no que se refere à legislação de resíduos sólidos e ao plano de gestão de resíduos sólidos da cidade de São Paulo; 3) elaboração da proposta para alteração do plano municipal de gestão de resíduos sólidos; 4) análise das tecnologias disponíveis para aplicação do modelo proposto; 5) quantificação dos produtos finais obtidos com cada etapa do processo de gestão; 6) apresentação da quantidade de eletricidade obtida.

O modelo de gestão proposto pelos autores está fundamentado na alteração do processo de embalagem dos resíduos sólidos domésticos, inserindo uma terceira sacola. Essa sacola seria de cor marrom, produzida com tecnologia oxibiodegradável e nela ficaria a matéria orgânica.

Os resultados demonstraram que a matéria orgânica coletada diariamente na cidade de São Paulo no ano de 2014 (7.494 toneladas), se submetida a um processo de digestão anaeróbia, seria capaz de gerar uma potência de energia elétrica que oscilaria entre 54 e 110 Megawatt (MW). Posteriormente esses resíduos seriam submetidos a um processo de compostagem capaz de gerar, dependendo da tecnologia de compostagem, entre 3.237,21 e 1.618,61 toneladas/dia de material para servir de nutriente para o solo. Já o lixo domiciliar denominado rejeito (2.092 ton/dia) colocado na sacola cor cinza iria para o processo de incineração e seria capaz de gerar em média uma eletricidade de potência 97,3 MW e 523 toneladas de cinzas, sendo este o único material disposto no aterro.

Em suas conclusões, os autores destacam que o potencial energético dos resíduos sólidos domiciliares é ignorado na cidade de São Paulo. No entanto, o plano de gestão proposto por eles, pode diminuir o uso de aterros sanitários, e ainda oferecer eletricidade para 18.493 residências por meio do biogás gerado com a digestão anaeróbia e para 14.702 residências com o processo de incineração. Entretanto, o sucesso do modelo proposto está atrelado à educação e conscientização da população no que tange ao uso correto das sacolas.

A pesquisa de Culi e Contrera (2016) compõe esta revisão de literatura por demonstrar que o emprego de um adequado tratamento aos resíduos domiciliares da cidade de São Paulo leva à obtenção de uma série de benefícios, como: fornecimento de energia, adubo e diminuição de materiais levados para os aterros. Assim, esta pesquisa é semelhante ao estudo de Culi e Contrera (2016) por demonstrar que a cidade de São Paulo literalmente aterra

potencialidades sejam elas de geração de energia, renda ou, ainda, oportunidades de diminuir os impactos ao meio ambiente.

Os pesquisadores Aquino, Alves, Borges e Silva (2016) estudaram os resíduos sólidos domiciliares na cidade de Paulista, Estado de Pernambuco, onde a coleta domiciliar tem cobertura de 95% de sua área e todo o resíduo coletado é destinado ao aterro sanitário. A pesquisa recebeu o título “Benefícios financeiros da reciclagem dos resíduos sólidos urbanos domiciliares” e teve como objetivo identificar prováveis resultados financeiros decorrentes da comercialização de materiais recicláveis encontrados nos resíduos domiciliares.

Após a definição do tamanho da amostra, com base na utilização de um programa oferecido pelo *site* Netquest (2014), as informações foram obtidas com o auxílio de um questionário estruturado composto por questões objetivas, tendo sido entrevistados 440 moradores de diferentes residências. A seleção das residências deu-se pela escolha da primeira e última casa das duas principais ruas de acesso a cada bairro e os dados foram tabulados em planilhas específicas no *software* Microsoft Excel.

De posse dos resultados, os pesquisadores traçaram o perfil socioeconômico dos moradores com base nos níveis de escolaridade, renda, faixa etária e quantidade de moradores por residência. Quando questionados, apenas 14,1% dos moradores entrevistados disseram que faziam a separação dos materiais recicláveis presentes nos resíduos domiciliares. Dado relevante, haja vista que a cidade não tem coleta seletiva.

Sob a ótica de que a comercialização dos resíduos recicláveis resulta em benefícios financeiros para a população, além de redução dos gastos públicos com a gestão de resíduos, os autores calcularam que, se os 24,8% dos materiais recicláveis descartados no aterro fossem encaminhados para reciclagem e comercializados, o Município de Paulista/PE teria uma renda mensal de R\$ 2.028.500,00.

Considerando o potencial de geração de renda para a sociedade, economia para o poder público e benefícios para o meio ambiente, os autores afirmam serem necessários incentivos aos programas de coleta seletiva e educação ambiental para que a população se conscientize e colabore com o processo de separação dos materiais recicláveis.

O estudo de Aquino et al. (2016) tem similaridade com esta pesquisa pelo fato de propor o cálculo do potencial econômico gerado com a comercialização dos materiais recicláveis descartados. A cidade de São Paulo produz em um único dia mais do que a cidade de Paulista/PE produz em um mês. Tendo a cidade de Paulista/PE uma projeção de ganho com a venda de material reciclado de cerca de R\$ 2.028.500,00/mês, este estudo então

demonstrará, dentre um de seus objetivos, o quão grande é o potencial econômico dos resíduos sólidos domiciliares da cidade de São Paulo.

Atento a dois dos maiores desafios do século XXI, geração de resíduos associada à ineficiência na sua forma de tratamento e a crescente demanda por energia, Leite (2016) desenvolveu o estudo “Tratamento de resíduos sólidos urbanos com aproveitamento energético: avaliação econômica entre as tecnologias de digestão anaeróbica e incineração”. Nele, o autor teve o objetivo de analisar a digestão anaeróbica e a incineração como tecnologias de tratamento de resíduos com base na verificação da viabilidade econômica das respectivas tecnologias, além da que apresenta a menor emissão de gases de efeito estufa e os menores impactos sociais.

Para a realização do trabalho de pesquisa, Leite (2016) lançou mão de análise econômica de investimentos, fluxo de caixa e seus indicadores. Também foi realizada uma análise de sensibilidade em relação aos custos e parâmetros de projetos de RSU, incluídos taxa de retorno de tratamento de resíduos, a tarifa da energia elétrica, o custo do investimento e, por fim, o custo de operação e manutenção.

O autor fez suas análises tendo por base projetos de acordo com as normas compatíveis com a PNRS. Os projetos são padronizados a ponto de atender uma demanda diária de 1.000 mil toneladas de resíduos sólidos urbanos e seguem premissas econômicas igualmente adotadas. Já os valores de investimento e operação foram obtidos contando com a colaboração de empresas do ramo energético.

Os resultados são apresentados conforme a segmentação dos critérios utilizados. Em um primeiro momento foi analisado o aspecto econômico-financeiro. Neste quesito se apurou que ambas as alternativas não apresentaram viabilidade compatível com os investimentos atrativos para o capital privado. Ainda assim, o projeto de digestão anaeróbica mostrou-se com maior potencial econômico segundo a análise de fluxo de caixa descontado. Outro ponto favorável ao projeto de biodigestor é a possibilidade de um maior potencial de receita com a venda dos resíduos recicláveis. O autor ressalta ainda que ambas as alternativas perdem para o aterro sanitário quando o assunto é custo por tonelada tratada.

O segundo quesito analisado foi o atendimento às normas da PNRS. Nessa análise foram verificados e comparados os principais artigos que tivessem relação às alternativas de incineração e biodigestor. Já no terceiro quesito, que discorreu a respeito dos Gases de Efeito Estufa (GEE), tanto a digestão anaeróbica como a incineração são mais vantajosas que o aterro sanitário. Outro ponto favorável é que a digestão anaeróbica emite quase cinco vezes menos GEE que a incineração.

As análises se encerram tratando dos impactos sociais. Numa categoria como a de catadores de materiais recicláveis que é responsável por cerca de 90% do material reciclado e soma mais de 800 mil integrantes, o autor ressalta que há de se ter um olhar diferenciado. Na digestão anaeróbica a receita com os materiais recicláveis é um dos pilares para a viabilidade econômica do projeto. Já para o projeto de incineração, esses materiais são imprescindíveis para sua eficiência, ou seja, ambas as tecnologias impactam no retorno dos catadores e nos postos de trabalho relacionados com a reciclagem. Assim, independente da alternativa tecnológica escolhida, o autor sugere que ela seja sensível a esta realidade brasileira.

O autor conclui seu estudo afirmando que, mesmo com dificuldades a serem superadas, a digestão anaeróbica ainda é o método de tratamento de resíduos sólidos urbanos mais viável se comparado à tecnologia de incineração. Ele também ressalta que, independente do modelo de investimento escolhido, é necessário que haja a elaboração de programas de educação ambiental para que as questões apresentadas sejam mais bem compreendidas e obtenham colaboração da sociedade civil, isso porque, além dos aspectos econômicos, os ambientais, sociais e culturais são determinantes na tomada de decisão.

O trabalho descrito acima é importante para o desenvolvimento deste estudo, pois nele são comparadas a viabilidade de tecnologias utilizadas no tratamento dos resíduos sólidos, sendo elas alternativas para um melhor aproveitamento desses resíduos. Além disso, o autor se atenta para os termos econômicos, sociais e ambientais, e por isso seu estudo é solidário a esta pesquisa, pois contribui na apresentação de uma melhor possibilidade de desenvolver ações que minimizem os impactos dos resíduos sólidos domiciliares no meio ambiente.

Almeida, Zaneti, Rodrigues e Mota (2016) desenvolveram um estudo de caso no bairro de Perus, na cidade de São Paulo, e tiveram como objetivo analisar a percepção das pessoas que ali residem sobre a gestão dos resíduos sólidos, especialmente a coleta seletiva, reciclagem, incentivos, taxaço e consumo consciente. O bairro de Perus foi selecionado para a pesquisa por ter nos seus moradores um recorte que representa a realidade socioeconômica brasileira e também por contar com alguma iniciativa de coleta seletiva.

O artigo tratou da problemática ambiental fazendo uma correlação entre a população urbana e os resíduos sólidos urbanos. A esse estudo foi dado o nome de “Meio ambiente, população e gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU): Estudo de caso de Perus/SP”.

O estudo se desenvolveu por meio de uma investigação exploratória e pesquisa qualitativa. Para a coleta de dados foi elaborado um roteiro de entrevista, composto por 18 questões, o qual foi aplicado de modo aleatório na forma de questionário a 55 moradores que de alguma maneira tenham participação com o processo de gestão dos resíduos sólidos locais,

neste caso a coleta seletiva e reciclagem. Ao final do processo foram obtidos 990 tipos de informações.

Dentre os diversos resultados obtidos pelos autores, observa-se que 31% dos entrevistados acreditam que a reciclagem pode minimizar os efeitos negativos ao meio ambiente, já para 25%, a educação é a única alternativa. Com relação a outros quesitos, 67% dos entrevistados acreditam que as ações individuais são responsáveis pelo funcionamento do processo de reciclagem e, para que essas ações ocorram, 65% acreditam que isso virá por meio da educação ambiental. Continuando, 62% responderam que não há dificuldades no processo de separação do lixo e a televisão é o canal de comunicação por meio do qual 58% dos entrevistados ficam informados de questões ambientais.

Outros resultados demonstraram a percepção dos entrevistados abordando temas como taxaço, incentivos e consumo. Quando perguntados se passariam a separar o lixo sob pena de serem taxados, 51% dos entrevistados passariam a separá-lo e 36% disseram que já o separam; também para 51% dos entrevistados os incentivos para separação deveriam vir de educação ambiental e, quanto ao consumo, 67% afirmaram que consomem apenas o necessário/básico, e caso fossem taxados pela quantidade de lixo que produzem 60% não acreditam que seriam taxados por consumir apenas o necessário, já 38% reduziriam o consumo se houvesse a taxaço.

Por fim, os autores abordaram temas como o futuro da humanidade, preservação do planeta, sobrevivência das gerações futuras e necessidades de ações concretas para preservar o meio ambiente e concluíram que a comunidade de Perus tem consciência de que o correto tratamento dos RSU e os sistemas de reciclagem são necessários para seu bem-estar em particular e da humanidade como um todo, sendo sua eficiência resultado não somente de ações propostas por órgãos governamentais, mas da colaboração de cada cidadão.

Os autores concluem enfatizando que, embora as camadas carentes da população brasileira, neste caso, representada pela comunidade do bairro de Perus/SP, se preocupem com os problemas ambientais tomando consciência da importância do tema, há certo distanciamento entre o discurso e a prática dos cidadãos em apoiar processos de coleta seletiva e reciclagem. Diante desta lacuna, os autores sugerem como fomento incentivar educação ambiental, campanhas e palestras direcionadas para que finalmente os comportamentos dos cidadãos sejam alterados.

Com base no exposto, o artigo de Almeida et al. (2016) foi selecionado para esta revisão porque, além de tratar da gestão de resíduos sólidos do Município de São Paulo, ainda trouxe um panorama do que esta população faz e no que ela acredita que possa ser feito para a

viabilidade da coleta seletiva e reciclagem. Outra característica que contribuiu para a escolha deste artigo é o fato de que o bairro selecionado pelos autores é um recorte da sociedade brasileira servindo como ponto de referência das dificuldades que os municípios brasileiros ainda enfrentam para a gestão de seus resíduos.

Oliveira, Tokumori, Andrade e Maiellaro (2017) desenvolveram um estudo de caso intitulado “Simulação em processo de triagem de materiais recicláveis”, o qual teve como objetivo demonstrar ser possível usar a simulação em diferentes processos e cenários como, neste caso, uma central de triagem de materiais recicláveis. Para alcançar o objetivo proposto, os autores realizaram um estudo exploratório em uma central mecanizada de triagem e transbordo que recebe os resíduos recicláveis recolhidos de parte da cidade de São Paulo.

A expectativa dos autores era de que, com os novos dados, o simulador pudesse propor melhorias como maximização da capacidade de triagem e otimização dos recursos existentes que resultam em possível redução de custos com mão de obra. Tal ferramenta permite ainda realizar alterações para analisar seus indicativos antes de tomar decisões.

A coleta de dados ocorreu por meio de uma visita a uma central de triagem que atende parte da cidade de São Paulo, nela foi observado todo o processo mecanizado e realizada entrevista com um dos responsáveis pelas operações da empresa. Esses dados foram utilizados no preenchimento de um questionário elaborado conforme a modelagem do sistema de simulação com o auxílio do *software* Arena versão 14.7, que tratou de analisar o processo e propor melhorias por meio dos resultados obtidos.

Os autores simularam primeiramente o cenário atual, sendo considerados cinco dias de trabalho, cada um com oito horas. Ao final da simulação eles identificaram que 517 toneladas de materiais recicláveis foram processadas. Com relação ao tempo de processamento de cada material e o percentual de utilização e ociosidade de máquinas e colaboradores, foram identificadas melhorias que poderiam ser sugeridas e simuladas para um melhor aproveitamento dos recursos no processo.

Diante da oportunidade de melhoria, os autores então simularam um novo cenário, o qual resultou em um aumento da quantidade de material processado para 522 toneladas e melhor aproveitamento dos recursos existentes. Para chegar a esse resultado os autores propuseram três melhorias: a utilização de apenas um tipo de caminhão para retirar todos os tipos de materiais, redução de 6 para 3 funcionários na cabine de separação de materiais grandes e alimentação da esteira direto pelos caminhões eliminando a retroescavadeira.

A exemplo deste estudo de caso, os autores cumpriram seu objetivo demonstrando a possibilidade de utilização da simulação por meio do *software* Arena 14.7 em diferentes

cenários. Embora o modelo proposto tenha aumentado a quantidade processada em apenas 0,96%, de 517 para 522 toneladas processadas, a simulação demonstrou melhorias que podem reduzir os custos de mão de obra, equipamentos, manutenção, entre outros, além de propor melhorias para o aproveitamento dos recursos existentes.

Diante do exposto, o estudo de Oliveira et al. (2017) foi selecionado para fazer parte desta revisão por ter como objeto de estudo uma das duas centrais mecanizadas de triagem que recebem os resíduos domiciliares da cidade de São Paulo. Nota-se pela pesquisa desses autores que a central de triagem estudada possui alguns processos que, se revistos, seriam capazes de gerar economia de maquinário e mão de obra, ou seja, melhorias no processo de triagem e no sistema de processamento estão diretamente ligadas à otimização do potencial econômico dos resíduos. Assim, esse estudo servirá de apoio para conhecer melhor a realidade do sistema de gestão de resíduos no Município de São Paulo, de forma que ajudará a propor soluções para a gestão dos resíduos desta cidade.

Costa, Costa e Freitas (2017) escreveram um artigo intitulado “Créditos de Logística Reversa para a gestão de resíduos sólidos urbanos: estudo de caso da BVRio no Brasil”. Nele os autores procuraram descrever um mecanismo de mercado desenvolvido para incentivar a coleta, triagem e reciclagem de resíduos sólidos, assim como os resultados de uma experiência piloto no Brasil e propostas para a expansão desse mecanismo num âmbito global.

Nesse estudo, os autores inicialmente introduziram a questão de que, com a implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), as empresas passaram a ser responsáveis pela realização da logística reversa de seus produtos. No entanto, manter uma estrutura própria de logística reversa pode ser uma medida ineficiente e de elevado custo, que se agrava pelo fato de esta não ser a atividade principal dessas empresas.

Como solução, os autores descrevem que a BVRio desenvolveu em 2013 um sistema de Créditos de Logística Reversa, no qual certificados comprovam a realização de um serviço de logística reversa e destinação adequada do resíduo. Assim, as empresas obrigadas a fazer a logística reversa podem comprar os créditos da cooperativa de catadores, remunerando-a pelo serviço de logística-reversa realizado. Ou seja, além da receita com venda de materiais reciclados, os catadores ganham também com a venda de créditos de logística reversa.

Entre abril de 2014 e março de 2015, a BVRio conduziu um projeto de comercialização de Créditos de Logística Reversa com o Grupo Boticário e Biscoitos Piraquê. Esse projeto teve a participação de mais de 1.000 catadores de 30 cooperativas, distribuídas em 7 estados do Brasil. Nesse período as empresas e as cooperativas utilizaram uma plataforma de negociação onde foram comercializadas 1.600 toneladas de resíduos, o que

reverteu para as cooperativas uma renda de mais de U\$ 100.000. Os créditos foram comercializados a R\$ 102,20, correspondendo o custo por unidade de embalagem numa fração de centavo que variava entre R\$ 0,0014 e R\$ 0,0245.

Embora o sistema de Créditos de Logística Reversa proposto pela BVRio demonstre benefícios como um potencial de criação de impactos sociais, econômicos, financeiros e uma boa opção que facilita o cumprimento da lei, o setor empresarial se posicionou contrário à proposta, afirmando que teriam de aumentar os preços de seus produtos e repassar aos consumidores, elegendo pois o Acordo Setorial de Embalagens como a melhor opção.

Já para a BVRio o comércio de Créditos de Logística Reversa se apresenta como uma das alternativas mais eficientes e custo-efetivas para as empresas que desejam cumprir com suas obrigações legais, servindo este sistema também para atender outros países em desenvolvimento em que as atividades de coleta e triagem ainda não contem com o aproveitamento dos potenciais econômicos, ambientais e sociais que estas atividades proporcionam.

A pesquisa de Costa et al. (2017) compõe esta revisão de literatura por conseguir demonstrar uma metodologia inovadora de conciliação da obrigação das empresas em cumprir as normas legais atribuídas pela Lei n. 12.305/2010 e ainda gerar renda à classe de catadores, valorizando o trabalho destes que substituem as empresas nessa tarefa. Como demonstrado no caso BVRio, o setor empresarial ainda resiste no cumprimento das normas que visam ao equilíbrio entre a produção, preservação do meio ambiente e recuperação social dos catadores. O estudo de Costa et al. (2017) tem grande relevância para com este trabalho, pois o modelo aplicado pela BVRio é considerado uma forma de viabilização econômica das unidades de triagem propostas aqui, tendo em vista o melhor aproveitamento do potencial dos resíduos sólidos domésticos.

Silva, Venâncio, Britto e Carvalho (2018) estudaram a gestão de resíduos sólidos no Japão, um dos países pioneiros na reciclagem no mundo. A pesquisa recebeu o título “Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos no Japão: história e atualidade” e se desenvolveu com o objetivo de analisar a gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos no Japão de forma a criar um subsídio para a pesquisa e incentivar propostas de implantação do modelo japonês de gestão no Brasil.

A pesquisa foi constituída por uma revisão bibliográfica que contou com a seleção de materiais nacionais e estrangeiros focados na gestão dos resíduos do Japão. Dentre esses materiais foram estudadas teses, artigos e ainda algumas cartilhas educativas entregues à

população de cidades japonesas. Os autores também realizaram pesquisas em *sites* governamentais como o do Ministério do Meio Ambiente do Japão.

Após a leitura e análise do material, os autores puderam verificar os motivos que levaram o Japão a ser considerado exemplo mundial quando se trata de gestão de resíduos sólidos urbanos. Do total de resíduos produzido, aproximadamente 50% é reciclado, e dessa outra metade cerca de 74% são incinerados em suas 1.900 usinas incineradoras.

Prosseguindo a análise, alguns pontos positivos e negativos despertaram a atenção dos autores. Entre os pontos negativos tem-se que: a) existem discussões a respeito da toxicidade dos resíduos da incineração que são destinados aos aterros; b) devido à gestão dos resíduos ser de responsabilidade de cada município, algumas cartilhas municipais de coleta seletiva não consideram papéis e vidro quebrado como material reciclável. Como pontos positivos foram destacados que: a) a adoção de políticas educativas e punitivas, como as cartilhas municipais, multas e prisões, respectivamente, conseguiram o envolvimento da população e de empresas privadas, garantindo assim sucesso na gestão dos resíduos; b) a produção de resíduos urbanos do Japão é majoritariamente composta por eletrônicos, o que é facilmente resolvido com seu sistema de logística reversa eficiente.

Os autores acreditam que a educação é o caminho para que o Brasil consiga alcançar a qualidade de gestão e gerenciamento japonês para com seus resíduos sólidos urbanos. Em paralelo são necessárias leis estaduais e municipais capazes de orientar e ao mesmo tempo exigir das empresas privadas, órgãos públicos e população o envolvimento necessário para a gestão dos resíduos produzidos.

O artigo de Silva et al. (2018) faz parte desta revisão de literatura por demonstrar o exemplo do Japão, um país que desponta na gestão de seus resíduos sólidos ao provar ao mundo ser possível adotar medidas capazes de gerenciar os resíduos sólidos, gerar energia e diminuir a extração de recursos naturais. Tendo em vista a busca pelas melhores práticas de gestão de resíduos domiciliares, o modelo de gestão de resíduos estudado por Silva et al. (2018) é um importante componente a ser elencado nesta revisão.

Considerando que os resíduos sólidos domésticos contribuem com a maior parte do lixo urbano produzido na Indonésia, e que seu aproveitamento pode gerar quase US\$ 115 milhões por ano, Aprilia, Tezuka e Spaargaren (2012) escreveram artigo intitulado “*Household solid waste management in Jakarta, Indonesia: a socio-economic evaluation*”, com o objetivo de estimar sobre cinco diferentes cenários de aplicação, o potencial econômico do aproveitamento dos resíduos sólidos domésticos. Os cenários escolhidos foram

respectivamente aterro, compostagem comunitária, digestão anaeróbica, central de compostagem e produção de gás no aterro sanitário visando à obtenção de energia.

Para cada cenário foram analisados os custos e benefícios da redução de emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE), da obtenção de coprodutos (compostagem e geração de eletricidade) e do potencial de receita proveniente da reciclagem dos resíduos selecionados. Os custos e benefícios de cada cenário foram estimados por meio da análise das informações obtidas em pesquisa com o administrador do aterro sanitário, oficiais de compostagem comunitária, departamento de limpeza e chefes de família.

Os autores destacam que, para reduzir os custos com o transporte dos resíduos, foi estabelecida em Jakarta uma logística de armazenamento temporário, com a finalidade de otimizar a coleta, pois tendo os armazenamentos temporários, há uma maior facilidade em transportar os resíduos para a deposição final. No momento do estudo os autores identificaram que havia em Jakarta 1.478 pontos de armazenamento temporário.

Aprilia et al. (2012) concluíram em seu estudo que a compostagem comunitária é o cenário com maior potencial de receita, isso se deve principalmente aos seus baixos custos de processamento e transporte, no entanto as taxas de aplicação desse método ainda são muito baixas quando comparadas à taxa de produção dos resíduos. Os autores destacam ainda uma série de restrições para que ocorra a expansão da compostagem comunitária, tais como: a dificuldade de aquisição de terras para esse fim; a necessidade de reformulação do sistema de trabalho e salário empregado atualmente, haja vista que, em áreas urbanas, o envolvimento da população tende a ser menor porque eles não utilizariam os compostos produzidos para um fim pessoal; e por fim a baixa capacidade de ampliação da produção em relação à compostagem industrial, pois na compostagem comunitária a quantidade de lixo e espaço é limitada.

Os autores destacam também que, para que quase todos os cenários possam ser aplicados, é essencial que a população se conscientize a realizar a separação dos resíduos, antes de descartá-los. De modo que sua não ocorrência acarreta aumento dos custos com a reciclagem, maior tempo despendido, além de uma maior perda de materiais potencialmente “valiosos”, que acabam tendo o aterro como destino.

O estudo de Aprilia et al. (2012) tem similaridade com esta pesquisa por ter como abordagem a gestão dos resíduos sólidos domiciliares em Jacarta na Indonésia, país que, assim como o Brasil, ainda enfrenta desafios de ordem principalmente educacional para elevar o nível de participação da população nos programas de gestão de resíduos sólidos.

Com o objetivo de analisar comparativamente as taxas de geração de resíduos e seus dados de composição em cidades ao redor do mundo, Wilson, Rodic, Scheinberg, Velis e Alabaster (2012) realizaram o estudo intitulado: “*Comparative analysis of solid waste management in 20 cities*”. Nele, os autores utilizaram fluxogramas preparados para cada uma das 20 cidades estudadas, nos quais estavam presentes indicadores com elementos classificados como físicos (saúde pública e coleta; meio ambiente e disposição; e recuperação de recursos) e estratégias do governo (inclusão; sustentabilidade financeira; e instituições sólidas e políticas pró-ativas).

Para isso foi utilizada uma estratégia denominada "lente" da gestão integrada e sustentável dos resíduos (*Integrated and Sustainable Waste Management - ISWM*), um sistema capaz de analisar o conjunto de dados compilados de 20 cidades, localizadas nos seis continentes, para a publicação do Terceiro Relatório Global da UN-Habitat sobre Água e Saneamento na Gestão de Resíduos Sólidos das Cidades do Mundo ONU-Habitat.

Com base nos resultados obtidos para as 20 cidades, os autores compreenderam que as demais cidades em todo o mundo poderão aprender umas com as outras, bem como extrair orientações sobre as melhores práticas globais a serem praticadas.

Além disso, os autores destacam que, com base nestas 20 cidades, sendo elas ricas ou pobres, localizadas em diferentes partes do mundo, é admissível afirmar que é possível o progresso na modernização e melhoria do sistema de gestão de resíduos sólidos sob todos os tipos de circunstâncias. Não cabendo assim um modelo único, mas uma diversidade.

O estudo de Wilson et al. (2012) compõe a revisão de literatura por considerar que não existe um modelo único e perfeito de gestão de resíduos e que, diante dos desafios que o município estudado enfrenta, ser possível reverter quadro de desperdícios. Esse estudo serve ainda para reforçar a medida adotada nesta pesquisa de elencar as melhores práticas de gestão aplicadas em diversos países, sejam eles desenvolvidos ou em desenvolvimento.

Cruz, Simões e Marques (2012) examinaram o sistema de gestão de resíduos de embalagens de Portugal, e com isso escreveram o artigo “*Economic cost recovery in the recycling of packaging waste: the case of Portugal*”. Neste artigo, os autores procuraram avaliar o custo extra incorrido pelas autoridades locais devido aos procedimentos, equipamentos e infraestrutura necessários para a reciclagem de resíduos de embalagens, para então compará-los com as receitas obtidas pelas autoridades locais para o mesmo fim. Esses autores concentraram seu estudo em uma avaliação da aplicação do princípio “*Extended Producer Responsibility (EPR)*”, no qual a responsabilidade do produtor é estendida até o final do ciclo de vida de um produto.

Os autores abordaram a estrutura portuguesa para gerenciamento dos resíduos de embalagens, de modo a discutir as transferências financeiras realizadas pela entidade que gere o esquema *Green Dot*. Para isso foram calculados os custos e benefícios médios que as autoridades locais têm com a reciclagem de Portugal, assim eles determinaram os custos de retorno sobre o capital empregado em ativos para coleta seletiva e triagem de resíduos, além da depreciação dos ativos e custos operacionais com essas atividades. Com relação aos benefícios, foram considerados: os benefícios obtidos quando os resíduos coletados são desviados dos aterros; os subsídios aos investimentos realizados sobre os ativos destinados às atividades de coleta seletiva e triagem; outros benefícios obtidos de transações diretas com recicladores e o apoio financeiro às autoridades locais, no caso *Green Dot*.

Ao final da análise, os autores verificaram que a empresa *Green Dot* arca com apenas 77% dos custos financeiros do sistema de reciclagem atuante em Portugal. Essa participação seria ainda menor se os subsídios públicos para coleta seletiva e triagem deixassem de ser contabilizados como benefícios dos operadores de gerenciamento dos resíduos e fossem também considerados nos custos.

Com isso os autores concluem que o sistema português atual poderia ser melhorado principalmente com: o fornecimento de incentivos para a eficiência de custos para os Sistemas Municipais e Autoridades Locais (SMAUTs); o desenvolvimento de um sistema de contabilidade obrigatória para os SMAUTs para permitir que eles relatem os custos de gerenciamento de resíduos mistos e resíduos de embalagens separadamente (esses custos devem ser desagregados e facilmente auditados); e por fim a garantia que a indústria pague 100% dos custos extras dos SMAUTs devido ao sistema de reciclagem.

O fato de Cruz et al. (2012) terem avaliado a sustentabilidade econômica de um sistema de coleta seletiva e constatado que, embora existam benefícios, o ente público ainda tem de arcar com parte desses custos, reforça a proposta desta pesquisa de uma gestão de resíduos com diversas fontes de recursos, viável economicamente, para que então se deixe de onerar o orçamento público. Outro ponto de semelhança é a consideração feita por esses autores de que a responsabilidade do produtor é estendida até o final do ciclo de vida de um produto. Isso demonstra uma visão ampla para com um sistema de produção que busca um modelo sustentável, tal como o pretendido nesta pesquisa.

Bosmans, Vanderreydt, Geysen e Helsens (2013), em seu artigo intitulado: “*The crucial role of Waste-to-Energy technologies in enhanced landfill mining: a technology review*”, defenderam a valorização energética dos resíduos sólidos domiciliares, através de conceitos inovadores como o Gerenciamento Avançado dos Resíduos e a Exploração de Aterros

Melhorados (EAM). Tais conceitos quando implementados pretendem colocar em um contexto sustentável a deposição de resíduos em aterros.

O estado da tecnologia é um fator importante na determinação do momento mais adequado para a valorização dos resíduos do aterro. Desse modo, um aterro já não é considerado uma solução final, mas sim um armazenamento temporário à espera de mais valorização, oferecendo a oportunidade de aguardar o momento mais adequado para serem valorizados como materiais (Resíduos de Produtos) ou como energia (Resíduos de Energia).

Na concepção dos autores esses conceitos são capazes de gerar uma grande mudança na visão de gestão de resíduos e na tecnologia de gestão de resíduos, mas enfatizam que seu sucesso não depende apenas de melhorias tecnológicas e avanços, mas também da necessidade de superar uma série de barreiras socioeconômicas, como regulamentações, aceitação social, incerteza e viabilidade econômica.

Além disso, os autores defendem a valorização combinada dos resíduos de aterro como materiais e energia, e ainda estipulam que haja a prevenção de emissões de CO₂ e poluentes durante estes processos. Por isso, com vistas à valorização energética e com foco na transformação dos resíduos sólidos urbanos, são estudadas tecnologias termoquímicas tais como: incineração, gaseificação, pirólise, e tecnologias de plasma.

Os resíduos sólidos são formados por uma matéria-prima heterogênea composta por materiais com diferentes composições, formas e tamanhos, portanto se esses resíduos forem usados na mesma condição que chegam na etapa inicial dos processos, isso pode levar a condições operacionais variáveis e até instáveis, resultando em uma flutuação na qualidade do produto final. Diante desta constatação, os autores defendem que a entrada e o processo de resíduos devem ser combinados para tratar os resíduos de forma eficiente e sustentável.

Os autores esclarecem que a legislação que regula o tratamento de fluxos de resíduos está cada vez mais rigorosa e as tecnologias convencionais, como por exemplo a incineração, têm suas limitações, dentre elas a produção de compostos residuais, sólidos (cinzas volantes altamente lixiviáveis e cinzas de fundo) e gasosos.

A incineração de resíduos era utilizada muitos anos atrás como uma tecnologia para reduzir o volume e destruir substâncias nocivas, prevenindo, assim, possíveis ameaças para a saúde humana. Atualmente, os autores observaram que a incineração de resíduos é, na maioria das vezes, combinada com recuperação de energia.

O estudo de Bosmans et al. (2013) tem como ponto de similaridade a esta pesquisa o estudo dos resíduos sólidos domiciliares. Como contribuição, é destacado que os autores tratam do aproveitamento dos resíduos sólidos domiciliares já depositados em aterros. Outros

estudos abordam o aproveitamento energético em etapas anteriores, por isso esse diferencial justifica a seleção deste artigo para compor esta revisão de literatura.

Com o objetivo de identificar as melhores práticas no campo da gestão de resíduos sólidos urbanos, Belboom, Digneffe, Renzoni, Germain e Léonard (2013) escreveram o artigo “*Comparing technologies for municipal solid waste management using life cycle assessment methodology: a Belgian case study*”. O estudo se baseou em dados de Liège, uma região altamente industrializada e densamente povoada da Bélgica.

Nesse estudo, os autores consideraram a existência de quatro diferentes cenários de gerenciamento de resíduos domésticos. O primeiro cenário foi considerado o caso base, tendo como protagonista o aterro sanitário. No segundo cenário, o aterro sanitário é utilizado apenas para a deposição dos resíduos orgânicos e inertes, haja vista que a outra fração é incinerada na forma de combustível derivado de resíduos. O terceiro cenário considerou que toda fração de resíduos sólidos urbanos foi incinerada. Por fim, no quarto cenário ocorre a coleta da fração biodegradável e os resíduos restantes são incinerados. Para cada um dos cenários utilizados foi realizada uma avaliação do ciclo de vida utilizando o método ReCiPe. O método ReCiPe foi escolhido pelos autores por ser o mais recente para avaliação do impacto no ciclo de vida. Ele representa a melhoria e junção dos dois métodos europeus mais utilizados, o Eco Indicator 99 e o CML 2001 (Centro de Ciências Ambientais da Universidade de Lieden).

Como resultados do presente estudo, os autores observaram diferenças entre o impacto ambiental de cada cenário. Quando comparado ao aterro sanitário, foi possível observar que o cenário 4 apresentou um impacto ambiental altamente reduzido no que diz respeito às alterações climáticas e formação de partículas. Além disso, com relação a parâmetros como toxicidade humana, depleção mineral e combustível fóssil, o ganho ambiental com relação ao cenário 1 foi de 10,37 ou 1,37 vezes o seu impacto. Os autores salientam que tais ganhos ambientais são devidos à valorização energética via incineração e digestão anaeróbica. Nisso levaram em consideração categorias específicas, as emissões de gases do efeito estufa mostraram-se 17% menores no cenário 2 e 46% menores nos cenários 3 e 4. Por fim, para a categoria formação de partículas, foi observada uma redução de 71% quando se aplica o cenário 3.

Com isso os autores concluíram que a substituição do aterro sanitário por práticas eficientes de incineração reduz significativamente as emissões de poluentes e o esgotamento de energia graças à recuperação de eletricidade.

O estudo de Belboom et al. (2013) foi selecionado para integrar esta revisão pelo fato de ser um estudo de caso que trouxe a Bélgica, país que está entre os que desenvolvem as

melhores práticas de gestão de seus resíduos. Como forma de contribuição, abordou diferentes práticas de gestão de gerenciamento de resíduos. Como ponto de similaridade, o foco do referido estudo também são os resíduos sólidos domiciliares.

Santos, Braga, Silva e Satolo (2014) pesquisaram os ganhos ambientais e financeiros obtidos como resultado da adoção da logística reversa de papelão e plástico em três grandes supermercados de cidades no interior do Estado de São Paulo/Brasil. Seu objetivo foi analisar as oportunidades geradas pela logística reversa e mensurar as vantagens econômicas e ambientais para os varejistas. Tal pesquisa recebeu o título de *“Analysis of the economic and environmental benefits through the reverse logistics for retail”*.

Os autores compararam as quantidades e tipos de resíduos que foram coletados por meio da logística reversa, no ano de 2013, em três supermercados localizados nas cidades de Mogi das Cruzes, Tupã e Marília. Esses supermercados juntos têm um fluxo médio diário de 21.000 pessoas e atendem a aproximadamente 50% da população desses locais. A pesquisa foi caracterizada como estudo de casos múltiplos e contou com a utilização de um questionário semiestruturado e observação do processo para coleta de dados.

Para fins de análise, os autores quantificaram o volume de papelão e plástico reciclados nos três supermercados. Com base nisso, os benefícios econômicos foram obtidos multiplicando a quantidade de material reciclado pelos ganhos econômicos com a comercialização. Já os ganhos ambientais foram calculados utilizando o método de Wuppertal de Ritthoff, Rohn e Liedtke (2002), com o qual os autores conseguiram medir a quantidade de água e ar que deixaram de ser usados ou contaminados no processo de operação das empresas. Para isso, através do método Wuppertal, os autores mediram a quantidade de material biótico e abiótico produzido a partir do plástico e do papelão. Nele, os materiais bióticos são representados pelos organismos vivos como plantas e decompositores, já os abióticos correspondem ao conjunto de fatores não vivos em um ecossistema, tendo influência no meio biótico (temperatura, pressão, alívio de chuvas, entre outros). Assim, com base nesse método, foi possível determinar o quanto uma empresa deixa de poluir ao implementar um processo de Logística Reversa para o plástico e o papelão. Os autores esclarecem também que o plástico é um produto que não gera material biótico.

Seus achados demonstram que essas empresas, diante dos enormes volumes de resíduos gerados, produzem ganhos ambientais e econômicos evidentes. Neste contexto os autores consideram a logística reversa uma prática que agrega valor e cria sustentabilidade, pois contribui para reduzir o impacto ambiental que esses resíduos podem causar. Assim, foi

possível observar que os ganhos financeiros com a implantação da logística reversa nos três supermercados chegam a US\$ 81.000 para o papelão e US\$ 28.370 para o plástico.

Com relação aos ganhos ambientais, os autores observaram que os supermercados A, B e C deixaram de produzir, em um ano, 580.500kg de material abiótico proveniente do plástico e 1.674.000 e 675.000 kg de material abiótico e biótico respectivamente, advindos do papelão. Com isso, a exemplo dessas três empresas, os autores puderam determinar o quanto uma empresa deixa de poluir ao aderir ao processo de logística reversa especificamente para esses dois materiais.

Diante do exposto, os autores puderam reafirmar que a adoção da logística reversa é uma boa alternativa, visto que ela contribui para a sustentabilidade no mercado varejista, pois traz ganhos econômicos e ambientais por meio da reutilização dos materiais anteriormente descartados. Os autores enfatizaram também que esses ganhos são diretamente proporcionais ao tamanho da empresa.

O artigo de Santos et al. (2014) compõe esta revisão de literatura por ter abordado a logística reversa e, como tal, esta ferramenta de gestão também é utilizada neste estudo como uma das formas de otimizar a gestão de resíduos domiciliares no Município de São Paulo. Ainda assim, como no estudo de Santos et al. (2014) e, indo mais a fundo, este estudo procurará demonstrar, além dos benefícios ambientais e econômicos, os benefícios sociais advindos das práticas de logística reversa.

Paes, Gianelli, Kulay, Medeiros e Mancini (2014) analisaram o desempenho ambiental do Sistema Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (SMGRS) de Piedade, São Paulo e o artigo foi intitulado “*Life Cycle Assessment applied to municipal solid waste management: a case study*”. O referido estudo teve como objetivo avaliar os impactos e o desempenho ambiental do sistema municipal de gerenciamento de resíduos sólidos no município de Piedade/SP. O estudo buscou também verificar a validade ambiental dos cenários prospectivos que consideram a implementação de metas para o reaproveitamento de resíduos úmidos e secos sugeridos pela minuta do Plano Brasileiro de Resíduos Sólidos (PBRS).

O método utilizado pelos autores contou com uma técnica de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) realizada com base na aplicação do método EcoIndicator 99 Midpoint (H) - versão 2.09 (Goedkoop & Spriensma, 2012), permitindo uma avaliação do desempenho ambiental do SMGRS de Piedade. A técnica ACV foi implantada de acordo com uma abordagem atribucional com base em 6 diferentes cenários. Cenário 1: Ausência de coleta seletiva (42,2 t/d são aterrados); Cenário 2: Aterramento de 41 t/d do resíduos sólidos

coletados e 1,2 t/d são recicladas; Cenários 3, 4 e 5: Reaproveitamento de 30%, 50% e 70% dos resíduos secos respectivamente (metas do PBRS); Cenário 6: Meta de redução de 37% dos resíduos sólidos urbanos molhados descartados em aterros sanitários e 30% de reciclagem dos resíduos secos.

Em uma primeira análise, os autores observaram que a similaridade de desempenho entre os cenários denota que o resultado ambiental do sistema não foi afetado pelas metas de reciclagem estabelecidas pelo PBRS. No entanto, ao analisarem mais a fundo, foi observado que a adoção de práticas de reciclagem proporcionou reduções sucessivas nos impactos ambientais, reduções estas que variam diretamente com a vida útil do sistema.

Além disso, a adoção das metas de 30%, 50% e 70% para reciclagem de resíduos secos melhoraram o desempenho ambiental em 10%, 15% e 20%, respectivamente. Por fim, os autores concluíram que a técnica ACV foi eficaz ao avaliar o desempenho do SMGRS de Piedade. Fornecendo resultados capazes de auxiliar na tomada de decisão que levam em consideração o aspecto ambiental. Necessitando somente alterar a abordagem atribucional por uma prática metodológica de substituição, pois segundo eles, dessa maneira, os encargos decorrentes de características dos sistemas seriam considerados na estimativa do desempenho ambiental dos sistemas de eliminação dos resíduos municipais.

Teve o estudo de Paes et al. (2014) como ponto em comum com esta pesquisa o fato de discorrer sobre a gestão de resíduos sólidos municipais, e como contribuição a demonstração de que a prática da reciclagem é um importante instrumento para a redução dos impactos ambientais.

Bernstad (2014) em seu estudo de caso intitulado *“Household food waste separation behavior and the importance of convenience”* teve como objetivo realizar uma avaliação de longo prazo, comparando os efeitos do aumento da conveniência para a coleta seletiva de resíduos domésticos de alimentos com os efeitos de uma campanha de informação.

O estudo citado acima foi realizado em uma área residencial na cidade de Malmö, na Suécia, entre os anos de 2011 e 2012, abrangendo 1.632 domicílios e cerca de 2.800 habitantes. Embora a cidade já contasse com uma estrutura que dispunha de pontos de reciclagem a uma distância de no máximo 100 metros de suas residências e fornecimento de sacos para separação de resíduos, o nível de reciclagem ainda era de apenas 25%.

Com isso, foi iniciado um projeto visando aumentar a taxa de separação dos resíduos nos domicílios. Nele, foram realizadas duas diferentes campanhas de intervenção sob o pretexto de avaliar a influência das diferentes abordagens de forma individual. A primeira delas, denominada Campanha A, contou com a distribuição de informações escritas entre as

famílias. Para isso, como forma de despertar a atenção do público-alvo, foi criado um *slogan* com o título “Volta de Novo”, isso porque os resíduos produzidos pelos domicílios poderiam ser utilizados para produzir biogás em quantidade suficiente para abastecer um carro capaz de dar uma volta e meia ao redor da Terra. Já a segunda delas, denominada Campanha B, testou a instalação de um cabide de metal utilizado como suporte para sacos de papel onde seriam coletados os restos de comidas. Esse equipamento tinha o intuito de facilitar a triagem de resíduos dentro das residências.

A autora descreveu que utilizou o registro de pesos e análises de composição dos resíduos alimentares recolhidos numa amostra de 320 residências, selecionadas aleatoriamente dentre as 1.632 que fizeram parte do projeto. Assim sendo, foram realizadas cinco análises de composição dos resíduos coletados; uma antes da implantação do projeto, duas depois da campanha A e duas depois da campanha B.

Os resultados demonstram que a campanha A teve um desempenho que representou um aumento de 12% na quantidade de resíduos alimentares coletados separadamente, já a campanha B teve uma evolução superior à campanha A, alcançando resultados que chegaram a 49%. Isso ocorreu porque somente a distribuição de informações entre as famílias não foi suficiente para gerar um aumento estatisticamente significativo na quantidade de resíduos alimentares domésticos recolhidos separadamente. Os autores inferem que este estudo serve de parâmetro conflitante com os estudos que pregam que somente medidas de educação ambiental e conscientização são suficientes para que o desempenho da reciclagem seja melhorado significativamente.

Para a autora, é necessário que os sistemas de gerenciamento de resíduos que necessitam que a classificação ocorra ainda nas residências valorizem a importância da conveniência para seu sucesso. Por isso, a instalação de instrumentos de coleta nos lares se mostrou tão mais eficiente. No entanto, a autora destaca ainda que o período de avaliação pode ter sido curto em ambas as campanhas, sendo necessário um acompanhamento contínuo para avaliar a durabilidade do aumento observado.

A escolha do artigo de Bernstad (2014) para compor este estudo se deu pela posição que hoje a Suécia ocupa no cenário mundial no que tange à gestão de resíduos sólidos, tornando-a referência no tema. Além disso, o artigo de Bernstad (2014) também discute os resíduos sólidos domiciliares, o que contribui com este estudo ao apresentar soluções para tratar desta problemática sob uma ótica de conseguir uma maior participação ao oferecer maior facilidade à população.

Na busca por metodologias para o tratamento dos resíduos sólidos urbanos, Rada et al. (2014) realizaram estudos em uma região do norte da Itália, a fim de testar qual dentre dois sistemas de gestão integrada era o mais vantajoso e eficiente no que tange à menor geração de impacto ambiental. Tal avaliação foi realizada identificando qual deles apresentava os menores potenciais de aquecimento global, toxicidade, criação de ozônio fotoquímico e acidificação. Além disso, ambos os sistemas testados tinham como premissa o equilíbrio ambiental.

Segundo os autores, o primeiro sistema utilizado para tratamento dos resíduos sólidos municipais usa a parte reciclável para a obtenção de matéria-prima secundária, aplicada na fabricação de novas embalagens e materiais, além disso os resíduos desta separação são segregados em não combustíveis e combustíveis, onde os combustíveis são utilizados como fonte de energia térmica. A fração orgânica é utilizada na produção de biogás por meio da digestão anaeróbica. O biogás produzido alimenta um motor de combustão para produção de eletricidade. Por fim, o resíduo desta digestão é enviado para uma estação de pós-compostagem. Já o segundo sistema apresenta métodos mais simplificados de aproveitamento dos resíduos, porém muito semelhantes aos do primeiro. A diferença entre ambos está em que o segundo sistema incinera os resíduos obtidos, ao invés de realizar a digestão anaeróbica, com isso, segundo os autores, tem-se uma redução no consumo de energia e nos espaços ocupados para a operação.

A partir dos resultados obtidos, Rada et al. (2014) destacaram a dificuldade encontrada para determinar quais as melhores tecnologias para aproveitamento dos resíduos. Evidenciaram ainda que a realização de análises, ambiental, de energia, de massa e de custos, é fundamental para direcionar esta escolha. Em relação aos métodos testados, a definição do melhor depende do peso que será atribuído a cada parâmetro utilizado na escolha e o objetivo do órgão ou empresa. Ambos os métodos são eficientes, porém o primeiro é mais vantajoso no que se refere à produção de energia e o segundo em relação aos aspectos ambientais.

Serviu o estudo de Rada et al. (2014) como contribuição por apresentar a avaliação entre dois sistemas de aproveitamento de resíduos, e em seus resultados inferir que existem muitas variáveis para que se defina um sistema de gestão. Nisso esses autores concordam com Wilson et al. (2012) que também compõem esta revisão de literatura, ao considerar que não existe um modelo único e perfeito de gestão de resíduos.

A criação da Lei n. 12.305/2010 que trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) motivou De Sousa Jabbour, Jabbour, Sarkis e Govindan (2014) a escreverem o artigo *“Brazil’s new national policy on solid waste: challenges and opportunities”*. Como esta

regulação atinge diferentes entes econômicos para o seu cumprimento, o referido artigo procurou discutir as oportunidades e lições que serão demandadas pelos envolvidos.

Segundo os autores, países em desenvolvimento e desenvolvidos podem compartilhar algumas políticas e práticas de gestão mais sustentável, como também trocar experiências de oportunidades e prejuízos advindos de decisões passadas. Ressaltam os autores, no entanto, que é preciso olhar com atenção para os países em desenvolvimento, pois eles possuem grandes extensões e também um ecossistema muito vulnerável cabendo, portanto, a esses países a adoção de políticas regulatórias mais enérgicas.

O artigo de Sousa Jabbour et al. (2014) tem como ponto de similaridade com este estudo o fato de terem pesquisado a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Assim como esses autores, esta pesquisa também vê nesta política uma diretriz para que o Brasil possa evoluir em seu sistema de gestão de resíduos e também os demais países em desenvolvimento tenham uma boa referência para a gestão dos seus resíduos.

Park e Lah (2015) desenvolveram um estudo que aborda o sistema de reciclagem da Coreia do Sul, país que por mais de uma década foi líder em taxas de reciclagem dentre membros da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). O estudo foi intitulado “*Analyzing the success of the volume-based waste fee system in South Korea*” e teve como objetivo testar empiricamente se a adoção da taxa de resíduos baseada no volume – *Volume-based Waste Fee (VWF)*, imposta desde 1995 afetou positivamente o desempenho da reciclagem na Coreia do Sul ao longo desse período.

Inicialmente os autores analisaram pesquisas anteriores sobre a reciclagem de resíduos sólidos urbanos demonstrando as duas correntes de pesquisas focadas em comportamento e políticas de reciclagem. Feitas as considerações, os autores então optaram por investigar a taxa de reciclagem de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) sob a perspectiva pré e pós-política de reciclagem. A atual política de reciclagem da Coreia do Sul conta com a taxa de resíduos baseada no volume e tem como alvo domicílios e pequenas empresas com produção máxima de 300 kg de resíduos por dia. De acordo com a política sul-coreana, os entes envolvidos deverão seguir três passos: 1) adquirir sacos plásticos padronizados, produzidos e vendidos pelos governos locais (US\$ 0,05 para sacos de 20 litros e US\$ 1,80 para sacos de 100 litros); 2) colocar os resíduos no saco e deixá-lo à disposição para coleta; 3) Colocar os materiais recicláveis em caixas ou recipientes alocados perto de residências, sem custo.

Percebendo a limitação de estudos anteriores quanto à contabilização dos efeitos da adoção da taxa de resíduos baseada no volume (VWF), os autores resolveram identificar se o desempenho de reciclagem é resultado de uma tendência ascendente ou da adoção da VWF e

para isso mediram o desempenho utilizando as taxas de reciclagem em vez da quantidade. Assim os dados foram coletados dos relatórios publicados pelo Ministério do Meio Ambiente contemplando a geração e reciclagem de RSU entre 1986 e 2012. Os autores dividiram a pesquisa em dois momentos, períodos pré-VWF (1986-1994) e pós-VWF (1995-2012) e verificaram que a geração de RSU diminuiu, enquanto os RSU reciclados e as taxas de reciclagem aumentaram.

No entanto, para os autores, essa comparação de valores médios é insuficiente para testar se a VWF foi o principal fator de mudança no desempenho da reciclagem, e para testar empiricamente este efeito, os autores introduziram o modelo de regressão linear segmentada proposto por Lagarde (2011);

$$Y_t = \gamma_0 + \gamma_1 * \text{preslope} + \gamma_2 * \text{intervention} + \gamma_3 * \text{postlope} + \varepsilon_t$$

Os dados foram analisados com uso do *software* Stata 12, o qual na primeira regressão indicou a presença de autocorrelação, assim, na segunda regressão foi utilizado um estimador para corrigir a autocorrelação dos dados. Verificou-se então que o desempenho da reciclagem já experimentava uma tendência ascendente antes da adoção do VWF, a qual impactou forte e imediatamente na taxa de reciclagem do ano de 1995 e, após a intervenção, o desempenho da reciclagem continuou melhorando. Ou seja, os autores não encontraram nenhuma diferença significativa na taxa de reciclagem entre antes e depois do período de 1995, considerando então que a atual taxa de reciclagem sul-coreana não pode ser atribuída à adoção da taxa de resíduos baseada no volume – VWF.

O artigo de Park e Lah (2015) faz parte da revisão de literatura, pois nele se buscou apresentar as melhores práticas, e como a Coreia do Sul foi por muitos anos líder em reciclagem, justifica-se sua seleção. Como ponto de similaridade tem-se que os autores abordaram os resíduos sólidos domiciliares, e como ponto de contribuição destaca-se que, embora existam mecanismos de incentivo à reciclagem, como a taxação pela geração de resíduos, a cultura da separação dos resíduos mostra-se como uma importante aliada nesta busca.

Objetivando compreender e esclarecer como funciona a gestão dos resíduos sólidos na Cidade de São Paulo, Reis, Conti e Correa (2015) pesquisaram o sistema de coleta seletiva existente ali. Para isso, os autores buscaram compreender e esclarecer como funciona a gestão dos resíduos sólidos nesta cidade, com ênfase na análise da implantação das medidas legais vigentes pelas entidades governamentais; na contribuição de parceiros no que se refere à

aplicação de medidas mais sustentáveis e na realidade dos catadores e empresas de coleta. O estudo recebeu o título “*Solid waste management: challenges and opportunities for the City of São Paulo*”.

A pesquisa limitou-se a um estudo de caso qualitativo que procurou responder a seguinte questão: “Quais são os desafios e as dificuldades na ampliação das políticas sustentáveis na gestão dos resíduos sólidos, nomeadamente da coleta seletiva, em São Paulo?”. Para responder a esta questão, os autores realizaram entrevistas semiestruturadas com apoio de um questionário composto por cinco perguntas, aplicado a cinco representantes de entidades ligadas ao processo de coleta seletiva na cidade de São Paulo.

Foram convidados a participar das entrevistas: um membro da entidade responsável governamental da Prefeitura da Cidade de São Paulo (Autoridade Municipal de Limpeza Urbana - AMLURB); um funcionário de uma das empresas transportadoras parceiras da Prefeitura de São Paulo (Loga); um membro de uma Organização Não Governamental que divulga informações e incentiva a práticas relacionadas à coleta seletiva e reciclagem (o Observatório da Política Nacional de Resíduos Sólidos); o presidente de uma das cooperativas associadas à Prefeitura (Coopermiti); e um representante da associação sem fins lucrativos que promove a reciclagem (Compromisso Empresarial para a Reciclagem – CEMPRE). Todos os respondentes tiveram de apontar quais oportunidades e desafios podiam ser vistos quando se observa o atual sistema de coleta seletiva, bem como, em sua área de atuação, quais suas dificuldades e percepção de importância sobre o tema.

Ao analisar a bibliografia e as informações advindas das entrevistas, os autores deste estudo puderam observar que, para garantir um sistema eficaz de coleta seletiva, é necessário, em primeiro lugar, que haja a separação dos resíduos na fonte. Para isso é preciso melhorar a comunicação com a população, para que ela se conscientize da importância de descartar os resíduos separadamente. Em paralelo a isso, os autores destacam ainda que, devido à dimensão da cidade de São Paulo, é necessário que sejam criados locais de separação de fácil acesso e bem distribuídos ao longo da cidade, para que, com isso, todos os moradores possam ser atendidos.

O estudo de Reis et al. (2015) tem como similaridade com esta pesquisa os resíduos sólidos domiciliares do Município de São Paulo. Como contribuição, congregou pontos de vista de diversos entes envolvidos na gestão dos resíduos municipais e aponta os caminhos que o município deve seguir para ampliar o sistema de coleta seletiva e atender toda a população.

Harir, Kasim e Ishiyaku (2015) escreveram o artigo “*Exploring the resource recovery potentials of municipal solid waste: a review of solid wastes composting in developing countries*” e tiveram por objetivo avaliar o potencial de recursos de resíduos sólidos urbanos provenientes de cidades de países em desenvolvimento como uma estratégia para a gestão sustentável de resíduos sólidos.

Para o desenvolvimento da pesquisa foi realizada uma revisão bibliográfica que contou com levantamento de dados de países em desenvolvimento, onde foram analisados os métodos alternativos para uma gestão sustentável dos resíduos sólidos onde se prevê a recuperação de recursos e sua integração no processo produtivo.

Segundo os autores foi possível verificar que a utilização de aterros é o método mais utilizado nos países em desenvolvimento, isso deve-se à economia financeira se comparada a outras alternativas. Muitos desses países, além de despejar seus resíduos a céu aberto, ainda realizam queima para reduzir o seu volume e criar espaço para mais depósitos. Com esta prática é desencadeada uma série de problemas como poluição do ar, emissão de odores desagradáveis, poluição de águas subterrâneas, caracterizando um perigo potencial para catadores e população vizinha. Verificou-se também que nos países em desenvolvimento as iniciativas de políticas governamentais para incentivar a compostagem de resíduos sólidos são praticamente inexistentes, desvalorizando os altos níveis de compostagem encontrados nos fluxos de resíduos gerados nesses países.

Os autores destacam entre os numerosos benefícios da compostagem: baixo custo de implantação e operação, produção de composto orgânico, redução da quantidade de resíduos para disposição final, redução da poluição do ar, lixiviação da água subterrânea, além da criação de empregos e geração de renda.

Com isso, Harir et al. (2015) concluem a pesquisa inferindo que toda a problemática causada pela adoção de aterros como método de gestão dos resíduos sólidos pode ser evitada promovendo a compostagem. Desta forma, a compostagem é também considerada pelos autores como sinônimo de sustentabilidade nos países em desenvolvimento, pois seus numerosos benefícios aliados à reciclagem de papéis, plásticos, metais, têxteis e outros oferece mecanismos sustentáveis para explorar os potenciais de recuperação desses recursos.

Por ter demonstrado a importância que a compostagem tem no cenário de gestão de resíduos sólidos domiciliares, o artigo de Harir et al. (2015) foi selecionado para esta revisão. Esta abordagem adotada pelos autores possui similaridade com esta pesquisa ao passo que ambas consideram que seja necessário avaliar o potencial de recursos provenientes de

resíduos sólidos urbanos de países em desenvolvimento como uma estratégia para a gestão sustentável de resíduos sólidos.

Nelles, Grünes e Morscheck (2016) escreveram o artigo “*Waste management in Germany – development to a sustainable circular economy?*”. Nele os autores descreveram a situação dos resíduos na Alemanha, um país que na atualidade é referência em reciclagem. Para isso utilizaram, como base, dados e publicações disponibilizadas pelo Ministério Federal do Ambiente, Conservação da Natureza e Segurança Nuclear da Alemanha.

O estudo apontou que o governo da Alemanha introduziu nos últimos 20 anos políticas de gestão de resíduos baseadas em ciclos fechados que responsabilizam os fabricantes e distribuidores dos produtos.

No modelo de gestão alemão, os custos de tratamento ou eliminação dos resíduos não dispõem de subsídios, ou seja, aplica-se o princípio “poluidor-pagador”, em que o financiamento de todo o processo de recuperação é mantido por meio da aplicação de taxas ao produtor.

Como consequência desse modelo, a Alemanha se destaca como um dos países que mais recupera os resíduos que produz, contribuindo assim para uma produção e gestão econômica sustentável que acaba por reduzir o consumo de matérias-primas e energia.

Nesse contexto, em 2015 no setor produtivo da Alemanha, 14% da matéria-prima utilizada já era composta por materiais reutilizados, não ficando distante de sua meta de 20%, conforme compromisso assumido no Protocolo de Kyoto.

Nesse modelo de gestão existe uma hierarquia de resíduos, que prioriza a prevenção da criação de novos resíduos, no entanto, depois de criados, os esforços são voltados para sua preparação antes de seguirem para os processos de reutilização, reciclagem, recuperação de energia e por último a eliminação. Além disso, os resíduos não recuperados são eliminados de forma a causar danos mínimos ao ambiente ou à saúde humana. Isso ocorre porque, desde 2005, é proibido na Alemanha o descarte de resíduos sem tratamento prévio, devendo todo lixo orgânico ser submetido a um tratamento mecânico-biológico ou térmico, que faz com que ele se torne inerte, ajudando a reduzir os vazamentos de água de drenagem e a liberação de gás de aterro. Para isso, a lei de gestão do ciclo fechado dispõe de uma “Caixa de Reciclagem Uniforme” que coleta somente esse tipo de resíduo.

Em contrapartida, o modelo de gestão de resíduos adotado pela Alemanha enfrenta algumas dificuldades, haja vista que existe a necessidade de aumentar ainda mais a proporção de resíduos recuperados. E isso só será possível à medida que resíduos altamente calóricos que acabam por ser incinerados sejam, ao invés disso, encaminhados para a reciclagem.

Ademais, existe certo conflito entre as empresas municipais e privadas no que diz respeito à gestão dos resíduos orgânicos, isso porque não é cobrada de “ninguém” uma taxa de resíduos específica para essa categoria.

O estudo de Nelles et al. (2016) é importante para compor esta revisão, pois demonstra as melhores práticas de gestão de resíduos no mundo, neste caso exercidas pela Alemanha, país que hoje é referência em reciclagem. Num país desenvolvido como a Alemanha a gestão de resíduos caminhou por 4 décadas até que nos últimos vinte anos teve uma grande ascensão com a deliberação de legislação para tratamento de resíduos. No Brasil o tema já é recorrente e ganha cada vez mais a atenção da sociedade e governantes, ao passo que houve um avanço significativo com a aprovação da Lei 12.305/2010 que trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Lima e Mancini (2017) estudaram o processo de integração dos catadores informais de materiais recicláveis às cooperativas que operam na gestão de resíduos. Os autores estudaram também os desafios que estas cooperativas enfrentam para exercer o que dispõe a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305/2010, na qual elas deveriam ser contratadas pelos municípios para prestarem os serviços de coleta, triagem e comercialização de materiais recicláveis.

Intitulado “*Integration of informal recycling sector in Brazil and the case of Sorocaba City*”, o artigo teve como objetivo a compreensão do processo de integração do setor de reciclagem informal no Brasil, sua história e realidade, seus benefícios econômicos, sociais e ambientais e as atuais barreiras. Em complemento, os autores selecionaram ainda a cidade de Sorocaba/SP para medir, em nível municipal, a integração do setor de reciclagem informal.

No desenvolvimento do estudo de caso, os autores segregaram a coleta de dados em dois níveis: nacional e municipal. No nível nacional foi realizada uma revisão de literatura, fazendo uso de documentos governamentais, publicações científicas e relatórios de projetos do setor privado. Já para a coleta dos dados municipais foram utilizados documentos municipais, artigos científicos, visitas de campo e entrevistas com catadores locais que fazem parte de duas cooperativas de catadores.

Os autores então percorreram um roteiro da reciclagem informal no Brasil, de modo que abordaram registros históricos desde 1895 até contemplarem a situação atual do setor. Embora seja constatado que grande parte dos catadores ainda trabalhem informalmente, por meio dos que se tornaram cooperados é possível verificar os benefícios sociais, econômicos e ambientais dessa migração. Ainda no cenário nacional, os autores descrevem, como desafios para a integração do setor de reciclagem informal, as questões organizacionais das

cooperativas, mercado da reciclagem, dependência do setor público e baixa participação da sociedade.

De posse dos dados municipais, os autores passaram a medir a integração do setor informal de reciclagem com o uso da ferramenta "InteRa" de Velis et al. (2012), a qual considera um conjunto de ações para integrar o setor informal estabelecendo quatro categorias: Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos; Materiais e Cadeia de Valor; Aspectos Sociais; e Organização e Empoderamento, todas elas foram medidas em dois períodos, ano de 2012 e ano de 2015.

Os resultados obtidos com a ferramenta "InteRa" demonstraram que, nesse período de 3 anos, a cidade de Sorocaba apresentou ligeira melhora nas quatro categorias que mediram a integração do setor informal de reciclagem. A interface Gestão de Resíduos teve elevação de índice pelo fato de que foram incluídos os serviços das cooperativas no Plano Municipal de Coleta Seletiva de Materiais Recicláveis. Na interface Social, a melhora foi promovida pelo fornecimento de bolsas de catadores pela Universidade de Sorocaba e inclusão de mulheres para tomada de decisões. A melhoria na interface Materiais e Cadeia de Valor ocorreu pela criação de contratos com geradores de resíduos, o uso de contêineres com rodas para coleta e a ampliação da gama de materiais reciclados.

Por último, a interface Organização e Empoderamento demonstrou-se a menor de todas outras, isso se deu por diversos motivos, dentre os mais relevantes: vulnerabilidade aos preços de mercado dos materiais; dependência de doações materiais e apoio de muitas entidades, como setor público, Organizações Não Governamentais (ONGs) e apoio de universidades; por fim, o baixo investimento em infraestrutura que resulta em menor capacidade de acompanhar o aumento na geração de resíduos.

Nas conclusões, os autores inferem que o trabalho dos catadores é muito importante para as cidades, sendo a integração deste grupo de trabalhadores no setor de reciclagem capaz de contribuir com benefícios sociais econômicos e ambientais. No entanto, as taxas de reciclagem no Brasil ainda são muito baixas, implicando em graves desafios para sua sobrevivência. Como alternativa, os autores sugerem que cooperativas sejam contratadas como Prestadoras de Serviços Privados e pagas através da coleta, triagem e fornecimento de uma boa gestão de resíduos. Por fim inferem a participação mais apoiadora do poder público e da população, e criticam o setor privado por ainda não participar da responsabilidade compartilhada imposta pela Política Nacional de Resíduos Sólidos.

O estudo de Lima e Mancini (2017) tem como pontos de similaridade com esta pesquisa o fato de abordar temas como reciclagem de resíduos sólidos, centrais de triagem e

geração de trabalho pela inserção de catadores ao processo de reciclagem. Pelo fato de ser um estudo de caso, pode-se inferir que os temas abordados procuraram refletir a realidade da cidade estudada. Perante esta expectativa, os autores corresponderam positivamente abordando a participação de todos os envolvidos no processo de integração e, como impulso, que este processo de integração dos catadores no setor formal de reciclagem seja promovido pela contratação dessas cooperativas pelas prefeituras. Pelas abordagens e sugestões contidas no referido estudo, justifica-se a sua integração a esta revisão da literatura.

3 Metodologia da Pesquisa

Considerando-se que o objetivo desta pesquisa foi evidenciar o potencial econômico dos resíduos sólidos domiciliares não tratados no município de São Paulo tendo por base a gravimetria do ano de 2017, optou-se por realizar uma pesquisa descritivo-quantitativa. A pesquisa descritiva, segundo Gil (1999, p. 28), tem como finalidade “a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis”. Este tipo de pesquisa tem como objetivo principal descrever, analisar e verificar as relações entre fatos e fenômenos (variáveis), ou seja, tomar conhecimento “do que”, “com quem”, “como” e qual a intensidade do fenômeno em estudo (Gil, 1999).

Em acordo com o objetivo do estudo, este tipo de pesquisa permitirá que se façam análises minuciosas e descritivas do objeto de estudo, em que se possa evidenciar o valor que os resíduos sólidos domiciliares possuem quando vistos e tratados do ponto de vista do seu potencial econômico, social e ambiental. Uma das características da pesquisa descritiva é utilizar técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como questionário, formulários etc. Neste estudo os dados serão coletados por meio de instrumentos estruturados, o que estará de acordo com a abordagem de pesquisa quantitativa. A pesquisa com abordagem quantitativa é descrita por Boudon (1989, p. 24) como aquela que “permite recolher, num conjunto de elementos, informações comparáveis entre um elemento e outro”.

Então, a análise quantitativa dos dados é obtida por meio dessa comparabilidade de informações. Acrescentando a exposição de Richardson (1999, p.70), temos que a abordagem quantitativa apresenta como características o emprego de quantificação, tanto nas modalidades de coleta de informações, quanto no tratamento delas, por meio de técnicas estatísticas, desde as mais simples, como percentual, média, desvio-padrão, às mais complexas, como coeficiente de correlação, análise de regressão etc. (Richardson, 1999, p.70).

Em conclusão tem-se o pensamento de Martins e Theóphilo (2016, p. 107) que dizem que a abordagem quantitativa correspondente a “organizar, sumarizar, caracterizar e interpretar os dados numéricos coletados”. Esses conceitos metodológicos a respeito das técnicas a serem empregadas no estudo dão a orientação necessária quanto ao tratamento das informações no decorrer desta pesquisa.

3.1 Campo de estudo

Esta pesquisa delimitou-se à Secretaria de Desenvolvimento Urbano (SMDU) da prefeitura municipal da cidade de São Paulo e pela Autoridade Municipal de Limpeza Urbana (AMLURB, 2019a). Esta secretaria possui um Comitê Intersecretarial para a Política Municipal de Resíduos Sólidos, composto pela Autoridade Municipal de Limpeza Urbana (AMLURB), e pela Secretaria do Verde e do Meio Ambiente de São Paulo. Iniciou-se a coleta de dados com acessos ao *site* da Prefeitura Municipal de São Paulo (<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/amlurb/>), seguido de visitas a Autoridade Municipal de Limpeza Urbana (AMLURB) e às empresas concessionárias da coleta domiciliar no Município de São Paulo, Loga e Ecourbis.

A escolha pelo Município de São Paulo deu-se pelo fato de ser a maior cidade industrial do Brasil com maior número de habitantes, produzindo, portanto, grande quantidade de resíduos sólidos domiciliares. Diariamente são geradas mais de 20 mil toneladas de lixo, incluindo comerciais, da saúde e domiciliares (AMLURB, 2019a). Em se tratando de resíduos sólidos domiciliares, são coletadas cerca de 12.000 toneladas todos os dias.

São Paulo tornou-se a sexta cidade mais populosa do mundo, segundo o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (São Paulo [Município], 2014, p. 66), possuía 5,9% da população brasileira, cerca de 11.252.473 habitantes, contribuindo em 2011 com quase 12% do PIB nacional, de modo que a cidade concentra o maior parque industrial do país. Neste âmbito, deve ser implementado modelo de gestão dos resíduos sólidos que considere a sustentabilidade urbana e se alcancem, assim, índices tão favoráveis quanto os do saneamento básico, em que 99,32% dos domicílios possuem abastecimento de água e 92,26% dispõem da coleta de esgoto.

3.2 Métodos, técnicas, procedimentos e instrumentos de coleta dos dados

A base instrumental para a coleta dos dados nesta pesquisa foi a análise documental. De acordo com Martins e Theóphilo (2016, p. 53), esta técnica de coleta de dados “é característica dos estudos que utilizam documentos como fonte de dados, informações e evidências”. Gil (2008, p. 51) acrescenta que o primeiro passo consiste na exploração das fontes documentais e que os documentos podem ser de “primeira mão”, ou seja, os que “não receberam qualquer tratamento analítico, tais como: documentos oficiais, reportagens de jornal, cartas, contratos, diários, filmes, fotografias, gravações etc.”. Os

documentos classificados como de segunda mão são os que de alguma forma já foram analisados, tais como: relatórios de pesquisa, relatórios de empresas, tabelas estatísticas etc.

A coleta de dados, para fins deste estudo, iniciou-se no ano de 2018, sendo assim, determinou-se como data histórica para obtenção dos dados o ano de 2017, cujas informações já estariam publicadas e disponíveis para estudo e análise. Desta forma poderiam ser solicitadas aos órgãos competentes, bem como consultadas tendo em vista estarem disponibilizadas em *sites* de entidades governamentais e não governamentais.

Deste modo, os documentos utilizados, a fim de atender aos objetivos desta pesquisa foram: a) Relatório “Quantitativos, Resíduos coletados no município de São Paulo (2013 a 2019)”, fornecido pela Prefeitura de São Paulo, por meio de seu órgão destinado à gestão dos resíduos sólidos, a AMLURB (2019b). Esse relatório atende o objetivo 01 da pesquisa, a partir dos seguintes procedimentos:

- a) identificação do volume de resíduos sólidos domiciliares não tratados (destinados a aterros sanitários) do Município de São Paulo, ano de 2017, tendo como base os dados apresentados no “Anexo A” deste trabalho;
- b) Relatórios de caracterização quadrimestral com a composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares do ano de 2017, elaborados pelas duas concessionárias que prestam o serviço da coleta de resíduos domiciliares no município, neste caso Loga e Ecourbis, ora fornecidos também pela AMLURB (2019c). A partir destes relatórios foi possível determinar a composição gravimétrica do ano de 2017, tendo em vista os seguintes procedimentos: a) criação de planilhas de excel para transcrever a gravimetria quadrimestral de cada bairro atendido pelas concessionárias, conforme “Apêndice B”; b) posteriormente foi aplicada fórmula matemática de média aritmética para obtenção da gravimetria **quadrimestral**; c) as médias quadrimestrais foram transferidas para nova planilha, “Apêndice C”, onde foram então submetidas à aplicação de nova fórmula matemática para obtenção da média **anual** da gravimetria de cada uma das duas concessionárias; d) de posse das gravimetrias anuais de cada concessionária, os dados foram por fim transferidos para uma nova planilha “Apêndice D”, e submetidos à última fórmula matemática de média aritmética que resultou na gravimetria dos resíduos sólidos domiciliares do ano de 2017 no Município de São Paulo;

- c) Relatório para a precificação material passível de reciclagem, obtido no *site* do Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE) (<http://cempre.org.br/servico/mercado>, recuperado em 13 de julho de 2019), “Anexo B”;
- d) Relatório de cotação para estimar a comercialização de créditos de carbono, obtido no *site* Investing.com (<https://br.investing.com/commodities/carbon-emissions>, recuperado em 26 de julho de 2019), “Anexo C”. De posse deste relatório foi possível determinar o valor para comercialização dos créditos de carbono, tendo em vista o seguinte procedimento: a) conversão do valor de euros para reais utilizando a plataforma de conversão do *site* do Banco Central do Brasil (<https://www.bcb.gov.br/conversao>), em que, em 26 de julho de 2019, o euro fechou negociado por R\$ 4,1958; Relatório de equivalência de tonelada de material reciclado para cálculo da redução de emissão de CO₂, obtido no *site* do IPEA (https://www.mma.gov.br/estruturas/253/_arquivos/estudo_do_ipea_253.pdf, p. 17, recuperado em 28 de julho de 2019); e Relatório “Portal de Créditos de Logística Reversa” com cotação para comercialização de Créditos de Logística Reversa - CLR, obtido no *site* BVRio (<https://www.bvrio.org/embalagem/plataforma/ordens.do>, recuperado em 13 de julho de 2019), “Anexo D”.
- e) Relatório de pesquisa de onde foi extraído valor para comercialização de Combustível Derivado de Resíduo (CDR) - Dissertação de mestrado “Avaliação econômica e ambiental do aproveitamento energético de resíduos sólidos no Brasil” de M. C. S. Mamede (2013, p. 48).
- f) Relatório “Fichas Técnicas - Composto Orgânico” para precificação do valor do composto orgânico, obtido no *site* do Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE) (<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/10/composto-urbano>, recuperado em 03 de julho, 2019). Esse relatório atende o objetivo 05 da pesquisa a partir dos seguintes procedimentos: a) identificação dos valores para comercialização do composto orgânico; b) realização de cálculo da média aritmética desses valores, “Anexo E”.
- g) Projeto para implantação de central de triagem de resíduos sólidos, obtido junto a uma empresa que tem suas atividades voltadas para projetos, fabricação e instalação de equipamentos, além da prestação de serviços de manutenção e montagem na área mecânica, “Anexo F”; Relatório “SindusCon-SP: custo da construção paulista sobe 0,28% em fevereiro”, obtido do *site* do Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo (Sinduscon-SP) (<https://sindusconsp.com.br/release/sinduscon-sp-custo-da->

- construcao-paulista-sobe-028-em-fevereiro/), “Anexo G”. De posse destes dois documentos foi possível estimar os custos com implantação de centrais de triagem a partir dos seguintes procedimentos: a) estimativa do valor dos equipamentos; b) identificação do espaço necessário para construção das instalações; c) aplicação do valor cobrado por metro quadrado construído pelo total da área necessária para construção; d) soma-se o valor total de equipamentos ao valor da construção; e) por fim, multiplica-se o valor obtido na etapa anterior ao número de unidades necessárias para atender a demanda baseada entre a capacidade de cada central e o total de resíduos sem tratamento no ano de 2017;
- h) Relatório “Estimativas dos custos para viabilizar a universalização da destinação adequada de resíduos sólidos no Brasil”, obtido do *site* da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) (<http://abrelpe.org.br/estimativa-dos-custos-para-viabilizar-a-universalizacao-da-destinacao-adequada-de-residuos-solidos-no-brasil/>, recuperado em 17 de junho, 2018, p. 63). De posse deste relatório foi possível mensurar os custos com operação da central de triagem, tendo em vista os seguintes procedimentos: a) identificar os custos com operação da central de triagem; b) atualização do valor pelo índice 1,16048880 (Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo - IPCA acumulado no período 01/2016 a 06/2019) extraído do *site* do Banco Central do Brasil (<https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADA0/publico/corrigirPorIndice.do?method=corrigirPorIndice>, recuperado em 13 de julho, 2019); c) aplicação do valor do custo atualizado sobre o total de resíduos sólidos domiciliares não tratados no ano de 2017.
- i) Dados da ONG - WWF-Brasil (*World Wide Fund For Nature*), do Ministério do Meio Ambiente e do relatório de pesquisa de Baskaran, Dani, Pokhriyal e Fernandez (2013) sobre os ganhos com a redução da extração de recursos naturais a partir da reciclagem foram obtidos a partir de pesquisas nas seguintes fontes: WWF-Brasil (<https://www.wwf.org.br/?uNewsID=14001>, recuperado em 23 de julho, 2019); Ministério do Meio Ambiente – MMA (<http://www.mma.gov.br/informma/item/8521-como-e-porqu%C3%AA-separar-o-lixo>, recuperado em 23 de julho, 2019) e “*Corporate social responsibility- methodologies, performance and management in oil and gas industry: case of a leading E&P Company in Colombia, South America*” de Baskaran et al., 2013). Os dados colhidos foram submetidos à operação matemática de regra de três simples para que apresentassem a equivalência para cada tonelada de material reciclado.
- j) Relatório obtido no *site* do Sistema Nacional de Informações Sociais (SNIS) (<http://snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos/diagnostico-rs-2017>, recuperado em 01 de

maio, 2019). Depois de acessado o referido *site* foi possível mensurar os impactos que a despesa com coleta dos resíduos sólidos domiciliares gerou no orçamento público, tendo em vista os seguintes procedimentos: a) acesso ao arquivo “Planilhas”, que corresponde ao conjunto de tabelas com as informações e os indicadores; b) selecionar e abrir o arquivo nominado “Planilha_Informacoes_RS_2017_Ret.xls”; c) localizar: o Município de São Paulo (linha 3.133); despesa corrente da prefeitura (coluna “U”) e valor pago pelos serviços de coleta, transporte e destinação dos resíduos sólidos domiciliares (coluna “AJ”); d) de posse desses dados aplicar operação matemática de regra de três simples para identificar o valor correspondente ao total de resíduos não tratados; e) a partir do resultado obtido, aplicar operação matemática de divisão deste valor pelo valor da despesa corrente da Prefeitura; f) posteriormente ao resultado é aplicada regra matemática para obtenção do percentual de impacto no orçamento público.

3.2.1 Elaboração dos instrumentos de coleta de dados

O instrumento de coleta de dados é composto por seis partes, a saber: a primeira parte da coleta de dados tem como objetivo determinar a composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares no Município de São Paulo no ano de 2017 e terá variáveis como: tipos de materiais, composição gravimétrica, quantidade produzida no mês e ano de 2017, conforme a Tabela 5.

Tabela 5

Composição Gravimétrica 2017 – Município de São Paulo

Tipos de materiais	%	Ton/ mês	Ton/ ano
Subtotal	-	-	-
Perdas no processo			
Total			

A segunda parte do instrumento de coleta de dados teve como objetivo estimar o potencial de mercado dos resíduos sólidos domiciliares passíveis de reciclagem constantes do volume não tratado no ano de 2017. São variáveis que compõem esta parte: composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares do Município de São Paulo no ano de 2017 passíveis de reciclagem, volume de resíduos sólidos domiciliares não tratados (destinados a

aterros sanitários), valor de mercado por quilo e tonelada de material reciclado, conforme a Tabela 6.

Tabela 6
Estimativa do potencial da reciclagem

Composição gravimétrica		Toneladas / ano	Valor / kg	Valor / ton	Valor Total
Tipos de materiais	%				
Total					

A terceira parte do instrumento teve como objetivo estimar o potencial de mercado para a comercialização de Crédito de Carbono e de Crédito de Logística Reversa (CLR), tendo como base o total de materiais passíveis de reciclagem constante no volume não tratado no ano de 2017. Nesta parte serão necessárias duas tabelas: a primeira tabela utilizará as seguintes variáveis: volume de resíduos sólidos domiciliares não tratados (destinados a aterros sanitários) passíveis de reciclagem, índice equivalente a toneladas de CO₂ não liberadas na atmosfera em virtude da reciclagem, equivalentes de crédito de carbono e valor de comercialização de cada crédito de carbono. Para este cálculo será utilizada a Tabela 7.

Tabela 7
Estimativa para comercialização de Créditos de Carbono – CC

Tipos de materiais	Tonelada / Ano	Benefício Líquido da reciclagem (tCO ₂ /t)	Quantidade Créditos de Carbono	Valor venda (R\$ / CC)
Total				

A segunda tabela utilizará as variáveis: volume de resíduos sólidos domiciliares não tratados (destinados a aterros sanitários) passíveis de reciclagem, valores para comercialização de Créditos de Logística Reversa, conforme a Tabela 8.

Tabela 8
Estimativa para a comercialização Créditos de Logística Reversa - CLR

Tipos de materiais	Tonelada / ano	Valor CLR / ton	Valor venda CLR
Total			

A quarta parte da coleta de dados tem como objetivo estimar o potencial de mercado na comercialização de Combustível Derivado de Resíduo (CDR) e de Composto Orgânico, tendo como base o total de materiais não passíveis de reciclagem constante do montante não tratado no ano de 2017. Esta parte foi composta por duas tabelas: a primeira tabela utilizará as seguintes variáveis: resíduos sólidos domiciliares que não são passíveis de reciclagem, taxa de conversão do volume do material ao final do processo, valor de mercado por tonelada de CDR, conforme a seguir.

Tabela 9

Estimativa para a comercialização de Combustível Derivado de Resíduo – CDR

Composição gravimétrica		Toneladas / ano	Taxa conversão (30%)	Valor venda (R\$ /ton)
Tipos de materiais	%			
Total				

Na segunda tabela serão utilizadas variáveis como: resíduos sólidos domiciliares que não são passíveis de reciclagem, taxa de conversão do volume do material ao final do processo e valor de mercado por tonelada de composto orgânico, conforme a Tabela 10.

Tabela 10

Estimativa para a comercialização de Composto Orgânico

Composição gravimétrica		Toneladas / ano	Taxa conversão (30%)	Valor venda (R\$ /ton)
Tipos de materiais	%			
Total				

A quinta parte tem como objetivo estimar os custos e benefícios com a implantação de centrais de triagem para tratamento e destinação final ambientalmente correta dos resíduos sólidos domiciliares não tratados no Município de São Paulo. Para atender a este objetivo elaboraram-se três formulários, conforme as Tabelas, 11, 12 e 13. Na Tabela 11 são estimados os custos unitários de implantação de central de triagem, o custo total de implantação para atender à demanda de resíduos sólidos não tratados no ano de 2017 e o custo de operação da central de triagem para atender à demanda de resíduos sólidos não tratados no ano de 2017. Para tanto, foram utilizadas variáveis como: valor de equipamentos, custo com obras de

construção civil, quantidade diária de resíduos sólidos domiciliares e custo de operação de central de triagem, conforme a Tabela 11.

Tabela 11
Estimativa de custos para implantação e operação de centrais de triagem

	Unidade	Totais
Custo unitário de implantação central de triagem		
Equipamentos:		
Total equipamentos	R\$	
Obras de construção civil (m ²)	R\$ /m ²	
Total de custos para cada unidade		
Custo total de implantação de central de triagem		
Quantidade de RSDs não tratados em 2017	tonelada/dia	
Quantidade de unidades necessárias	Capacidade tonelada/dia	
Custo de implantação de central de triagem	R\$	
Custo de operação		
Quantidade de RSDs não tratados em 2017	toneladas	
Custo de operação de unidade de triagem	R\$ / ton	

Fonte: Gomes, A. C. (2019). Projeto para uma unidade processamento RSU e produção de CDR com capacidade 100 t/dia, em 1 turno de 10 horas. Cornélio Procópio, Paraná (Projeto desenvolvido para esta dissertação de Mestrado).

A tabela seguinte serviu para o cálculo de uma estimativa da quantidade de empregos gerados a partir da implantação das centrais de triagem e nela serão utilizadas as variáveis: quantidade de centrais de triagem implantadas e quantidade de empregos diretos gerados em cada central de triagem, conforme Tabela 12.

Tabela 12
Estimativa do potencial de empregos diretos gerados

	Totais
Quantidade de centrais de triagem implantadas	
Quantidade de empregos diretos gerados (cada central de triagem)	
Total de empregos diretos gerados	

Na terceira subparte serão estimados os ganhos com a redução da extração de recursos naturais a partir da reciclagem do volume de resíduos sólidos não tratados no ano de 2017, e para tanto utilizará as variáveis: volume de resíduos sólidos domiciliares não tratados (destinados a aterros sanitários) passíveis de reciclagem e índice equivalente à quantidade de recurso natural economizado com base em uma tonelada de material que foi reciclado, conforme Tabela 13.

Tabela 13

Estimativa para ganhos com a redução da extração de recursos naturais

Tipos de materiais	Tonelada/ano	Referências para cada tonelada reciclada		Quantidade de recurso natural economizado
		Quantidade	Tipo de recurso natural economizado	

A sexta parte teve como objetivo mensurar o impacto que a coleta dos resíduos sólidos domiciliares não tratados gerou no orçamento público. Para tanto, estão envolvidas apenas as seguintes variáveis: total das despesas do município no ano de 2017 e despesas com a coleta dos resíduos sólidos domiciliares no ano de 2017, conforme Tabela 14.

Tabela 14

Impacto da despesa com a coleta dos resíduos sólidos domiciliares não tratados no orçamento público no ano de 2017

Total de despesas correntes do município de São Paulo no ano de 2017	R\$
Despesa com a coleta de resíduos sólidos domiciliares não tratados no ano de 2017	R\$
Impacto nas Contas Públicas	%

3.2.2 Procedimentos de coleta de dados

Os procedimentos iniciais para a obtenção dos documentos se deram por meio de contatos telefônicos e visitas técnicas na Prefeitura Municipal de São Paulo em que foi possível conversar com os gestores dos resíduos sólidos domiciliares no município. Foram solicitados documentos por meio do *site* da prefeitura municipal como também foram encaminhados *e-mails* para os departamentos de gestão de resíduos sólidos domiciliares AMLURB e para as empresas concessionárias que realizam o serviço de coleta dos resíduos municipais, Loga e Ecourbis.

Outros canais utilizados para a coleta dos dados foram: a) *sites* governamentais, de associações ligadas à limpeza urbana, ONGs, cooperativas; b) pesquisas acadêmicas; c) relatórios governamentais (féderais, estaduais e municipais); d) visitas técnicas: ao EcoParque de Piracicaba; Cooperativa Crescer (São Paulo); Central Mecanizada Ponte Pequena (Loga), Central Mecanizada Maria de Jesus (Ecourbis); Estações de transbordo Santo Amaro e Ponte Pequena.

Durante as visitas técnicas foi possível estabelecer uma integração entre a teoria e a prática no que se refere ao processo de tratamento e destinação final dos resíduos domiciliares em diferentes cenários. Foi possível também verificar *in loco* as dificuldades e oportunidades inerentes ao processo de triagem, o que colaborou para a ampliação dos benefícios pretendidos por esta pesquisa.

3.3 Métodos, técnicas e procedimentos de análise dos dados

A análise dos dados tem como objetivo organizá-los de forma a permitir o fornecimento de respostas ao problema da pesquisa (Martins & Theóphilo, 2016). Nesta pesquisa, os dados foram analisados por meio de cálculos matemáticos, utilizando-se regras básicas de multiplicação, divisão, soma e subtração, com o auxílio de planilhas de Excel. Para Richardson (1999, p. 70), na quantificação, “os dados são traduzidos por números, quantidades, relações e paralelos obedecendo às regras da matemática”.

4 Resultados

Após a coleta, tabulação, análise e interpretação dos dados em acordo com a ordem estabelecida nos instrumentos de coleta, extraíram-se os seguintes tópicos: a) caracterização dos Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD) do Município de São Paulo no ano de 2017; b) potencial econômico dos resíduos sólidos domiciliares a partir da triagem; c) custos e benefícios com a implantação de centrais de triagem para os resíduos sólidos domiciliares não tratados; d) impactos da despesa com a coleta dos resíduos sólidos domiciliares não tratados no orçamento público no ano de 2017, conforme apresentado a seguir.

4.1 Caracterização dos Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD) do Município de São Paulo no ano de 2017

No ano de 2004 a Prefeitura do Município de São Paulo selecionou dois grupos de empresas para a execução dos serviços de limpeza urbana, especificamente para os serviços de coleta, tratamento e destinação final dos RSDs. O processo licitatório, dentre suas diretrizes, dispõe que essas empresas prestem serviços ao Município, sendo ele dividido em duas regiões denominadas Noroeste e Sudeste, e operem sob regime de concessão por vinte anos de trabalho, podendo ser prorrogáveis por mais vinte anos.

As empresas vencedoras do processo de licitação foram Logística Ambiental de São Paulo S/A (Loga) e Ecourbis Ambiental S/A (Ecourbis). De acordo com o contrato de concessão coube à Loga prestar seus serviços ao Agrupamento Noroeste, que contempla as regiões oeste, norte e central e compreende 13 subprefeituras (Butantã, Casa Verde, Freguesia do Ó, Jaçanã/Tremembé, Lapa, Mooca, Penha, Perus, Pinheiros, Pirituba/Jaraguá, Santana/Tucuruvi, Vila Maria/Vila Guilherme e Sé). Da mesma forma, a Ecourbis ficou de prestar seus serviços ao Agrupamento Sudeste, regiões sul e leste que compreendem 19 subprefeituras (Ipiranga, Campo Limpo, Capela do Socorro, Cidade Ademar, Jabaquara, M'Boi Mirim, Parelheiros, Santo Amaro, Vila Mariana, Aricanduva/Formosa/Carrão, Cidade Tiradentes, Ermelino Matarazzo, Guaianases, Itaim Paulista, Itaquera, São Mateus, São Miguel Paulista, Vila Prudente e Sapopemba).

Para fazer a coleta dos RSDs essas empresas percorrem 1.523 km², utilizam uma frota de aproximadamente 700 veículos e mantêm cerca de 5.000 colaboradores. Esses resíduos são coletados de duas formas: coleta convencional e coleta seletiva. Na coleta convencional, uma equipe percorre as ruas programadas recolhendo os resíduos manualmente e depositando-os em um caminhão compactador. Já a coleta seletiva é realizada recolhendo contêineres

instalados em condomínios residenciais ou então distribuídos em pontos fixos ao longo das vias públicas. Além disso, o programa de coleta seletiva do município conta com 1.500 Pontos de Entrega Voluntária (PEV), e 102 Estações de Entrega Voluntária de Inservíveis (Ecopontos) (AMLURB, 2019a).

Ainda de acordo com a AMLURB (2019a), os resíduos provenientes do programa de coleta seletiva são encaminhados para as cooperativas conveniadas à prefeitura, ou então para uma das duas centrais mecanizadas de triagem. Os resíduos provenientes da coleta convencional são encaminhados para uma das três estações de transbordo, transferidos para carretas por terem maior capacidade de transporte, e por fim encaminhados para os aterros sanitários Central de Tratamento de Resíduos Leste (CTL) e Aterro Sanitário de Caieiras.

Os dados da Tabela 15 indicam que, no ano de 2017, não foram aproveitadas 3.682.260 toneladas de resíduos domiciliares, o equivalente a 306.855 toneladas/mês. Sendo assim, tais resíduos tiveram destinação final ambientalmente inadequada indo diretamente para os aterros sanitários. Desta maneira impactaram o meio ambiente e geraram despesas ao município, sendo que as cooperativas também deixaram de promover a reciclagem, obter receitas e gerar redução do uso de recursos naturais.

Tabela 15
Resíduos domiciliares não tratados no município de São Paulo no ano de 2017

	Média ton/mês	Total ton/ano	%
Quantidade total de resíduos coletados	314.181,75	3.770.181	100,00
Quantidade coletada nos programas de Coleta Seletiva	7.326,75	87.921	2,33
Quantidade de resíduos domiciliares não tratados (destinado a aterros sanitários)	306.855	3.682.260	97,67

Fonte: Dados da pesquisa.

Esses resultados são mais bem representados na Figura 4, que torna possível melhor perceber a proporção de RSDs que não receberam tratamento ambientalmente adequado pelo Município de São Paulo no ano de 2017.

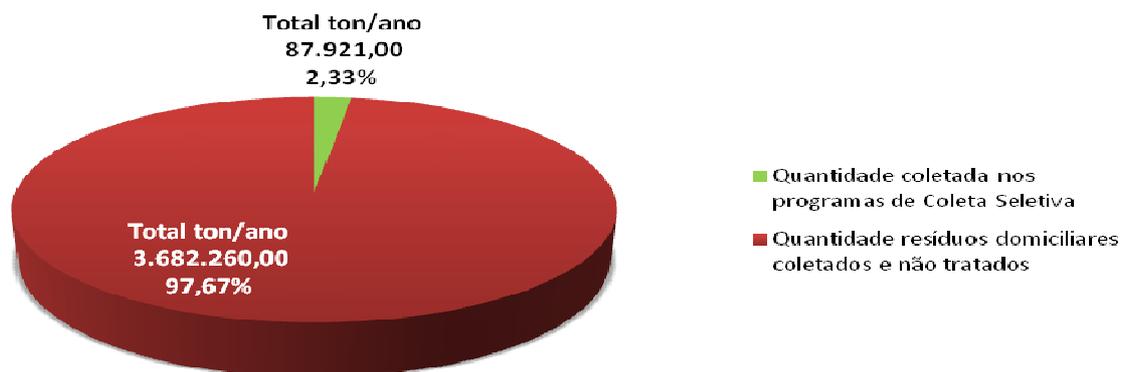


Figura 4. Proporção dos RSDs não tratados no Município de São Paulo no ano de 2017

Os dados da Figura 4 indicam ainda que é mínima (2,33%) a quantidade de RSD tratados no Município de São Paulo. Essa é uma realidade preocupante, pois verifica-se a existência de uma política de gestão dos resíduos sólidos ainda longe de acatar o que preceitua a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, Lei n. 12.305/2010) em seu artigo 6º que trata dos princípios, mais especificamente o inciso IV sobre “o desenvolvimento sustentável” e o inciso VII que dispõe sobre “o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania”. Desta forma, o alto percentual de resíduos (97,67%) que deixou de receber o tratamento adequado confirma o que Besen et al. (2014) concluíram em seu estudo, quando declararam que os municípios da região metropolitana de São Paulo dão pouca prioridade na agenda pública para a coleta seletiva.

Em complemento, Paschoalin et al. (2014) e Venanzi et al. (2015) consideram que o baixo nível de coleta seletiva no município é decorrência da baixa adesão em separar os resíduos na fonte geradora. Isto segundo Venanzi et al. (2015), além dos problemas sanitários, dobra o trabalho de triagem, pois o torna mais minucioso. Para Almeida et al. (2016), a resposta para explicar esta realidade, está em que há certo distanciamento entre o discurso e a prática dos cidadãos em apoiar processos de coleta seletiva e reciclagem.

Essa situação demonstra que há a necessidade de uma junção de forças entre órgãos públicos e sociedade para que não somente as medidas sustentáveis sejam aplicadas, mas que também sejam efetivamente praticadas. Segundo dados do SNIS (2019), juntas as duas concessionárias atenderam uma população de 11.998.090 habitantes no ano de 2017, o que, assimilado com os dados apresentados na Tabela 15, resulta na informação de que a produção *per capita* de RSD no ano de 2017 foi de 314,23 quilos ou 0,861 quilos/dia.

Quando se comparam os dados do ano de 2012, constantes no Programa de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (São Paulo [Município], 2014, p. 8) disponível na página dos serviços da Secretaria Desenvolvimento Urbano de São Paulo (<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/servicos/arquivos/PGIRS-2014.pdf>), com os dados desta pesquisa, 2017, nota-se que houve uma redução de 0,239 quilogramas por habitante/dia na produção de RSD no município, conforme os dados da Figura 5.

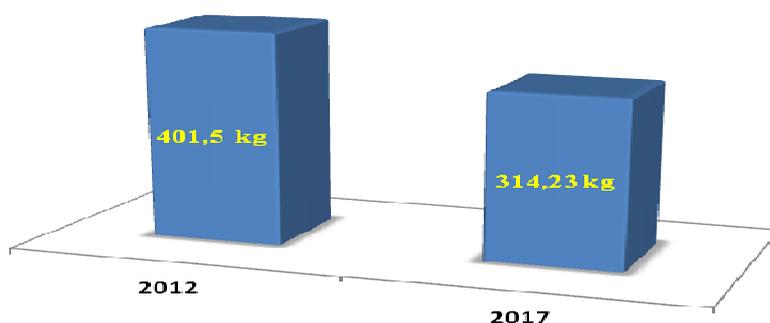


Figura 5. Geração média *per capita* de RSDs no Município de São Paulo

Atendendo ao que dispõe o contrato de concessão, as empresas concessionárias deverão, a cada quatro meses, realizar análises físico-químicas e de caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares. Neste sentido são abordadas a seguir as etapas necessárias para a elaboração do relatório da composição gravimétrica dos resíduos domiciliares coletados no Município de São Paulo.

Para a realização do processo de amostragem, as duas empresas seguiram as diretrizes previstas em estudo elaborado pelo, na época, Departamento de Limpeza Urbana, “Caracterização gravimétrica e físico-química dos resíduos domiciliares do Município de São Paulo”, seguindo as instruções técnicas estabelecidas pelo método de quarteamento desenvolvido pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) e a NBR 10.007 (Associação Brasileira de Normas Técnicas [ABNT], 2004b). Para tanto, estas empresas realizaram os trabalhos em três grandes etapas: desvio dos caminhões coletores para os locais destinados a realizar os levantamentos da composição gravimétrica e retirada de amostra para levantamento físico-químico em laboratório; caracterização dos itinerários percorridos pelos caminhões coletores e levantamento fotográfico dos setores coletados; compilação dos dados, conclusões e elaboração de relatórios (Loga, 2018 e Ecurbis, 2018, In: AMLURB, 2019b).

A composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares é obtida pela porcentagem de cada componente em relação ao peso total da amostra analisada. É possível com essa análise obter dados do perfil dos resíduos ora analisados, como exemplo a quantidade de material reciclável, orgânico e combustível presentes naqueles resíduos (Ecourbis, 2018 In: AMLURB, 2019b).

É necessária, para a realização da análise gravimétrica, uma infraestrutura que disponha de mão de obra, neste caso 3 funcionários para a triagem do material e um quarto qualificado como técnico de amostragem, responsável pela amostragem e controle gravimétrico. Foram utilizados também os seguintes equipamentos: retroescavadeira, local coberto (barracão ou tenda), balanças, calculadoras, lona plástica, caixas, galões, baldes de plástico, gadanhos/pás e Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) (Loga, 2018 e Ecourbis, 2018, In: AMLURB, 2019b).

Os serviços se iniciam com a chegada do caminhão de coleta, que então é pesado e encaminhado para o local reservado onde fará o descarregamento dos resíduos sólidos domiciliares. Todos os sacos de lixo são rasgados pela equipe de triagem, em seguida uma retroescavadeira passa a revolver o lixo até que se obtenha uma massa homogênea. Coletam-se amostras de quatro pontos distintos da pilha e as colocam em caixas plásticas de 200 litros para então serem pesadas em balança de precisão. As caixas são esvaziadas sobre a lona posta no chão para nova homogeneização dos resíduos, feito isso são agora separados em onze montes. Um desses montes é recolhido como amostra para as análises físico-químicas em laboratório. Nos montes que restaram é feita uma triagem com separação em diferentes recipientes, de acordo com os seguintes tipos de materiais: alumínio, borracha, diversos (calçados, brinquedos, talheres etc.), embalagem longa vida, embalagem pet, espuma, fraldas e absorventes, isopor, lixo eletrônico, madeira, matéria orgânica, metais ferrosos, papel/papelão/ jornal, pilhas e baterias, plástico duro, plástico mole, terra e pedra, trapos e panos, vidros (Loga, 2018 e Ecourbis, 2018, In: AMLURB, 2019b).

As duas concessionárias contrataram a empresa Operator Assessoria e Análises Ambientais Ltda. para a elaboração de seus relatórios quadrimestrais de Caracterização dos Resíduos Sólidos do Município de São Paulo. A concessionária Loga recebeu na estação de transbordo Ponte Pequena as amostras de cada uma das 13 subprefeituras componentes do Agrupamento Noroeste. Já a concessionária Ecourbis, para a obtenção das amostras, teve os resíduos descarregados em dois locais, estação de transbordo Santo Amaro e na Central de Tratamento de Resíduos Leste, isso se deu pela logística necessária para atender cada uma das 19 subprefeituras componentes do agrupamento Sudeste.

Obtendo os dados médios dos RSDs coletados pelas duas empresas concessionárias que prestam serviços ao Município de São Paulo, e dados fornecidos pela Tabela 15, foi possível então elaborar a Tabela 16. As informações obtidas nesta tabela servirão de subsídios para o desenvolvimento desta pesquisa e também possibilitarão que se conheçam melhor e com dados atualizados os RSDs produzidos pelo município.

Durante a análise dos relatórios elaborados pelas concessionárias e disponibilizados pela AMLURB, visando atender ao objetivo de determinar a composição gravimétrica, foi possível verificar que alguns tipos de resíduos possuíam diferenças de volume dependendo da região da coleta. Alguns tipos de materiais coletados pela concessionária Ecourbis (Agrupamento Sudeste) apresentam variação expressiva de volume em relação aos mesmos tipos de materiais coletados pela concessionária Loga (Agrupamento Noroeste). É o caso por exemplo do alumínio, borracha, embalagem longa vida, espuma e madeira que apresentam o dobro de volume, no caso da embalagem pet chega ao triplo. Esse tipo de informação é relevante aos gestores dos serviços de manejo dos resíduos municipais para que sejam direcionadas ações de coleta seletiva, avaliação do tipo de tecnologia a ser aplicada ou até mesmo o dimensionamento da equipe e frota a ser utilizada naquela região.

Essa percepção de variação na composição dos resíduos dependendo da região, também foi apontada na pesquisa de Colombari (2014) quando a autora destacou, em seus resultados, que os serviços de coleta seletiva na cidade de Paulínia/SP se concentram somente na região mais nobre da cidade, pois se espera com isso encontrar maior quantidade de materiais recicláveis.

Os dados da Tabela 16 evidenciam que a composição gravimétrica dos RSDs do ano de 2017 no Município de São Paulo, a partir do volume não tratado de 3.682.260 toneladas, foi de: materiais recicláveis com 30,46%, matéria orgânica com 53,16%, e rejeitos representando uma parcela de 16,38%.

Tabela 16
Composição Gravimétrica 2017 – Município de São Paulo

Tipos de materiais	%	Ton/ mês	Ton/ ano
Alumínio	0,43	1.319,48	15.833,72
Borracha	0,34	1.043,31	12.519,68
Diversos	0,87	2.669,64	32.035,66
Embalagem longa vida	0,76	2.332,10	27.985,18
Embalagem pet	1,04	3.191,29	38.295,50
Espuma	0,29	889,88	10.678,55
Fraldas e absorventes	6,34	19.454,61	233.455,28
Isopor	0,27	828,51	9.942,10
Lixo eletrônico	-	-	-
Madeira	1,3	3.989,12	47.869,38
Matéria orgânica	53,16	163.124,12	1.957.489,42
Metais ferrosos	0,92	2.823,07	33.876,79
Papel, papelão e jornal	10,83	33.232,40	398.788,76
Pilhas e baterias	-	-	-
Plástico duro	5,55	17.030,45	204.365,43
Plástico mole	8,99	27.586,26	331.035,17
Terra e pedra	0,67	2.055,93	24.671,14
Trapos e panos	5,73	17.582,79	210.993,50
Vidros	1,94	5.952,99	71.435,84
Subtotal	<u>99,43</u>	<u>305.105,93</u>	<u>3.661.271,12</u>
Perdas no processo	0,57	1.749,07	20.988,88
Total	100	306.855,00	3.682.260,00

Fonte: Dados da pesquisa.

Os dados da Tabela 16 indicam também que na composição gravimétrica se destacam, por sua expressividade, os seguintes tipos de materiais: em primeiro lugar está a matéria orgânica com 53,16%, seguido do plástico (duro e mole) com 14,54% e papel papelão e jornal com 10,83%, com menor representatividade estão: borracha com 0,34%, espuma com 0,29% e isopor com o menor índice da gravimetria com seus 0,27%.

Foi possível, a partir dos resultados apresentados na Tabela 16, elaborar a ilustração demonstrativa da Figura 6. Assim, esta tratará de um comparativo entre as gravimetrias presentes no ano de 2012 e 2017.

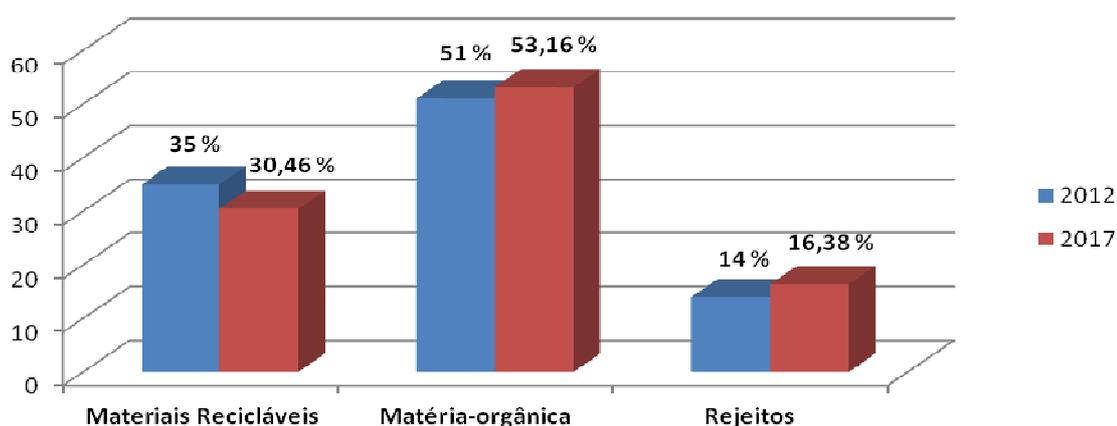


Figura 6. Comparação gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares do Município de São Paulo

Os dados da Figura 6 apresentam um comparativo feito a partir dos dados gerados por esta pesquisa com os dados apresentados no PGIRS (São Paulo [Município], 2014, p. 8). É possível destacar que houve uma redução de menos de 5% na participação dos materiais recicláveis, em contrapartida, essa redução resultou na demonstração de pequeno aumento dos percentuais de 51% para 53,16% de matéria orgânica e dos rejeitos de 14% para 16,38%.

De posse dos dados fornecidos pela Tabela 16, passou-se para a etapa de demonstração dos potenciais econômicos e demais benefícios a partir do tratamento do volume dos RSDs não tratados no ano de 2017. Nessa nova fase da pesquisa, os dados da Tabela 16 foram distribuídos de forma que se pudesse apurar o potencial econômico gerado não somente com a parcela de material reciclável, mas também com a matéria orgânica e rejeitos.

Salienta-se ainda que a forma de segregação proposta nesta pesquisa buscará potencializar os benefícios gerados com o tratamento dos RSDs de modo que se promova uma melhor forma de aproveitar o potencial desses resíduos, e que, por consequência, sejam minimizados os impactos ao meio ambiente e aos cofres municipais.

4.2 Potencial econômico dos resíduos sólidos domiciliares a partir da triagem

Nesta seção são apresentados os resultados do potencial econômico obtido a partir da triagem dos RSD descartados no Município de São Paulo no ano de 2017. Desta forma esta pesquisa reconhece na comercialização de materiais passíveis de reciclagem, Créditos de Carbono, Créditos de Logística Reversa (CLR), Combustível Derivado de Resíduo

(CDR) e na comercialização de Composto Orgânico uma alternativa de potencializar o aproveitamento dos RSDs do Município de São Paulo.

4.2.1 Comercialização de materiais recicláveis

Os dados da Tabela 17 apresentam um dos caminhos a serem trilhados para o aproveitamento do potencial econômico dos RSDs coletados e não tratados no Município de São Paulo. Nela será possível identificar a quantidade de materiais passíveis de reciclagem que são descartados em aterros sanitários e o valor que poderia ser obtido com sua comercialização.

Tabela 17
Estimativa do potencial da reciclagem

Composição gravimétrica		Toneladas / ano	Valor / kg	Valor / ton	Valor venda (R\$)
Tipos de materiais	%				
Alumínio	0,43	15.833,72	4,00	4.000,00	63.334.872,00
Embalagem longa vida	0,76	27.985,18	0,25	250,00	6.996.294,00
Embalagem PET	1,04	38.295,50	2,70	2.700,00	103.397.860,80
Metais ferrosos	0,92	33.876,79	0,60	600,00	20.326.075,20
Papel, Papelão e Jornal	10,83	398.788,76	0,64	640,00	255.224.805,12
Plástico Duro	5,55	204.365,43	1,85	1.850,00	378.076.045,50
Plástico Mole	8,99	331.035,17	0,60	600,00	198.621.104,40
Vidros	1,94	71.435,84	0,18	180,00	12.858.451,92
Total	30,46	1.121.616,40			1.038.835.508,94

Nota. O valor para comercialização de “papel, papelão e jornal” foi obtido pela média aritmética desses itens.
Fonte: Dados da pesquisa.

Do total de resíduos sólidos domiciliares coletados no ano de 2017, evidenciados na Tabela 16 (3.682.260,00) e na Tabela 17 estimados, demonstram que o montante de 1.121.616 ton/ano de resíduos produzidos tinham potencial de ser reciclados, ou seja, se deixassem de ser encaminhados para os aterros sanitários, poderiam ter sido comercializados. Ainda, com base na Tabela 17, percebe-se que os materiais passíveis de reciclagem correspondem a 30,46% do que foi coletado no município. Ou seja, quase um terço do que foi coletado em 2017 tratava-se de material reciclável, que poderia gerar uma receita de R\$ 1.038.835.508,94, entretanto foi dada destinação final inadequada, pelo descarte em aterros sanitários.

Como forma de demonstrar a distribuição de cada tipo de material no universo de 1.121.616 ton/ano de resíduos produzidos no município e descartados em aterros, apresenta-se a Figura 7.

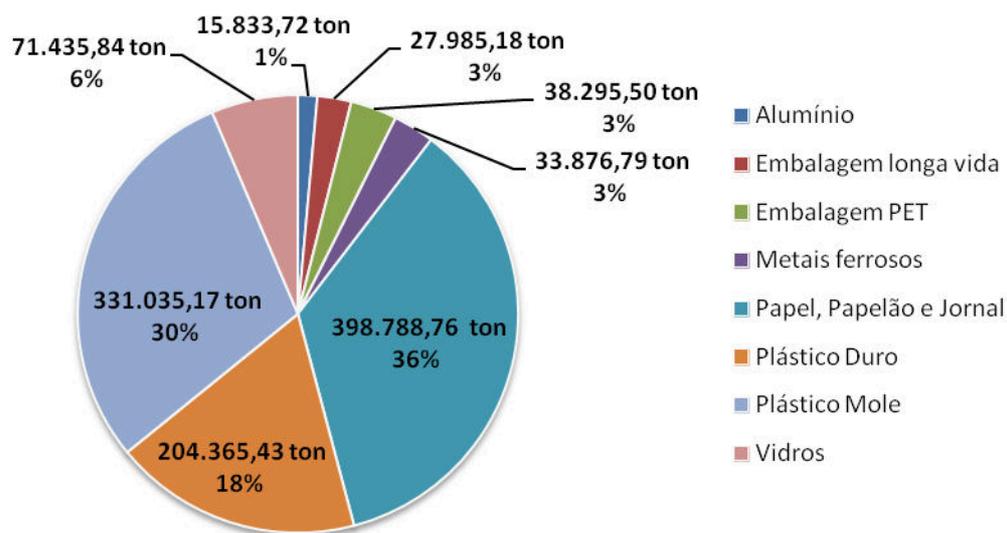


Figura 7. Participação do material reciclável no total de resíduos não tratados no ano de 2017

Esses resultados indicam a existência do potencial econômico que os resíduos sólidos domiciliares possuem a partir da sua reciclagem. Esse achado corrobora com o estudo de Souza et al. (2015) que também identificaram o potencial econômico a partir do que o Município de Porto Alegre/RS desperdiça anualmente. Constataram uma receita equivalente a R\$ 80 e 104 milhões. Isso revela que, assim como grandes metrópoles como São Paulo e Porto Alegre, outros municípios brasileiros desprezam o potencial econômico que os RSDs podem oferecer.

Os resultados até aqui apresentados evidenciam que o modelo de gestão dos resíduos sólidos adotado pelo município estudado é incompatível com a sustentabilidade urbana, pois descarta de forma inadequada os resíduos sólidos coletados, não observando o previsto pela PNRS (Lei n. 12.305/2010) no que se refere o tratamento disposição ambientalmente correta do lixo coletado. O que requer um modelo de gestão integrada, capaz de extrair dos resíduos sólidos o potencial econômico, social e ambiental que possuem.

E, desta forma, o poder público poderá responsabilizar a indústria pela geração, não tratamento, não reutilização e não disponibilização ambientalmente adequada dos rejeitos advindos de suas atividades econômicas, esta seria uma alternativa à logística reversa a ela atribuída pelo marco regulatório. Essa visão é corroborada por autores como Foladori (2001), Löwy (2004) e Slomski et al. (2013) no que diz respeito à busca por um modelo econômico que faça uso de maneira sustentável dos recursos naturais sejam eles renováveis ou não, de modo que seja associado a uma gestão sustentável dos resíduos sólidos, a fim de combater os problemas ambientais e da desigualdade social.

Esta primeira parte dos resultados demonstra um cenário de desperdício de renda, matéria-prima e recursos naturais com o descarte dos materiais passíveis de reciclagem. Corroborando com esses resultados, Gouveia (2012) ressalta que a reciclagem se constitui como uma ferramenta importante para diminuir os impactos da poluição do meio ambiente, e também de gerar benefícios tais como: geração de trabalho e renda, retorno de materiais ao ciclo produtivo, economia de energia, matéria-prima e diminuição de materiais destinados a aterros sanitários.

Nesta lógica, defende-se um modelo sustentável de gestão dos resíduos sólidos domiciliares capaz de respeitar a legislação vigente e de mitigar impactos sociais, ambientais e econômicos gerados com o não tratamento e descarte inadequado dos resíduos sólidos.

4.2.2 Comercialização de Créditos de Carbono (CC)

Uma das possibilidades de se obter benefício econômico com as boas práticas de gestão dos RSDs é a comercialização dos Créditos de Carbono. Os resíduos passíveis de reciclagem, com exceção das embalagens longa vida, foram relacionados na Tabela 18 para que então sejam convertidos e valorados de acordo com a cotação para sua comercialização. O valor do Crédito de Carbono no dia 26 de julho de 2019 foi negociado na bolsa de Londres por € 28,26 por tonelada de carbono equivalente, que convertido ao valor do euro cotado na mesma data por R\$ 4,1958, resultou em R\$ 118,57 para cada crédito de carbono, conforme a tabela a seguir.

Tabela 18
Estimativa para comercialização de Créditos de Carbono

Tipos de materiais	Quantidade (ton)	Benefício Líquido da reciclagem (tCO ₂ /t)	Quantidade Crédito de Carbono	Valor de venda (R\$ 118,57 / CC)
Alumínio	15.833,72	5,08	80.435,29	9.537.212,03
Metais ferrosos	33.876,79	1,44	48.782,58	5.784.150,57
Papel, Papelão e Jornal	398.788,76	0,27	107.672,96	12.766.783,42
Plástico (Duro, mole e PET)	573.696,11	1,53	877.755,05	104.075.415,71
Vidros	71.435,84	0,25	17.858,96	2.117.537,01
Total	1.093.631,22		1.132.504,84	134.281.098,74

Fonte: Dados da pesquisa.

Os dados apresentados na Tabela 18 evidenciam que os materiais recicláveis têm potencial de auferir uma receita R\$ 134.281.098,74 com a comercialização dos Créditos de Carbono. Esse resultado é superior à receita que o Município de São Paulo auferiu com a comercialização de créditos nos últimos três leilões, advindos da implementação do sistema

de usinas termoeletricas em dois aterros desativados, sendo capaz de reduzir em 20% os gases de efeito estufa, com isso arrecadou R\$ 34,05 milhões em 2007, R\$ 37,2 milhões em 2008 e R\$ 4,47 milhões em 2012 (G1, <http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2012/06/sao-paulo-arrecada-r-44-milhoes-no-3-leilao-de-creditos-do-carbono.html>). Esses achados demonstram que esta fonte de recursos deve ser valorizada.

Esses resultados indicam que a comercialização de créditos de carbono a partir da reciclagem é outra fonte geradora de receita. Em consonância, Slomski et al. (2012) e Slomski et al. (2013) propõem a implantação da Indústria de Destinação Final do Lixo em que a comercialização de créditos de carbono é apenas uma das fontes geradora de receita. Isso significa dizer que o tratamento e destinação final adequada dos RSDs apresenta-se como uma alternativa viável para o poder público, uma vez que a reciclagem, juntamente com outras fontes tem potencial para auferir receitas (Braz, 2009; Valim, 2014; Souza et al., 2015; Aquino et al., 2016 e Nelles et al. 2016). Além disso, Besen et al. (2014) afirmam que o tratamento e destinação final adequada dos RSDs com a reciclagem de materiais contribuem para a sustentabilidade urbana.

4.2.3 Comercialização dos Créditos de Logística Reversa

A comercialização dos CLR representa uma alternativa viável e merece um olhar diferenciado do setor produtivo, dos órgãos governamentais e sociedade em geral. Diante disso, esta pesquisa estimou a receita possível de CLR, a partir de 1.121.616,40 toneladas, obtidas do montante de RSDs coletados no Município de São Paulo. Desta forma, os dados foram obtidos extraíndo, da Tabela 16 (gravimetria, 2017), os itens passíveis de reciclagem produzidos no ano de 2017 e os valores praticados na última negociação da BVRio (2015, recuperado de <https://www.bvrio.org/embalagem/plataforma/ordens.do>) para elaborar e apresentar os dados da Tabela 19.

Tabela 19

Estimativa para a comercialização de Créditos de Logística Reversa - CLR

Tipos de materiais	Tonelada / ano	Valor CLR / ton	Valor venda CLR
Alumínio	15.833,72	290,00	4.591.778,22
Embalagem longa vida	27.985,18	50,00	1.399.258,80
Embalagem PET	38.295,50	70,00	2.680.685,28
Metais ferrosos	33.876,79	40,00	1.355.071,68
Papel, Papelão e Jornal	398.788,76	34,33	13.691.747,36
Plástico Duro	204.365,43	70,00	14.305.580,10
Plástico Mole	331.035,17	45,00	14.896.582,83
Vidros	71.435,84	30,00	2.143.075,32
Total	1.121.616,40		55.063.779,59

Nota. Valor para comercialização de CLR “papel, papelão e jornal” foi obtido pela média aritmética desses itens.

Os dados da Tabela 19 indicam uma receita de R\$ 55.063.779,59 com a venda de CLR. Diante desses resultados, acredita-se que a comercialização dos CLRs é um importante instrumento para a indústria atender as exigências da PNRS, no que concerne ao tratamento e destinação final correta dos resíduos sólidos gerados em vista da sua atividade econômica. A compra de CLR serve de alternativa à logística reversa que a indústria deveria proceder. Segundo o que propõe a PNRS, a indústria deve responsabilizar-se pelos resíduos sólidos gerados, procedendo ao tratamento e destinação final correta aos seus produtos e/ou embalagens no pós-consumo. No entanto, verifica-se que o poder público se encarrega da coleta e destinação final dos resíduos sólidos produzidos nos municípios, maximizando seus gastos públicos e minimizando os custos da indústria que, apesar de geradora dos resíduos, maximiza seus lucros, uma vez que não inclui o tratamento e destinação final daquilo que produz (Cruz, Simões, & Marques, 2012).

Isso significa dizer que, para a indústria, montar uma cadeia de logística reversa é extremamente custoso, sem contar que seria uma área diferente do seu ramo de atividade. Essa lacuna, que hoje é preenchida pelo poder público impactando seu orçamento, deve ser de responsabilidade da indústria que deve adotar medidas para atender o que a PNRS determina. Essas ideias são corroboradas por Slomski, Tonetto, Bonacim, Megliorini e Slomski (2013), pois os autores consideram a criação de uma Indústria de Destinação Final do Lixo (IDF) remunerada pelas empresas quando estas adquirem os Créditos de Internalização dos Custos Privados (CICPs), neste caso, os créditos de logística reversa.

A Indústria da Destinação Final do Lixo (IDF) foi idealizada pelos autores Slomski et al. (2012), que preveem a possibilidade de a indústria adquirir créditos que substituam a operação de logística reversa dos resíduos sólidos por ela produzidos. Os autores classificam os créditos como de Internalização de Custos Privados (CICPs) e os definem como:

O CICIP's irá corresponder a um título para ser comercializado, cujo objetivo é viabilizar o processo de coleta e destinação final de todo o lixo doméstico das cidades com a participação plena de todas as empresas que contribuíram para sua geração, seja pela embalagem, seja pelo produto em si. O CICIP's será emitido pelas concessionárias credenciadas na cadeia de destinação final do lixo, pelo volume de produção diária. (Slomski et al., 2012, p. 285).

Essa alternativa à logística reversa proposta por Slomski et al. (2012) com a aquisição dos CICPs é baseada no pressuposto de que o desenvolvimento e a sustentabilidade impõem crenças, concepções e práticas de gestão ambiental que considerem o ciclo total de vida do produto, desde a sua concepção até o seu descarte. Este modelo de gestão dos resíduos sólidos é defendido pela PNRS que obriga a cadeia produtiva a proceder a logística reversa, sendo

que este instrumento é o carro chefe do marco regulatório. Desta maneira, a Contabilidade de custos deve internalizar os gastos com o tratamento e destinação final do produto e/ou embalagem aos custos de produção.

Os resultados apresentados acima foram estimados com valores praticados pela BVRio, entretanto, carecem de expressar o real valor que a indústria deve pagar pelo crédito da logística reversa (CICPs). A receita estimada foi de R\$ 55.063.779,59, obtida com valores que na média não ultrapassaram a R\$ 0,10 por quilo de material reciclado. No cenário atual, a indústria ainda não procede à logística reversa e, assim, não internaliza os custos com o tratamento da embalagem e/ou produto aos custos da produção. Porém, as indústrias precisam “internalizar como custo de produção a coleta e a destinação final daquilo que é de sua responsabilidade para se tornarem sustentáveis” (Slomski et al., 2012, p. 286). Deste ponto de vista, Slomski et al. (2012), em seu estudo, apresentam uma proposta para a internalização de CICPs, em que seja atribuído um custo de ao menos R\$ 1,00 para cada quilo de material utilizado. Os autores exemplificam da seguinte forma:

Em uma produção mensal de refrigerantes com o uso de uma tonelada de garrafas PET, com aquisição de 1.000 CICPs a R\$ 1,00 tem-se as situações conforme a seguir:

- a) Primeiro caso (Sem CICIP – atual): Custo do Produto Acabado (R\$ 100.000) + Créditos de Internalização dos Custos Privados (R\$ 0,00) = Custo Total do Produto Acabado (R\$ 100.000);
- b) Segundo caso (Com CICIP – futuro): Custo do Produto Acabado (R\$ 100.000) + Créditos de Internalização dos Custos Privados (R\$ 1.000,00) = Custo Total do Produto Acabado (R\$ 101.000). (Slomski et al., 2012, p. 286).

Estes exemplos mostram que haveria a responsabilização da indústria e a viabilização da IDF, de modo que seria considerado o custo total do produto, em que “o custo do produto acabado ficaria acrescido dos CICPs e todo o processo de produção ficaria sob a responsabilidade da indústria, sem produção de externalidades negativas” (Slomski et al., 2012, p. 286). Esta seria uma proposta alternativa em que a indústria não precisaria implementar processos de logística reversa, entretanto “todos os custos de produção ficarão internalizados, sem que a indústria tenha de criar instrumentos de coleta de suas embalagens” (Slomski et al., 2012, p. 286).

Desse modo, esta pesquisa se valerá dos valores atribuídos por Slomski et al. (2012, p. 286), os quais consideraram que os créditos de logística reversa ou Créditos de Internalização de Custos Privados (CICPs) deveriam ser comercializados considerando que cada CICIP corresponda a um quilo de material. Feita esta equivalência, auferir-se que cada CICIP deverá

ser comercializado pelo valor de R\$ 1,00 (um real), dado o impacto socioambiental que os resíduos sólidos provenientes das atividades produtivas causam ao meio ambiente e aos cofres públicos.

A Tabela 20 traz uma demonstração do potencial econômico que os RSDs do Município de São Paulo podem oferecer a partir da concepção de valor atribuído (R\$ 1,00) por esses autores.

Tabela 20
Comercialização de Créditos de Internalização dos Custos Privados – CICPs

Tipos de materiais	Tonelada / ano	Quilo / ano	Valor venda (R\$1,00 / CICP)
Alumínio	15.833,72	15.833.718	15.833.718,00
Embalagem longa vida	27.985,18	27.985.176	27.985.176,00
Embalagem PET	38.295,50	38.295.504	38.295.504,00
Metais ferrosos	33.876,79	33.876.792	33.876.792,00
Papel, Papelão e Jornal	398.788,76	398.788.758	398.788.758,00
Plástico Duro	204.365,43	204.365.430	204.365.430,00
Plástico Mole	331.035,17	331.035.174	331.035.174,00
Vidros	71.435,84	71.435.844	71.435.844,00
Total	1.121.616,40		1.121.616.396,00

Fonte: Dados da pesquisa.

Os dados da Tabela 20 demonstram uma receita de R\$ 1.121.616.396,00 com a comercialização do CICPs. Esse valor poderia fazer parte da receita dos municípios e das cooperativas, em que se cumpriria o que prevê o princípio do poluidor-pagador, praticado em países desenvolvidos como a Alemanha, ora demonstrado no estudo de Nelles et al. (2016). Ou seja, as empresas deveriam pagar pela logística reversa dos resíduos sólidos que geram com suas atividades produtivas. Assim, acredita-se que essa mudança de cultura das empresas fará com que desenvolvam produtos menos danosos ao meio ambiente. Sendo assim, além de atender a legislação atual, “o gestor da empresa, ciente das responsabilidades empresariais com a destinação final, adquire títulos de CICPs para internalizar os custos que são de responsabilidade da empresa para que seus produtos ou embalagens não impactem na sustentabilidade do planeta” (Slomski et al., 2012, p. 286).

4.2.4 Comercialização de Combustível Derivado de Resíduo (CDR) e de Composto Orgânico

Esta pesquisa considera que, dentre as alternativas de aproveitamento energético dos RSDs, a produção do CDR se consolida como uma forma de sistematizar a proposta de conceber um processo produtivo no qual são equacionados a valorização dos resíduos promovida (reciclagem), geração de renda (empregos), menos custos públicos no tratamento dos resíduos e preservação do meio ambiente. Todas essas variáveis são pontos observados nesta pesquisa como um modelo de gestão sustentável.

Para tanto, ao estimar esse potencial econômico, excluem-se os resíduos passíveis de reciclagem (outrora elencados na Tabela 17), matéria orgânica, terra e pedra. Deste modo, foram reunidos na Tabela 21 os seguintes tipos de resíduos para a produção de CDR.

Tabela 21

Estimativa para comercialização de Combustível Derivado de Resíduo - CDR

Tipos de materiais	%	Toneladas Ano	Taxa de conversão (30%)	Potencial de venda (R\$ 554,52/ton) ^a
Borracha	0,34	12.519,68	3.755,91	2.082.724,55
Diversos	0,87	32.035,66	9.610,70	5.329.324,59
Espuma	0,29	10.678,55	3.203,57	1.776.441,53
Fraldas e absorventes	6,34	233.455,28	70.036,59	38.836.687,23
Isopor	0,27	9.942,10	2.982,63	1.653.928,32
Madeira	1,30	47.869,38	14.360,81	7.963.358,58
Trapos e panos	5,73	210.993,50	63.298,05	35.100.034,35
Total	15,14	557.494,16	167.248,25	92.742.499,15

Nota: ^avalor de comercialização de CDR extraído de “Avaliação econômica e ambiental do aproveitamento energético de resíduos sólidos no Brasil” de M. C. S. Mamede (2013, p. 48).

Fonte: Dados da pesquisa.

O montante de resíduos demonstrado na Tabela 21, correspondente a 557.494,16 toneladas, se submetido à taxa de conversão de RSD para produção de CDR na proporção de 30% (Sampaio, 2015), tem seu volume reduzido drasticamente ao final do processo. Percebe-se já aqui um benefício pela redução do volume dos resíduos, o qual terá ainda uma maior redução quando encaminhado para queima.

A fim de referendar a escolha da melhor prática de aproveitamento energético para os RSDs não tratados no Município de São Paulo, esta pesquisa considerou resultados colhidos em outros estudos que pudessem dar suporte à opção feita.

No estudo de Mamede (2013) que teve como base as melhores tecnologias internacionais, foram traçadas duas rotas de aproveitamento energético para os resíduos

sólidos urbanos, quais sejam, as de viés combustível com digestão anaeróbica e produção de combustível derivado de resíduo (CDR), ou viés geração de eletricidade utilizando a digestão anaeróbica e incineração. Avaliando prejuízos ambientais e viabilidade econômica de cada tipo de projeto, o autor considera que o projeto que consiste em utilizar a tecnologia para produção de CDR apresenta melhores resultados. Isto se dá pelo fato de o cenário brasileiro apresentar dados da adoção de coleta seletiva muito baixos e aos elevados custos de implantação e operação, o que tornou as outras tecnologias menos atrativas.

Esse resultado também é corroborado por Sampaio (2015) que, em seus resultados, considera que a produção de CDR apresenta maiores benefícios:

O mais viável economicamente, sem degradar o meio ambiente e prejudicar a saúde humana é o uso de CDR como combustível auxiliar. Desta maneira os equipamentos ficam mais baratos por não haver necessidade de queimar 100% CDR e, portanto, um equipamento dedicado a esta combustão. Por exemplo, pode ser realizada a combustão consorciada de bagaço de cana e CDR. (Sampaio, 2015, p.49).

Assim, o CDR produzido nas Usinas de Triagem, conforme a modelagem que este estudo propõe, poderá ser utilizado como combustível auxiliar em fornos industriais de usinas de cimento e também usinas de álcool e açúcar. Neste último exemplo, de acordo com Sampaio (2015), somente no Estado de São Paulo havia aproximadamente 170 usinas de álcool e açúcar que poderiam fazer uso de CDR. Estas usinas utilizando o CDR gastarão menos com outros combustíveis mais caros, e por consequência contribuirão para a redução de deposição de resíduos nos aterros, hoje perto da saturação.

Restou por fim o aproveitamento da parcela de resíduos composta por matéria orgânica. No Município de São Paulo foram produzidos quase 2 milhões de toneladas de matéria orgânica somente no ano de 2017. O que fazer com tamanha proporção?

Para alcançar os resultados que serão demonstrados na Tabela 22, foi necessário levar em consideração que, segundo o CEMPRE (<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/10/composto-urbano>, recuperado em 03 de julho, 2019), o preço do composto orgânico, também chamado de adubo, varia entre R\$ 100,00 e R\$ 150,00, neste caso foi utilizada a média dos valores para precificar a tonelada do composto. Outro item que também carece de maior explicação é que, durante o processo de compostagem, a matéria orgânica sofre mutações biológicas que culminam com perda de peso e volume, ao passo que foi utilizada a taxa de conversão de 30% de matéria orgânica para composto. A quantidade de RSDs produzida no Município de São Paulo e passível de compostagem é apresentada na Tabela 22.

Tabela 22

Estimativa para comercialização de Composto Orgânico

Tipos de materiais	%	Toneladas/Ano	Taxa de conversão (30%)	Potencial de venda (R\$ 125,00/ton) ^a
Matéria orgânica	53,16	1.957.489,42	587.246,82	73.405.853,10
Total	53,16	1.957.489,42	587.246,82	73.405.853,10

Nota: ^avalor de comercialização de composto orgânico extraído de (<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/10/composto-urbano>, recuperado em 03 de julho, 2019).

Fonte: Dados da pesquisa.

Os resultados da produção de composto orgânico a partir da matéria orgânica constante no volume descartado dos RSDs do Município de São Paulo, **guardadas as proporções de produção de cada ano**, corroboram com os resultados apresentados na pesquisa de Culi e Contrera (2016) que também estudaram os RSDs do Município de São Paulo, e demonstraram, com base na quantidade de matéria-orgânica daquele ano, ser possível, dependendo da tecnologia de compostagem, obter entre 3.237,21 e 1.618,61 ton/dia de composto.

Os estudos de Aprilia et al. (2012) e Harir et al. (2015) confirmam que o fato de esta pesquisa ter escolhido a compostagem como alternativa para gestão de resíduos e geração de receita foi acertada. Nos resultados desses autores são citados benefícios como baixo custo de implantação e operação, redução de material encaminhado para aterros e geração de empregos e renda.

Embora existam outras formas de aproveitamento da matéria orgânica, como a captura de metano em aterros ou uso de biodigestores, a compostagem se apresenta como uma tecnologia de baixo investimento e manutenção. Seus resultados permitem ainda reduzir a emissão de GEE e obter um composto orgânico de alta qualidade para uso agrícola e também ser passível de comercialização (Inacio, Bettio, & Miller, 2010, p.20).

O universo da compostagem ainda é pouco explorado no Brasil. Dados do Ministério do Meio Ambiente (<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/gest%C3%A3o-de-res%C3%ADuos-org%C3%A2nicos.html>, recuperado em 03 de julho, 2019) demonstram que, embora no Brasil mais de 50% de seus resíduos sejam compostos por matéria orgânica, apenas 2% são encaminhados para a compostagem. Essa realidade acaba saturando os aterros sanitários, diminuindo sua vida útil e, por consequência, ainda polui o meio ambiente com a liberação de chorume e emissão de GEE.

Com relação à emissão de GEE, segundo Inacio, Bettio e Miller (2010, p.18), a compostagem quando comparada à deposição de matéria-orgânica em aterros sanitários, apresenta uma proporção 10 vezes menor em emissões de gás metano liberados na atmosfera.

Assim, a compostagem foi selecionada por esta pesquisa não só pelo potencial econômico que se pretende demonstrar que oferece, mas também é relevante constar que esta técnica atende ao que preconiza a PNRS (Lei 12.305/2010) e também gera benefícios ao meio ambiente.

Por fim, cabe ressaltar que a implantação da compostagem atenderá ao que dispõe o artigo 36, inciso V, da Lei 12.305/2010, o qual refere que caberá ao titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, havendo o plano municipal de gestão integrada dos resíduos sólidos, implantar sistema de compostagem para os resíduos sólidos orgânicos, bem como articular com os agentes econômicos e sociais as formas de utilização deste composto.

Diante dos dados apresentados, o potencial econômico com os RSDs pôde ser obtido utilizando a comercialização de materiais passíveis de reciclagem, créditos de carbono, créditos de logística reversa, combustível derivado de resíduo e composto orgânico.

A Tabela 23 apresenta de forma consolidada esse potencial econômico ainda pouco explorado, mas que está contido nos RSDs não tratados do Município de São Paulo.

Tabela 23

Potencial econômico dos resíduos sólidos domiciliares a partir da triagem

Fontes de receitas	Valor (R\$)
Reciclagem	1.038.835.508,94
Comércio de Créditos de Carbono	134.281.098,74
Comércio de Créditos de Logística Reversa	1.121.616.396,00
Combustível Derivado de Resíduos – CDR	92.742.499,15
Compostagem	73.405.853,10
Total	2.460.881.355,93

Fonte: Dados da pesquisa.

Estes dados são apresentados na Figura 8 para evidenciar melhor sua distribuição e potencial econômico identificado pela pesquisa.

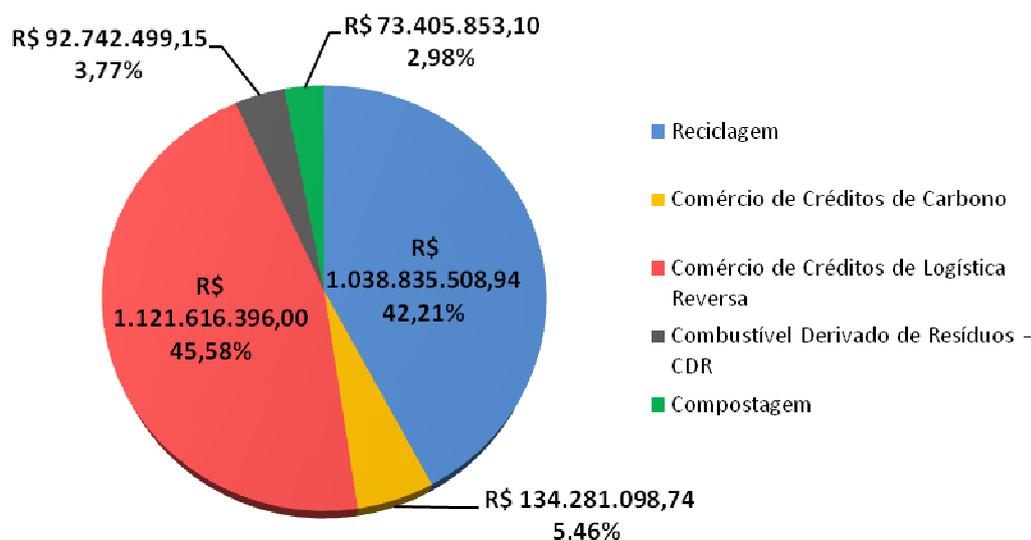


Figura 8. Potencial econômico dos resíduos sólidos domiciliares do Município de São Paulo

Os dados da Figura 8 corroboram com a perspectiva desta pesquisa de que o Município de São Paulo descarta um grande potencial de receita, ora evidenciado nesta pesquisa como bilionário e ainda arca com o custeio de uma forma de tratar seus resíduos totalmente insustentável. Diante dos resultados apresentados até este momento, a proposta de Slomski et al. (2012) de implantação uma Indústria de Destinação Final do Lixo (IDF) se consolida como uma importante alternativa para ajustar o sistema de gestão de resíduos domiciliares. Os autores discutem o formato dessas usinas de tal modo que visam a uma mudança no que se entende e se pratica até o momento como modelo de gestão de resíduos sólidos.

Farão parte desta nova indústria – a indústria de destinação final do lixo – empresas concessionárias que irão adquirir, via licitação, o lixo das cidades (diferentemente da situação atual em que as cidades pagam para que empresas colem o lixo) e que contratarão empresas/pessoas para fazerem a triagem do lixo, destinando-o para reciclagem ou para a incineração. (Slomski et al., 2012, p. 285).

Com a criação desta indústria, o município adotará uma gestão mais sustentável dos RSDs, na qual se deixará de impactar o orçamento e o meio ambiente com a falta de tratamento e destinação final ambientalmente adequada destes. Esta é uma mudança de paradigma que exigirá uma nova cultura na qual os investimentos resultem em benefícios e não em despesas. Essas ideias serão discutidas na seção a seguir.

4.3 Custos e benefícios com a implantação de centrais de triagem para os resíduos sólidos domiciliares não tratados

A implantação de centrais de triagem é vista por esta pesquisa como uma das alternativas para minimizar os impactos que o não tratamento adequado dos RSDs causam ao meio ambiente e ao orçamento público. A separação dos resíduos por tipos de material potencializa o poder de comercialização dos produtos ao passo que, se forem triados, beneficiados com trituradores ou prensas e enfardamento, estes resíduos ganham valor agregado e têm condições de ser reintegrados ao sistema produtivo para geração de outros produtos. A seguir serão apresentados os resultados dos custos e benefícios a partir da implantação de centrais de triagem para fazer frente ao total de RSD descartado no Município de São Paulo no ano de 2017.

4.3.1 Custos com implantação de central de triagem

Os resultados apresentados na Tabela 24, a seguir, evidenciam os custos estimados para a implantação e operação de centrais da triagem, tendo como base o montante de RSD não tratados no ano de 2017. A referida tabela demonstra que são necessárias 101 unidades de centrais de triagem, totalizando um investimento estimado em R\$ 1.819.427.554,20.

Depois de implantadas, o custo operacional total é estimado em R\$ 1.790.498.925,00/ano.

Tabela 24

Estimativa de custos para implantação e operação de centrais de triagem

	Unidade	Totais
Custo unitário de implantação central de triagem		
Equipamentos:		
Moega		
Esteira		
Abridor de bolsas		
<i>Trommel</i> (peneira de classificação)		
Separador magnético		
Furador de garrafas PET		
Triturador		
Prensa horizontal		
Prensa vertical		
Carrinhos telados		
Plataformas e cabines de seleção		
Projeto e instalação		
Total equipamentos	R\$ 15.000.000	R\$ 15.000.000,00
Obras de construção civil (2.178m ²)	R\$ 1.383,90/m ²	R\$ 3.014.134,20
Total de custos para cada unidade		R\$ 18.014.134,20

Continua

	Unidade	Conclusão Totais
Custo total de implantação de central de triagem		
Quantidade de RSDs não tratados em 2017	tonelada/dia	10.088,38
Quantidade de unidades necessárias	Capacidade 100 toneladas/dia	101
Custo de implantação de central de triagem	R\$ 18.014.134,20	R\$ 1.819.427.554,20
Custo de operação		
Quantidade de RSDs não tratados em 2017	toneladas	3.682.260,00
Custo de operação de unidade de triagem	R\$ 486,25/ ton	R\$ 1.790.498.925,00

Fonte: Gomes, A. C. (2019). Projeto para uma unidade processamento RSU e produção de CDR com capacidade 100 t/dia, em 1 turno de 10 horas. Cornélio Procópio, Paraná (Projeto desenvolvido para esta dissertação de Mestrado).

Com a implantação das 101 centrais de triagem calculadas e apresentadas na Tabela 24, é possível afirmar que a quantidade de RSD sem tratamento no ano de 2017, o equivalente a 3.682.260 toneladas, não seriam encaminhadas aos aterros sanitários e conseqüentemente este resíduo seria capaz de gerar os benefícios econômicos anteriormente comprovados neste estudo. Além desses, cabem ainda constar os benefícios sociais e ambientais que serão abordados posteriormente nesta pesquisa.

A Figura 9 apresenta o projeto de uma central de triagem idealizado para esta pesquisa. Esta central de triagem contará com uma planta tecnológica com grau de automatização no tratamento mecânico para a valorização dos recursos presentes nos RSDs coletados. Este modelo de central terá ainda a capacidade de processar diariamente 100 toneladas de RSDs em 10 horas de operação.

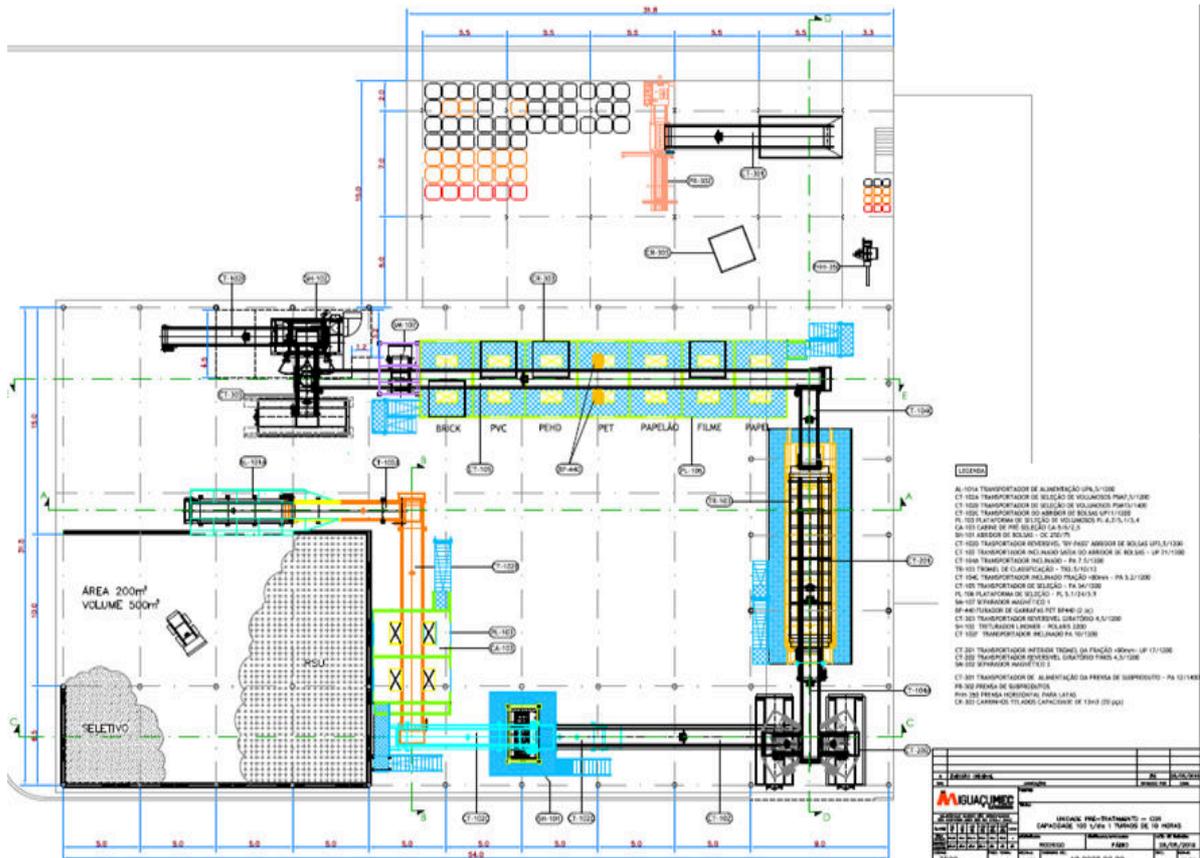


Figura 9. Projeto de uma central de triagem

Fonte: Gomes, A. C. (2019). Projeto para uma unidade processamento RSU e produção de CDR com capacidade 100 t/dia, em 1 turno de 10 horas. Cornélio Procópio, Paraná (Projeto desenvolvido para esta dissertação de Mestrado).

De modo a ilustrar o funcionamento da central de triagem que este estudo propõe, será apresentada a seguir a Figura 10. Durante a visualização, será possível acompanhar o trajeto que o resíduo faz até chegar no processo final, transformando-o em Combustível Derivado de Resíduo – CDR.

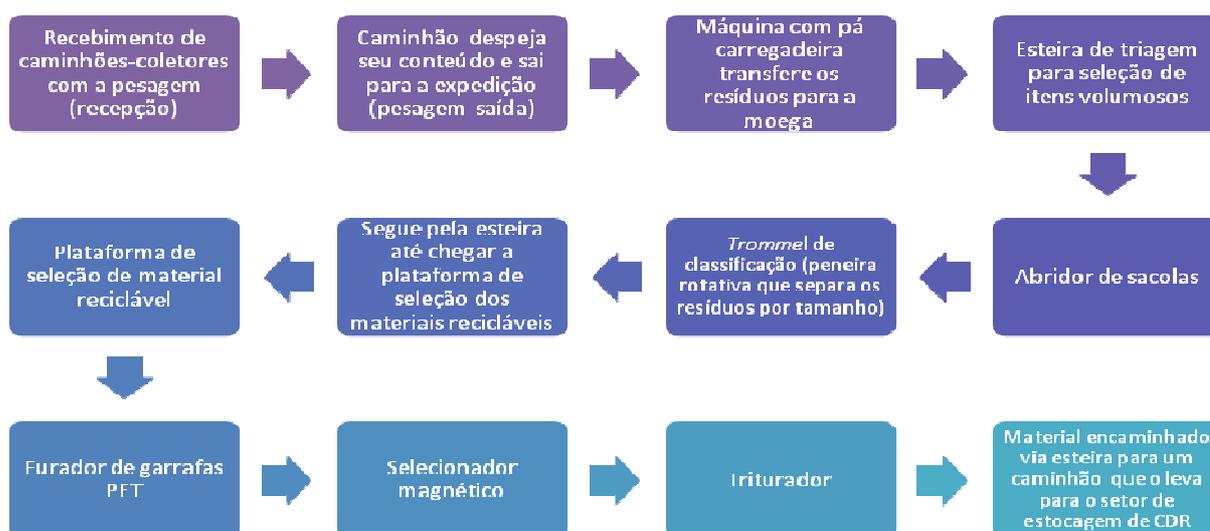


Figura 10. Processo de funcionamento da central de triagem

O processo de funcionamento das atividades da central de triagem exemplificado na Figura 10 pode ser compreendido nos seguintes passos: recebimento de caminhões-coletores com a pesagem (recepção), o caminhão destina-se à área de 200m² onde despeja seu conteúdo e sai para a expedição (nova pesagem de saída).

Em seguida uma máquina com pá carregadeira transfere os resíduos para a moega. Abaixo da moega localiza-se uma esteira de triagem que inicialmente passará pela plataforma de seleção de itens volumosos, em seguida passam pelo abridor de sacolas até chegarem no *trommel* de classificação (peneira rotativa que separa os resíduos por tamanho). Passado pelo *trommel*, o material segue então pela esteira até chegar à plataforma de seleção dos materiais recicláveis, nela também estão dispostos um equipamento furador de garrafas pet e carrinhos telados para transporte de materiais. Nesta esteira o material não orgânico será separado manualmente por 14 pessoas.

Em seguida, os materiais seguirão pela esteira passando pelo selecionador magnético que reterá o material ferroso. Depois do primeiro separador magnético o que continua na esteira passa por um triturador. Após, as partículas trituradas são encaminhadas, via esteira que já acompanha o triturador, para um caminhão com caçamba basculante que leva o material para o setor de depósito de CDR.

Essas centrais de triagem dão sequência ao que foi proposto no estudo de Slomski et al. (2012) que apresentaram a Indústria de Destinação Final do Lixo (IDF) como uma alternativa para o desenvolvimento organizacional e a sustentabilidade do planeta, bem como também o problema da escassez para obter novas áreas para aterros nas cidades brasileiras.

Complementando o projeto idealizado por Slomski et al. (2012), esta pesquisa procura ir além, pois a viabilidade econômica do modelo proposto pelos autores se dará por meio de quatro possibilidades de geração de receita, a saber: 1- venda de materiais recicláveis; 2- venda de energia elétrica produzida nas usinas de incineração; 3- venda de créditos de carbono (bônus negociável em troca da não poluição ambiental estabelecidos com base no Protocolo de Kyoto) e 4- vendas de títulos para internalização dos custos privados. Nesta pesquisa é incrementada uma quinta possibilidade de receita, a comercialização de composto orgânico.

Outra mudança significativa que deve ser considerada é a substituição de comercialização de energia produzida em usinas de incineração por comercialização de CDR auxiliar. Essa medida foi entendida como necessária para o desenvolvimento desta pesquisa, pois, tendo em vista o potencial de reciclagem, a performance do poder calorífico não atenderia aos requisitos mínimos para a viabilidade de operação. Outro fator é o custo de implantação dessas alternativas, no qual se sobressaiu a implantação de centrais de triagem que produzam CDR auxiliar para comercialização.

4.3.2 Estimativa de benefícios sociais e ambientais gerados pela triagem dos resíduos sólidos não tratados

A Tabela 25, adiante, demonstra que, implantadas as 101 centrais de triagem para o tratamento dos RSD não tratados no município de São Paulo no ano de 2017, é possível a geração de 3.333 empregos diretos, logo, oportunidade de trabalho e consequentemente renda para milhares de pessoas.

Tabela 25
Estimativa do potencial de empregos diretos gerados

	Totais
Quantidade de centrais de triagem implantadas	101
Quantidade de empregos diretos gerados (cada central de triagem)	33
Total de empregos diretos gerados	3.333

Fonte: Dados da pesquisa.

A PNRS surge como um instrumento que promove a inserção do catador no processo produtivo. Nela se destacam o art. 6º em seu inciso VIII - o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania; e o art. 7º em seu inciso XII - integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada

pelo ciclo de vida dos produtos. O primeiro traz um princípio de lei e o segundo um objetivo que, colocados em prática, são responsáveis por grandes mudanças.

Desta forma, esta pesquisa, ao cumprir seu objetivo de estimar o custo de implantação de centrais de triagem no Município de São Paulo, trouxe também como resultado que, no modelo de central de triagem apresentado, há previsão de geração de 33 empregos diretos. São ocupações divididas na seguinte proporção: 01 maquinista alimentador do sistema, 04 triadores na plataforma de seleção volumosos, 14 triadores na plataforma de seleção dos materiais recicláveis, 04 operadores de carrinhos telados, 01 operador de prensa vertical, 02 operadores de prensa horizontal, 01 operador de empilhadeira, 02 operadores auxiliares, 01 supervisor, 02 auxiliares administrativos e 01 gerente geral.

Assim, para operar as 101 centrais de triagem tidas como necessárias para recuperar o RSD não tratado no ano de 2017, seriam necessários 3.333 trabalhadores. É importante ressaltar que ainda cabe o dimensionamento para estimativa de geração de vagas nas áreas de coleta, compostagem, limpeza, vigilância, e manutenção de equipamentos e veículos.

Com vistas aos benefícios sociais tem-se que: no art. 23, inciso I da Declaração Universal dos Direitos Humanos, está disposto que “Todo ser humano tem direito ao trabalho, à livre escolha de emprego, a condições justas e favoráveis de trabalho e à proteção contra o desemprego” (Organização das Nações Unidas [ONU], 1948). Em consonância com o inciso III da referida Declaração, nossa Constituição prevê no Capítulo II, que trata Dos Direitos Sociais, em seu art. 7º, inciso IV:

. . . salário mínimo, fixado em lei, nacionalmente unificado, capaz de atender a suas necessidades vitais básicas e às de sua família com moradia, alimentação, educação, saúde, lazer, vestuário, higiene, transporte e previdência social, com reajustes periódicos que lhe preservem o poder aquisitivo, sendo vedada sua vinculação para qualquer fim. (Constituição Federal, 1988).

Embora a Declaração Universal e a Constituição Federal do Brasil prescrevam que o homem tenha liberdade de escolha do trabalho e que a sua remuneração deverá consistir no atendimento de suas necessidades básicas, o trabalhador de maneira geral, muitas vezes, é empurrado para exercer funções inferiores e, devido a sua baixa remuneração, consegue garantir apenas os itens de sobrevivência, como a alimentação.

Essa realidade pode ser aplicada aos catadores de materiais recicláveis. Segundo o PGIRS (São Paulo [Município], 2014), existe um número muito significativo de catadores avulsos, estimados em torno de 10 mil pessoas no Município de São Paulo. De modo geral, essas pessoas se relacionam com indivíduos que fazem parte da base da cadeia econômica da

reciclagem, são os sucateiros e donos de pequenos depósitos de recicláveis que, em sua grande maioria, não estão regularizados. Além de receberem valores irrisórios pelo material reciclado, os catadores ainda, em alguns casos, recebem ou até mesmo alugam equipamentos para coleta, o que os mantém vinculados ao negócio cuja relação de dependência só tende a aumentar.

Uma alternativa para essas pessoas se libertarem desse ciclo exploratório é trabalhar com materiais recicláveis, mas em um formato regulamentado. Braz (2009) considerou que os processos de reciclagem:

. . . além de preservarem o meio ambiente, também geram riquezas e empregos para famílias de baixa renda, quer seja por meio de cooperativas de trabalho, quer seja como fornecedores para as empresas privadas que atuam neste segmento, ou mesmo como trabalhadores destas empresas. A quantidade de empregos que a reciclagem tem gerado nas grandes cidades é muito significativa. (Braz, 2009, p. 12).

A Tabela 26, a seguir, demonstra os resultados dos benefícios ambientais que foram estimados considerando a quantidade de recursos naturais economizados com a recuperação dos materiais pela reciclagem e posteriormente utilizados na indústria. Destacam-se dentre eles: mais de 3 milhões de m³ de aterros economizados com a reciclagem do alumínio, 142 mil m² de florestas, 39 bilhões de litros de água economizados com a reciclagem e 220 mil toneladas de minérios (bauxita, ferro, cal, areia, carvão) que deixaram de ser extraídos do meio ambiente. Assim, segue Tabela 26.

Tabela 26

Estimativa para ganhos com a redução da extração de recursos naturais

Tipos de materiais	Tonelada/ ano	Referências para cada tonelada reciclada		Quantidade de recurso natural economizado
		Quantidade	Tipo de recurso natural economizado	
Alumínio	15.834	200,00	m ³ aterro sanitário	3.166.744
	15.834	5,00	ton bauxita economizada	79.169
Papel	398.789	98,00	mil litros de água	39.081.298
	398.789	2,50	mil kw de energia	996.972
	398.789	30,00	árvores não cortadas	11.963.663
	398.789	357,14	m ² de floresta protegida	142.424.556
Plástico	573.696	0,01	ton petróleo economizada	5.737
Metais ferrosos	33.877	1,14	ton de minério de ferro	38.620
	33.877	0,16	ton de carvão economizada	5.251
	33.877	0,02	ton de cal economizada	610
Vidro	71.436	1,30	ton areia economizada	92.867

Fonte: Dados da pesquisa.

A Tabela 26 demonstra que, a partir da reciclagem dos RSD não tratados no Município de São Paulo no ano de 2017, é possível destacar a geração de diversos tipos de

benefícios ambientais, tais como: bilhões de litros de água, milhares de m² de floresta protegida, milhares de toneladas de minerais e toneladas de petróleo. Diante desses resultados apresentados na Tabela 26 é possível afirmar que os RSDs do Município de São Paulo são capazes de gerar significativos benefícios ambientais, os quais têm potencial de mitigar os impactos ambientais causados pelo processo predatório dos atuais sistemas de produção e deficiente sistema de gestão de resíduos. Gouveia (2012) e Paschoalin et al. (2014, p. 32) também analisaram em seus estudos os resíduos sólidos domiciliares do Município de São Paulo. Os resultados obtidos por esses autores corroboram com os deste estudo, ao ponto que eles também identificaram a reciclagem como uma ferramenta capaz de mitigar os impactos ambientais, por meio da redução das emissões de carbono durante o transporte e o alívio de carga sobre os aterros, economia de energia, matéria-prima e diminuição de materiais destinados a aterros sanitários.

Em complemento, os benefícios demonstrados nesta pesquisa e confirmados por Gouveia (2012) e Paschoalin et al. (2014) também podem ser obtidos em municípios de menor tamanho, como foi identificado por Paes et al. (2014) que fizeram um estudo de caso em um pequeno município do interior paulista e demonstraram que as práticas de reciclagem proporcionam reduções nos impactos ambientais.

Braz (2009) comprovou que é possível mensurar esses benefícios em relatórios contábeis, nisso desenvolveu o Demonstrativo do Desempenho Social e Ambiental. Durante sua pesquisa, ele estimou a economia de espaços em aterros sanitários e foi ainda além, demonstrando que a redução dos resíduos nos aterros gera Receita Ambiental. Em acordo, Valim (2014, p. 87) diz que ao passo que “mitigam-se os impactos ambientais, como gases tóxicos, ocupação de espaço em lixões, extração de matéria-prima para fabricação de peças novas” será possível gerar ganhos econômicos e financeiros.

Com base no entendimento desenvolvido até o momento, de que os benefícios ambientais são intrínsecos aos benefícios econômicos, este estudo se lança na seguinte proposta: se de um lado são utilizados os materiais reciclados e estes contribuem expressivamente para a redução de gastos com extração de matéria-prima e beneficiamento, energia, água entre outros insumos, então, tem-se a lógica de que, do outro lado, os produtos teriam a oportunidade de baixar seus preços. Vê-se aqui diante de um paradigma: continuar a promover uma produção extrativista ou investir em uma produção que utiliza matéria-prima reciclada, que preserva os recursos naturais e ainda pode oferecer produtos mais acessíveis?

A segunda opção é a que compreende o sistema produtivo defendido nesta pesquisa, pois está pautado em um modelo de produção sustentável. Para isso são necessárias mudanças

no atual modelo produtivo. De acordo com Kassai et al. (2008b), Rocha e Siman (2005) e Corsi (2002), tais mudanças são fundamentais e exigirão do setor produtivo que enfrente e supere os problemas ambientais. Deste modo, adota-se o modelo proposto por Slomski et al. (2012), o qual caracteriza a sustentabilidade como:

. . . uma cadeia produtiva que não degrada a natureza para desenvolver-se, mas que se desenvolve considerando a sustentabilidade do planeta e a possibilidade de renovação constante da natureza, que tem preocupações que vão desde a extração da matéria-prima até a destinação final do produto ou de sua embalagem, ou seja, ser economicamente viável, sendo socialmente ética e justa. (Slomski et al., 2012, p. 280).

Essa perspectiva de mudança no perfil produtivo dará oportunidade para que o planeta possa se recuperar dos danos causados pela extração predatória de seus recursos naturais, emissão de gases poluentes na atmosfera e degradação do meio ambiente causada pelo lançamento irresponsável de lixo. É fato que os recursos não renováveis já apresentam sinais de escassez em algumas partes do planeta, caso do petróleo, e minerais como carvão, bauxita e ferro. Assim, ao demonstrar o potencial de mitigação dos efeitos da degradação ambiental a partir da triagem dos RSDs, esta pesquisa considera ter contribuído para a sociedade e o planeta.

4.4 Impactos da despesa com a coleta dos resíduos sólidos domiciliares não tratados no orçamento público no ano de 2017

Os resultados apresentados na Tabela 27 evidenciam que o Município de São Paulo pagou no ano de 2017 o valor de R\$ 1.120.849.075,24 para que os RSD fossem coletados, entretanto esses resíduos não receberam tratamento que possibilitasse seu aproveitamento e foram destinados para aterros sanitários. Para tanto, os resultados apresentados nesta tabela demonstraram que a despesa com a coleta impactou o orçamento público em 2,50%.

Tabela 27

Impactos da despesa com a coleta dos resíduos sólidos domiciliares não tratados no orçamento público

Total de despesas correntes do Município de São Paulo no ano de 2017	R\$	44.809.039.068,39
Despesa com a coleta de resíduos sólidos domiciliares não tratados no ano de 2017	R\$	1.120.849.075,24
Impacto nas Contas Públicas	%	2,50%

Fonte: Dados da pesquisa.

O resultado apresentado na Tabela 27 está em conformidade com o que afirmam os dados do Sistema Nacional de Informações Sociais - SNIS (2019), de acordo com o relatório Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2017, os municípios brasileiros, dependendo da faixa de população, gastaram entre 2,7% e 6,1% de seu orçamento com a gestão de todos os resíduos sólidos urbanos, ali inclusos também os domiciliares.

Uma das formas de reduzir os gastos públicos com a gestão de RSDs é fazer com que as empresas comercializem os créditos de logística reversa. Desta maneira, as empresas passariam a promover a reciclagem, gerariam empregos e poderiam reduzir em até 30% os gastos que o município tem com a coleta, transporte e destinação final dos RSDs. Isso é possível levando-se em consideração que o percentual de reciclagem dos RSDs soma 30,46%, conforme Tabela 17, apresentada no tópico 4.2.1 dos resultados.

Além de reduzir os gastos públicos com a coleta, transporte e destinação final dos RSDs, com a comercialização dos Créditos de Logística Reversa, o Município de São Paulo atenderá ao que dispõe a Lei 12.305/2010 no que se refere à aplicação de práticas sustentáveis de gestão de resíduos. Já as empresas também atenderiam à lei no que se refere à gestão compartilhada.

A adoção dessas práticas de gestão do meio ambiente é corroborada por alguns autores (Gao, Heravi, & Xiao, 2005; Kassai et al., 2008b; Louette, 2008; Slomski, Kassai, & Slomski, 2010; Slomski et al., 2012), pois a sustentabilidade propõe “a satisfação das necessidades das gerações presentes sem comprometer as necessidades das gerações futuras” (Comissão Brundtland, 1991, p. 46). Quando as empresas adotam um caminho diferente, Slomski et al. (2012, p. 281) afirmam que:

Não terá internalizado o custo de tratamento de resíduos industriais, desse modo terá custos menores e lucros maiores relacionados com a produção. Contudo, essa opção gerará um aumento de custos públicos na futura recuperação ambiental e no tratamento da saúde dos cidadãos que sofrerão os efeitos dessa decisão. Além disso, gerará um passivo ambiental à empresa com todas as implicações econômico-financeiras e sociais que o dano causou. (Slomski et al., 2012, p. 281).

Dessa forma, as empresas não assumindo os custos da logística reversa de seus produtos, além de não cumprirem o que pressupõe a Lei 12.305/2010, ainda oneram os cofres públicos com a gestão dos seus resíduos. Estes por sinal ainda enfrentam grandes dificuldades para desenvolver uma prática de gestão cujo resultado seja ambientalmente correto.

5 Conclusões

Esta pesquisa teve como objetivo evidenciar o potencial econômico dos resíduos sólidos domiciliares não tratados no Município de São Paulo, tendo por base a gravimetria do ano de 2017. Constatou-se que o Município de São Paulo, no ano de 2017, deixou de dar o tratamento adequado (destinou a aterros sanitários) a 97,67% dos resíduos sólidos domiciliares produzidos, o que correspondeu a um total de 3.682.260 toneladas descartadas ao custo de R\$ 1.120.849.075,24 aos cofres públicos.

A partir da determinação da composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares do Município de São Paulo no ano de 2017, identificou-se que o volume de RSDs não tratado foi de 3.682.260 toneladas, as quais estão distribuídas da seguinte forma: materiais recicláveis com 30,46%; matéria-orgânica com 53,16% e rejeitos representando um percentual de 16,38%. A partir desta composição gravimétrica estimou-se que o potencial econômico da reciclagem em 2017 foi de R\$ 1.038.835.508,94. Dessa forma, reforça-se que a reciclagem tem potencial para geração de renda, de empregos e ainda contribui para a preservação do meio ambiente.

Com este montante reciclado estimou-se uma receita de R\$ 134.281.098,74 com a comercialização de Créditos de Carbono (CC) e uma receita de R\$ 1.121.616.396,00 com a comercialização Crédito de Logística Reversa (CLR). Quanto à comercialização de Combustível Derivado de Resíduo (CDR) estimou-se uma receita de R\$ 92.742.499,15, gerada a partir das 557.494,16 toneladas de rejeitos. Já de Composto Orgânico, a receita de R\$ 73.405.853,10, gerada a partir de 1.957.489,42 toneladas de matéria-orgânica.

Estimou-se ser necessária a implantação de 101 centrais de triagem ao custo total de implantação de R\$ 1.819.427.554,20 e ao custo operacional anual estimado em R\$ 1.790.498.925,00. Entretanto, estimou-se que o benefício social gerado em cada central de triagem seria de 33 postos de trabalho. Desta forma, as 101 unidades de triagem gerariam 3.333 postos de trabalho. Quanto aos benefícios gerados ao meio ambiente, estimou-se uma economia de 39 bilhões de litros de água, 142 mil m² de floresta protegida e 220 mil toneladas de minerais, entre eles bauxita, ferro, cal, areia e carvão.

No que se refere ao impacto que a coleta dos resíduos sólidos domiciliares não tratados gerou no orçamento público do ano de 2017, identificou-se que o Município de São Paulo gastou no ano de 2017 o valor de R\$ 1.120.849.075,24. Este montante correspondeu a 2,5% do total de despesas anual. Caso o município tivesse tratado adequadamente os RSDs

produzidos este gasto teria sido evitado, conseqüentemente, outras áreas como educação, saúde e segurança seriam beneficiadas.

Foi possível comprovar que os resíduos sólidos domiciliares são ativos com potencial para gerar renda, empregos e mitigar impactos socioambientais. Esta constatação permite concluir pela viabilidade da implantação de centrais de triagem como uma alternativa para promover o tratamento e a destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos domiciliares, sendo esta uma medida social, ambiental e economicamente viável para atingir a sustentabilidade urbana e as boas práticas de gestão dos resíduos domiciliares no município.

Sugere-se como pesquisas futuras a replicação deste estudo em outros municípios brasileiros, bem como o estudo da viabilidade da implantação da indústria da destinação final do lixo (IDF), na qual o município terá como uma das suas receitas a comercialização dos Créditos de Internalização de Custos Privados (CICPs), cujo objetivo é viabilizar a gestão integrada dos resíduos sólidos com a participação plena das empresas, sociedade e poder público.

Referências

- Adeodato, S., F°. (2007). *A arte da reciclagem*. São Paulo: Horizonte.
- Almeida, V. G., Zaneti, I. C. B. B., Rodrigues, S. P., F°, & Mota, J. A. (2016). Meio ambiente, população e gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU): Estudo de caso de Perus/SP. *Revista Unievangelica*, 5(1), 186-212.
- Aprilia, A., Tezuka, T., & Spaargaren, G. (2012) Household solid waste management in Jakarta, Indonesia: A socio-economic evaluation. In L. F. M. Rebellon (Ed.). *Waste management – An integrated vision*. Croatia: InTech. DOI: 10.5772/51464.
- Aquino, J. G, Alves, D. L, Borges, E. S., & Silva, T. A. C. (2016). Benefícios financeiros da reciclagem dos resíduos sólidos urbanos domiciliares. *Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental*, Campina Grande, PB, Brasil, 7.
- Araujo, F. O., & Altro, J. L. S. (2014). Análise das práticas de gestão de resíduos sólidos na Escola de Engenharia da Universidade Federal Fluminense em observância ao Decreto 5.940/2006 e à Lei 12. 305/2010. *Sistemas e Gestão*, 9(3), 310-326.
- Araujo, G. C., & Mendonça, P. S. M. (2009). Análise do processo de implantação das normas de sustentabilidade empresarial: Um estudo de caso em uma agroindústria frigorífica de bovinos. *Revista de Administração Mackenzie*, 10(2), 31-56.
- Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. ABRELPE. (2006). *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2006*. Recuperado de <http://www.abrelpe.org.br/downloads/Panorama2006.pdf>
- Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. ABRELPE. (2015a). *Estimativas dos custos para viabilizar a universalização da destinação adequada de resíduos sólidos no Brasil*. Recuperado de <http://abrelpe.org.br/estimativa-dos-custos-para-viabilizar-a-universalizacao-da-destinacao-adequada-de-residuos-solidos-no-brasil/>
- Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. ABRELPE. (2015b). *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2014*. Recuperado de http://www.abrelpe.org.br/panorama_apresentacao.cfm
- Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. ABRELPE. (2017). *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2016*. Recuperado de <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2016.pdf>
- Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. ABRELPE. (2018). *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2017*. Local: Recuperado de <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2017/>
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT. (1992). Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. *NBR 8419*. Recuperado de

<http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-8.419-NB-843-Apresentac%C3%A3o-de-Projetos-de-Aterros-Sanitarios-RSU.pdf>

Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT. (2004a). *NBR 10004. Classificação dos resíduos sólidos*. Recuperado de <http://www.saac.com.br/pdf/NBR10004-2004ClassificadodeResiduosSolidos.pdf>

Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT. (2004b). *NBR 10007. Amostragem de resíduos sólidos*. Recuperado de <https://wp.ufpel.edu.br/residuos/files/2014/04/nbr-10007-amostragem-de-resc3adduos-sc3b3lidos.pdf>

Autoridade Municipal de Limpeza Urbana. AMLURB. (2019a). Autoridade Municipal de Limpeza Urbana. Recuperado de <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/amlurb/>

Autoridade Municipal de Limpeza Urbana. AMLURB. (2019b). *Quantitativos, resíduos coletados no município de São Paulo (2013 a 2019)*. SISCOR, Sistema de Controle dos Resíduos Sólidos. Recuperado de <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/COLETA%20DOMICILIAR.pdf>

Autoridade Municipal de Limpeza Urbana. AMLURB. (2019c). “*Relatório da Caracterização dos Resíduos Sólidos Domiciliares do Município de São Paulo – Agrupamento Noroeste – 37º Quadrimestre Novembro e Dezembro-2016, Janeiro e Fevereiro-2017*”; “*Relatório da Caracterização dos Resíduos Sólidos Domiciliares do Município de São Paulo – Agrupamento Noroeste – 38º Quadrimestre Março, Abril, Maio e Junho-2017*”; “*Relatório da Caracterização dos Resíduos Sólidos Domiciliares do Município de São Paulo – Agrupamento Noroeste – 39º Quadrimestre Julho, Agosto, Setembro e Outubro-2017*”; e de Logística Ambiental de São Paulo S/A; e “*Relatório da Caracterização dos Resíduos Sólidos Domiciliares do Município de São Paulo – Agrupamento Sudeste – 37º Quadrimestre Novembro e Dezembro-2016, Janeiro e Fevereiro-2017*”; “*Relatório da Caracterização dos Resíduos Sólidos Domiciliares do Município de São Paulo – Agrupamento Sudeste – 38º Quadrimestre Março, Abril, Maio e Junho-2017*” e “*Relatório da Caracterização dos Resíduos Sólidos Domiciliares do Município de São Paulo – Agrupamento Sudeste – 39º Quadrimestre Julho, Agosto, Setembro e Outubro-2017*” de Ecourbis Ambiental S/A.

Baskaran, V. K., Dani, K. C., Pokhriyal, S. K., & Fernandez, G. J. (março, 2013). Corporate social responsibility-methodologies, performance and management in oil and gas industry: Case of a leading E&P Company in Colombia, South America. *International Petroleum Technology Conference*, Beijing, China, 6. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/267457798_Corporate_Social_Responsibility-Methodologies_Performance_and_Management_in_Oil_and_Gas_Industry_Case_of_a_leading_EP_Company_in_Colombia_South_America

Belboom, S., Digneffe, J. M., Renzoni, R., Germain, A., & Léonard, A. (2013). Comparing technologies for municipal solid waste management using life cycle assessment methodology: A Belgian case study. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 18(8), 1513-1523.

- Bernstad, A. (2014). Household food waste separation behavior and the importance of convenience. *Waste Management*, 34(7), 1317-1323.
- Besen, G. R., Ribeiro, H., Günther, W. M. R., & Jacobi, P. R. (2014). Coleta seletiva na região metropolitana de São Paulo: Impactos da Política Nacional de Resíduos Sólidos. *Ambiente & Sociedade*, 17(3), 259-278.
- Bidone, F. R. A., & Povinelli, J. (1999). *Conceitos básicos de resíduos sólidos*. São Carlos: EESC/USP.
- Boff, L. (2009). *Ethos mundial: Um consenso mínimo entre os humanos*. Rio de Janeiro: Record.
- Bosmans, A., Vanderreydt, I., Geysen, D., & Helsens, L. (2013). The crucial role of Waste-to-Energy technologies in enhanced landfill mining: A technology review. *Journal of Cleaner Production*, 55, 10-23.
- Boudon, R. (1989). *Os métodos em sociologia*. São Paulo: Ática.
- Braz, J. L. P. (2009). *Gestão ambiental: evidenciação contábil do desempenho social e ambiental do DAEP-Departamento Autônomo de água e esgoto de Penápolis com a CORPE Cooperativa de trabalho dos recicladores de Penápolis*. (Dissertação de Mestrado). Fundação Escola de Comércio Álvares Penteado FECAP, São Paulo, SP, Brasil.
- Calderoni, S. (1997). *Os bilhões perdidos no lixo*. São Paulo: Humanitas, Publicações FFLCH/ USP.
- Campos, H. K. T. (2013). *Resíduos sólidos e sustentabilidade: O papel das instalações de recuperação*. (Dissertação de Mestrado). Universidade de Brasília. Brasília, DF, Brasil. Recuperado de http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/13756/1/2013_HelianaK%c3%a1tiaTavaresCampos.pdf
- Carvalho, C. E. (2005). *Desenvolvimento de procedimentos e métodos para mensuração e incorporação das externalidades em projetos de energia elétrica: Uma aplicação às linhas de transmissão aéreas*. (Tese de Doutorado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.
- Carvalho, M. S. (2011). *Uso da demonstração do resultado econômico para evidenciar o retorno econômico e ambiental da destinação sustentável do resíduo sólido urbano: O caso Comlurb*. (Tese de Doutorado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Castro Neto, P. P., & Guimarães, P. C. V. (2000). A gestão dos resíduos sólidos em São Paulo e o desafio do desenvolvimento sustentável. *Revista de Administração Pública - FGV*, 34(4), 87-104.
- Chaves, I. R., & Souza, O. T. (2013). A gestão dos resíduos sólidos no Rio Grande do Sul: Uma estimação dos benefícios econômicos, sociais e ambientais. *Ensaio FEE*, Porto Alegre, 34, 683-714.

- Cirelli, G. A., & Kassai, J. R. (2010, julho). Análise da percepção sobre sustentabilidade por parte de stakeholders de uma instituição financeira: Um estudo de caso. *Anais do Congresso USP de Controladoria e Contabilidade*, São Paulo, SP, Brasil, 10.
- Colombari, J. C. (2014). *A política nacional de resíduos sólidos e a sua concretização em Paulínia-SP*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, SP, Brasil.
- Comissão Brundtland. (1991). Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. *Nosso futuro comum*. Rio de Janeiro: FGV.
- Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. CMMAD. (1988). *Nosso futuro comum*. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas.
- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. CETESB. (1991). *Administração de resíduos industriais*. São Paulo: CETESB.
- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. CETESB. (2016). *Inventário Estadual de Resíduos Sólidos 2016*. Recuperado de <https://www.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/18/2013/12/inventario-residuos-solidos-2016.pdf>
- Compromisso Empresarial para Reciclagem. CEMPRE. (2008). *Pesquisa Ciclosoft 2008*. Recuperado de http://www.cempre.org.br/ciclosoft_2008.php
- Compromisso Empresarial para Reciclagem. CEMPRE. (2013). *Cempre Review 2013: Compromisso Empresarial para Reciclagem*. Recuperado de <http://cempre.org.br/artigo-publicacao/artigos>
- Compromisso Empresarial para Reciclagem. CEMPRE. (2014). *Guia da coleta seletiva do lixo*. (2a ed.). São Paulo: CEMPRE. Recuperado de <http://cempre.org.br/artigo-publicacao/manuais#ctrl-4>
- Compromisso Empresarial para Reciclagem. CEMPRE. (2016). *Radiografando a coleta seletiva*. São Paulo: Recuperado de <http://cempre.org.br/ciclosoft/id/8>
- Compromisso Empresarial para Reciclagem. CEMPRE. (2018). O gerenciamento integrado do lixo municipal. In A. Vilhena (Org.). *Lixo municipal: Manual de gerenciamento integrado*. (Cap. 1, pp. 3-28) São Paulo: Recuperado de http://cempre.org.br/upload/Lixo_Municipal_2018.pdf
- Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm
- Corsi, F. L. (2002). A questão do desenvolvimento à luz da globalização. *Revista de Sociologia e Política*, 19, 11-30.
- Costa, P. M., Costa, M. M., & Freitas, L. (2017). Créditos de logística reversa para a gestão de resíduos sólidos urbanos: estudo de caso da BVRio no Brasil. In G. R. Besen, P. R. Jacobi, & L. Freitas (Orgs.). *Política nacional de resíduos sólidos: Implementação e monitoramento de resíduos urbanos*. (pp. 91-109). São Paulo: IEE/ USP: OPNRS.

- Credendio, J. E., Spinelli, E., & Corsalete E. C. (2009). Sem aterros, São Paulo planeja incinerar o lixo. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, 20 set.
- Cruz, N. F. da, Simões, P., & Marques, R. C. (2012). Economic cost recovery in the recycling of packaging waste: the case of Portugal. *Journal of Cleaner Production*, 37, 8-18.
- Culi, M. J. L., & Contrera, R. C. (2016, junho). Proposta de modificação do plano de gestão dos resíduos sólidos domiciliares da cidade de São Paulo. *Anais do Fórum Internacional de Resíduos Sólidos*, Porto Alegre, RS, Brasil, 7.
- De Sousa Jabbour, A. B. L., Jabbour, C. J. C., Sarkis, J., & Govindan, K. (2014). Brazil's new national policy on solid waste: Challenges and opportunities. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 16(1), 7-9.
- Del Bianco, T. S. (2014). *Sustentabilidade e desenvolvimento regional: uma análise do potencial econômico dos resíduos sólidos urbanos no Oeste do Paraná 1970 - 2020*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, PR, Brasil. Recuperado de <http://tede.unioeste.br/bitstream/tede/2159/1/Tatiani%20Sobrinho%20Del%20Bianco.pdf>
- Department for Environment, Food and Rural Affairs. DEFRA. (2013). *Mechanical biological treatment of municipal solid waste*. Recuperado de https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/221039/pb13890-treatment-solid-waste.pdf
- Dias, S. M., Silva, R. B., Barreiro, F., & Costa, M. (2006) *Avaliação do potencial de produção e utilização de CDR em Portugal Continental*. Lisboa: IST-CEBQ.
- Elkington, J. (2004). Enter the triple bottom line. In Henriques, A., & Richardson, J. (Eds.). *The triple bottom line: Does it all add up*. London: EarthScan.
- Elliot, L. (1998). *The global politics of the environment*. Londres: Macmillan.
- Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A. EMPLASA. (2019). *Região Metropolitana de São Paulo*. Recuperado de <https://emplasa.sp.gov.br/RMSP>
- Ensinas, A.V. (2003). *Estudo de geração de biogás no Aterro Delta em Campinas – SP*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil.
- European Commission. EC. (2003). *Refused derived fuel, current practice and perspectives (B4- 3040/2000/306517/MAR/E3*. Final Report, WRc CO 5087-4.
- Figueiredo, P. J. M. (1995). *A sociedade do lixo: Os resíduos, a questão energética e a crise ambiental* (2a ed.). Piracicaba: Unimep.
- Foladori, G. (2001). *Limites do desenvolvimento sustentável*. Campinas: Unicamp.
- Freitas, L. F. S., & Damasio, J. (2009). Potencial econômico da reciclagem de resíduos sólidos urbanos na Bahia. *Revista Econômica do Nordeste*, 40(2).
- Fundação Estadual do Meio Ambiente. FEAM. (2010). *Análise técnica e ambiental da utilização de resíduos sólidos urbanos na produção de cimento (coprocessamento)*.

Recuperado de
<http://www.feam.br/images/stories/arquivos/mudnacaclimatica/novos2012/coprocessamento.pdf>

- Furtado, C. (2000). *Teoria e política do desenvolvimento econômico*. São Paulo: Paz e Terra.
- Gao, S. S., Heravi, S., & Xiao, J. Z. (2005). Determinants of corporate social and environmental reporting in Hong Kong: A research note. *Accounting Forum*, 29(2), 233-242.
- Gil, A. C. (1999). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Atlas.
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. (6a ed). São Paulo: Atlas.
- Goedkoop, M., & Spriensma, R. (2012). *The Eco-indicator 99 – v 2.09. A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment*. (11th ed.). Methodology report. Amersfoort, The Netherlands: Pre Consultants.
- Gomes, A. C. (2019). *Projeto para uma unidade processamento RSU e produção de CDR com capacidade 100 t/dia, em 1 turno de 10 horas*. Cornélio Procópio, Paraná (Projeto desenvolvido para esta dissertação de Mestrado).
- Gouveia, N. (2012). Resíduos sólidos urbanos: Impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. *Revista Ciência & Saúde Coletiva*, 17(6), 1503-1510.
- Gouveia, N., & Prado, R. R. (2010). Riscos à saúde em áreas próximas a aterros de resíduos sólidos urbanos. *Revista Saúde Pública*, 44(5), 859-866.
- Gripp, W. G. (1998). *Aspectos técnicos e ambientais da incineração de resíduos sólidos urbanos: Considerações sobre a proposta para São Paulo*. (Tese de Doutorado). Universidade de São Paulo. São Carlos, SP, Brasil. Recuperado de <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-10062016-122416/en.php>
- Grupo de Resíduos Sólidos da Universidade Federal de Pernambuco. GRS/UFPE (2014). *Relatório de pesquisa: Análise das diversas tecnologias de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão*: Jaboatão dos Guararapes, PE: GRS/UFPE.
- Guarnieri, P., Chrusciack, D., Oliveira, I. L., Hatakeyama, K., & Scandelari, L. (2006). WMS - Warehouse Management System: Adaptação de uma proposta para o gerenciamento da logística reversa. *Produção*, 16(1), 126-139.
- Harir, A. I., Kasim, R., & Ishiyaku, B. (2015). Exploring the resource recovery potentials of municipal solid waste: a review of solid wastes composting in developing countries. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 5(4), 2250-3153.
- Inacio, C. T., Bettio, D. B., & Miller, P. R. M. (2010). *O papel da compostagem de resíduos orgânicos urbanos na mitigação de emissão de metano*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos.

- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE. (2004). *Vocabulário básico de recursos naturais e meio ambiente*. (2a ed.). Rio de Janeiro: IBGE.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE. (2010). *Pesquisa nacional do saneamento básico – PNSB*. Recuperado de <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE. (2018). *História*. Recuperado de <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-paulo/historico>
- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. (2010). IPEA. Pesquisa sobre pagamento por serviços ambientais urbanos para a gestão de resíduos sólidos. *Relatório de Pesquisa*. Recuperado de https://www.mma.gov.br/estruturas/253/_arquivos/estudo_do_ipea_253.pdf
- Jacobi, P. R., & Besen, G. R. (2006). Gestão de resíduos sólidos na Região Metropolitana de São Paulo: Avanços e Desafios. *São Paulo em Perspectiva*, 20(2), 90-104.
- Jacobi, P. R., & Besen, G. R. (2011). Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. *Estudos Avançados*, 25(71), 135-158.
- Kassai, J. R., Feltran-barbieri, R., Santos, F. C. B., Carvalho, L. N., & Foschine, A. (2008a, fevereiro). Environmental equity of nations: a reflection in the scenario of climate change. *Proceedings of the Italian Conference on Social and Environmental Accounting Research*. Bologna, Italy. Recuperado de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.490.8102>
- Kassai, J. R., Feltran-Barbieri, R., Santos, F. C. B., Carvalho, L. N., Afonso, L. E., de Araújo, L. J. S., & Foschine, A. (2008b). Balanço das nações: Reflexões sobre os Monster-Countries. *Anais do Congresso Brasileiro de Custos*, Curitiba, PR, Brasil, 15.
- Lagarde, M. (2011). How to do (or not to do). Assessing the impact of a policy change with routine longitudinal data. *Health Policy and Planning*, 27(1), 76-83.
- Lei n. 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. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm
- Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010*. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm
- Lei n. 13.478, de 30 de dezembro de 2002*. Dispõe sobre a organização do Sistema de Limpeza Urbana do Município de São Paulo. Recuperado de <http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/lei-13478-de-30-de-dezembro-de-2002>
- Lei n. 14.973, de 11 de setembro de 2009*. Dispõe sobre a organização de sistemas de coleta seletiva nos Grandes Geradores de Resíduos Sólidos do Município de São Paulo e dá outras providências. Recuperado de http://www3.prefeitura.sp.gov.br/cadlem/secretarias/negocios_juridicos/cadlem/integra.asp?alt=12092009L%20149730000

- Leite, C. B. (2016). *Tratamento de resíduos sólidos urbanos com aproveitamento energético: avaliação econômica entre as tecnologias de digestão anaeróbia e incineração*. (Dissertação de Mestrado). Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.
- Leite, P. R. (2005). *Logística reversa: Meio ambiente e competitividade*. São Paulo: Pearson Prentice Hall.
- Lima, C. C. (2012). *Gestão de resíduos plásticos na cidade de Manaus à luz da política nacional de resíduos sólidos: Uma contribuição à implantação de logística reversa*. (Dissertação de Mestrado). Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, AM, Brasil.
- Lima, N. S. de S., & Mancini, S. D. (2017). Integration of informal recycling sector in Brazil and the case of Sorocaba City. *Waste Management & Research*, 35(7), 721-729.
- Louette, A. (2008). *Compêndio para a sustentabilidade: Ferramentas de gestão de responsabilidade socioambiental – uma contribuição para o desenvolvimento sustentável*. São Paulo: WHH (Willis Harman House).
- Lowy, M. Max Engels e a ecologia. In M. Lowy, & D. Bensaid. *Margem a esquerda: Ensaios marxistas*. (Cap. 12, pp. 46-58). São Paulo, Boitempo, 2004.
- Lucena, A. F. P. (2005). *Estimativa de uma Curva de Kuznets Ambiental aplicada ao uso de energia e suas implicações para as emissões de carbono no Brasil* (Dissertação de Mestrado em Planejamento Energético). Faculdade de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Maimon, D. (1993). A economia e a problemática ambiental. In P. F. Vieira, & D. Maimon (Orgs.). *As ciências sociais e a questão ambiental: Rumo à interdisciplinaridade*. (pp. 45-77). Rio de Janeiro: APED; Belém: NAEA.
- Maimon, D. (1996). *Passaporte verde: Gestão ambiental e competitividade*. Rio de Janeiro: Qualitymark.
- Mamede, M. C. S. (2013). *Avaliação econômica e ambiental do aproveitamento energético de resíduos sólidos no Brasil*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, São Paulo, SP, Brasil. Recuperado de http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/265334/1/Mamede_MauricioCubadosSantos_M.pdf
- Martins, G. A., & Theóphilo, C. R. (2016). *Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas* (3a ed.). São Paulo: Atlas.
- May, P. H., Lustosa, M. C. J., & Vinha, V. G. (2003). *Economia do meio ambiente: Teoria e prática*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Mcdougall, F. R., White, P., Franke, M., & Hindle, P. (2001). *Integrated solid waste management: a Life Cycle Inventory* (2nd ed.). Oxford: Blackell Science Ltda. 513.
- Mcneill, J. R. (2000). *Something new under the sun: An environmental history of the twentieth-century world*. New York: W. W. Norton.

- Mendonça, J. C. A., Vasconcelos, P. E. A., Nobre, L. B. O., & Casarotto, E. L. (2017). Logística reversa no Brasil: Um estudo sobre o mecanismo ambiental, a responsabilidade social corporativa e as legislações pertinentes. *Revista Capital Científico*, 15(2), 130-147.
- Meystre, J. A. (2016) *Análise do coprocessamento de resíduo sólido urbano na indústria de cimento Portland no Brasil*. (Tese de Doutorado). Instituto de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, MG, Brasil. Recuperado de <https://repositorio.unifei.edu.br/xmlui/handle/123456789/502>
- Ministério do Meio Ambiente. MMA. (2018). *Coleta Seletiva*. Recuperado de <http://mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/catadores-de-materiais-reciclaveis/reciclagem-e-reaproveitamento>
- Ministério do Meio Ambiente. MMA. (2019). Como e por que separar o lixo? Recuperado de <http://www.mma.gov.br/informma/item/8521-como-e-porqu%C3%AA-separar-o-lixo>
- Monteiro, J. H. P. (2001). *Manual do gerenciamento integrado de resíduos sólidos*. Rio de Janeiro: IBAM.
- Motta, R. S. da. (2006). *Economia ambiental*. Rio de Janeiro: FGV.
- Nascimento, E. P. (2012). Trajetória da sustentabilidade: Do ambiental ao social, do social ao econômico. *Estudos Avançados*, 26(74), 51-64.
- Nelles, M., Grunes, J., & Morscheck, G. (2016). Waste management in Germany. Development to a sustainable circular economy? *Procedia Environmental Sciences*, 35, 6-14.
- NETQUEST. (2014). *Cálculo de amostra*. Recuperado de <http://www.netquest.com/br/painel/qualidade-calculadoraamostras.html>
- Novaes, R. C. (2001). *Desenvolvimento sustentável na escala local: a agenda 21 local como estratégia para a construção da sustentabilidade*. (Dissertação de Mestrado). Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil. Recuperado de <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/281685>
- Oliveira, J. H. (2016). *Ação para sustentabilidade: Análise de viabilidade para implantação de usina para tratamento de resíduos sólidos urbanos com recuperação energética*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, PR, Brasil. Recuperado de <http://tede.unioeste.br/handle/tede/848>
- Oliveira, K. N., Tokumori, J. K., Andrade, D. M. C., & Maiellaro, J. R. (2017). Simulação em processo de triagem de materiais recicláveis. *Revista ENIAC Projetos*, 6(1), 93-108.
- Organização das Nações Unidas. ONU. (1948). *Declaração Universal dos Direitos Humanos*. Recuperado de <https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2018/10/DUDH.pdf>
- Organização das Nações Unidas. ONU. (2017). *Apesar de baixa fertilidade, mundo terá 9,8 bilhões de pessoas em 2050*. Recuperado de <https://nacoesunidas.org/apesar-de-baixa-fertilidade-mundo-tera-98-bilhoes-de-pessoas-em-2050/>

- Paes, M. X., Gianelli, B. F., Kulay, L. A., Medeiros, G. A. D., & Mancini, S. D. (2014). Life cycle assessment applied to municipal solid waste management: A case study. *Environment and Natural Resources Research*, 4(4), 169-177.
- Park, S., & Lah, T. J. (2015). Analysing the success of the volume-based waste fee system in South Korea. *Waste Management*, 43, 533-538.
- Paschoalin, J. A., Fº., Silveira, F. F., Luz, E. G., & Oliveira, R. B. (2014). Comparação entre as massas de resíduos sólidos urbanos coletadas na cidade de São Paulo por meio de coleta seletiva e domiciliar. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade – GeAS*, 3(3), 19-33.
- Pereira, Neto, J. T. (1996). *Manual de compostagem. Processo de baixo custo*. Belo Horizonte: UNICEF.
- Piedade, M., & Aguiar, P. (2010). *Opções de gestão de resíduos urbanos*. Lisboa: Ersar.
- Polzer, V. R. (2012). *Gestão de resíduos sólidos urbanos domiciliares em São Paulo e Vancouver*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, SP, Brasil. Recuperado de <http://tede.mackenzie.br/jspui/handle/tede/303>
- Pontes, J. R. M., & Cardoso, P. A. (2006, outubro). Usina de reciclagem e compostagem de lixo em Vila Velha: Viabilidade econômica e a incorporação de benefícios sociais e ambientais. *Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Fortaleza, CE, Brasil, 26.
- Prado, J. F. P., Fº., & Sobreira, F. G. (2007). Desempenho operacional e ambiental de unidades de reciclagem e disposição final de resíduos sólidos domésticos financiadas pelo ICMS ecológico de Minas Gerais. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 12(1), 52-61.
- Rada, E. C., Ragazzi, M., Ionescu, G., Merler, G., Moedinger, F., Raboni, M., & Torretta, V. (2014). Municipal Solid Waste treatment by integrated solutions: Energy and environmental balances. *Energy Procedia*, 50, 1037-1044.
- Reis, M. F., Conti, D., & Corrêa, R. M. (2015). Solid waste management: Challenges and opportunities for the city of São Paulo. *Journal on Innovation and Sustainability (RISUS)*. 6(3), 77-96.
- Rezende, A. J., Dalmácio, F. Z., & Slomski, V. (2006). Impacto econômico-financeiro da logística reversa: Uma aplicação no segmento de distribuição de matérias-primas farmacêuticas. *Revista Eletrônica de Administração – REAd*, 12(6), 518-542. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/4011/401137455003.pdf>
- Ribeiro, L. C. D. S., Freitas, L. F. D. S., Carvalho, J. T. A., & Oliveira, J. D. D., Fº. (2014). Aspectos econômicos e ambientais da reciclagem: Um estudo exploratório nas cooperativas de catadores de material reciclável do Estado do Rio de Janeiro. *Nova Economia*, 24(1), 191-214. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1590/103-6351/1390>.
- Richardson, R. J. (1999). *Pesquisa social: Métodos e técnicas*. (3a ed.). São Paulo: Atlas.

- Ritthoff, M., Rohn, H., & Liedtke, C. (2002). Calculating MIPS: Resource productivity of products and services. Wuppertal Institute for Climate, Energy and Environment: Wuppertal Speziel 27e.
- Rocha, J. M., & Siman, R. F. (2005). Desenvolvimento sustentável: desmistificando um axioma – a sustentabilidade na agricultura em questão. *Anais do Encontro Nacional de Economia Política*, ANPAD, Campinas, SP, Brasil, 10. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Jefferson_Rocha3/publication/266405200_Desenvolvimento_sustentavel_desmistificando_um_axioma/links/56a9f58708ae7f592f0edeac/Desenvolvimento-sustentavel-desmistificando-um-axioma.pdf
- Romeiro, A. R. (2003). Economia ou economia política da sustentabilidade. In P. H. May, M. C. Lustosa, & V. Vinha (Orgs.). *Economia do meio ambiente: Teoria e prática*. (Cap. 1, pp. 1-29). Rio de Janeiro: Elsevier/Campus.
- Romeiro, A. R. (2012). Desenvolvimento sustentável: Uma perspectiva econômica-ecológica. *Estudos Avançados*, 26(74), 65-92.
- Sachs, I. (1993). *Estratégias de transição para o século XX*. São Paulo: Studio Nobel/FUNDAP.
- Sachs, I. (1994). Estratégias de transição para o século XXI. *Cadernos de Desenvolvimento e Meio Ambiente*. Curitiba: Editora UFPR. (pp. 47-62).
- Sachs, I. (1997). Desenvolvimento Sustentável, bio-industrialização descentralizada e novas configurações rural-urbanas: os casos da Índia e do Brasil. In P. F. Vieira, & J. Weber (Orgs.). *Gestão de recursos naturais renováveis e desenvolvimento: Novos desafios para a pesquisa ambiental* (Anne Sophie de Pontbriand-Vieira, Christilla de Lausus, Trad.). São Paulo: Cortez.
- Sampaio, R. P. (2015). *Estudo de caso dos possíveis efeitos deletérios causados pelo combustível derivado de resíduos (CDR) em caldeiras voltadas para a produção de energia elétrica queimando principalmente bagaço de cana*. (Dissertação de Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil. Recuperado de <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18147/tde-20072015-152703/pt-br.php>
- Samuelson, P. A., & Nordhaus, W. D. (1993). *Economia*. (14a ed.). São Paulo: McGraw-Hill.
- Santos, R. B. M., Braga, S. S., Jr., Silva, D., & Satolo, E. G. (2014). Analysis of the economic and environmental benefits through the reverse logistics for retail. *American Journal of Environmental Protection*, 3(3), 138-143.
- São Paulo (Município). (2014). *Plano de Gestão integrada de Resíduos Sólidos da Cidade de São Paulo*. Comitê Intersecretarial para a Política Municipal de Resíduos Sólidos. São Paulo. Recuperado de <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/servicos/arquivos/PGIRS-2014.pdf>
- Sarc, R., & Lorber, K. E. (2013). Production, quality and assurance of Refuse Derived Fuels (RDFs). *Waste Management*, 33(9), 1825-1834.

- Schalch, V., Leite, W. C. de A., Fernandes, J. L., Jr., & Castro, M. C. A. de. (2002). *Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos*. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, UFScar, Universidade de São Paulo, São Carlos, Brasil.
- Silva, T. R., Venâncio, T. M., Britto, A. O. S., Jr., & Carvalho, F. H., Jr. (2018). Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos no Japão: História e atualidade. *Revista Conexões, Ciência e Tecnologia*, 12(1), 72-78. DOI: 10.21439/conexoes.v12i1.1082
- Silveira, G. M., & Amaral, R. C. (2008). Créditos de redução de emissões transacionáveis: Um estudo sobre a ótica de Coase. In L. B. Timm (Org.). *Direito e economia*. (2a ed.). Porto Alegre: Livraria do Advogado.
- Sistema Nacional de Informações Sociais. SNIS. (2019). *Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos - 2017*. Recuperado de <http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos/diagnostico-rs-2017>
- Slomski, V. (2005). *Controladoria e governança na gestão pública*. São Paulo: Atlas.
- Slomski, V., Kassai, J. R., Slomski, V. G. (2010). Desenvolvimento e sustentabilidade. In C. Parisi, & E. Megliorini (Orgs.). *Contabilidade gerencial*. São Paulo: Atlas.
- Slomski, V., Slomski, V. G., Kassai, J. R., & Megliorini, E. (2012). Sustentabilidade nas organizações: A internalização dos gastos com o descarte do produto e/ou embalagem aos custos de produção. *Revista de Administração - RAUSP*, 47(2), 275-289. Recuperado de <https://doi.org/10.5700/rausp1039>
- Slomski, V., Tonetto, V., Fº., Bonacim, C. A. G., Megliorini, E., & Slomski, V. G. (2013, novembro). Desafios e perspectivas para a controladoria empresarial com a logística reversa de produtos e embalagens. *Anais do Congresso Brasileiro de Custos*, Uberlândia, MG, Brasil, 20.
- Souto, G. D. B., & Povinelli, J. (2013). Resíduos sólidos. In M. C. Calijuri, & D. G. F. Cunha (Orgs.). *Engenharia ambiental: Conceitos, tecnologia e gestão*. (Cap.22, pp. 565-588). Rio de Janeiro: Elsevier.
- Souza, N. J. (1997). *Desenvolvimento econômico*. São Paulo: Atlas.
- Souza, O. T., Prado, A. D., Braats, J., & Vernier, L., (2015). Jogando oportunidades no lixo: uma estimativa dos benefícios potenciais da reciclagem em Porto Alegre. *Ind. Econ. FEE*, 43(1), 115-128.
- Tonetto, V., Fº., & Bonacim, C. A. G. (2011). Discussão sobre a gestão de custos com os resíduos sólidos no setor público a partir da proposta de internalização de custos privados. *CSEAR*, Conference South America, Ribeirão Preto, SP, Brasil, 2. Recuperado de http://200.169.97.106/biblioteca/tede/tede_busca/arquivo.php?codArquivo=466.
- Valente, J. P. S., & Grossi, M. G. L. (1999). *Educação: "lixo domiciliar"*. Brasília, DF: Ministério do Trabalho - Fundacentro e UNESP.
- Valim, G. G. (2014). *Sustentabilidade Empresarial: Uma proposta para a evidenciação do resultado decorrente da internalização dos gastos com a coleta, tratamento e destinação*

- final do produto aos custos da produção*. (Dissertação de Mestrado). Fundação Escola de Comércio Álvares Penteado FECAP, São Paulo, SP, Brasil.
- Velis, C. A., Wilson, D. C., Rocca, O., Smith, S. R., Mavropoulos, A., & Cheeseman, C. R. (2012). An analytical framework and tool ('InteRa') for integrating the informal recycling sector in waste and resource management systems in developing countries. *Waste Management & Research*, 30(9), 43-66.
- Venanzi, D., Martos, H. L., & Silva, O. R. (2015). Estudo do processo de operação de reciclagem de resíduos provenientes da coleta seletiva de lixo no Município de Itu/SP. *Revista de Micro e Pequenas Empresas e Empreendedorismo da Fatec Osasco – REMIPE*, 1(1), 95-108.
- Wilson, D. C., Rodic, L., Scheinberg, A., Velis, C. A., & Alabaster, G. (2012). Comparative analysis of solid waste management in 20 cities. *Waste Management & Research*, 30(3), 237-254.
- WWF-Brasil. (2019). *Conheça os benefícios da coleta seletiva*. Recuperado de <https://www.wwf.org.br/?uNewsID=14001>.

Apêndice A - Formulário para Coleta de Dados

PARTE I – COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

Esta parte tem como objetivo determinar a composição gravimétrica dos **resíduos sólidos** domiciliares no Município de São Paulo no ano de 2017.

Composição Gravimétrica 2017 – Município de São Paulo

Tipos de materiais	%	Ton/ mês	Ton/ ano
Subtotal			
Perdas no processo			
Total			

Fonte: AMLURB. (2019b): Adaptado de “Relatório da Caracterização dos Resíduos Sólidos Domiciliares do Município de São Paulo – Agrupamento Noroeste – 37º Quadrimestre Novembro e Dezembro-2016, Janeiro e Fevereiro-2017; 38º Quadrimestre Março, Abril, Maio e Junho-2017; 39º Quadrimestre Julho, Agosto, Setembro e Outubro-2017; Relatório da Caracterização dos Resíduos Sólidos Domiciliares do Município de São Paulo – Agrupamento Sudeste – 37º Quadrimestre Novembro e Dezembro-2016, Janeiro e Fevereiro-2017; 38º Quadrimestre Março, Abril, Maio e Junho-2017; 39º Quadrimestre Julho, Agosto, Setembro e Outubro-2017”.: Autoridade Municipal de Limpeza Urbana

PARTE II – ESTIMATIVA DO POTENCIAL DE MERCADO COM A RECICLAGEM

Esta parte tem como objetivo estimar o potencial de mercado dos resíduos sólidos domiciliares passíveis de reciclagem constantes no volume não tratado no ano de 2017.

Estimativa do potencial da reciclagem

Composição gravimétrica		Toneladas / ano	Valor / kg	Valor ton	/ Valor	Total
Tipos de materiais	%					
Total						

PARTE III – ESTIMATIVA POTENCIAL DE MERCADO COM A COMERCIALIZAÇÃO DE CRÉDITO DE CARBONO E CRÉDITO DE LOGÍSTICA REVERSA (CLR)

Esta parte teve por objetivo estimar o potencial de mercado para a comercialização de Crédito de Carbono e de Logística Reversa, tendo como base o total de materiais passíveis de reciclagem constante no volume não tratado no ano de 2017.

Estimativa para comercialização de Créditos de Carbono - CC

Tipos de materiais	Tonelada / Ano	Benefício Líquido da reciclagem (tCO₂/t)	Quantidade Créditos de Carbono	Valor venda (R\$ / CC)
Total				

Estimativa para a comercialização de Créditos de Logística Reversa - CLR

Tipos de materiais	Tonelada / ano	Valor CLR / ton	Valor venda CLR
Total			

PARTE IV – ESTIMATIVA POTENCIAL DE MERCADO COM A COMERCIALIZAÇÃO DE COMBUSTÍVEL DERIVADO DE RESÍDUO (CDR) E COMPOSTO ORGÂNICO

Esta parte teve como objetivo estimar o potencial de mercado na comercialização de **Combustível Derivado de Resíduos (CDR)** e de **Composto Orgânico** tendo como base o total de materiais não passíveis de reciclagem constante no montante não tratado no ano de 2017.

Estimativa para a comercialização de Combustível Derivado de Resíduo - CDR

Composição gravimétrica	Toneladas / ano	Taxa conversão (30%)	Valor venda (R\$ /ton)
Tipos de materiais	%		
Total			

Estimativa para comercialização de Composto Orgânico

Composição gravimétrica	Toneladas / ano	Taxa conversão (30%)	Valor venda (R\$ /ton)
Tipos de materiais	%		
Total			

PARTE V – ESTIMATIVA DE CUSTOS E BENEFÍCIOS COM A IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DE CENTRAIS DE TRIAGEM

Esta parte teve como objetivo estimar os custos e benefícios com a implantação de centrais de triagem para o tratamento e destinação final ambientalmente correta dos resíduos sólidos domiciliares do Município de São Paulo, com base no montante não tratado no ano de 2017.

Estimativa de custos para implantação e operação de centrais de triagem

	Unidade	Totais
Custo unitário de implantação central de triagem		
Equipamentos:		
Total equipamentos	R\$	
Obras de construção civil (m ²)	R\$ /m ²	
Total de custos para cada unidade		

Custo total de implantação de central de triagem

Quantidade de RSDs não tratados em 2017	tonelada/dia
Quantidade de unidades necessárias	Capacidade tonelada/dia
Custo de implantação de central de triagem	R\$

Custo de operação

Quantidade de RSDs não tratados em 2017	toneladas
Custo de operação de unidade de triagem	R\$ / ton

Fonte: Gomes, A. C. (2019). *Projeto para uma unidade processamento RSU e produção de CDR com capacidade 100 t/dia, em 1 turno de 10 horas. Cornélio Procópio, Paraná (Projeto desenvolvido para esta dissertação de Mestrado).*

Estimativa do potencial de empregos diretos gerados

	Totais
Quantidade de centrais de triagem implantadas	
Quantidade de empregos diretos gerados (cada central de triagem)	
Total de empregos diretos gerados	

Estimativa para ganhos com a redução da extração de recursos naturais

Tipos de materiais	Tonelada/ano	Referências para cada tonelada reciclada		Quantidade de recurso natural economizado
		Quantidade	Tipo de recurso natural economizado	

PARTE VI – IMPACTO QUE A DESPESA COM A COLETA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES NÃO TRATADOS GEROU NO ORÇAMENTO PÚBLICO

Esta parte teve como objetivo mensurar o impacto que a despesa com a coleta dos resíduos sólidos domiciliares não tratados gerou no orçamento público.

Impacto da despesa com a coleta dos resíduos sólidos domiciliares não tratados no orçamento público no ano de 2017

Total de despesas correntes do Município de São Paulo no ano de 2017	R\$
Despesa com a coleta de resíduos sólidos domiciliares não tratados no ano de 2017	R\$
Impacto nas Contas Públicas	%

**Apêndice B - Caracterização Gravimétrica Quadrimestral dos Resíduos Sólidos
Domiciliares do Município de São Paulo**

CONCESSIONÁRIA: _____							
QUADRIMESTRE NÚMERO: _____							
Tipo de Material	Unidade	Bairro 1	Bairro 2	Bairro 3	Bairro 4	Bairro XX	MÉDIA
Alumínio	%						-
Borracha	%						-
Diversos	%						-
Embalagem longa vida	%						-
Embalagem pet	%						-
Espuma	%						-
Fraldas e absorventes	%						-
Isopor	%						-
Lixo eletrônico	%						-
Madeira	%						-
Matéria orgânica	%						-
Metais ferrosos	%						-
Papel, papelão e jornal	%						-
Pilhas e baterias	%						-
Plástico duro	%						-
Plástico mole	%						-
Terra e pedra	%						-
Tapos e panos	%						-
Vidros	%						-
							-
Subtotal	%						-
Perdas no Processo	%						
Peso total de amostra	%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Apêndice C - Caracterização Gravimétrica Parcial dos Resíduos Sólidos Domiciliares
do Município de São Paulo no Ano de 2017**

CONCESSIONÁRIA:				
Tipo de Material	1º Quadrimestre	2º Quadrimestre	3º Quadrimestre	Média %
Alumínio				
Borracha				
Diversos				
Embal. longa vida				
Embalagem pet				
Espuma				
Fraldas e absorventes				
Isopor				
Lixo eletrônico				
Madeira				
Matéria orgânica				
Metais ferrosos				
Papel, papelão e jornal				
Pilhas e baterias				
Plástico duro				
Plástico mole				
Terra e pedra				
Trapos e panos				
Vidros				
Subtotal				
Perdas no Processo				
Peso total de amostra	0,00	0,00	0,00	0,00

**Apêndice D - Caracterização Gravimétrica Anual dos Resíduos Sólidos Domiciliares do
Município de São Paulo no Ano de 2017**

Tipo de Material	LOGA	ECOURBIS	Média %
Alumínio			
Borracha			
Diversos			
Embalagem longa vida			
Embalagem pet			
Espuma			
Fraldas e absorventes			
Isopor			
Lixo eletrônico			
Madeira			
Matéria orgânica			
Metais ferrosos			
Papel, papelão e jornal			
Pilhas e baterias			
Plástico duro			
Plástico mole			
Terra e pedra			
Trapos e panos			
Vidros			
Subtotal			
Perdas no Processo			
Peso total de amostra	0,00	0,00	0,00

Anexo A - Quantitativos, Resíduos Coletados no Município de São Paulo (2013 a 2019)

COLETA DOMICILIAR**	2013 (QUANTITATIVOS EM TONELADAS)												
	JANBRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO	TOTAL ANO
EMPRESAS	185.678	171.492	176.846	179.260	172.245	164.990	176.862	174.434	168.785	184.044	180.476	199.436	2.134.548
ECOURBIS	144.134	135.408	142.477	144.111	139.298	132.559	140.465	141.242	136.699	147.739	142.384	150.391	1.696.907
LOGA	329.811	306.900	319.323	323.371	311.544	297.549	317.327	315.677	305.484	331.783	322.859	349.827	3.831.455

fonte: Siscor

COLETA DOMICILIAR**	2014 (QUANTITATIVOS EM TONELADAS)												
	JANBRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO	TOTAL ANO
EMPRESAS	188.792	164.969	177.482	173.354	173.241	164.583	171.292	169.939	180.205	180.500	172.231	205.544	2.122.133
ECOURBIS	144.820	132.129	139.920	137.345	138.957	129.727	135.932	136.713	144.809	145.237	136.750	157.773	1.680.111
LOGA	333.612	297.098	317.402	310.698	312.198	294.310	307.225	306.652	325.014	325.737	308.981	363.317	3.802.244

fonte: Siscor

COLETA DOMICILIAR**	2015 (QUANTITATIVOS EM TONELADAS)												
	JANBRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO	TOTAL ANO
EMPRESAS	188.871	167.379	185.818	171.140	168.037	171.125	170.660	168.984	172.026	177.223	177.177	201.098	2.119.538
ECOURBIS	146.872	131.806	148.834	136.136	134.393	136.195	135.547	135.843	138.877	141.831	140.641	154.892	1.681.867
LOGA	335.743	299.185	334.651	307.276	302.430	307.320	306.208	304.826	310.903	319.054	317.819	355.990	3.801.404

fonte: Siscor

COLETA DOMICILIAR**	2016 (QUANTITATIVOS EM TONELADAS)												
	JANBRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO	TOTAL ANO
EMPRESAS	174.625	175.134	182.365	165.880	162.840	157.047	156.278	164.147	157.419	164.963	168.161	189.195	2.018.054
ECOURBIS	134.488	137.205	144.369	132.823	131.475	128.424	126.357	133.339	128.350	134.800	135.043	147.615	1.614.288
LOGA	309.112	312.339	326.734	298.703	294.315	285.471	282.635	297.486	285.769	299.763	303.204	336.810	3.632.342

fonte: Siscor

COLETA DOMICILIAR**	2017 (QUANTITATIVOS EM TONELADAS)												
	JANBRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO	TOTAL ANO
EMPRESAS	178.558	159.564	173.906	156.177	175.953	165.581	161.698	168.915	165.667	172.571	169.597	185.178	2.033.366
ECOURBIS	140.133	127.302	141.746	126.844	143.695	134.602	131.247	139.387	136.552	141.450	138.570	147.366	1.648.894
LOGA	318.692	286.865	315.652	283.021	319.648	300.184	292.946	308.302	302.219	314.020	308.167	332.545	3.682.260

fonte: Siscor

COLETA DOMICILIAR**	2018 (QUANTITATIVOS EM TONELADAS)												
	JANBRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO	TOTAL ANO
EMPRESAS	185.537	161.890	181.497	167.513	167.165	158.536	162.396	165.010	157.886	181.214	172.303	188.711	2.049.660
ECOURBIS	146.035	128.774	146.575	133.330	135.545	130.298	131.649	136.598	129.317	146.530	136.760	146.077	1.647.488
LOGA	331.572	290.663	328.072	300.843	302.710	288.834	294.045	301.608	287.204	327.745	309.063	334.788	3.697.148

fonte: Siscor

COLETA DOMICILIAR**	2019 (QUANTITATIVOS EM TONELADAS)												
	JANBRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO	TOTAL ANO
EMPRESAS	183.718	162.411	176.290	175.072	171.368	158.551							1.027.409
ECOURBIS	142.669	130.071	137.818	138.115	136.437	126.221							811.331
LOGA	326.387	292.481	314.108	313.187	307.805	284.772	0	0	0	0	0	0	1.838.739

fonte: Siscor

**NÃO CONTABILIZADOS DADOS COM O STATUS CANCELADO

Fonte: AMLURB. (2019b). *Quantitativos, Resíduos coletados no município de São Paulo (2013 a 2019)*. SISCOR – Sistema de Controle dos Resíduos Sólidos: Autoridade Municipal de Limpeza Urbana. Recuperado de <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/COLETA%20DOMICILIAR.pdf>

Anexo B - Relatório “Mercado – Preço do Material Reciclável”

CEMPRE
COMPROMISSO EMPRESARIAL
PARA RECICLAGEM

13 DE JULHO DE 2019

o que deseja buscar?

SOBRE O CEMPRE SERVIÇOS CEMPRE INFORMA BIBLIOTECA ONLINE ARTIGOS E PUBLICAÇÕES CICLOSOFT CONTATO

SERVIÇOS

MERCADO - PREÇO DO MATERIAL RECICLÁVEL

Atualizado em: Abril/19

	PAPELÃO	PAPEL BRANCO	LATAS DE AÇO	ALUMÍNIO	VIDRO INCOLOR	VIDRO COLORIDO	PLÁSTICO RIGIDO	PET	PLÁSTICO FILME	LONGA VIDA
SP										
SÃO PAULO	580PL	700PL	600P	4000L	180L	-	1850P	2700P	600P	250PL
MG										
BELO HORIZONTE	590PL	900PL	580L	4000P	70L		1500P	3000P	500PL	200PL
NOVA UNIÃO	550PL	800L	610L	4300L	70L		1400P	3000P	1100P	200P
RJ										
MESQUITA	400L	500L	360L	4000P	60L		1100P	2000P	800PL	100PL
SC										
FLORIANÓPOLIS	410L	460L	500	4200L	80L		1750P	2100P	800PL	240L
PA										
XINGUARA	430PL	440PL	160	3400	196		810PL	1600P	1100P	250PL
BA										
JACOBINA	450PL	250L	440L	5000P			750P	2500P	1200P	
PR										
BITURUNA	450PL	450PL	2500	3500P	200		500L	2000P	1120P	200

VEJA TAMBÉM

Conheça um pouco mais o **CEMPRE**
O Compromisso Empresarial para Reciclagem (Cempre) é uma associação sem fins lucrativos dedicada à promoção da reciclagem dentro do conceito de gerenciamento integrado do lixo.

AINDA EM SERVIÇOS

COOPERATIVAS
SUCATEIROS
RECICLADORES
DÚVIDAS FREQUENTES
EVENTOS
LINKS
MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

Fonte: Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), 2019, recuperado de <http://cempre.org.br/servico/mercado>.

Anexo C - Investing.com – Cotação de Créditos de Carbono Futuros



Fonte: Investing.com, 2019. Recuperado de <https://br.investing.com/commodities/carbon-emissions>

Anexo D - Relatório “Portal de Créditos de Logística Reversa”

 Sobre A BVRio Setores Biblioteca Contato						Inscreva-se / Entre  						
Home » Embalagens » Livro de ofertas						<h3>Portal de Créditos de Logística Reversa</h3> <p>Ofertas registradas para diferentes tipos de produtos de embalagem</p>						
Resumo do mercado						Ofertas combinadas						
Ticker	Balance	Preço de Compra	Preço de Venda	Último Trade	Var (%)	Vender #	Comprar #	Encontro	Ticker	Qty	Preço	Total
	ton	R \$ / ton	R \$ / ton	R \$ / ton						ton	R \$ / ton	R \$
CLR-PEAD / PEBD	-	-	45,00	-	-	00926	00373	27/02/15	CLR-VIDRO	8	58,00	464,00
CLR-PS	-	-	65,00	-	-	00927	00366	27/02/15	CLR-SUCPLAST	5	75,00	375,00
CLR-PVC	-	-	70,00	-	-	00895	00372	13/02/15	CLR-VIDRO	6	60,00	360,00
CLR-PET	-	-	70,00	81,00	-13,6% ▼	00917	00371	13/02/15	CLR-VIDRO	5	59,00	295,00
CLR-PP	-	-	70,00	100,00	-30,0% ▼	00913	00370	13/02/15	CLR-VIDRO	9	59,00	531,00
CLR-ISOPOR	-	-	48,00	-	-	00912	00369	13/02/15	CLR-VIDRO	2	59,00	118,00
CLR-SUCPLAST	-	-	50,00	75,00	-33,3% ▼	00909	00368	13/02/15	CLR-VIDRO	8	59,00	472,00
CLR-SUCFERRO	-	-	40,00	-	-	00923	00358	13/02/15	CLR-VIDRO	4	59,00	236,00
CLR-LATINHA	-	-	164,00	-	-	00908	00367	13/02/15	CLR-VIDRO	4	59,00	236,00
CLR-ALUMINIO	-	-	290,00	-	-	00922	00349	13/02/15	CLR-VIDRO	1	59,00	59,00
CLR-VIDRO	-	-	30,00	58,00	-48,3% ▼	00906	00348	13/02/15	CLR-VIDRO	5	59,00	295,00
CLR-ONDULADO	-	-	35,00	-	-	00921	00357	13/02/15	CLR-SUCPLAST	17	79,00	1.343,00
CLR-BRANCO	-	-	38,00	-	-	00905	00365	13/02/15	CLR-SUCPLAST	3	79,00	237,00
CLR-JORNAIS	-	-	30,00	-	-	00915	00364	13/02/15	CLR-SUCPLAST	5	78,00	390,00
CLR-CARTONADO	-	-	50,00	-	-	00920	00337	13/02/15	CLR-SUCPLAST	2	78,00	156,00
						1 2 3 ... 13 14 15 > 1 a 15 de 213 registros						

Fonte: BVRio, 2019. Recuperado de <https://www.bvrio.org/embalagem/plataforma/ordens.do>

Anexo E - Relatório “Fichas técnicas – composto orgânico”

30/2019 Composto Urbano | CEMPRE

cempre
COMPROMISSO EMPRESARIAL
PARA RECICLAGEM

19 DE AGOSTO DE 2019

SOBRE O CEMPRE SERVIÇOS CEMPRE INFORMA BIBLIOTECA ONLINE ARTIGOS E PUBLICAÇÕES CICLOSOFT CONTATO

ARTIGOS E PUBLICAÇÕES FICHAS TÉCNICAS

COMPOSTO URBANO

O mercado para reciclagem

Compostagem é a denominação que se dá para um processo de transformação de resíduos sólidos orgânicos não perigosos - restos vegetais e animais - em um adubo bom e barato. Os resíduos urbanos, ou seja, os restos de cozinha (vegetais e animais), de podas de jardins e de quintais, classificados como lixo domiciliar, dão por decomposição efetuada por microorganismos encontrados nesses mesmos materiais orgânicos, dois novos e importantes componentes: sais minerais contendo nutrientes para as raízes das plantas e húmus, material de coloração escura, melhorador e condicionador do solo. O composto é um fertilizante bom, pelas suas excelentes qualidades, melhorando as propriedades físicas, químicas e bioquímicas do solo. É barato por ser produzido a partir de matéria-prima praticamente sem valor, descartada como lixo. Pelo fato de se produzir composto com resíduos de baixo ou nenhum valor econômico, pode-se adubar as plantas com doses consideradas elevadas.

Quanto é reciclado?

Em 2015, cerca de 5% do lixo sólido orgânico urbano gerado no Brasil foi reciclado, ("compostado"). Em termos absolutos tem-se 211 municípios brasileiros com unidades de compostagem, sendo que os Estados de Minas Gerais e Rio Grande do Sul possuem a maior concentração, 78 e 66 unidades respectivamente.

Valor

O composto tem em média 2,5% da soma dos nutrientes nitrogenênio, fósforo e potássio - NPK. Assim, aplicando-se dez toneladas por hectare, dove vezes maior que a recomendada para um fertilizante mineral, se estará levando para a planta, 250 kg de NPK, mesma quantidade de nutrientes essenciais encontrada no adubo "químico", cujo preço é de R\$ 800 a R\$ 900 a tonelada. O valor do composto orgânico oscila entre R\$100,00 e R\$150,00 a tonelada.

Conhecendo o material

Para compostagem, transformação dos resíduos sólidos orgânicos em um fertilizante denominado composto, podem ser utilizados o lixo domiciliar e o de limpeza em logradouros públicos.

Qual o peso desses resíduos no lixo?

No Brasil, esses componentes orgânicos somam cerca de 50% do peso do lixo coletado. Nos Estados Unidos representa 12%, Índia 68% e França 23%. As variações são as seguintes: quanto mais desenvolvido o país ou mais alta é a classe social, menor é a proporção de resíduos orgânicos compostáveis e, maior a de recicláveis (papel, papelão, vidro, metais e plásticos).

Sua história

O uso de resíduos orgânicos como adubo para as plantas se perde no tempo. Já no ano 43 da era Cristã, o filósofo Virgílio relatava em seu livro "As Geórgicas", como restos de culturas e estercos animais amontoados se transformavam em material para ser aplicado nas terras de cultura e aumentar as colheitas. Na China e na Índia, a compostagem é uma prática "agro-sanitária" milenar.

E as limitações?

Para a produção de um composto de lixo com aspecto atraente, convidativo, para o agricultor comprá-lo e aplicar em suas lavouras, é importante evitar a presença de partículas grossas, de cacos de vidro, de louça, pedaços de plástico, pedrinhas e outros contaminantes que podem ser removidos com uma boa catção e um peneiramento final do produto acabado. Fala-se que o lixo pode conter metais pesados, tóxicos para as plantas e para quem delas se alimentar. Os metais pesados são encontrados com frequência em materiais coloridos presentes no lixo urbano, tais como revistas, etiquetas, borrachas, plásticos, tecidos, entre outros. Adotando-se o sistema de descarte seletivo domiciliar em lixo seco e lixo úmido, neste último recipiente estão incluídos os restos de cozinha, não será detectada quantidade significativa de metais pesados.

Especificações de Composto

A legislação brasileira determina que o fertilizante orgânico composto para ser comercializado deve apresentar as seguintes garantias: matéria orgânica: mínimo de 40%; índice pH: mínimo 6,0; teor de nitrogênio: 1,0% e relação carbono/nitrogênio: 18/1; não deve conter patogênicos e metais pesados acima dos limites toleráveis. É importante saber...

Redução na Fonte de Geração

VEJA TAMBÉM

Conheça um pouco mais o CEMPRE

O Compromisso Empresarial para Reciclagem (Cempre) é uma associação sem fins lucrativos dedicada à promoção da reciclagem dentro do conceito de gerenciamento integrado do lixo.

AINDA EM ARTIGOS E PUBLICAÇÕES

ARTIGOS
MANUAIS
MULTIMÍDIA
FICHAS TÉCNICAS
IMPRESA
EDUCAÇÃO

VOLTAR

Fonte: Compromisso Empresarial para Reciclagem. CEMPRE. 2019. Recuperado de <http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/10/composto-urbano>

Anexo G - Relatório “SindusCon-SP: Custo da Construção Paulista Sobe 0,28% em Fevereiro”

25/08/2019

SindusCon-SP: custo da construção paulista sobe 0,28% em fevereiro - Sinduscon-SP

RESPONSABILIDADE SOCIAL (HTTPS://SINDUSCONSP.COM.BR/ASSUNTOS?TEMA=SUSTENTABILIDADE)

TECNOLOGIA E QUALIDADE (HTTPS://SINDUSCONSP.COM.BR/ASSUNTOS?TEMA=TECNOLOGIA-E-QUALIDAD

Compartilhar 0

Tweetar

SindusCon-SP: custo da construção paulista sobe 0,28% em fevereiro

01/03/2019 10:09:04

O Custo Unitário Básico (CUB) da indústria da construção do Estado de São Paulo registrou alta de 0,28% em fevereiro, na comparação com o mês anterior. O dado é do SindusCon-SP (Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo) e da FGV (Fundação Getúlio Vargas). O CUB é o índice oficial que reflete a variação dos custos das construtoras, utilizado na atualização financeira dos contratos de obras.

Em fevereiro, os custos médios das construtoras com materiais de construção subiram 0,79%, enquanto os custos com mão de obra e os custos administrativos (estes, representados pelos salários dos engenheiros) não sofreram variação.

No primeiro bimestre deste ano, a variação acumulada do CUB atingiu 0,83% e em 12 meses, 3,41%. O CUB representativo da construção paulista (R8-N) ficou em R\$ 1.383,90 por metro quadrado em fevereiro.

Com desoneração

Nas obras incluídas na desoneração da folha de pagamentos, a alta do CUB foi de 0,31% em fevereiro, comparado a janeiro. Em 12 meses, a elevação foi de 3,58%. O custo médio da construção paulista no mês subiu para R\$ 1.284,46 por metro quadrado.

Em fevereiro, os custos com os materiais se elevaram em 0,79%, enquanto os custos com a mão de obra e os administrativos permaneceram estáveis.

Custos dos insumos

Em fevereiro, os custos de 10 dos 27 materiais de construção pesquisados registraram elevação superior ao IGP-M (0,88%). Entre os que mais subiram estiveram a brita (2,29%), a areia média lavada (1,59%), o vergalhão de aço (1,40%), o concreto (1,37%) e o tubo de ferro galvanizado com costura (1,23%)

Em doze meses, os materiais que mais subiram acima do IGP-M (7,60%) foram os vergalhões de aço (14,44%) e o cimento (8,04%).

MAIS INFORMAÇÕES:

Rafael Marko

Assessor de Imprensa

marko@sindusconsp.com.br (mailto:marko@sindusconsp.com.br)

(11) 96400-2434 (11) 3334-5662

www.sindusconsp.com.br (http://www.sindusconsp.com.br)

https://sindusconsp.com.br/release/sinduscon-sp-custo-da-construcao-paulista-sobe-028-em-fevereiro/

2/6

Fonte: Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo. SINDUSCON-SP. (2019). Recuperado de <https://sindusconsp.com.br/release/sinduscon-sp-custo-da-construcao-paulista-sobe-028-em-fevereiro/>