

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE GEOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

HUMBERTO FERREIRA SILVA MINÉU

O CUSTO DE OPORTUNIDADE DO ATERRO SANITÁRIO DE  
ITUIUTABA, MG: COMPONENTES E REPERCUSSÃO  
ECONÔMICA EM LONGO PRAZO

UBERLÂNDIA  
2017

HUMBERTO FERREIRA SILVA MINÉU

O CUSTO DE OPORTUNIDADE DO ATERRO SANITÁRIO DE  
ITUIUTABA, MG: COMPONENTES E REPERCUSSÃO  
ECONÔMICA EM LONGO PRAZO

Tese de Doutorado apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Geografia como exigência parcial  
para a obtenção do título de Doutor  
em Geografia.

Área de Concentração: Geografia e  
Gestão do Território

Orientador: Prof. Dr. Manfred Fehr

UBERLÂNDIA  
2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

M664c Minéu, Humberto Ferreira Silva, 1969-  
2017 O custo de oportunidade do aterro sanitário de Ituiutaba, MG :  
componentes e repercussão econômica em longo prazo / Humberto  
Ferreira Silva Minéu. - 2017.  
269 f. : il.

Orientador: Manfred Fehr.  
Tese (doutorado) -- Universidade Federal de Uberlândia, Programa  
de Pós-Graduação em Geografia.  
Inclui bibliografia.

1. Geografia - Teses. 2. Lixo - Eliminação - Teses. 3. Economia  
ambiental - Ituiutaba (MG) - Teses. 4. Aterro sanitário - Ituiutaba (MG) -  
Teses. I. Fehr, Manfred. II. Universidade Federal de Uberlândia.  
Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

---

CDU: 910.1

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

**Programa de Pós-Graduação em Geografia**

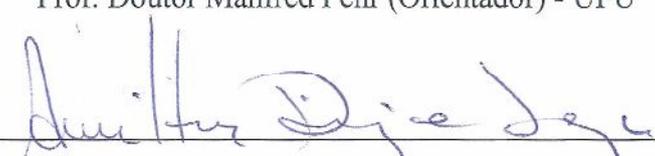
**HUMBERTO FERREIRA SILVA MINÉU**

“O CUSTO DE OPORTUNIDADE DO ATERRO SANITÁRIO DE ITUIUTABA, MG: COMPONENTES E REPERCUSSÃO ECONÔMICA EM LONGO PRAZO”.



---

Prof. Doutor Manfred Fehr (Orientador) - UFU



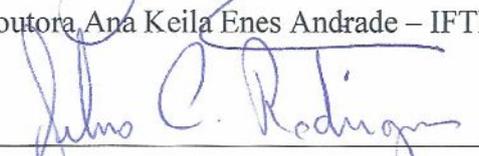
---

Professor Doutor Amilton Diniz e Souza – IFTM – Uberaba - MG



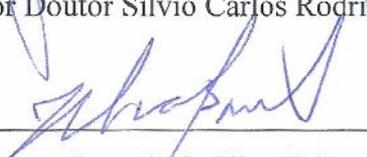
---

Professora Doutora Ana Keila Enes Andrade – IFTM – Uberaba - MG



---

Professor Doutor Sílvio Carlos Rodrigues – UFU



---

Professor Doutor Jorge Luis Silva Brito – UFU

Data: 28 / 04 de 2017

Resultado: aprovado

## DEDICATÓRIA

Ao meu pai, Hermes Ferreira Minéu (in memoriam) referência de caráter e perfeccionismo, em fazer o melhor em cada momento.

À minha mãe, Maria Eunides Silva, referência de força, fé e determinação.

Aos meus pais, fonte de inspiração no aprimoramento dos valores para o trabalho e no cotidiano da vida.

Ao Felipe, Livia, Sarah e Estevão, filhos(as), fonte de esperança e razão para continuar aprendendo e na busca em contribuir para um mundo melhor e mais justo.

À Amizade!

## AGRADECIMENTOS

Ao encerrar um trabalho dessa natureza, transcorridos quatro anos de estudos, na busca por informações, dados, esclarecimentos, formas de melhor apresentar os dados e argumentos, que facilite a compreensão quando da sua leitura, é momento, também, de compartilhar os resultados com as pessoas que contribuíram de alguma forma para sua realização. Registro aqui o meu agradecimento por todas as contribuições, independente do tempo despendido ou quantidade de informações fornecidas.

Agradeço ao prof. Dr. Manfred Fehr, pelas orientações nesse período, norteadas os rumos da pesquisa e da estruturação do trabalho, e pela confiança depositada em mim, conferindo-me liberdade para criar.

Aos membros da banca de qualificação, professores Amilton Diniz e Souza e Silvio Carlos Rodrigues, que fizeram os primeiros questionamentos e cujas sugestões contribuíram no desenvolvimento do trabalho e, certamente, e que certamente são percebidas na leitura da versão na defesa final.

Aos membros da banca de defesa final, por aceitarem o convite e cujos questionamentos e contribuições enriqueceram o trabalho.

À Marcia Alves Medeiros Vilela, pelo trabalho de revisão de texto, desse e de outros trabalhos de minha autoria, contribuindo com a qualidade do texto com simplicidade e dedicação.

Às várias pessoas do meio acadêmico e de convívio, que se dispuseram a trocar ideias, discutir análises parciais, fazer leitura de texto e esclarecer dúvidas nas suas áreas de conhecimento, diante do desafio do trabalho realizado, numa abordagem multidisciplinar: Alessandro Martins Santana, Arinaldo de Oliveira, Fernando Bartholo, Guilherme Garcia da Silveira, Ivanildo da Silva dos Santos, José Moreira Filho, Júnia de Oliveira Costa, Lilian Oliveira Rosa, Mara Alves Soares, Maria Teresa Baciotti Moreira e Matilde das Graças Soares.

Por se tratar de um trabalho de natureza aplicada, foi importante manter o contato com diversos profissionais locais, que estiveram abertos a consultas nas suas áreas de especialidade/atuação, trocando ideias e discutindo argumentos na análise dos dados, aos quais, registro meus agradecimentos: Adalcides Júnior, Anastácio de Oliveira, Celi Aparecida da Silva Machado, Cristina Garvil, Eduardo Luiz Ferreira Junior, Gilson Maia Fernandes, Gustavo de Moraes Ferreira, Hilda Costa Machado, Leonardo Borges Castro, Malson dos Reis, Márcio Bernardes Ferreira, Roberto Dutra e Rodrigo Esteves de Melo. Além de

representantes de imobiliárias locais. À Cristian Garvil e Leonardo Borges Castro meus cumprimentos, extensivos aos demais envolvidos na época, pelo belo trabalho que proporcionou a implantação do aterro e criação da cooperativa de reciclagem.

À Cooperativa de Reciclagem de Ituiutaba, por meio de seu presidente Odeon Nunes Barcelos e de Sandra Naves da Silva Ribeiro, cujos dados foram fundamentais para a realização desse estudo e que se mantiveram abertos à consulta de dados, troca de ideias, esclarecimentos. Faço aqui um registro dos meus cumprimentos em reconhecimento ao belo trabalho que realizam na cidade.

À Prefeitura de Ituiutaba, por meio de seus servidores, fundamentais na viabilização do estudo: na Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos - Aurélia Silva Freitas, Bruno Guimarães, Marcelo Brito de Godoi, Patrícia Antunes Reis, Valdeir Alves Ferreira; na Secretaria da Fazenda - Eleni Soares Góes; Erika Fernandes Silva; João Marchiori Carvalho Júnior; Sandro Batista Salomão e Walcyr Soares Valadão; na Secretaria de Planejamento - Lony Cesar Cristaldo e Naila Arantes de Castro; na Secretaria de Desenvolvimento Social – Celina Parreira Derze e Maria Divina da Silva; aos secretários de Obras e de Planejamento, Luiz Manoel e Carlo Novaes, respetivamente, pela abertura para a realização da pesquisa.

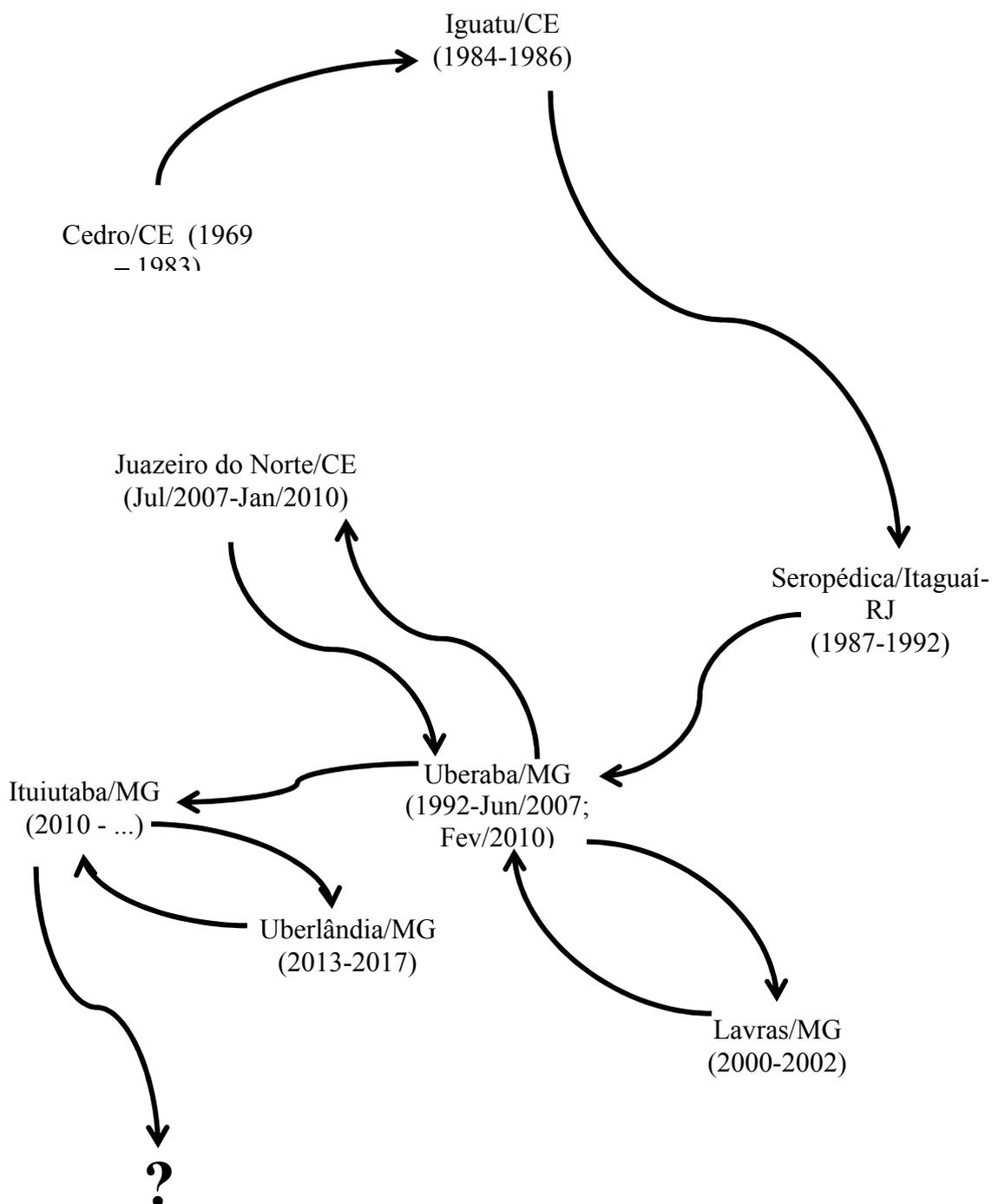
À Superintendência de Água e Esgotos de Ituiutaba, por meio de Georges Bou Hanna Filho, Guilherme Franco Junqueira e Humberto Henrique de Almeida, pelo acesso aos documentos e informações.

À Emmeline Aparecida Silva Severino, Lisiane da Silva Mendes, Matheus Eduardo Souza Teixeira, Patrícia Antunes Reis, Tiago Ramos Rezende e Victor Mateus Cruz pelo apoio em vários momentos ao longo desses quatro anos. À Emmeline e Lisiane, que de bolsistas de extensão se tornaram parceiras em várias atividades sempre que solicitadas, meu agradecimento especial.

À Fabíola, Jan e Dalila, precursores no projeto de extensão Educação Ambiental na Escola, que dividiram o desafio de iniciar o trabalho e de criatividade nos procedimentos e instrumental, continuado com Emmeline e Lisiane, partilhando do começo dos trabalhos no município, que levou a realização e conclusão desse estudo. E espero que continuemos a descobrir novos temas e realizar novos trabalhos.

Muito obrigado a todos!

## TRAJETÓRIA ... Por onde!<sup>1</sup>



<sup>1</sup>Ilustração baseada na criação de SCHENKEL, Bruna. **Cidades Percebidas**: Diário gráfico como junção de percepções dos lugares onde morei. 2013. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação).

## RESUMO

Os resíduos sólidos vêm recebendo destaque na sociedade em função do crescimento da geração, das consequências do descarte inadequado e dos conflitos pelo uso e ocupação do espaço envolvendo sua disposição. A avaliação convencional dos custos de disposição em aterros tem demonstrado elevação constante dessas despesas, além de estarem baseadas no modelo linear da economia, da extração da matéria-prima à disposição. Em contraponto, alternativas com viabilidade tecnológica e econômica, baseadas no modelo circular da economia, promovem mudança na avaliação dos custos, envolvendo aspectos econômicos, ambientais e sociais. O presente trabalho objetiva avaliar o custo de oportunidade do aterro sanitário, em comparação a alternativa de investimento na coleta seletiva e compostagem na destinação dos resíduos sólidos urbanos, por meio do estudo de caso no município de Ituiutaba, MG, Brasil. O estudo combina métodos de pesquisa qualitativa e quantitativa para o levantamento de custos, estimativa das perdas com a disposição e os benefícios gerados com a destinação dos resíduos recicláveis, secos e biodegradáveis, para a coleta seletiva. Os dados foram levantados de 2007 a 2016, com a projeção de mais cinco anos referentes à vida útil do aterro. O estudo utiliza a abordagem integrada entre a geografia, a economia ambiental/circular e a gestão integrada de resíduos sólidos, promovendo uma visão mais abrangente da complexidade, ampliando a análise das partes e a compreensão do todo, com as interações e interdependências sendo evidenciadas. Os resultados apontam aspectos políticos/legais, culturais, sociais, ecológicos, tecnológicos e econômicos que fazem parte do diagnóstico e das possíveis soluções, com sugestões apresentadas no texto. Os resíduos recicláveis representaram 80% em massa e volume dos RSU destinados ao aterro. A estimativa pelo custo de oportunidade é de uma perda de 146 milhões de reais para os 15 anos de análise, com o investimento em aterrar os recicláveis, evidenciando ser necessário mudar a forma de apurar os custos. A coleta seletiva demonstrou ser mais vantajosa que o processo de disposição no aterro, proporcionando o retorno financeiro de R\$1,11 a cada R\$1,00 gasto pelo município no período de 2011 a 2016. Além disso, a coleta seletiva comercializou 7.756,5 t de resíduos, gerando uma receita de R\$3.366.685,55 e economia de volume no aterro estimado em 33.442,8 m<sup>3</sup>, que corresponde a 8,71% da sua capacidade (384.000 m<sup>3</sup>), representando ganho de vida útil. A coleta seletiva recupera menos de 4% de recicláveis secos diante de um potencial de 30,0%, e nessas condições a cada ano da coleta seletiva se ganha quase 1,0% de volume no aterro. Os resíduos comercializados pela coleta seletiva representaram economia de R\$1.213.820,33 com o serviço de coleta e na operação do aterro. Os resíduos recicláveis secos destinados ao aterro representam uma perda de R\$28.328.223,92. A perda com os biodegradáveis foi estimada em R\$26.382.102,84. São recursos que, em vez de retornar para a economia, beneficiando a sociedade, estão sendo enterrados. O investimento na alternativa ao aterro representa redução na criação de passivos ambientais, redução das externalidades ambientais e sociais negativas, além de proporcionar o recolhimento de impostos e contribuição previdenciária.

**Palavras-chave:** Aterro sanitário. Coleta seletiva. Custo de oportunidade de aterro. Economia circular. Gestão integrada de resíduos sólidos.

## ABSTRACT

Solid waste has been highlighted in the face of increased generation, the consequences of improper disposal and conflicts over the space for disposal. The conventional evaluation of disposal costs in landfills has shown a constant increase of these expenses, besides being based on the linear model of the economy, of the extraction of the raw material at disposal. In contrast, alternatives with technological and economic feasibility, based on the circular model of the economy, promote change in the evaluation of costs, involving economic, environmental and social aspects. The objective of this study was to evaluate the cost of opportunity of the landfill, in comparison to the investment alternative in the selective collection of solid urban waste (SUW), by means of a case study in the municipality of Ituiutaba, MG, Brazil. The study uses combinations of qualitative and quantitative research methods for costing, estimating the disposal losses and the benefits generated by the use of recyclable, dry and biodegradable waste for selective collection. The data were collected from 2007 to 2016, with the projection of another five years referring to the life cycle of the landfill. The study uses the integrated approach between geography, environmental / circular economics and integrated solid waste management, promoting a broader view of complexity, broadening the analysis of the parts and understanding the whole, with the interactions and interdependencies being evidenced. The results point out political / legal, cultural, social, ecological, technological and economic aspects that are part of the diagnosis and possible solutions, with suggestions presented in the text. The recyclable wastes accounted for 80% by mass and volume of MSW for the landfill. The estimated cost of opportunity is a loss of 146 million reais for the 15 years of analysis, with the investment in landfill of recyclables, showing that it is necessary to change the way of calculating costs. The selective collection proved to be more advantageous than the disposition process in the landfill, providing a financial return of R\$1.11 for each R\$1.00 spent by the municipality in the period from 2011 to 2016. In addition, the selective collection commercialized 7,756.5 T of waste, generating a revenue of R\$3,366,685.55 and volume savings in the landfill estimated at 33,442.8 m<sup>3</sup>, corresponding to 8.71% of its capacity (384,000 m<sup>3</sup>), representing a useful life gain. The selective collection recovers less than 4% of dry recyclables with a potential of 30.0%, and in these conditions each year of the selective collection it gains almost 1.0% of volume in the landfill. The waste marketed by the selective collection represented savings of R\$1,213,820.33 with the collection service and the operation of the landfill. The dry recyclable waste destined for the landfill represents a loss of R\$28,328,223.92. The loss with biodegradable was estimated at R\$26,382,102.84. These are resources that, instead of returning to the economy, benefiting society, are being buried. The investment in the alternative to the landfill represents a reduction in the creation of environmental liabilities, reduction of negative environmental and social externalities, besides providing the collection of taxes and social security contributions.

**Keywords:** Circular economy. Integrated solid waste management. Landfill. Landfill opportunity cost. Selective collection.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição da geração de resíduos de acordo com a renda familiar nas regiões administrativas de São Paulo .....	42
Figura 2 - Representação das relações entre o significado, a interpretação e ação, com o conhecimento como elemento-chave na apropriação e reflexão .....	61
Figura 3 - Mensagens de orientação e descarte com o uso de termo e concepção de lixo .....	63
Figura 4 – Mensagens de orientação e descarte com o uso do termo e concepção de resíduo	64
Figura 5 - Representação sistêmica da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos e suas dimensões de análise e solução .....	96
Figura 6 - Custo do aterro sanitário por número de habitantes no Brasil (R\$).....	118
Figura 7 - Representação do modelo conceitual de análise do trabalho com as alternativas de destinação dos RSU em relação ao aterro sanitário.....	128
Figura 8 - Organização dos tickets de pesagem por tipo de resíduo, dia, mês e ano .....	131
Figura 9 - Planilha eletrônica desenvolvida no levantamento dos dados do aterro sanitário de Ituiutaba e encaminhada para a Secretaria de Obras .....	132
Figura 10 - Localização do município de Ituiutaba, MG, Brasil.....	137
Figura 11 - Mapa de uso da terra e cobertura vegetal natural do município de Ituiutaba (2011). .....	144
Figura 12 - Localização do aterro sanitário no município de Ituiutaba, MG, em relação a área central e ao perímetro urbano – antigo e novo .....	148
Figura 13 - Localização do aterro sanitário e relação de vizinhança com atividades produtivas, urbanização e conservação ambiental.....	149
Figura 14 - Evolução das células de disposição de RSU no aterro sanitário de Ituiutaba, MG .....	153
Figura 15 - Evolução da coleta e destinação de RSU ao aterro sanitário (t/ano) .....	159
Figura 16 - Exemplos de áreas de “bota fora” encontradas na cidade de Ituiutaba, MG .....	160
Figura 17 - Valor gasto pelo município com o serviço de coleta e destinação dos RSU ao aterro sanitário, de 2006 a 2016 (R\$/ano) .....	163
Figura 18 - Comparativo do valor da tonelada de resíduos coletada e transportada ao aterro, com o percentual de reajuste aplicado e o índice de inflação no período. ....	166
Figura 19 - Evolução do número de cooperados da Copercicla de 2003 a 2016 .....	177
Figura 20 - Comparativo da evolução entre as séries dos dados levantados em dez anos mais a projeção de cinco anos com a série projetada para os 15 anos com uso da média calculada.	227

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Os termos lixo e resíduo e a evolução de seu significado.....	62
Quadro 2 - Estimativas do tempo de decomposição de resíduos sólidos no ambiente .....	106
Quadro 3 - Economia de recursos naturais proporcionadas pela reciclagem de materiais.....	108
Quadro 4 - Conceitos de custo de oportunidade sob o enfoque econômico.....	114
Quadro 5 - Utilização da terra pelos estabelecimentos agropecuários (ha e %) .....	142
Quadro 6 - Valor da terra na área do entorno do aterro com base nos dois cenários de perímetro urbano e perspectiva de utilização/ocupação .....	150
Quadro 7 – Estimativa do investimento realizado e a efetuar com o Aterro Sanitário de Ituiutaba, MG, por etapa, em valores nominais (R\$) .....	154
Quadro 8 - Extrato das medidas de Educação Ambiental voltadas para a gestão de resíduos sólidos no Plano Municipal de Educação de Ituiutaba, MG.....	203
Quadro 9 - Fator de qualidade para empreendimentos destinados ao tratamento e/ou disposição final de resíduos sólidos urbanos (Resolução SEMAD n. 1.273/2011) .....	210
Quadro 10 - Componentes monetários identificados na análise do custo de oportunidade do aterro sanitário em relação à alternativa da coleta seletiva para a reciclagem e compostagem .....	218
Quadro 11 - Componentes qualitativos, não monetários ou não valorados e benefícios indiretos na análise do custo de oportunidade do aterro sanitário em relação à coleta seletiva .....	241

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Despesa per capita com manejo de RSU em relação à população urbana dos municípios participantes, segundo faixa populacional – SNIS-RS 2014 .....	32
Tabela 2 - Evolução da quantidade de RSU no Brasil – total e per capita .....	39
Tabela 3 - Massa coletada de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) per capita dos municípios participantes do SNIS 2014, em relação à população urbana, segundo faixa populacional ....	40
Tabela 4 - Comparação do IDH com a geração de resíduos domiciliares e municipais, de Assunção, Paraguai, entre 1994 – 2009 .....	41
Tabela 5 - Geração per capita de resíduos no Brasil e no mundo (kg/hab/dia).....	43
Tabela 6 - Evolução da massa de RSU coletada per capita no Brasil .....	43
Tabela 7 - Evolução da composição do “lixo” domiciliar na cidade de São Paulo (%).....	45
Tabela 8 - A composição dos RSU e o nível da renda (%) .....	46
Tabela 9 - População atendida pela coleta seletiva no Brasil (milhões de habitantes e %) .....	47
Tabela 10 - Destino final dos resíduos sólidos, por unidades de destino (%) .....	48
Tabela 11 - Despesa per capita com manejo de RSU em relação à população urbana dos municípios participantes, segundo região geográfica – SNIS-2014.....	50
Tabela 12 - Relação do custo entre a coleta convencional e a coleta seletiva no Brasil pelo Cempre, de 1994 a 2014 (Número de vezes).....	51
Tabela 13 - Evolução do número de programas de coleta seletiva no Brasil .....	52
Tabela 14 - Número de municípios com coleta seletiva no Brasil .....	53
Tabela 15 - Massa de resíduos sólidos recolhida via coleta seletiva dos municípios participantes do SNIS em 2014, por agente executor, segundo faixa populacional.....	54
Tabela 16 - Preço do material reciclável - Cempre - Jan/Fev 2016 (Valores inteiros em R\$/t) .....	67
Tabela 17 - Estimativa dos benefícios econômicos associados à redução no consumo de insumos (R\$/t) .....	70
Tabela 18 - Estimativa dos benefícios ambientais associados à redução no consumo de energia (R\$/t).....	71
Tabela 19 - Estimativa dos benefícios ambientais associados à redução da emissão de GEE (t CO <sub>2</sub> e/t e R\$/t) .....	72
Tabela 20 - Estimativa dos benefícios ambientais associados a redução no consumo de água (R\$/t).....	73

Tabela 21 - Estimativa dos benefícios ambientais associados à redução da necessidade de solo para a monocultura de árvores – eucalipto .....	73
Tabela 22 - Estimativa dos benefícios ambientais gerados pela reciclagem (R\$/t) .....	74
Tabela 23 - Estimativa dos custos da coleta regular.....	74
Tabela 24 - Estimativa dos custos da coleta seletiva.....	75
Tabela 25 - Possíveis cenários para estimativa dos benefícios e custos gerados pela coleta seletiva.....	75
Tabela 26 - Benefícios econômicos com a reciclagem de resíduos sólidos (Valores inteiros em R\$/t).....	76
Tabela 27 - Gravimetria da disposição, total coletado de resíduos sólidos urbanos e consumo aparente, por material .....	77
Tabela 28 - Reciclagem e coleta seletiva por materiais (mil t). .....	78
Tabela 29 - Estimativa dos benefícios atuais e potenciais gerados pela reciclagem no Brasil em 2010, com dados do ano base 2007 .....	78
Tabela 30 - Evolução da estimativa do número de catadores de materiais recicláveis no Brasil (autônomos e cooperativados).....	80
Tabela 31 - Estimativa de viabilização de aterro sanitário de pequeno porte (100 t/dia).....	116
Tabela 32 - Evolução da população de Ituiutaba, MG, Brasil (habitantes e %).....	138
Tabela 33 - Evolução do IDHM de Ituiutaba e sua composição (em valor absoluto e %).....	138
Tabela 34 - Produto Interno Bruto do Município de Ituiutaba, por componente, total a preços correntes e per capita – 2007 a 2014 (mil R\$).....	140
Tabela 35 - Evolução do PIB total (mil R\$), PIB per capita (R\$/hab.) e População (hab.) de Ituiutaba - 2007 a 2014.....	141
Tabela 36 - Valor gerado por hectare (ha) pela agropecuária no município de Ituiutaba, de 2006 a 2014 (R\$/ha/ano), com base nos dados do PIB e Censo Agropecuário 2006 .....	145
Tabela 37 - Quantidade de resíduos sólidos urbanos destinados ao aterro sanitário de Ituiutaba, MG pelo serviço de coleta terceirizado (t) e percentual de aumento anual (%) ....	157
Tabela 38 - Quantidade média de RSU coletado e destinado ao aterro sanitário por dia da semana em 2015 (t/dia).....	158
Tabela 39 - Comparativo da evolução da quantidade de RSU coletada e destinada ao aterro sanitário (t) com o PIB per capita (R\$/hab.) e População (hab) de Ituiutaba - 2007 a 2014..	161
Tabela 40 - Valor gasto com o serviço de coleta e destinação dos RSU ao aterro e na operação do aterro (R\$) e o percentual de participação de cada etapa no custo total do sistema de coleta convencional e aterramento (%).....	162

Tabela 41 - Quantidade de resíduos medidos na operação do aterro sanitário de Ituiutaba, MG - Jan/2007 a Dez/2012 (t) .....	164
Tabela 42 - Valor pago pelo município com o serviço de coleta e destinação dos RSU ao aterro - 2007 a 2016 (R\$/t) e percentual de aumento anual (%). .....	165
Tabela 43 - Percentual de aumento aplicado no valor do serviço de coleta e destinação dos RSU ao aterro sanitário, de 2007 a 2016 (%) .....	167
Tabela 44 - Relação do aumento da despesa com a coleta de RSU (R\$/t) com índices de mercado e efeito da nova contratação. ....	168
Tabela 45 - Valor pago pelo município na operação do aterro (R\$/t), de 2006 a 2012 .....	170
Tabela 46 - Composição gravimétrica dos resíduos sólidos de Ituiutaba, MG, em 2014 .....	173
Tabela 47 - Evolução do número de cooperados, remuneração média mensal (R\$) e comparação com o salário mínimo (SM) .....	176
Tabela 48 - Quantidade de material comercializado pela Copercicla por ano, por grupo e total anual (kg) e percentual de participação (%) do grupo de material no total do ano e percentual médio no período de 10 anos .....	179
Tabela 49 - Receita obtida com comercialização dos resíduos coletados pela Copercicla por ano (R\$) e percentual de participação (%) da receita do grupo no total anual e percentual médio no período de 10 anos .....	179
Tabela 50 - Preço médio obtido na venda de resíduos recicláveis secos pela Copercicla (R\$/kg) - 2011 a 2016. ....	181
Tabela 51 - Valor médio <sup>1</sup> da tonelada de resíduos recicláveis secos comercializados pela Copercicla, por grupo de material e geral, de 2007 a 2016 - (R\$/t) .....	182
Tabela 52 - Evolução da proporção da coleta seletiva formal em relação ao total de RSU coletados e pesados no município (%) .....	183
Tabela 53 - Economia de volume no aterro sanitário com a coleta seletiva (m <sup>3</sup> ) .....	184
Tabela 54 - Despesas do município com a coleta seletiva (R\$), entre 2007 e 2016 .....	186
Tabela 55 - Custo da coleta seletiva para o município em R\$/t, entre 2007 e 2016, com base na despesa direta .....	186
Tabela 56 - Despesas evitadas pela coleta seletiva dos materiais recicláveis secos com a coleta convencional e operação do aterro ao desviar os materiais do aterro sanitário (R\$/ano e R\$/t) .....	188
Tabela 57 - Valores recebidos do Programa Bolsa Reciclagem, pela cooperativa (R\$) .....	189
Tabela 58 - Recolhimento anual de impostos (ICMS, PIS e COFINS) pela Cooperativa de Reciclagem de Ituiutaba, entre 2007 e 2016 (R\$) .....	190

Tabela 59 - Equivalência do valor pago em impostos pela Coperciela (R\$) em salários mínimos (SM) no período de 2007 a 2016 .....	191
Tabela 60 - Contribuição a previdência pela Cooperativa de Reciclagem de Ituiutaba, entre 2007 e 2016 (R\$) .....	192
Tabela 61 - Síntese dos benefícios econômicos gerados pela comercialização dos materiais recicláveis, entre 2007 e 2015, pela cooperativa em Ituiutaba, MG (R\$) .....	192
Tabela 62 - Retorno financeiro proporcionado com a comercialização dos materiais coletados pela coleta seletiva (R\$) a cada R\$1,00 gasto pelo município, de 2007 a 2016.....	193
Tabela 63 - Sustentabilidade financeira da Cooperativa de Reciclagem de Ituiutaba.....	194
Tabela 64 - Análise do custo da tonelada de resíduos na coleta seletiva com base no custo de oportunidade (R\$/t) .....	204
Tabela 65 - ICMS Ecológico recebido pelo município de Ituiutaba, MG - 2006 a 2016 (em mil R\$) .....	209
Tabela 66 - Valores declarados pela prestadora de serviço de operação do aterro recebidos pelo município referentes ao ICMS Ecológico e ISS (R\$).....	212
Tabela 67 – Estimativa do valor econômico perdido com a área utilizada pelo aterro comparado ao uso pela agropecuária e o custo de oportunidade correspondente aos resíduos recicláveis - 2007 a 2014 .....	220
Tabela 68 - Estimativa da perda econômica gerada com o uso da área para aterro sanitário por ano (R\$/ano) e ao final do ciclo de 42 anos (R\$) .....	221
Tabela 69 - Investimento no aterro sanitário de Ituiutaba, MG, com valores nominais de instalação e atualizados para dezembro de 2006 e fevereiro de 2017 (R\$).....	223
Tabela 70 - Estimativa de valor a ser desembolsado com o encerramento e monitoramento do aterro sanitário .....	225
Tabela 71 - Estimativa do valor econômico perdido com o material reciclável (seco e biodegradável) destinado ao aterro sanitário de Ituiutaba, MG, no período de 15 anos (R\$)	229
Tabela 72 - Despesas com a coleta dos RSU e operação no aterro sanitário de Ituiutaba, MG, com os recicláveis secos e biodegradáveis (R\$).....	231
Tabela 73 - Custo por tonelada com a coleta e transporte dos RSU e na operação do aterro (R\$/t).....	233
Tabela 74 - Valor economizado pelo município com coleta e operação no aterro com o material desviado pela coleta seletiva (R\$/ano) .....	234
Tabela 75 - Valor econômico obtido com a venda dos resíduos recicláveis secos desviados do aterro e comercializado pela Cooperativa por ano, de 2007 a 2016 (R\$) .....	235

Tabela 76 - Despesas do município com a coleta seletiva (R\$), entre 2007 e 2016 .....	236
Tabela 77 - O custo de oportunidade do aterro sanitário com base na alternativa da coleta seletiva para reciclagem dos materiais secos e a compostagem dos biodegradáveis, no período de 15 anos do aterro sanitário de Ituiutaba, MG (mil R\$).....	238

## LISTA DE SIGLAS

ABETRE - Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos  
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ABRE - Associação Brasileira de Embalagens  
ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais  
CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem  
CIDES – Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento Sustentável  
COFINS – Conselho Nacional de Meio Ambiente  
CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente  
COPAM - Conselho Estadual de Política Ambiental  
COPERCICLA – Cooperativa de Reciclagem de Ituiutaba  
CSLL – Contribuição Social sobre o Lucro Líquido  
DIEESE – Departamento Intersindical de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos  
EMATER – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural  
ERPAI - Estação de Recuperação e Preservação Ambiental de Ituiutaba  
ETE – Estação de Tratamento de Esgotos  
FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente  
FGV – Fundação Getúlio Vargas  
FJP - Fundação João Pinheiro  
GIRS – Gestão Integrada de Resíduos Sólidos  
Ha - Hectare  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IDH – Índice de Desenvolvimento Humano  
IEF – Instituto Estadual de Florestas  
ICMS – Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços  
IGPM – Índice Geral de Preços de Mercado  
ILZB – Instituto Lixo Zero Brasil  
INCC – Índice Nacional da Construção Civil  
INSS – Instituto Nacional de Seguridade Social  
IPCA – Índice de Preços ao Consumidor Amplo  
IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada  
IPRF – Imposto de Renda Pessoa Jurídica

IPTU – Imposto Predial e Territorial Urbano  
ISS – Imposto Sobre Serviços  
MNCR – Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis  
OCDE – Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico  
ONU – Organização das Nações Unidas  
PEV – Ponto de Entrega Voluntária  
PFSB – Política Federal de Saneamento Básico  
PIB – Produto Interno Bruto  
PIGIRS - Plano Intermunicipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos  
PIS - Programa de Integração Social  
PLANARES - Plano Nacional de Resíduos Sólidos  
PME – Plano Municipal de Educação  
PMGIRS – Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos  
PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios  
PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos  
PNSB – Pesquisa Nacional de Saneamento Básico  
PSA – Pagamento por Serviços Ambientais  
RADA - Relatório de Avaliação de Desempenho Ambiental  
RCD – Resíduo de Construção e Demolição  
RS – Resíduos Sólidos  
RSS – Resíduos de Serviços de Saúde  
RSU – Resíduos Sólidos Urbanos  
SAE – Superintendência de Água e Esgoto de Ituiutaba  
SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas  
SEMAD – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável  
SISNAMA – Sistema Nacional de Meio Ambiente  
SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento  
SNVS – Sistema Nacional de Vigilância Sanitária  
SOSP – Secretaria de Obras e Serviços Públicos  
SUASA - Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária  
VAF – Valor Adicionado Fiscal

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	23
2	REFERENCIAL TEÓRICO E REVISÃO DE LITERATURA .....	38
2.1	Panorama dos Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil: geração, coleta, operação, destinação e despesas .....	38
2.1.1	Geração total e per capita de RSU .....	38
2.1.2	Classificação e composição dos RS no Brasil .....	43
2.1.3	Cobertura da coleta e população atendida.....	47
2.1.4	Unidades de destino dos RSU e operadores.....	48
2.1.5	Custos da coleta de RSU – convencional e seletiva.....	49
2.1.6	A coleta seletiva na destinação adequada dos RS.....	52
2.2	A ocupação do espaço e os conflitos de uso em sociedade.....	55
2.3	Resíduos sólidos: de lixo a resíduo - bem de valor econômico, social e ambiental .....	61
2.4	Benefícios econômicos e ambientais da reciclagem .....	69
2.5	Os benefícios sociais com a reciclagem.....	79
2.6	A abordagem econômica do meio ambiente .....	84
2.7	A economia circular e a corrente lixo zero na análise econômica dos resíduos sólidos.....	87
2.8	A Gestão Integrada de Resíduos Sólidos no diagnóstico e soluções para a destinação adequada dos RS .....	94
2.8.1	Dimensão política / legal.....	98
2.8.2	Dimensão econômica .....	100
2.8.3	Dimensão cultural .....	101
2.8.4	Dimensão social .....	104
2.8.5	Dimensão ecológica .....	105
2.8.6	Dimensão tecnológica .....	109
2.9	O custo de oportunidade na análise econômica e definição de custos.....	113
3	METODOLOGIA .....	119
3.1	A pesquisa qualitativa .....	119
3.2	A pesquisa quantitativa .....	120
3.3	O estudo de caso.....	120
3.4	O estudo exploratório.....	121
3.5	A pesquisa bibliográfica.....	122
3.6	A análise de documentos.....	122

3.7	Observação participante .....	123
3.8	O informante e a conversa informal.....	125
3.9	Combinação de métodos .....	126
3.10	Modelo conceitual de análise .....	127
3.11	Procedimentos metodológicos para a coleta e sistematização de dados .....	129
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	137
4.1	Caracterização da área de estudo .....	137
4.2	O aterro sanitário de Ituiutaba, MG, Brasil: caracterização e custos de implantação...	147
4.3	Coleta e destinação dos RSU ao aterro sanitário .....	155
4.4	Coleta seletiva formal: quantidade de material coletado, receita e custo .....	174
4.5	Relação entre as coletas convencional e seletiva para a destinação final dos RSU na ótica da abordagem integrada entre a geografia, a economia ambiental e a gestão integrada de resíduos sólidos .....	196
4.6	O custo de oportunidade do aterro sanitário em relação à alternativa da destinação dos resíduos à coleta seletiva para reciclagem e compostagem .....	217
4.6.1	O valor econômico da produção perdida com a área utilizada pelo aterro .....	219
4.6.2	A longevidade do investimento na instalação do aterro.....	222
4.6.3	Valor perdido com os resíduos recicláveis secos e biodegradáveis enterrados .....	226
4.6.4	Valor gasto com a coleta e operação no aterro com os materiais recicláveis secos e biodegradáveis.....	230
4.6.5	Despesa evitada com a coleta e operação no aterro pelo material desviado pela coleta seletiva formal .....	233
4.6.6	Valor obtido com os resíduos desviados e comercializados pela coleta seletiva.....	235
4.6.7	Despesa do município com a coleta seletiva.....	236
4.6.8	O custo de oportunidade do aterro em relação à alternativa da coleta seletiva para a reciclagem e compostagem .....	237
4.6.9	Componentes qualitativos, não monetários ou não valorados e benefícios indiretos na análise do custo de oportunidade do aterro sanitário .....	240
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	244
	REFERÊNCIAS .....	251
	APÊNDICE A – EXEMPLO DE MEMORANDO APRESENTADO À PREFEITURA PARA SOLICITAÇÃO DE DADOS.....	261
	APÊNDICE B – SOLICITAÇÃO DE INFORMAÇÕES A IMOBILIÁRIAS.....	262

APÊNDICE C – MEMORANDO AO PREFEITO SUGERINDO MEDIDAS PARA A GESTÃO DOS RSU NO MUNICÍPIO.....	263
ANEXO A – FORMULÁRIO DO CHECK LIST DO ATERRO SANITÁRIO.....	265
ANEXO B - CHECK LIST : ATERRO SANITÁRIO DE ITUIUTABA, EM 03.09.2015-ICMS ECOLÓGICO .....	268

# 1 INTRODUÇÃO

Os problemas ambientais vêm obtendo maior atenção da sociedade e poder público, comumente em resposta ao agravamento dos mesmos e, especialmente, após efeitos adversos ao ser humano. Dentre esses problemas, os resíduos sólidos (RS) vêm recebendo destaque em face do crescimento de sua geração, das consequências do descarte inadequado, da maior demanda por destinação adequada e dos valores financeiros envolvidos, bem como quanto à forma de avaliação dos custos, envolvendo aspectos econômicos, ambientais e sociais.

Dessa forma, levantam-se as questões: quais alternativas podem ser utilizadas para a destinação final adequada dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), além do aterro sanitário, que gerem benefícios econômicos, ambientais e sociais? Como fazer a análise econômica de modo a demonstrar que a alternativa escolhida apresenta melhor viabilidade que o aterro sanitário?

Em função do aumento desses problemas, surge a necessidade dos indivíduos (e sociedade) repensarem suas práticas, o que remete a rever concepções quanto ao conhecimento existente e na relação dos indivíduos com a natureza, da sociedade com o ambiente. Notadamente em relação aos RS, demanda-se a busca pela sociedade de alternativas para a destinação adequada e novas práticas de gestão, com viabilidade econômica, menor impacto ao ambiente e à saúde das pessoas, e que gerem benefícios econômicos, ambientais e sociais.

Conforme a Agenda 21 “a melhor maneira de combater esse problema é modificar os modelos de consumo, minimizando a produção de produtos que sejam insustentáveis” (SATO; SANTOS, 1999, p. 41), e adotando medidas de destinação adequada dos RS.

Isto representa um repensar da relação indivíduo x natureza, sociedade x meio ambiente, que até o século XIX “considerava homem e natureza em polos excludentes, tendo subjacente a concepção de uma natureza objeto, fonte ilimitada de recursos à disposição do homem” (BERNARDES; FERREIRA, 2008, p.17) e a concepção da natureza como capaz de absorver os dejetos produzidos pelo homem.

Com o avanço do conhecimento e da importância da conservação do meio ambiente, para a continuidade da vida no planeta, vários conceitos vêm sendo repensados ao longo do tempo. Um dos principais conceitos para aprimorar a relação indivíduo e natureza é o entendimento de meio ambiente, que de acordo com Dias (2004) é formado pelos fatores bióticos, abióticos e a cultura humana, em um processo contínuo de interação evolucionária. Essa concepção representa um avanço em relação a conceitos anteriores, tradicionais, por

considerarem na definição apenas os aspectos bióticos e abióticos, deixando de fora as relações humanas e do ser humano com a natureza.

A inclusão da cultura no entendimento de meio ambiente, e diante da premissa da ação humana envolver um comportamento político, veio incrementar, recentemente, a concepção de sustentabilidade baseada no tripé econômico, social e ambiental, ampliando essa concepção, envolvendo as dimensões econômica, ecológica, social, cultural, política e tecnológica.

Esse avanço na concepção de sustentabilidade demonstra a mesma estar em construção. Nesse sentido, é necessário reconhecer e considerar a existência de fenômenos naturais ao longo do tempo, como parte de processos geológicos, climáticos e biológicos no planeta, com períodos de desequilíbrios e ciclos naturais, que influenciam mudanças de concepção e atitudinais a cada contexto.

Entretanto, o ser humano tem papel diferenciado no processo de mudanças no ambiente, diante de sua capacidade de transformar em larga escala os materiais, tornar estáveis substâncias e produtos, colocando-os no ambiente, inclusive como resíduos, em formas que o meio natural não consegue absorver, mesmo em longo prazo (TENÓRIO; ESPINOSA, 2004).

De acordo com Arendt (1997, p. 11 apud BERNARDES; FERREIRA, 2008, p.27),

não há motivo para duvidar da nossa atual capacidade de destruir toda a vida orgânica do planeta. A questão é se apenas desejamos usar nessa direção nosso novo conhecimento científico e técnico – e esta questão não pode ser resolvida por meios científicos; é uma questão política de primeira grandeza e, portanto, não deve ser decidida por cientistas profissionais, nem por políticos profissionais.

Diante de tamanho processo decisório e para efetiva implantação das soluções, torna-se relevante a participação da sociedade, seja por meio de audiências públicas, bem como o envolvimento de associações de moradores, de pais e de entidades de classe, num pacto coletivo de decisão e ação para a melhoria da qualidade de vida atual e futura.

Considerando a dinâmica e evolução do conhecimento é importante entender que a sustentabilidade não é algo estanque, como um fim em si mesma. “Sustentabilidade é um alvo móvel, que nunca será atingido em seu centro, mas que ajuda a melhorar progressivamente nossa capacidade de aproximar-se do mesmo” (SMERALDI, 2004, p. 9). Dessa forma, o conhecimento e a sociedade estão em constante evolução, em ritmos variáveis no espaço e tempo, em função de questões culturais, econômicas, tecnológicas, entre outras.

Em relação ao espaço, na visão de Santos (1988, p. 10), é visto “como uma realidade relacional, coisas e relações juntas”, com objetos físicos e atividades humanas em interação

contínua. E ainda, para Santos (2008a, p. 67), o espaço “[...] constitui uma realidade objetiva, um produto social em permanente processo de transformação. O espaço impõe sua própria realidade; por isso a sociedade não pode operar fora dele”.

Assim, o espaço não se restringe ao aspecto físico, sendo também objeto e produto das interações sociais, das relações do ser humano com o meio natural, em função de suas necessidades, interesses e objetivos, em um processo histórico de construção.

Na ocupação do espaço pela sociedade ocorre a disputa de atividades com diversos usos por determinada área, como a produção agropecuária, indústria, comércio, serviços e para a disposição de RSU. Essa disputa é incrementada pela concentração da população nas áreas urbanas, favorecendo a ocorrência de conflitos entre os usos, podendo ocorrer efeitos negativos de uma atividade sobre a outra.

Ao mesmo tempo em que o processo de concentração urbana intensifica o potencial de conflitos, promove a valorização econômica expressiva do espaço urbano, contribuindo para a busca da maximização econômica no aproveitamento da área pelos atores sociais, que produzem e ocupam o espaço urbano.

Para a mediação dos conflitos entre os diversos usos e agentes públicos e privados na modelagem do espaço e sua ocupação está o Estado, como ator e árbitro na organização e reorganização do espaço urbano (CORRÊA, 1997). Isso atribui ao poder público (prefeitura, estado ou união) o papel relevante de mediar os conflitos de interesses, as demandas de uso do espaço entre os agentes e atividades em sociedade, além de suas responsabilidades diretas.

O papel do poder público se torna proeminente quando se trata dos conflitos envolvendo a destinação dos RS, tema do presente trabalho, sendo atribuída ao município a responsabilidade pela coleta e destinação, conforme previsto no art. 30 da Constituição Federal do Brasil de 1988 (BRASIL, 1988). Dessa forma, o poder público (prefeitura) tem o papel de atuar na mediação de conflitos e na organização do espaço, estando sob sua responsabilidade a prestação do serviço de coleta e destinação final adequada dos RSU, de forma direta ou indireta, para os quais “os espaços físicos estão ficando cada vez mais escassos para sua disposição” (GRIPPI, 2001, p. 1).

Essa responsabilidade ficou explicitada na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela lei 12.305, de 02 de agosto de 2010, art. 26, ao definir que o “titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos é responsável pela organização e prestação direta ou indireta desses serviços” (BRASIL, 2010).

Nesse sentido, a lei 11.445, de 05 de janeiro de 2007, art. 8º, que institui as diretrizes nacionais do Saneamento Básico e a Política Federal de Saneamento Básico, possibilita que

“os titulares dos serviços públicos de saneamento básico poderão delegar a organização, a regulação, a fiscalização e a prestação desses serviços”, ficando incumbidos de forma indelegável de realizar a etapa de planejamento (BRASIL, 2007). Assim, o titular do poder público é responsável pela coleta e a destinação adequada dos resíduos sólidos domiciliares (RSD) e de limpeza urbana/varrição, que compõem os RSU, podendo executá-la diretamente ou delegar.

A geração de RS é inerente a qualquer atividade humana, nas atividades produtivas e relações de consumo, desde os primórdios da espécie humana e sua organização em sociedade. O enfrentamento da problemática da geração e da destinação adequada representa papel contínuo do poder público, como executor e/ou árbitro, bem como de toda a sociedade.

Pensar na eliminação por completo da geração de resíduos seria praticar o que argumentam Thomas e Calan (2014, p. 23), em que “a ausência de poluentes antropogênicos poderia ser alcançada se houvesse a proibição de praticamente todos os bens e serviços que caracterizam o modo moderno de viver”. Diante da dificuldade, e até impossibilidade, de tal mudança, considerando o estilo de vida hegemônico global, torna-se preponderante a adoção de sistemas produtivos baseados na economia circular, onde resíduos do processo produtivo sejam retornados ao mesmo sistema produtivo ou direcionados a outro, com os sistemas de produção aproximando-se em imitar os ciclos da matéria e energia que ocorrem na natureza.

Para Braungart e McDonough (2013, p. 97), “a natureza opera de acordo com um sistema de nutrientes e de metabolismo em que o desperdício não existe. [...] Resíduos são nutrientes.” Esses autores denominam esse sistema cíclico de *cradle to cradle* (do berço ao berço), um avanço ao sistema *cradle to grave* (do berço ao túmulo), que é baseado na economia linear, onde “os recursos são extraídos, modelados em produtos, vendidos e finalmente eliminados em uma espécie de ‘sepultura’, normalmente um aterro ou incinerador” (BRAUNGART; McDONOUGH, 2013, p. 33). Para os autores, se os seres humanos quiserem prosperar, terão que imitar o sistema natural do berço ao berço da natureza, em que o desperdício não existe.

Dessa forma, cabe aos sistemas de produção a busca em evitar a geração de resíduos (principalmente os resíduos não aproveitáveis), reduzir visando à minimização da geração e praticar a destinação adequada, com a aplicação de tecnologias que promovam o aproveitamento integral da matéria-prima, a reintrodução dos resíduos nos sistemas de produção, sem impactos negativos ao ambiente e à saúde das pessoas. Ao mesmo tempo, cabe à sociedade rever seu consumo, priorizando materiais que retornem aos ciclos produtivos; reduzir o consumo; e destinar adequadamente os resíduos que gera. Ao poder público, cabe

organizar o sistema de coleta, seja próprio ou mediante delegação, além de regulamentar e fiscalizar os procedimentos dos diversos agentes públicos e privados.

Em sentido contrário às medidas de destinação adequada, o descarte inadequado gera diversos efeitos (impactos) negativos sobre o conjunto da sociedade, com riscos de contaminação do ambiente e a saúde humana, como: situações de sujeira, com locais desagradáveis para a circulação ou permanência das pessoas; a desvalorização de locais próximos ou onde ocorre o descarte de RS; conflitos com a acessibilidade e mobilidade, prejudicando a circulação das pessoas e veículos; riscos de contaminação do solo e da água, com efeitos negativos ao ambiente e na saúde pública; efeitos prejudiciais na drenagem urbana, prejudicando a capacidade das tubulações, aumentando seu desgaste e gerando maior necessidade de manutenção, com entupimento dos drenos de água pluvial, contribuindo com situações de alagamento das vias e até de residências e estabelecimentos comerciais; efeitos negativos na ambiência<sup>2</sup> geral e, conseqüentemente, perda de bem-estar da população, além da criação de passivos ambientais.

A contínua geração de RS implica maior demanda sobre os recursos naturais e mesmo com a destinação dos RS para aterros sanitários, há uma demanda contínua por novas áreas para o aterramento. Essas áreas poderiam cumprir funções ecológicas e sociais mais nobres para a sociedade. Assim, torna-se necessário o repensar do consumo pelas pessoas, com vista a não gerar ou reduzir a geração, bem como dar a destinação adequada.

Mesmo com a maior atenção da população e do poder público para a problemática dos RS, sua geração tem crescido expressiva e continuamente, tornando-se cada vez mais relevante para o poder público e sociedade, incrementado a partir de meados do século XX. Esse aumento ocorre “em virtude do crescimento populacional, do acelerado processo de urbanização, das mudanças tecnológicas e da melhoria das condições socioeconômicas dos países e das cidades” (BESEN, 2011 apud BESEN, 2014, p. 267), bem como do modelo de produção e consumo.

Cada um desses fatores tem sua contribuição na geração e na composição dos RSU, em que aspectos culturais e ritmo de desenvolvimento de uma determinada região, município, estado ou país, vão influenciar o tamanho da problemática a ser enfrentada pela sociedade e gestão pública e quais as soluções serão adotadas.

A relação da renda com o aumento da geração de resíduos, associado ao maior consumo de bens e serviços, bem como a influência na composição dos RSU, elevando o percentual de

---

<sup>2</sup>O termo utilizado representa tudo aquilo que nos envolve, o meio físico, os seres vivos, o meio material e moral em que vivemos; reflete a qualidade do ambiente em que estamos inseridos, ser agradável e promover bem-estar.

materiais recicláveis secos é demonstrada em vários estudos na literatura (CAMPOS, 2012; CEMPRE REVIEW, 2013; MORALES; MORRA, 2013; TENÓRIO; ESPINOSA, 2004; TIVERON, 2001 apud TENÓRIO; ESPINOSA, 2004).

Em termos de quantidade total de RSU no Brasil, de acordo com os dados do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS), em 2014, estima-se que foram coletadas 64,4 milhões de toneladas, correspondendo a 176,4 mil toneladas/dia. A estimativa de massa coletada per capita foi de 1,05 kg/hab/dia, considerando os 3.636 municípios que responderam ao levantamento, envolvendo a população urbana. Nessas estimativas do SNIS são consideradas as informações apresentadas voluntariamente pelos municípios (autodeclaração) e que o uso de balança para a pesagem rotineira dos resíduos gira em torno de 30% do conjunto amostrado (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2016).

De acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) de 2008, metade dos RS coletados estavam sendo destinados a lixões (vazadouros a céu aberto) e apenas 27% foram destinados a aterros sanitários (IBGE, 2010). No levantamento do SNIS 2014 (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2016), 52% dos resíduos foram destinados a aterros sanitários. Apesar da melhoria entre esses dados, fica evidente que ainda existe um percentual significativo de RSU demandando por destinação adequada, sendo o aterro o destino predominante atualmente, embora existam alternativas melhores para a sociedade.

A melhoria da destinação, passando de vazadouro a céu aberto (lixão) para aterro sanitário, representa um procedimento gradativo que vem sendo realizado pelos municípios brasileiros. Ao mesmo tempo, essa melhoria representa aumento de custos, uma vez que a implantação e operação de aterros sanitários demandam valores mais elevados que a disposição dos resíduos em lixões, mesmo diante da afirmativa de Tenório e Espinosa (2004, p. 176) dos aterros sanitários como o “processo mais aplicado no mundo, por causa de seu baixo custo”, ao comparar com outras medidas de destinação adequada, que podem se tornar competitivas, conforme a dificuldade de local (área) para sua implantação.

Apesar dessa afirmativa de Tenório e Espinosa (2004), o avanço do conhecimento, da tecnologia, dos procedimentos de gestão e da análise econômica, especialmente com a economia do meio ambiente e a economia circular, vêm apresentando alternativas ao uso do aterro sanitário como modelo predominante. Considerando a composição dos RSU reunindo três grupos de RS – orgânicos<sup>3</sup>, recicláveis secos<sup>4</sup> e rejeitos<sup>5</sup>, a PNRS atribui a destinação ao

---

<sup>3</sup>Resíduos de origem animal e vegetal, como restos de comida, cascas de frutas e verduras, folhas, podas.

<sup>4</sup>Materiais de plástico, vidro, papel e metal, principalmente como embalagens de produtos para consumo.

aterro sanitário apenas dos rejeitos, e como alternativas principais ao aterro, tem-se a compostagem para os orgânicos e a coleta seletiva/reciclagem para os recicláveis secos. Essas alternativas apresentam sintonia com o propósito da economia circular, em realizar a ciclagem da matéria nos sistemas produtivos.

A coleta seletiva/reciclagem representa um importante caminho para os resíduos recicláveis secos, por promover o desvio dos mesmos do aterro sanitário, redirecionando-os para outra destinação. Esse desvio (ou redirecionamento) contribui com maior vida útil do aterro, reduz a pressão por novas áreas de disposição, reduz a demanda por recursos naturais como matérias-primas e reintroduz esses materiais na economia, gerando trabalho e renda, além de promover a inclusão socioprodutiva de catadores que atuam(vam) em lixões. A compostagem dos resíduos orgânicos tem o potencial de apresentar os mesmos benefícios, mas ainda com carência de atividades de mercado com expressão econômica que permita comparações objetivas e precisas com o processo de disposição no aterro sanitário.

Quanto à coleta seletiva dos materiais recicláveis secos, conforme os dados do SNIS-2014, 1.322 municípios manifestaram voluntariamente terem algum sistema, o que equivale a 24% dos municípios brasileiros. A quantidade coletada per capita de recicláveis secos alcançou o equivalente a 0,037kg/hab/dia, enquanto a coleta de RSU per capita foi de 1,05 kg/hab/dia, o que significa que o material reciclável coletado representou apenas 3,6% dos resíduos no país. Nesse mesmo ano, a realização da coleta seletiva por entidades de catadores com apoio da prefeitura respondeu por 43,5% dos resíduos recicláveis coletados, enquanto em 2012 foi de 28,5% (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2016), ilustrando avanços da coleta seletiva após a PNRS.

A coleta seletiva representa a primeira etapa de toda a cadeia de recuperação dos RS, que alimenta o processo de Reciclagem, um dos componentes dos 3R (Reduzir, Reutilizar e Reciclar). Assim, as medidas de incentivo ao desenvolvimento dos outros 2R (Reduzir, Reutilizar), que por concepção significam medidas que antecedem a reciclagem, também são importantes e necessárias para o enfrentamento da geração e destinação adequada dos RS.

Assim, essa questão passa a ser tratada no âmbito do gerenciamento de RS, definido pela PNRS como o “conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos

---

<sup>5</sup>Resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010, art. 3º, inciso XV).

resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos [...]” (BRASIL, 2010).

O gerenciamento dos RS, devido sua relevância para a sociedade, especialmente no campo da saúde pública, ganhou espaço na Agenda 21, capítulo 21, ao afirmar que

[...] é necessário incentivar o processo de reciclagem, investir em pesquisas que busquem alternativas energéticas, [...] determinar padrões internacionais para o tratamento e despejo do lixo e, principalmente, encorajar a educação pública para a prevenção de doenças e o gerenciamento de resíduos. (SATO; SANTOS, 1999, p. 42).

A relevância do saneamento (sendo os RS um dos seus componentes) para a sociedade e para a gestão pública fica evidenciada pela afirmação de Dias (2004, p. 25), de que “identifica-se o grau de evolução de uma comunidade e seriedade e competência de seus governantes pelos esforços em prol do saneamento”.

Com a instituição da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), pela Lei 12.305/2010, cria-se um marco legal e conceitual para a gestão e tratamento dos resíduos, com destaque para a eliminação dos lixões, estabelecimento da coleta seletiva, da compostagem e a obrigação do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS).

No art. 54, a PNRS estabelece que “a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, observado o disposto no § 1º do art. 9º, deverá ser implantada em até 4 (quatro) anos [...]” (BRASIL, 2010). Ou seja, a partir de 2014 não deveriam existir “lixões” como forma de destinação dos rejeitos, o que leva a necessidade de investimentos pelo poder público.

Essa exigência legal leva a um desafio considerável diante dos dados de disposição dos RSU em 2014, que ainda apontam 1.297 lixões (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2016) e o custo crescente da prestação do serviço. Com isso, ocorre uma articulação simultânea na PNRS: fim dos lixões, direcionamento dos rejeitos para aterros sanitários e utilização de coleta seletiva (desviando do aterro os materiais aproveitáveis), promovendo a inclusão social e valorização das pessoas, que obtinham sua fonte de renda nos lixões.

Embora a legislação crie esse direcionamento, a cultura hegemônica vigente de contratação de empresas de recolhimento de “lixo” tem recebido maior atenção pelos municípios, apesar dos elevados valores financeiros e a dívida das prefeituras em 2017 alcançando os R\$10,6 bilhões<sup>6</sup>. Ao mesmo tempo, ocorre a visão de dificuldade de operacionalização e o custo da implantação de coleta seletiva, por considerar na decisão mais

---

<sup>6</sup>Informação em reportagem no Programa Cidades e Soluções, Globonews, em 20 mar. 2017.

o elemento da despesa direta e menos os benefícios sociais, ambientais e econômicos diretos e indiretos no curto, médio e longo prazo, referendada pela afirmação de Tenório e Espinosa (2004, p. 202), de que o “custo líquido do processo de coleta seletiva por tonelada é maior que o custo do simples aterramento”.

Essa visão de maior custo da coleta seletiva em relação à coleta convencional (coletar e transportar os RSU para o aterro) também é apresentada pelo Compromisso Empresarial para a Reciclagem (Cempre). Os números normalmente apresentados nas publicações envolvem as despesas diretas com os dois sistemas de coleta, expressando o valor por tonelada de material coletado, o que deixa a coleta seletiva em desvantagem devido à baixa quantidade de material coletado por esse sistema no país.

A essa metodologia cabem críticas, uma vez que ao aumentar a quantidade de material destinado para a coleta seletiva, seu custo por tonelada tende a reduzir. Ao mesmo tempo, ocorre a redução de material destinado ao aterro, fazendo esse custo por tonelada aumentar, além de criar um passivo ambiental. Além disso, é importante incluir na análise os custos evitados (como, por exemplo, a menor demanda de novas áreas para aterros) e os benefícios gerados com a coleta seletiva (geração de renda, redução na demanda de recursos naturais e menor custo de produção na reciclagem).

Assim, ocorrem dois movimentos que impactam as despesas dos municípios com os RS: o crescimento da geração (total e per capita) e a necessidade de melhoria na destinação adequada. E essas despesas recaem sobre a população, mediante a cobrança da taxa de coleta e destinação dos RSU, existente em 43,3% dos 3.520 municípios que responderam ao levantamento do SNIS 2015, sendo estimado para o total de 5.570 municípios do Brasil que aproximadamente 65% não cobram pelo serviço de coleta e destinação de RSU (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2017).

E conforme os dados na tabela 1, a despesa per capita com os serviços de manejo de RSU vem crescendo no país, apresentando relação direta com a faixa populacional dos municípios, relacionada com a maior geração e maior proporção da destinação dos resíduos para aterros sanitários (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2016). O crescimento do indicador médio demonstra que a melhora no serviço, com o avanço da implantação de aterros sanitários, e o aumento da população vem elevando a despesa para os municípios.

O crescimento e a concentração da população são fatores apontados na literatura como sendo responsáveis por contribuir com o aumento na geração de resíduos, ao mesmo tempo em que a destinação em aterros sanitários apresenta maior custo que a destinação em lixões e aterros controlados. Esses aspectos são mais presentes nos municípios com maior população.

Tabela 1 - Despesa per capita com manejo de RSU em relação à população urbana dos municípios participantes, segundo faixa populacional – SNIS-RS 2014

Faixa populacional (hab.)	Quantidade de municípios	Despesas per capita com manejo de RS (R\$/hab)		
		Mínimo	Máximo	Indicador médio
1 (até 30 mil)	1.360	12,04	264,23	82,34
2 (30 a 100 mil)	315	12,00	257,29	78,71
3 (100.001 a 250 mil)	107	19,85	236,50	81,01
4 (250.001 a 1 milhão)	63	27,09	246,34	99,13
5 (1 a 3 milhões)	14	54,47	194,68	127,58
6 (> 3 milhões)	2	121,63	240,90	163,83
<b>Total – 2014</b>	<b>1.861</b>	<b>12,00</b>	<b>264,23</b>	<b>109,96</b>
Total – 2013	1.711	12,00	246,38	105,77
Total - 2012	1.492	12,19	230,60	99,46

\*Na hipótese de não se admitir os municípios do Rio de Janeiro e São Paulo o indicador médio nacional cai para R\$99,01/habitante em 2013.

Fonte: MINISTÉRIO DAS CIDADES (2016). Adaptado por Humberto Ferreira Silva Minéu (Mar. 2016).

Com a extrapolação desses valores para todo o país, a estimativa é de uma despesa de R\$27,50/domicílio por mês (utilizando o critério de 3 pessoas/domicílio), variando conforme a faixa populacional, e uma despesa total das prefeituras da ordem de 17,3 bilhões de reais em 2014, valor 7,15% superior ao ano anterior (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2016).

Os dados apresentados na tabela 1 e outros anteriormente mencionados, mesmo com oscilações entre valor mínimo e máximo numa mesma faixa populacional, com estimativas e carências de precisão, são os dados oficiais para o planejamento das políticas públicas e servem como parâmetro para o acompanhamento da evolução dos indicadores no país. As carências observadas sinalizam a necessidade de avanços na precisão dos sistemas de coleta dos dados e geração dos indicadores para o setor.

Os valores e evolução do crescimento, tanto do valor médio das despesas para o Brasil, como por faixa populacional, dado o modelo vigente de produção e consumo, sinalizam o crescimento do problema do descarte dos resíduos sólidos, com a ampliação da demanda de novas áreas para aterros sanitários e aumento das despesas dos municípios. Com isso, alternativas que venham minimizar a demanda de novas áreas e a redução de custos são importantes e necessárias, em termos de benefícios ao poder público e a sociedade, uma vez que o aumento das despesas para o município leva ao repasse para o cidadão, na forma de cobranças (taxas) para a prestação dos serviços.

Em função desse aumento contínuo nos valores, cabe uma análise econômica mais aprofundada dos custos e do modelo de destinação dos resíduos para o aterro sanitário, não apenas com seus custos tradicionais (na implantação, operação e monitoramento), mas, principalmente, pela análise daqueles que não vêm recebendo a devida atenção por gestores públicos e economistas (os custos não visíveis). Cabe então, a análise econômica da solução

com base nos custos de oportunidade do aterro em relação a alternativas de investimento para resolver o problema da destinação final ambientalmente adequada<sup>7</sup> dos RS e romper o modelo hegemônico de disposição final ambientalmente adequada<sup>8</sup> dos RSU em aterros sanitários. Nessa análise, identificam-se melhores usos dos recursos naturais e dos materiais descartados, incluindo os custos evitados e os benefícios gerados ao se desviar os materiais do aterro sanitário, ao redirecioná-los para outras atividades com a destinação adequada.

O custo de oportunidade ocorre quando se toma a decisão por determinada alternativa em detrimento de outras viáveis e mutuamente excludentes (SANTOS, 2000). Ou seja, o valor desse custo é representado pelo benefício que foi desprezado com a escolha realizada. Essa opção de análise busca demonstrar alternativas de investimentos econômicos de melhor viabilidade em relação ao modelo vigente de uso dos aterros sanitários para a destinação dos RSU, embora a legislação direcione para os mesmos apenas os rejeitos.

Nesse contexto, a análise da viabilidade econômica do aterro sanitário, considerando os custos de oportunidade, representa alteração no olhar econômico na busca de alternativas que venham a demonstrar melhor equilíbrio nos aspectos econômicos, sociais e ambientais, além da maior eficiência no uso dos recursos públicos.

Essa mudança na análise dos custos representa um processo de desconstrução do aterro sanitário como “a solução” para a destinação dos RSU. Dessa forma, contribui-se para o avanço na questão dos RS, considerando avanços ocorridos por meio da PNRS, como: a desconstrução do lixão como o destino para os RSU do município, proibindo a existência dos mesmos; e a desconstrução da figura do catador excluído, marginalizado, promovendo a sua inclusão socioprodutiva e valorização por meio de cooperativas ou associações, para realizarem a coleta seletiva formal no município.

Além desses dois aspectos em processo de desconstrução, o presente estudo visa contribuir com uma nova etapa de desconstrução, a da ideia do aterro sanitário como destino final dos RSU, inserindo o mesmo no contexto da economia circular e corrente “lixo zero”. Com isso, o mesmo passa a ser opção apenas para os resíduos que não tiver alternativa tecnológica e econômica para outra destinação.

---

<sup>7</sup>destinação final ambientalmente adequada: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (BRASIL, 2010, Art 3º, inciso VII).

<sup>8</sup>disposição final ambientalmente adequada: distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (BRASIL, 2010, Art 3º, inciso VIII).

Outro avanço com o recente contexto legal estabelecido com a PNRS na questão dos RS é a evolução de Gerenciamento para a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (GIRS), definida como o “conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável” (BRASIL, 2010). A concepção da GIRS coloca para o cidadão, o empresário e o gestor público um olhar mais abrangente para a realização de diagnósticos e busca de soluções.

Além das dimensões estabelecidas na definição da GIRS pela PNRS, no presente trabalho inclui-se a dimensão tecnológica, em função de seu papel relevante na relação da sociedade com o meio ambiente.

A tecnologia vem exercendo, ao longo do tempo, um papel com implicações importantes para o meio ambiente. Por um lado, a tecnologia ampliou a capacidade do ser humano em explorar os recursos naturais e criar produtos a serem descartados no ambiente, cujo acúmulo causa impactos negativos, principalmente com a era dos descartáveis. Por outro lado, a tecnologia vem promovendo a substituição de produtos não recicláveis por produtos recicláveis e o desenvolvimento de sistemas produtivos menos impactantes negativamente ao ambiente, além de oferecer alternativas para o aproveitamento de materiais de forma útil à sociedade.

O presente estudo encontra sintonia com a PNRS no sentido de criar uma nova cultura na gestão dos RS, além de contribuir para um repensar do planejamento urbano e ambiental do espaço do município e melhores usos, que em face do crescimento das cidades, da população e, conseqüentemente, da geração de resíduos, afetam a ocupação do espaço e aumenta a demanda por recursos naturais e de novas áreas para aterros sanitários.

Para melhor análise da problemática dos RS e busca de soluções, e contribuir com a mudança de concepção e prática pela gestão pública, optou-se por uma abordagem integrada entre a geografia, a gestão integrada de resíduos sólidos (GIRS) e a economia ambiental e circular.

A geografia contribui com melhor percepção e compreensão dos efeitos da geração e destinação dos resíduos na demanda por espaço e prejuízos à paisagem, os conflitos de uso em função da diversidade de atividades antrópicas em potencial na ocupação do espaço, com a reflexão e o repensar da relação sociedade e meio ambiente. E, também, proporciona a compreensão de que esse espaço não é apenas um meio físico à disposição da sociedade, ele é construído em um processo histórico e que alternativas de melhor ocupação estão disponíveis e proporcionam benefícios à sociedade.

A economia ambiental e a circular proporcionam a identificação e valoração monetária ou não monetária dos efeitos negativos da disposição dos resíduos, como os efeitos na paisagem (valores de amenidades) e as externalidades geradas pelo sistema de disposição no aterro sanitário. Ao mesmo tempo favorece a percepção positiva dos fluxos de matéria e energia, com os benefícios do retorno dos resíduos ao sistema produtivo e economia, levando a menor demanda de recursos naturais como matéria-prima, menor pressão de demanda de novas áreas para aterramento e redução de perdas (inclusive na forma de resíduos) nos processos produtivos. Com a mudança no processo de apuração dos custos, são incorporados na análise os custos evitados e os benefícios gerados com a alternativa ao aterro sanitário.

A GIRS proporciona, por meio da visão sistêmica e da interdependência entre as seis dimensões (político/legal, econômica, cultural, social, tecnológica e ecológica), que cada uma tem seu papel na gestão e destinação dos RSU. E que ao se intervir em uma dimensão ocorre efeito em outra ou para que se tenha resultado de medida adotada em uma dimensão é(são) necessário(as) medida(s) em outra(s).

Essa abordagem multi e interdisciplinar amplia a capacidade para o diagnóstico dos fatores envolvidos na análise do custo do aterro sanitário e das alternativas de investimentos para a destinação adequada do RSU.

Embora no Brasil o espaço (área) para utilização na construção de aterros sanitários ainda seja bastante amplo, é importante considerar que a busca crescente por novas áreas representa potenciais conflitos com outras demandas pela própria sociedade. Torna-se, então, importante para a sociedade e gestão pública repensar essa disputa de ocupação do espaço, considerando alternativas de destinação dos RSU e de uso para essas áreas.

Dessa forma, busca-se contribuir com a quebra do paradigma vigente quanto à destinação dos RSU e da visão sobre seus custos, promovendo uma alteração na análise da viabilidade econômica do aterro, incluindo alternativas para a destinação, considerando aspectos ambientais e sociais, até então relevados pela gestão pública nas suas decisões e forma de apuração dos custos. Assim, a destinação dos RSU, antes percebida apenas como uma despesa, ainda com riscos ao ambiente e à saúde e criação de passivo ambiental com o uso do aterro sanitário, passa a ter alternativas de investimento, com retorno em benefícios econômicos, sociais e ambientais para o poder público e sociedade.

Contribui-se, também, com a mudança na concepção de “jogar fora” os materiais descartados, considerados como “lixo”, pelas pessoas, organizações ou pelo próprio poder público. Rompe-se o “circulo vicioso” do se livrar do problema, bem como da adoção automática no processo decisório da gestão pública na sequência de eliminar o lixo e destinar

ao aterro sanitário. Passa-se a tratar esses materiais como resíduos, a serem objeto de estudos de alternativas para sua destinação adequada, incluindo a aplicação de princípios da economia circular e da corrente “lixo zero”, no propósito de reduzir a geração e promover o retorno dos materiais aos ciclos produtivos.

Assim, têm-se os seguintes desafios com esse estudo: primeiro, contribuir para a gestão pública perceber e considerar os custos não visíveis; segundo, incluir esses custos na análise da viabilidade econômica; e terceiro, apresentar esses custos num formato que venha a influenciar a decisão dos gestores públicos.

Para a realização desse estudo, optou-se pelo estudo de caso, que proporciona explorar uma determinada realidade, estudar a problemática, os fatores e sua interação (políticos/legais, econômicos, ecológicos, culturais, sociais e tecnológicos) e poder apresentar sugestões que possam ser replicadas em outras realidades, com as adaptações demandadas pelo respectivo contexto. Utilizou-se a combinação de métodos quantitativos e qualitativos, de modo a obter os dados e informações que retratassem a situação do contexto da pesquisa.

O estudo de caso foi desenvolvido no município de Ituiutaba, localizado na região do Triângulo Mineiro, estado de Minas Gerais, Brasil, com as coordenadas geográficas do marco central em 18° 58' 08'' S de latitude e 49° 27' 54'' W de longitude, com uma população estimada de 103.945 habitantes em 2016.

A escolha desse município como caso para o estudo ocorreu em função do mesmo apresentar várias características descritas anteriormente na problematização da questão dos RS. O município iniciou a operação de seu aterro em 2005, com concomitante eliminação e remediação do lixão. A coleta seletiva foi iniciada no município em 2001, com o intuito de promover a inclusão de catadores e reduzir a quantidade de material destinada ao aterro a ser implantado, culminando com a formalização de uma cooperativa em 2003. Essa situação possibilita o levantamento e a comparação com dados reais, em série, da destinação dos RS ao aterro e de alternativa a essa destinação, com o encaminhamento dos materiais para a coleta seletiva e reciclagem.

O porte da cidade também favorece a observação e o acompanhamento de atividades, eventos, acesso a pessoas e documentos. Além disso, o município vem passando por um crescimento de renda e populacional, e se tornando polo educacional, com a instalação recente de três instituições públicas de nível superior e técnico – uma Universidade Federal, um Instituto Federal e uma Universidade Estadual.

Acrescente-se o fato do autor atuar profissionalmente no município desde 2010, desenvolvendo atividades de ensino, pesquisa e extensão a partir de 2011 no âmbito dos

resíduos sólidos e educação ambiental em escolas voltada para a coleta seletiva, o que contribuiu para despertar o interesse pelo tema de estudo. E ainda, o propósito da realização de trabalho de natureza aplicada na perspectiva de contribuir com a gestão dos resíduos sólidos urbanos, por meio do levantamento e apresentação de dados e informações que venham a subsidiar a tomada de decisão dos atores sociais envolvidos, especialmente da gestão pública municipal.

Diante da problematização apresentada, o trabalho busca demonstrar a existência de alternativa para a destinação dos RSU ao aterro sanitário, com melhor viabilidade econômica, ambiental e social.

Assim, o objetivo geral do presente estudo foi avaliar o custo de oportunidade do aterro sanitário, em comparação à alternativa de investimento na coleta seletiva na destinação dos RSU, incluindo os custos não visíveis na apuração pelo sistema de custo convencional. E como objetivos específicos, o trabalho buscou levantar os custos com o aterro sanitário; apresentar alternativas ao aterro para a destinação dos RSU em sintonia com a economia ambiental e circular; apresentar os benefícios econômicos, ambientais e sociais na realização da coleta seletiva e da reciclagem; comparar os sistemas de coleta e destinação dos resíduos ao aterro sanitário e a coleta seletiva/reciclagem; e, estimar o custo de oportunidade da disposição final dos RSU ao aterro sanitário.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO E REVISÃO DE LITERATURA**

Essa seção apresenta os fundamentos teóricos e conceituais utilizados no trabalho, de forma simultânea a revisão de literatura de pontos que permitem nortear a aplicação dos conhecimentos existentes e a contextualização ao tema de estudo.

Assim, apresenta-se um panorama da situação dos resíduos sólidos urbanos no Brasil, de forma histórica sempre que os dados permitiram; a ocupação do espaço em sociedade e os conflitos de uso, com foco na questão da demanda de áreas para a disposição de resíduos; uma breve reflexão acerca da concepção de lixo e resíduo e seus reflexos no comportamento das pessoas; os benefícios econômicos, ambientais e sociais da reciclagem; os fundamentos da economia do meio ambiente e da economia circular; a gestão integrada de resíduos sólidos e suas dimensões; e, por fim, os fundamentos do custo de oportunidade.

### **2.1 Panorama dos Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil: geração, coleta, operação, destinação e despesas**

A geração e destino dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil tem sido foco de acompanhamento de várias entidades públicas, privadas e não governamentais, demonstrando a relevância do tema para a sociedade e para a economia. Essas fontes utilizam metodologias diversas, o que leva a divulgação de estimativas diferentes, mas que permitem a obtenção de ordens de grandeza para o problema da geração e destino a ser dado aos RSU.

#### **2.1.1 Geração total e per capita de RSU**

A evolução da quantidade total e per capita de RSU no Brasil é apresentada na tabela 2, conforme diversas fontes que acompanham o tema. Esses dados demonstram a diferença de periodicidade de levantamentos, o que, de certa forma, favorece pela intercalação de datas, permitindo a geração de dados em intervalos menores que somente os praticados nos levantamentos dos órgãos oficiais. A diversidade de fontes gera informações com valores diferentes, boa parte em função da metodologia utilizada, o que demanda ponderação na utilização e análise dos dados. A elevação da quantidade de RSU no país reforça o incremento das despesas totais com o serviço de coleta e destinação dos RSU, considerando o aumento da despesa per capita apresentada na tabela 1.

Tabela 2 - Evolução da quantidade de RSU no Brasil – total e per capita

Ano do dado	Fonte	Quant. (milhões t/ano)	Quant. (t/dia)	Per capita (kg/hab/dia)	População (hab)
-	GRIPPI (2001)		100.000	0,5	
2000	PNAD 2000 (IBGE, 2002)		125.281	0,45 a 0,7 (< 200 mil hab) 0,8 a 1,2 (> 200 mil hab) 0,737 (média)	169.799.170
2004	TENÓRIO; ESPINOSA (2004)			0,4	
2008	PNAD 2008 (IBGE, 2010)		183.488	0,967	189.612.814**
	BESEN (2014)		183.481	1,1	
2010	ABRELPE (2010)	60,8 <sup>1</sup>	195.090 <sup>1</sup>		
2012	ABRELPE (2012)	62,7 <sup>1</sup>	201.058 <sup>1</sup>		
2014	SNIS/2014 (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2016)	64,4 <sup>2</sup>	176.400	1,05	202.768.562*

Fonte: \*IBGE. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2014/estimativa\\_dou.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2014/estimativa_dou.shtm)>. Acesso em: 13 abr 2016. \*\*<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2008/estimativa.shtm>. Acesso em 13.04.2016.

<sup>1</sup>Quantidade gerada; <sup>2</sup>Quantidade coletada.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Jun. 2016).

De acordo com Grippi (2001), há mais de 15 anos, o Brasil apresentava uma geração diária de 100.000 t/dia, sem o autor precisar a data desse dado. Comparando-se esse valor com a estimativa de 125.281 t/dia da PNAD de 2000 (IBGE, 2002), ocorreu um crescimento de aproximadamente 25% no período. Enquanto entre os levantamentos da PNAD de 2000 e 2008, registra um crescimento de 46,46% na quantidade de resíduos por dia.

Comparando-se os dados do SNIS (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2016) com os dados da PNAD 2008 (IBGE, 2010), observa-se redução da quantidade de resíduos (t/dia). Isso não corresponde à realidade do país, considerando o crescimento populacional e as questões socioeconômicas, além de ter transcorrido um intervalo de mais de meia década entre os levantamentos, evidenciando os problemas de precisão dos dados, sendo muito influenciados pelas questões metodológicas. Em função dessas diferenças dos dados entre fontes, tem sido recomendada a ponderação no uso dos mesmos, em face das diferenças de metodologia e amostragem utilizadas nos levantamentos. Apesar das diferenças entre as fontes, os dados demonstram que ocorreu uma evolução na geração per capita, variando entre as mesmas de 42,4 a 100,0%, mas em todos os casos superior ao índice de crescimento da população no mesmo período.

Considerando a quantidade per capita de RS (Tabela 2), ocorreu um crescimento de 42,4% entre a PNAD 2000 (0,737 kg/hab./dia) e o levantamento do SNIS 2014 (1,05

kg/hab./dia), superior ao crescimento da população em 19,4% no período. A população cresceu quase a metade em termos relativos quando comparado ao menor índice do aumento de geração de RS entre as fontes utilizadas. O crescimento da geração de resíduos em índice superior ao da população também foi identificado em São Paulo por Tenório e Espinosa (2004).

A estimativa do SNIS, apresentada na tabela 2, refere-se aos resíduos coletados, faltando os resíduos que não são recolhidos pelos sistemas nos municípios e que não aparecem nessa estimativa. A estimativa da taxa de cobertura da população urbana atendida com serviço de coleta no Brasil em 2014 e 2015 ficou em 98,6%, sendo estimado um déficit de 2,6 milhões de habitantes no meio urbano sem atendimento com coleta domiciliar porta a porta, o que equivale a 1,5% da população brasileira urbana (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2016; 2017). Isso representa, considerando os dados de quantidade per capita do levantamento do SNIS (1,05 kg/hab./dia) em torno de 2,73 milhões de toneladas não coletadas no Brasil no meio urbano. Esses números reforçam o quanto é importante o trabalho preciso de gestão dos RSU, da coleta à destinação adequada.

Conforme Besen (2011 apud BESEN, 2014), o aumento da geração de RS apresenta relação com o crescimento populacional, a concentração urbana, das mudanças tecnológicas e das condições socioeconômicas. Além desses, é importante destacar que o modelo de produção e consumo também representa aspecto relevante na geração e destinação dos RS.

O efeito dos fatores crescimento da população e concentração no espaço urbano na geração de RS fica evidenciado nos dados do SNIS 2014 (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2016), ao demonstrar que o crescimento da geração per capita de RS apresentou relação com a faixa populacional dos municípios (Tabela 3).

Tabela 3 - Massa coletada de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) per capita dos municípios participantes do SNIS 2014, em relação à população urbana, segundo faixa populacional

<b>Faixa populacional</b>	<b>Nº de habitantes</b>	<b>Massa coletada per capita (kg/hab./dia)</b> (Indicador médio)
1	até 30 mil	0,87
2	30 a 100 mil	0,94
3	100.001 a 250 mil	0,91
4	250.001 a 1 milhão	1,00
5	1 a 3 milhões	1,30
6	> 3 milhões	1,30
<b>Total – 2014</b>		<b>1,05</b>

NOTA: Na hipótese de se excluir os municípios da faixa 6 – RJ e SP – o valor do indicador médio (IN021=1,05) reduz para 1,015kg/hab./dia. E ainda, na hipótese de se excluir todos os municípios acima de 1 milhão de habitantes, o valor do indicador médio (IN021=1,05) reduz para 0,94kg/hab./dia.

Fonte: Adaptado de MINISTÉRIO DAS CIDADES (2016) por Humberto Ferreira Silva Minéu (Abr. 2016).

Assim, com o aumento da população e da sua concentração urbana, eleva-se a quantidade de resíduos total e per capita, tornando a busca de alternativas mais relevantes para regiões mais populosas, corroborando com Besen (2011 apud BESEN, 2014) e com a afirmação de Grippi (2001, p. 2), de que “o fato do homem existir traz consigo a existência de lixo na mesma proporção”. Além desses dois fatores, crescimento da população e concentração no espaço urbano, a questão socioeconômica também influencia a quantidade de RS gerados em um município, região ou país.

Em estudo com dados do Brasil e internacionais envolvendo o grupo de países membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), Campos (2012, p. 178) concluiu que “famílias mais abastadas, cidades maiores e países mais ricos apresentam indicadores de geração per capita de resíduos sólidos superiores às famílias mais pobres, cidades menores e países em desenvolvimento”.

A mesma autora destaca que ocorrem oscilações na geração em função de crises econômicas, o modelo de consumo e políticas de incentivo à redução na geração, mas com “uma estimativa de crescimento da geração per capita de resíduos sólidos dos países estudados para 611 kg/habitante/ano para 2015, 635 para 2020, 664 para 2025 e 694 kg/habitante/ano para 2030” no âmbito dos países da OCDE. De outra forma, isso representa um crescimento da ordem de 1,67 kg/hab./dia em 2015 para 1,90 kg/hab./dia em 2030, ou seja, um aumento de mais de 13% em 15 anos, sinalizando que a problemática dos RS (geração e destinação) tende a crescer na sociedade.

Morales e Morra (2013), em estudo realizado em Assunção, Paraguai, concluíram que a geração de resíduos apresentou relação direta com o Índice de Desenvolvimento Humano – IDH, entre 1994 e 2009 (Tabela 4).

Tabela 4 - Comparação do IDH com a geração de resíduos domiciliares e municipais, de Assunção, Paraguai, entre 1994 – 2009

Ano	IDH	I.G. RSD <sup>1</sup>	I.G. RSM <sup>2</sup>
1994	0,711	937	1.312
2009	0,870	1.113	1.474

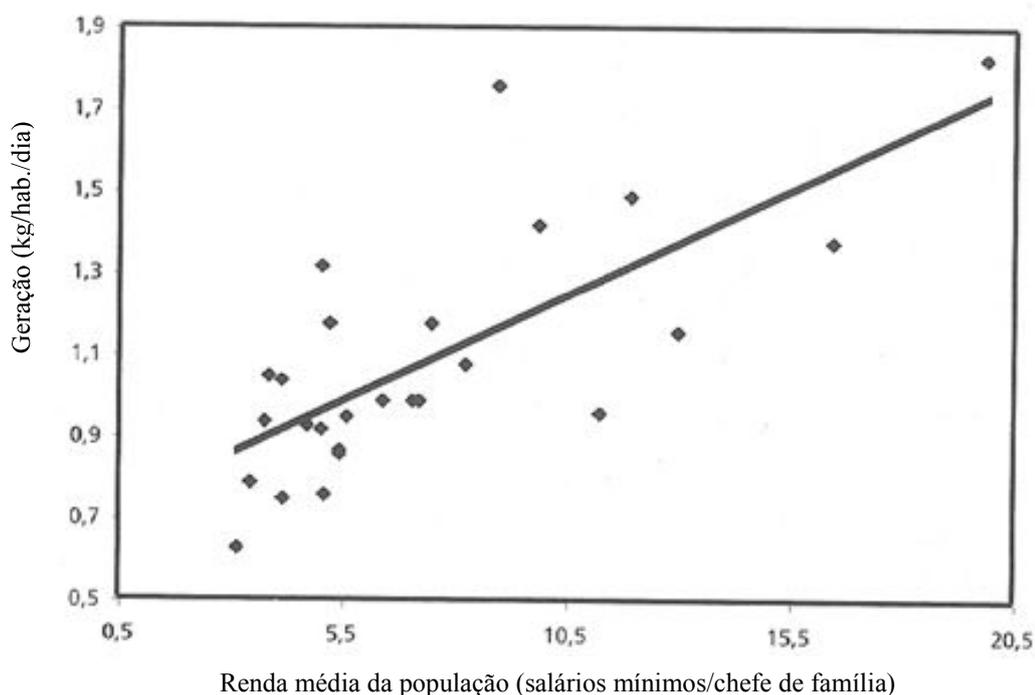
<sup>1</sup>Índice de Geração de Resíduos Sólidos Domiciliares; <sup>2</sup>Índice de Geração de Resíduos Sólidos Municipais  
Fonte: Adaptado de MORALES; MORRA (2013), por Humberto Ferreira Silva Minéu (Mar. 2016).

O IDH envolve aspectos de saúde, educação e renda, com sua melhoria influenciando o poder de compra das pessoas, aumentando o consumo e conseqüente geração de resíduos. Nesse caso, surge um questionamento quanto à melhoria do IDH, em função do mesmo

envolver o componente educação, mas não estar refletindo em um modelo de produção e consumo que reduza a geração de resíduos.

Em trabalho realizado na cidade de São Paulo, Tiveron (2001 apud TENÓRIO; ESPINOSA, 2004) verificou a relação da distribuição da geração de resíduos domiciliares com a renda familiar média da região administrativa (Figura 1). Para Tenório e Espinosa (2004) essa tendência também é observada no mundo, com a média brasileira na época em 0,4kg/hab./dia, enquanto São Paulo em 2,5 vezes e Nova York em 7,5 vezes superior a média brasileira. A autora não afirma algum grau de correlação existente entre a questão da renda e a geração dos resíduos. Observando-se o gráfico, têm-se casos de elevação de renda com menor e maior geração. Mas, no conjunto da amostra utilizada, a reta de tendência indica a existência de relação.

Figura 1 - Distribuição da geração de resíduos de acordo com a renda familiar nas regiões administrativas de São Paulo



Fonte: TIVERON (2001 apud TENÓRIO; ESPINOSA, 2004. p. 168)

Em termos mundiais, essa relação da geração de RS com a renda e desenvolvimento dos países é demonstrada na tabela 5, em que as regiões mais ricas apresentam geração per capita maior que as menos desenvolvidas e mais pobres, estando o Brasil em posição abaixo da média da América Latina, mas acima de regiões como o Sul Asiático e Ásia Oriental.

Tabela 5 - Geração per capita de resíduos no Brasil e no mundo (kg/hab/dia)

<b>BRASIL</b>	<b>OCDE</b>	<b>América Latina</b>	<b>África</b>	<b>Oriente Médio</b>	<b>Sul asiático</b>	<b>Ásia Oriental</b>	<b>Europa e Ásia Central</b>
1,03	2,20	1,10	0,65	1,10	0,45	0,95	1,10

Fonte: SNIS (2010) e Banco Mundial (2012 apud CEMPRE REVIEW, 2013, p. 35).

A quantidade de resíduos coletados per capita vem crescendo anualmente no Brasil, com variações percentuais a cada ano (Tabela 6), com um aumento de 12,9% entre 2010 e 2014, acima do crescimento da população no mesmo período, que foi de 6,29%, passando de 190.799.170 em 2010 para 202.768.562 habitantes em 2014.

O estado de Minas Gerais (MG) vem apresentando recentemente índice per capita inferior à média nacional, atingindo 0,89 kg/hab/dia em 2012, 0,81 em 2013 e 0,83 kg/hab/dia em 2014, enquanto a região sudeste apresentou em 2014 o valor de 1,02 kg/hab/dia, próximo à média nacional (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2016).

Tabela 6 - Evolução da massa de RSU coletada per capita no Brasil

<b>Ano</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
Massa per capita (kg/hab./dia)	0,93	0,96	1,00	1,01	1,05
Percentual em relação ao ano anterior	-	3,2%	4,2%	1,00%	3,8%

Fonte: MINISTÉRIO DAS CIDADES (2016).

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Mar. 2016).

Observada a relação entre o crescimento da população, o tamanho das cidades e a melhoria de renda, influenciando a elevação da geração de resíduos per capita e total, torna-se cada vez mais relevante a busca de alternativas para reduzir a geração e promover a destinação adequada dos RS.

### 2.1.2 Classificação e composição dos RS no Brasil

No intuito de regulamentar e normatizar a coleta e destinação adequada dos RS, a PNRS e a NBR 10004/2004 apresentam a classificação quanto à origem e periculosidade dos materiais.

De acordo com a PNRS, art. 3º, inciso I, os resíduos sólidos são classificados quanto à origem em:

- a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas “a” e “b”;
- d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;
- e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;
- f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;
- h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
- i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
- j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
- k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios (BRASIL, 2010).

Em relação à periculosidade, a PNRS, art. 3º, inciso II, classifica os resíduos sólidos em:

- a) resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;
- b) resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea “a”. (BRASIL, 2010)

A NBR 10.004/2004 apresenta maiores detalhes da classificação quanto à periculosidade, com a descrição de cada característica dos resíduos perigosos e a divisão dos não perigosos em duas categorias – inertes e não inertes (ABNT, 2004a).

O processo de coleta e destinação dos resíduos para disposição no aterro sanitário praticado no país envolve os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), que contemplam os resíduos domiciliares e os de limpeza urbana, incluindo aqui os resíduos dos estabelecimentos comerciais e serviços que sejam equiparados aos RSU (BRASIL, 2010), sendo esses o foco do presente estudo.

Embora com a destinação dos RSU para aterros sanitários e outros destinos inadequados no país, a PNRS estabelece no art. 3º, inciso VIII, que a disposição final ambientalmente adequada se refere à distribuição ordenada de rejeitos em aterros e não dos RSU. Por sua vez, no mesmo art., inciso XV, a PNRS define rejeitos como os RS “depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e

economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final [...]” (BRASIL, 2010).

Dessa forma, o conhecimento da composição dos RSU permite estimar a parcela e quantidade envolvida de rejeitos nos RSU, que, legalmente, é o material a ser enviado aos aterros sanitários, enquanto os demais RSU (orgânicos e inorgânicos) aproveitáveis deveriam ter outra destinação, como a reutilização, a reciclagem, a compostagem.

A composição dos RSU é importante para a implantação de programas de coleta seletiva, de forma a recuperar os materiais recicláveis com valor econômico, podendo ser apresentada por tipo de material ou agrupados, como em recicláveis secos, orgânicos e rejeitos, respeitadas a classificação e outros aspectos previstos na legislação vigente.

De acordo com Tiveron (2001 apud TENÓRIO; ESPINOSA, 2004, p. 166) a composição do “lixo” domiciliar brasileiro apresentava 52,5% de matéria orgânica, 31,3% de recicláveis secos (papel, plástico, vidro e metal) e 16,2% de outros. Em estudo do IPEA (2010, p. 25), utilizando dados de várias fontes (ABRELPE, 2007 e 2008; BRASIL, 2009a), a estimativa foi de 69,6% de resíduos orgânicos e 30,4% de material reciclável seco, considerando os RSU em disposição no Brasil, não abordando dados em separados quanto a rejeitos ou outros materiais.

A tabela 7 apresenta a evolução da composição dos resíduos sólidos domiciliares (RSD) coletados em São Paulo, demonstrando redução na proporção do material orgânico e aumento do material reciclável seco (papel, plástico, vidro e metal), que passou no período de 16,0% para 38,7% entre 1927 e 2000.

Tabela 7 - Evolução da composição do “lixo” domiciliar na cidade de São Paulo (%)

<b>Resíduo</b>	<b>1927</b>	<b>1957</b>	<b>1969</b>	<b>1976</b>	<b>1991</b>	<b>1996</b>	<b>1998</b>	<b>2000</b>
Matéria orgânica	82,5	76	52,2	62,7	60,6	55,7	49,5	48,2
Papel e assemelhados	13,4	16,7	29,2	21,4	13,9	16,6	18,8	16,4
Longa vida	-	-	-	-	-	-	-	0,9
Plásticos (isopor, PET, plásticos mole e duro)	-	-	1,9	5	11,5	14,3	22,9	16,8
Metais ferrosos	1,7	2,2	7,8	3,9	2,8	2,1	2	2,6
Alumínio	-	-	-	0,1	0,7	0,7	0,9	0,7
Retalhos, couro e borrachas	1,5	1,7	3,8	2,9	4,4	5,7	3	-
Pilhas e baterias	-	-	-	-	-	-	-	0,1
Vidros	0,9	1,4	2,6	1,7	1,7	2,3	1,5	1,3
Terras e pedras	-	-	-	0,7	0,8	-	0,2	1,6
Madeira	-	-	2,4	1,6	0,7	-	1,3	2
Diversos	-	0,1	-	-	1,7	2,6	-	9,3

Fonte: Departamento de Limpeza Urbana (Limpurb), (2002 apud TENÓRIO; ESPINOSA, 2004, p. 169).

Os dados da tabela 7 demonstram que a composição dos resíduos pode variar com o tempo, sendo importante a realização de estudos de forma continuada, podendo ocorrer em intervalos regulares, de modo a identificar os fatores que estejam contribuindo com a quantidade e com a proporção dos materiais nos resíduos gerados.

Entre os vários fatores apontados na literatura, que afetam a quantidade e a composição, com alguns apresentados anteriormente neste trabalho, a renda tem sido apresentada como fator que influencia a composição. As afirmativas ou evidências encontradas indicam que com a melhoria de renda da população ocorre o aumento da geração de resíduos, com elevação na quantidade de materiais secos e redução de material orgânico, alterando a composição.

A tabela 8 demonstra a relação da composição dos RSU com a faixa de renda da população, de modo que a melhoria de renda tem apresentado relação com a redução da matéria orgânica e aumento dos recicláveis secos, com incremento mais expressivo dos grupos do plástico e do papel.

Tabela 8 - A composição dos RSU e o nível da renda (%)

Nível de renda	Metais	Papel	Plástico	Vidro	Matéria Orgânica	Outros
Baixa	3%	5%	8%	3%	64%	17%
Média (inferior)	2%	9%	12%	3%	59%	15%
Média (superior)	3%	14%	11%	5%	54%	13%
Alta	6%	31%	11%	7%	28%	17%

Fonte: Banco Mundial/LCA apud CEMPRE REVIEW (2013, p. 34).

Nota: A fonte não esclarece os valores utilizados na definição das faixas de renda.

Considerando que os resíduos recicláveis secos e a matéria orgânica apresentam uso econômico em alternativas diferentes ao processo de disposição no aterro, tem-se mais de 80% dos resíduos gerados com potencial de retornar a atividade produtiva, a economia, gerando benefícios econômicos, ambientais e sociais.

Tenório e Espinosa (2004, p. 165) acrescentam que em países mais desenvolvidos, em geral, a proporção de matéria orgânica é bem inferior, com uma média de 28% na Europa e 13,6% nos EUA. Esses dados reforçam a relação de que com a melhoria econômica do país e da população, eleva-se a geração de resíduos recicláveis secos, que tem relação direta com a geração de ocupação e renda para catadores. Além disso, com esses resíduos sendo aproveitados (reciclados), reduzem a demanda de novas áreas para aterros sanitários.

No município do presente estudo, Santos (2006) apresenta levantamento realizado no ano 2000, quando da elaboração do projeto de construção do aterro sanitário, conforme Relatório de Controle Ambiental da Central de Tratamento e Destinação Final de Resíduos Sólidos de Ituiutaba, a proporção de 63,0% de material orgânico, 31,0% de recicláveis secos e 6,0% de rejeitos. O mesmo autor, em levantamento realizado em janeiro de 2004, em um condomínio residencial da cidade de Ituiutaba, obteve a composição dos resíduos em 69,61% de material biodegradável e 30,39% de recicláveis secos. Embora nesse último não tenha sido realizada a separação da fração rejeitos, os percentuais demonstram a proporção entre orgânicos e material seco, semelhante ao levantamento anterior e a outros locais.

### 2.1.3 Cobertura da coleta e população atendida

A cobertura por serviço regular de coleta de RSU no Brasil, em 2014, alcançou 98,6% da população urbana e 92,7% da população total, com um déficit de atendimento que atinge ainda 2,6 milhões de pessoas nas cidades e 14,7 milhões na área rural (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2016).

Em relação à coleta seletiva, de acordo com os dados da pesquisa Ciclossoft, realizada pelo Cempre (Tabela 9), a população atendida alcançou os 31 milhões de habitantes, correspondendo a 15% da população brasileira em 2016. No período de 2006 a 2016 o crescimento da população atendida foi de apenas 24%, índice pouco expressivo para um período de 10 anos, especialmente ao ser observada a redução em 2010, ano de instituição da PNRS.

Tabela 9 - População atendida pela coleta seletiva no Brasil (milhões de habitantes e %)

	2006	2008	2010	2012	2014	2016
População atendida pela coleta seletiva (milhões de hab.)	25	26	22	27	28	31
População BR <sup>2</sup> (milhões hab.)	186,8	189,6	190,7	193,9	202,8	206,1
Percentual da população (%) <sup>3</sup>	13,4	13,7	11,5	13,9	13,8	15,0

Fonte: <sup>1</sup>CEMPRE, Pesquisa Ciclossoft, 2016. <sup>2</sup>IBGE. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2014/serie\\_2001\\_2014\\_tcu.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2014/serie_2001_2014_tcu.shtm)>. Acesso em: 05 jan 2017. <sup>3</sup>Calculada pelo autor.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Jun. 2016).

Os números demonstram que ainda há muito a ser feito em termos de coleta seletiva formal no país, de modo a prover a maior parte da população com a coleta de resíduos em sistemas separados – recicláveis secos, orgânicos e rejeitos, reduzindo o envio ao aterro e retornando os mesmos para a atividade produtiva e economia.

#### 2.1.4 Unidades de destino dos RSU e operadores

De acordo com os dados do SNIS, das 64,4 milhões de toneladas de RSU coletadas no Brasil em 2014, 52,5% foram para aterros sanitários<sup>9</sup>, 13,1% para aterros controlados<sup>10</sup>, 12,3% para lixões<sup>11</sup>, 18,3% sem informação e 3,9% para unidades de triagem e compostagem. O levantamento aponta a existência no país de 1.297 lixões, 701 aterros controlados e 707 aterros sanitários, além de outras unidades de processamento de resíduos (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2016).

Assim, tem-se uma proporção relevante de resíduos a receber a destinação adequada, seja por questões ecológicas e sociais, como pelo que estabelece a legislação vigente. Trata-se de demanda expressiva, mesmo com a melhoria nos últimos anos comparados com os dados da tabela 10, quando mais de 80% dos RS eram destinados a vazadouros a céu aberto (lixões) no final dos anos 1980, reduzindo para 50% em 2008 (IBGE, 2010).

Tabela 10 - Destino final dos resíduos sólidos, por unidades de destino (%)

Ano	Vazadouro a céu aberto	Aterro Controlado	Aterro Sanitário
1989	88,2	9,6	1,1
2000	72,3	22,3	17,3
2008	50,8	22,5	27,7

Fonte: IBGE (2010, p. 60) referente à PNSB (2008).

Em relação à operação das unidades de processamento, em 2014 os lixões e os aterros controlados e sanitários corresponderam a 73% de unidades no Brasil, de um total de 3.713 de unidades cadastradas no SNIS. Dessas, 86,0% são operadas pelas prefeituras, 11,0% por

<sup>9</sup> Aterro sanitário: Local preparado previamente e impermeabilizado (compactado e com manta em PVC), com sistema de coleta e tratamento de chorume e de drenagem e queima dos gases (ou sua captação para geração de energia). A massa de resíduos sólidos é coberta com solo periodicamente (de preferência diariamente). Área toda cercada e sem a presença de catadores no interior de suas instalações e ao final de sua vida útil passa por período de monitoramento e recuperação do terreno.

<sup>10</sup> Aterro controlado: Intermediário entre o aterro sanitário e o lixão. Utiliza a cobertura da massa de resíduos sólidos. Não dispõe de preparo prévio do terreno, de sistema de coleta de chorume e drenagem dos gases. Frequentemente é chamado de um lixão melhorado.

<sup>11</sup> Lixão: Também recebe a denominação de vazadouro a céu aberto. Local onde os resíduos são dispostos sem nenhum preparo prévio do terreno, sem coleta de chorume e drenagem dos gases. Área não cercada e onde comumente são encontrados catadores recolhendo materiais recicláveis.

empresas privadas e 0,6% por consórcios e associações de catadores. Em relação apenas aos aterros sanitários, 72,0% são operados pelas prefeituras. Também foram identificadas 72 unidades de compostagem (pátio ou usina), sendo 86% operadas pelas prefeituras, 11% por empresas e 0,6% por consórcios e associações de catadores (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2016).

Essa forte atuação direta do poder público (prefeituras), seguindo suas obrigações, reforça a relevância de estudos de alternativas de destinação e forma de análise de viabilidade econômica para maior eficiência dos recursos públicos e menores impactos nas despesas públicas, nos aspectos socioambientais e nas demandas futuras de novas áreas.

Considerando a primeira menção no Brasil à extinção dos lixões pela Portaria n. 53, de 01 de março de 1979 (MINISTÉRIO DO INTERIOR, 1979), 21 anos antes da instituição da Política Nacional de Resíduos Sólidos, pela lei 12.305/2010, que estabeleceu o fim dos lixões em um prazo de 04 anos (BRASIL, 2010), o país poderia estar em um cenário bem mais favorável quanto ao descarte de resíduos sólidos.

De acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) de 2000, em 88,0% dos municípios brasileiros a prefeitura era a responsável pela execução dos serviços de limpeza urbana (IBGE, 2002). Na PNSB de 2008, esse número caiu para 61,2%, com 34,5% sendo realizadas por empresas privadas em concessão ou terceirização e 4,3% por autarquias, empresas públicas, sociedades de economia mista e consórcios (IBGE, 2010). Esse crescimento de concessão e terceirização ocorreu em maior proporção em municípios maiores e mais populosos, que apresentam maior complexidade de coleta e volume de resíduos.

#### 2.1.5 Custos da coleta de RSU – convencional e seletiva

Os custos comparativos da coleta convencional (do RSU para o aterro) e da coleta seletiva (dos materiais para a reciclagem) têm sido objeto de comparações pelas entidades e poder público, que merecem cautela ao se proceder a análise, principalmente por muitas vezes usarem o termo custo<sup>12</sup>, mas aplicarem a concepção de despesa<sup>13</sup>.

Conforme dados do SNIS 2014 (Tabela 11), a despesa dos municípios com os RSU vem crescendo nos últimos anos, com incremento de 10,56% de 2012 para 2014, sendo maior na região sudeste, impactada pelos municípios de São Paulo e Rio de Janeiro, atingindo em 2014

---

<sup>12</sup>Custo: Soma de todos os pagamentos realizados na forma de bens ou serviços para a produção de um produto ou prestação de um serviço. Pode ser como custo total ou de parte da atividade (administrativo, produção,...).

<sup>13</sup>Despesa: Cada pagamento efetuado pelos recursos consumidos na forma de bens ou serviços necessários à produção ou prestação de um serviço. Cada gasto realizado.

o valor médio para o país de R\$109,96/hab/ano, considerando a população urbana (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2016). Esses dados demonstram a relação da concentração da com a quantidade de resíduos gerados, a exemplo que foi ilustrado com a tabela 1, na introdução desse trabalho.

Esse aumento das despesas a cada ano demonstra que a gestão dos resíduos demanda novas formas práticas de destinação, com maior eficiência no uso dos recursos e menos impactos negativos ao ambiente, dado o crescimento da geração de resíduos, inclusive acima do índice de crescimento da população.

Tabela 11 - Despesa per capita com manejo de RSU em relação à população urbana dos municípios participantes, segundo região geográfica – SNIS-2014

Região	Quantidade de municípios na pesquisa	Despesas per capita com o manejo de RS (R\$/hab/ano)		
		Mínimo	Máximo	Indicador médio
Norte	90	12,00	228,06	92,63
Nordeste	385	12,16	263,89	105,84
Sudeste	673	12,04	264,23	119,31
Sul	595	12,62	263,62	93,28
Centro-oeste	118	15,19	243,86	104,20
<b>Total - 2014</b>	<b>1.861</b>	<b>12,00</b>	<b>264,23</b>	<b>109,96</b>
Total - 2013	1.711	12,00	246,38	105,77
Total - 2012	1.492	12,19	230,60	99,46

\*Na hipótese de não se admitir os municípios do Rio de Janeiro e São Paulo o indicador médio da região Sudeste cai para R\$97,82/habitante e o indicador médio do país cai para R\$99,01/habitante em 2014.

Fonte: Brasil (2016).

Estimativa da Abrelpe (2014) aponta o valor de R\$9,42 bilhões (equivalente a R\$3,87/hab/mês ou R\$73,32/hab/ano) como a despesa dos municípios brasileiros com a coleta dos RSU, gastos para transportar 41,6 milhões de toneladas para aterros sanitários e 29,6 milhões de toneladas de RSU para aterros controlados e lixões. Ou seja, considerando o total de 71,2 milhões de toneladas, os municípios gastaram 41,5% do recurso de coleta para dispor inadequadamente os seus RSU. Ocorre um uso significativo de recursos públicos para enterrar ou simplesmente “jogar fora” os resíduos coletados e criarem passivos ambientais<sup>14</sup>.

O custo médio da coleta regular (convencional) dos RSU foi estimado pelo Cempre/Pesquisa Ciclossoft 2014 em US\$ 42,22/t, equivalente a R\$95,00/t. Enquanto a estimativa do custo da coleta seletiva foi de US\$ 195,23/t, equivalente a R\$ 439,26/t, correspondendo a 4,6 vezes a convencional (CEMPRE, PESQUISA CICLOSOFT 2014).

<sup>14</sup> Passivo ambiental: Todas as obrigações, contraídas voluntária ou involuntariamente, que exigirão no futuro a entrega de ativos, prestação de serviço ou sacrifício econômico, em decorrência de transações ou operações no passado ou no presente, que envolveram a entidade com o meio ambiente e que acarretaram algum dano ambiental (SILVA, 2014).

A relação de custos entre a coleta seletiva e coleta convencional vinha passando por uma redução gradativa de 1994 a 2010 (Tabela 12), com ligeira elevação a partir de 2010 e volta a reduzir em 2016.

Em função dessa perspectiva e esses dados de custo da coleta seletiva superior ao da convencional (R\$/t), Tenório e Espinosa (2004, p. 204) afirmam que “a decisão de adotar um determinado programa de coleta é mais uma questão de gestão de resíduos do que de gerenciamento, cabendo à comunidade investir mais ou menos na valorização dos resíduos e da cidadania [...]”. Isso representa a busca de um equilíbrio entre a percepção de valor pago pelo serviço, envolvendo a disponibilidade financeira da comunidade e a relação com os benefícios para a sustentabilidade e a cidadania.

Tabela 12 - Relação do custo entre a coleta convencional e a coleta seletiva no Brasil pelo Cempre, de 1994 a 2014 (Número de vezes)

	1994	1999	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016
Relação custo coleta seletiva/ coleta convencional	10	8	5	6	5	5	4	4,5	4,6	4,1

Fonte: CEMPRE. Pesquisa Ciclossoft, (2016).

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Jun. 2016).

Esses valores representam a despesa realizada pelos municípios, ou seja, os pagamentos realizados diretamente pela realização dos serviços, não envolvendo outros elementos na apuração de custos, como os custos evitados e os benefícios econômicos, ambientais e sociais com a coleta seletiva; o valor de produção que se perde com a área destinada aos resíduos; e os custos de manutenção do aterro em longo prazo.

Acrescente-se que esta forma de apuração ocorre ainda num sistema de remuneração por tonelada transportada, com a tendência de ocorrer mudança considerável com o aumento dos recicláveis desviados do aterro, redirecionando-os para a coleta seletiva e reciclagem, com isso reduzindo o custo por tonelada na coleta seletiva e aumentando na convencional. Outra forma de analisar essas diferenças de custos é a mudança de forma de pagamento pelo serviço, de R\$/t para a rota (R\$/km), o que alteraria essa relação de custos e funcionaria até como incentivo para as empresas de coleta convencional desenvolver campanhas de educação ambiental com vista à população reduzir a quantidade de resíduos descartados nesse sistema, por promover redução de seus custos com o transporte.

Além dessas duas situações que afetam essa relação de custos, a forma de avaliá-los também levaria a diferentes cálculos e valores. Com a inclusão do custo de oportunidade no

custo do aterro sanitário, custos hoje não apurados no sistema convencional serão incluídos nos cálculos, como a produção que deixou de ser obtida com a área destinada ao aterro, ampliando as vantagens da coleta seletiva e reduzindo da coleta convencional. Outro exemplo são os custos com o monitoramento do aterro, que se estendem por mais 20 anos após o esgotamento de sua vida útil (MENEZES, 2001 apud DIAS, 2006).

Esses e outros custos evitados, bem como os benefícios gerados com a coleta seletiva e reciclagem dos materiais desviados do aterro sanitário, sendo computados, vão promover um olhar diferente, com apuração de custos aproximando do valor real dos dois sistemas, não se restringindo às despesas financeiras diretas pelo pagamento dos serviços de coleta e operação do aterro sanitário.

#### 2.1.6 A coleta seletiva na destinação adequada dos RS

A coleta seletiva tem papel fundamental nos programas de gestão de resíduos sólidos por recuperar os resíduos descartados e encaminharem os mesmos para a reutilização e, principalmente, para a reciclagem.

A implantação de programas de coleta seletiva nos municípios promove diversos benefícios econômicos, ambientais e sociais, alguns mencionados anteriormente. Sua utilização é essencial para a viabilização dos princípios da economia circular e da corrente lixo zero, por promover o retorno dos materiais descartados pós-consumo ou gerados nos processos de produção e prestação de serviço, para o mesmo ou um novo ciclo produtivo.

A tabela 13 apresenta a evolução dos programas de coleta seletiva no Brasil, demonstrando um crescimento proporcional bastante elevado. Entretanto, em 2008 só representava 17,8% dos municípios brasileiros.

Tabela 13 - Evolução do número de programas de coleta seletiva no Brasil

<b>Ano</b>	<b>1989</b>	<b>2000</b>	<b>2008</b>
Nº de programas	58	451	994
% de aumento entre períodos	-	677,6	120,4

Fonte: IBGE (2010). Elaborada por Humberto Ferreira Silva Minéu (Jun. 2016).

Comparativamente a outros países, nos EUA, “em 1991, já havia cerca de 4 mil programas de coleta seletiva, enquanto a pesquisa do IBGE em 2000 apontou apenas cerca de seiscentos programas de reciclagem no Brasil” (TENÓRIO; ESPINOSA, 2004, p. 201), o que demonstra que ainda há muito a avançar.

A existência de coleta seletiva no Brasil foi manifestada por 1.322 municípios, dos 3.765 que responderam de forma voluntária ao SNIS em 2014, independente do sistema de coleta adotado e da abrangência de cobertura, representando 35,1% dos municípios da amostra (o que equivale a 24% do total dos municípios brasileiros), contando ainda com 32,4% de municípios sem informação (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2016).

Dados bem diferentes foram apresentados pela Abrelpe (2014, p.30), informando que 3.608 municípios apresentaram alguma iniciativa de coleta seletiva, elevando para 64,8% dos municípios brasileiros com a existência de separação dos resíduos sólidos em 2014.

Em relação ao número de municípios com coleta seletiva no Brasil, independente dos critérios adotados, a tabela 14 apresenta informações compiladas de várias fontes, demonstrando a diversidade dos dados.

Esses números apresentam diferenças significativas entre fontes, conforme os critérios adotados (existência de qualquer iniciativa de coleta seletiva no município, percentual de cobertura, programa de coleta seletiva), o tamanho da amostra de municípios que integram o levantamento e a forma de resposta. Mesmo assim, tem-se que em todas as fontes os números demonstram a melhoria a cada ano dos dados referente à existência de coleta seletiva.

Tabela 14 - Número de municípios com coleta seletiva no Brasil

Fonte	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Cempre <sup>1</sup>	405	-	443	-	776	-	927 (17%)	-	1.055 (18%)
Abrelpe <sup>2</sup>	3.109 (55,9%)	3.152 (56,6%)	3.207 (57,6%)	3.263 (58,6%)	3.326 (59,8%)	3.459 (62,1%)	3.608 (64,8%)	3.859 (69,3%)	-
SNIS <sup>3</sup>		675 (8,2%)	801 (14,4%)	842 (15,1%)	1.111 (19,9%)	1.161 (20,8%)	1.322 (23,7%)	1.256 (22,5%)	-

Fonte: <sup>1</sup>CEMPRE REVIEW (2015, p. 31); CEMPRE INFORMA n. 136, jul/ago, 2014; CEMPRE INFORMA n. 147, mai/jun, 2016.

<sup>2</sup>ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2008 a 2015a. Disponível em: <[http://www.abrelpe.org.br/panorama\\_edicoes.cfm](http://www.abrelpe.org.br/panorama_edicoes.cfm)>. Pesquisa com amostra dos municípios e o percentual sobre o total dos municípios.

<sup>3</sup>MINISTÉRIO DAS CIDADES. Diagnóstico do Manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos – 2009 a 2015. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos>>. Dados obtidos mediante declaração voluntária, com percentual significativo de municípios que não respondem. O percentual foi calculado pelo autor sobre o total de municípios brasileiros.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Jun. 2016). Atualizada em mai. 2017.

Comparando-se o ano de 2010, quando foi instituída a PNRS, nas três fontes com o último ano de divulgação da respectiva fonte dos dados, tem-se que todas apresentaram aumento no percentual de municípios com coleta seletiva, sendo de 138% no Cempre, 20% na Abrelpe e 49% no SNIS, ressaltando a redução no SNIS 2015.

Essas diferenças de dados entre fontes devem ser analisadas com ponderação, devido a diferenças metodológicas, contribuindo ao gerar dados que dimensionem o avanço ou o tamanho do desafio. Utilizam-se os dados do SNIS como referência para o presente trabalho, recordando que o mesmo adota como critério a declaração voluntária do município. Embora com uma proporção ainda baixa no país, de acordo com os dados do SNIS 2014, a coleta seletiva vem crescendo anualmente, com um aumento de 49,37% da massa coletada e 54,08% de municípios entre 2012 e 2014 (Tabela 15).

Tabela 15 - Massa de resíduos sólidos recolhida via coleta seletiva dos municípios participantes do SNIS em 2014, por agente executor, segundo faixa populacional

Faixa populacional	Quantidade de municípios	Massa recolhida na coleta seletiva por executor (t/ano)			Total (t/ano)
		Pela Prefeitura	Empresas contratadas	Catadores com apoio da prefeitura	
1 (até 30 mil)	596	103.276	73.394	91.388	268.058
2 (30 a 100 mil)	220	35.748	83.925	179.899	299.572
3 (100.001 a 250 mil)	89	37.454	61.455	94.199	193.108
4 (250.001 a 1 milhão)	60	28.237	98.003	121.314	247.554
5 (1 a 3 milhões)	13	31.033	125.919	27.602	184.553
6 (> 3 milhões)	02	16.212	65.840	70.059	152.110
<b>Total – 2014</b>	<b>980</b>	<b>251.959</b> <b>(18,7%)</b>	<b>508.535</b> <b>(37,8%)</b>	<b>584.460</b> <b>(43,5%)</b>	<b>1.344.955</b> <b>(100,0%)</b>
Total – 2013	692	207.252 (21,1%)	448.367 (45,6%)	327.147 (33,3%)	982.765 (100,0%)
Total - 2012	636	248.401 (27,5%)	395.795 (44,0%)	256.164 (28,5%)	900.360 (100,0%)

NOTA: Para a composição da tabela acima foi admitida a soma das parcelas - Cs23, Cs24 e Cs48 - somente dos municípios que se encontram dentro do intervalo de confiança aplicado ao indicador IN054. A redução do número de municípios se deu pela impossibilidade de discernir os valores por executor nos integrantes que responderam apenas o campo Cs26 que se refere ao total coletado seletivamente.

Fonte: MINISTÉRIO DAS CIDADES (2016).

A quantidade per capita coletada de material reciclável em 2014 alcançou 13,8 kg/hab./ano, equivalente a 0,037kg/hab./dia. Comparando-se com o RSU per capita de 1,05 kg/hab./dia, que equivale a 383 kg/hab/ano, obtém-se que a coleta seletiva representou em torno de 3,6% em 2014 (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2016).

Em relação aos agentes executores, ocorreu um aumento considerável da participação das entidades de catadores com apoio da prefeitura, que passaram a responder por 43,5% do material recolhido em 2014, enquanto em 2012 respondiam apenas por 28,5%. A ampliação da participação de entidades de catadores tem forte impacto econômico e social, sendo estimada a existência de 834 entidades (associações/cooperativas), em 561 municípios, com 23 mil pessoas associadas (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2016).

Essa ampliação sinaliza avanços após a implantação da PNRS e ao mesmo tempo demonstra o desafio considerando o total dos municípios do país (5.570). Considerando o número de programas e de municípios com coleta seletiva, o baixo percentual que a coleta seletiva representa do total de RSU e o número de pessoas envolvidas diretamente, tem-se uma noção do quanto de retorno econômico e geração de trabalho formal ainda tem a ser incrementados com a adoção da coleta seletiva por todo o Brasil.

## **2.2 A ocupação do espaço e os conflitos de uso em sociedade**

Na ocupação do espaço em sociedade, diversas atividades são desenvolvidas pelos seres humanos que possibilitam usos variados, diretos ou indiretos, podendo ocorrer conflitos entre as alternativas, conforme as prioridades definidas pela coletividade ou relações de poder. Assim, alternativas de uso como área de disposição de resíduos, conservação ou preservação ambiental, produção agropecuária, indústria, lazer, exploração de minérios, passam por questões objetivas e técnicas, mas, também, por questões envolvendo as relações de poder em sociedade, pelos grupos de interesse e disputas entre atores sociais.

Dentre as alternativas mencionadas anteriormente, a ocupação de espaço para a disposição de RSU em aterros é a única que não promove benefícios econômicos, sociais e ambientais à sociedade, exceto por reduzir os riscos ao ambiente e à saúde das pessoas quando comparado ao lixão. Assim, busca-se rever essa opção de destinação dos RSU, sinalizando alternativa que elimine ou reduza mais ainda os riscos ao ambiente e à saúde das pessoas, e promova benefícios à sociedade. A adoção da alternativa proposta no estudo representa a disponibilização de espaço para melhores usos pela sociedade.

Na relação sociedade e espaço, “desenvolve-se uma teia complexa de relações sociais e ocorre uma acumulação histórica de trabalhos [...], num permanente ciclo de criação e transformação de objetos sobre a superfície terrestre” (BERNARDES; FERREIRA, 2008, p. 22). Assim, o trabalho, a técnica e os processos produtivos (a produção) representam componentes da ação humana que, influenciada pelas relações sociais estabelecidas em determinado contexto e cultura, em um processo histórico de construção e de reciprocidade do meio natural e ação humana, alteram o meio natural e a produção do espaço na busca por satisfazer as necessidades e desejos das pessoas.

Na relação sociedade/espaço, em que se apresenta o ser humano como produtor e produto, em que muitas vezes figura a intenção de domínio do homem sobre a natureza, os efeitos de reciprocidade são evidenciados, conforme argumenta Santos (2008b, p. 91), em que

“a perda do sujeito se daria na própria coisa que começou por possuir, e que agora absorve o senhor que havia pensado controlá-la”. Tal reflexão é realçada com o posicionamento desse autor quanto à inseparabilidade entre objeto e ação, ao definir o espaço como “um resultado da inseparabilidade entre sistemas de objetos e sistemas de ações” (SANTOS, 2008b, p. 100).

Reforçando a visão como sistemas interligados, para Baudrillard (1973, p. 16 apud SANTOS, 2008b, p. 96), “a descrição de um sistema de objetos depende da descrição de um sistema de práticas. Não basta definir os objetos do sistema. Temos que definir qual o sistema de práticas que sobre ele se exerce. Há uma interferência contínua entre os dois”.

Dessa forma, em relação ao objeto do presente estudo, não é suficiente descrever o aterro sanitário e as alternativas ao mesmo para a destinação dos RSU. Torna-se relevante e necessário identificar e compreender o sistema mais amplo e complexo que leva à utilização desses destinos, envolvendo a política adotada e seus instrumentos legais/regulatórios; as questões culturais e sociais do contexto envolvido; os aspectos econômicos de perdas, ganhos, incentivos e penalidades; as alternativas tecnológicas possíveis; e os aspectos ecológicos, tanto das externalidades negativas como os benefícios de cada opção de destino.

Além disso, as questões quanto à ocupação do espaço, os conflitos entre opções de uso, com seus efeitos no ambiente e na sociedade fazem parte da compreensão dos sistemas de objetos e ações. Afinal, os objetos “se individualizam e ganham expressão e significado, quando a serviço da sociedade” (SANTOS, 2008b, p. 95).

No estudo do espaço e das relações com a sociedade, em um processo dinâmico, histórico, influenciado por questões políticas, de poder, culturais, econômicas e tecnológicas, surgem várias categorias de análise na busca de melhor compreender e interpretar a relação da sociedade com o espaço.

De acordo com A.C. da Silva (1986, pp. 28-29) apud Santos (1988), dentre as categorias fundamentais do conhecimento geográfico, como espaço, área, território, paisagem, lugar, a mais geral, e que inclui as demais, é o espaço. No caso do presente estudo, o espaço tem aplicação quase sinônima de área, onde ocorre a instalação de aterros sanitários. Embora não seja objetivo do presente estudo a discussão das categorias na abordagem da geografia quanto ao espaço, ocorre a relação direta com o espaço e a paisagem, no âmbito de determinado território.

Dentre as várias categorias identificadas, a primeira e a que representa o ponto central para a discussão, frente ao objeto de estudo, o aterro sanitário que ocupa determinado espaço, e a interação com a sociedade demonstrada nos textos de Santos (1988; 2008b) comentados anteriormente, está o conceito de espaço geográfico.

O espaço geográfico corresponde à superfície terrestre, não se restringindo aos processos e feições naturais, envolvendo o espaço utilizado pela ocupação humana (SOUZA, 2013). É onde a humanidade reside e produz modificações, consistindo em uma interação contínua entre a sociedade e seu meio ambiente (VESENTIN, 2005). A partir dessas duas definições, depreende-se a atribuição a espaço geográfico não apenas o aspecto natural, físico, mas o espaço na superfície terrestre em que ocorre a ocupação humana ou que ela fez ou faz modificações.

Para Santos (1988, p. 25) o espaço é um “conjunto de objetos e de relações que se realizam sobre estes objetos [...]. O espaço é resultado da ação dos homens sobre o próprio espaço, intermediado pelos objetos, naturais e artificiais”. Deste modo, Santos (2008b, p. 94) chama a atenção da importância em “realçar a inseparabilidade entre ação e objeto, para afirmar, [...] que o tema central da geografia não é separadamente os objetos, nem as ações, mas objetos e ações tomados em conjunto”.

Diante dessas afirmativas de Milton Santos, tem-se que a relação entre espaço e sociedade se apresenta de modo contínuo e interdependente, em que as características do ambiente influenciam a sociedade; e, as características da sociedade, espelhadas na sua cultura, influenciam a forma de ocupação do espaço, bem como sua alteração.

Nessa relação da sociedade com o meio natural, o espaço geográfico resulta de modificações cada vez maiores da natureza pelo homem, de modo a alcançar a produção do próprio espaço (MOREIRA, 2006). Nesse sentido, esse autor complementa que o espaço se torna um produto e, ao mesmo tempo, produtor da história, uma vez que reflete a sociedade que o utiliza, ao mesmo tempo em que é resultado de um processo histórico.

Um momento de mudança considerável na relação da sociedade com a natureza ocorre com a Revolução Industrial, em meados do século XVIII. De um comportamento em sociedade de se adaptar à natureza circundante, os seres humanos passaram a modificá-la, de forma intensificada com o desenvolvimento tecnológico, que ampliou a capacidade humana de alterar o meio ambiente, produzindo e reproduzindo um meio ambiente artificial, chamada de uma segunda natureza ou natureza humanizada (VESENTIN, 2005).

Diante da corrida tecnológica advinda nesse período, incrementada pela busca de riqueza e acumulação de bens, diversifica-se a produção, com os bens produzidos, e inclusive instrumentos de trabalho, tornando-se obsoletos em prazos cada vez menores, demandando novos produtos e, conseqüentemente, ocasionando maior demanda de recursos naturais. Esse movimento reforçou a visão da sociedade de uma natureza como um manancial a disposição

dos homens, inclusive com a produção de bens nem sempre necessários, tornando mais artificializado e transformado o espaço produzido pela sociedade (MOREIRA, 2006).

Apesar do incremento dessa utilização e transformação, o espaço geográfico não é somente produto da interação entre sociedade e natureza, mas também das relações entre os seres humanos (entre indivíduos, grupos, etnias, classes sociais), sejam relações de cooperação ou de conflito (VESENTIN, 2005).

Na mediação dos conflitos, bem como para articular a cooperação entre os diferentes atores sociais e seus interesses, os diversos usos possíveis na ocupação e organização do espaço está o Estado, como árbitro e, também, como ator (CORRÊA, 1997). Nesse sentido, o Estado possui responsabilidades de zelar pelo interesse da coletividade, o interesse público, ocupando esse espaço para a prestação dos serviços à sociedade. Esse papel se torna vital diante da sociedade capitalista atual, onde “a reivindicação de uns não raro representa um agravo para o outro” (SANTOS, 2011, p. 93), tornando o poder público a referência para articular os agentes em torno da boa fé, do respeito ao outro e ao ambiente.

No caso em estudo, o papel do Estado no uso do espaço geográfico para a destinação de resíduos sólidos, envolvendo eventuais conflitos com outros usos em potencial para o mesmo espaço, a mesma área, é estabelecido, no aspecto legal, na Constituição Federal de 1988, art. 30, na Política Federal de Saneamento Básico (Lei n. 11.445/2007) e na Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei n. 12.305/2010).

Essa legislação atribui ao Estado, representado pelo município (prefeitura), a responsabilidade pela coleta e destinação dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), conferindo-lhe o papel de articular os agentes produtivos e a sociedade para adotar os procedimentos necessários para a destinação adequada dos resíduos gerados, podendo delegar a execução de determinadas atividades sob sua responsabilidade.

De modo a melhor perceber e analisar as potencialidades de conflitos de uso do espaço pela sociedade para a destinação adequada dos RSU, optou-se por uma abordagem integrando as áreas do conhecimento da geografia, da gestão integrada de resíduos sólidos e da economia ambiental e circular. Essa abordagem, de natureza multi e interdisciplinar, encontra sintonia em Santos (2011, p. 80), onde discorre que a interdisciplinaridade “é a única a dar conta dos fenômenos ligados à modernidade”, sugere uma mudança de enfoque no tratamento dos problemas humanos. Problemas esses, não apenas das relações entre indivíduos, as disputas de poder, a desigualdade, mas também os problemas na relação das pessoas com a natureza e, conseqüentemente, na ocupação do espaço.

Essa integração, mediante a visão sistêmica, com a interdependência entre essas áreas e as dimensões política, econômica, ecológica, cultural, social e tecnológica, proporciona uma percepção mais abrangente e aprofundada das possibilidades de uso do espaço. Assim, alternativas de uso, com seus custos e benefícios monetários e não monetários, são melhores identificadas e ponderadas para a tomada de decisão em benefício da sociedade, na ocupação do espaço.

Experiência com essa abordagem integrada foi realizada em estudo envolvendo o descarte de RSU no Núcleo Central do município do presente estudo de caso. Essa experiência de aplicação da abordagem proporcionou identificar conflitos de uso dos espaços utilizados com o descarte temporário dos resíduos com diversos outros usos, como: na acessibilidade e mobilidade urbana, afetando a circulação e autonomia do ir e vir das pessoas; prejudicando o sistema de drenagem urbana; maior esforço dos trabalhadores do serviço de limpeza pública; o trânsito com o deslocamento de catadores de material recicláveis em carroças, motos e carros em horário de intenso fluxo de veículos; e, efeitos na ambiência geral, especialmente com a sujeira pela dispersão dos materiais e uma análise econômica dos espaços utilizados e influências nas decisões dos agentes privados (MINÉU; FEHR; RIBEIRO FILHO, 2016).

Diante disso, tem-se que a ocupação do espaço em sociedade passa por diversas possibilidades de uso, em função de aspectos objetivos, que podem ser normatizados pelo Estado, e não objetivos, que emergem das relações de poder e da disputa de interesses entre os grupos e atores sociais.

A delimitação do estudo para um município representa a interação do entendimento de espaço geográfico com o conceito de território. Souza (1978, p. 78 apud SOUZA, 2013, p. 78) apresenta que o território é, “fundamentalmente, um espaço definido e delimitado por e a partir de relações de poder”, com os “conflitos de uso em função das razões de territorializar um espaço e manter controle sobre ele” (SOUZA, 2013, p. 86).

Nesse sentido, o território é representado no estudo pelas delimitações do município, definidas por critérios político-administrativos na estruturação da federação, mediante as relações de poder estabelecidas no momento da criação de cada vila ou distrito e posterior emancipação à categoria de município.

Assim, o espaço geográfico que apresenta possibilidades para uso com a destinação adequada dos RSU tem sua delimitação pelo território do município, num primeiro momento. Ocorre que as alternativas de destinação de RSU previstas na legislação (na PNRS), incluem a possibilidade de consórcio entre os municípios, sendo o empreendimento do aterro sanitário

instalado no território de um dos municípios consorciados, ampliando o espaço possível de instalação do empreendimento. Nesse caso, os municípios que não recebem o aterro, ficam em situação de não vivenciar os conflitos de uso do seu espaço geográfico para a destinação adequada dos RSU, ficando esse ônus para o município que recebe o aterro sanitário.

Outro componente importante na questão do uso do espaço geográfico para a destinação dos RSU é a paisagem, que sofre alteração com a instalação de empreendimentos como o aterro sanitário. A paisagem tem inicialmente uma conotação visual, envolvendo os elementos naturais e artificiais que a visão do observador pode alcançar, seja apenas de um ambiente natural, uma área plantada, uma cidade, uma rodovia, cada elemento com suas cores, sons e funções (MOREIRA, 2006).

Em uma perspectiva de construção histórica do momento registrado pela paisagem, Santos (2008b, p. 103) a define como “o conjunto de formas que, num dado momento, exprimem as heranças que representam as sucessivas relações localizadas entre homem e natureza”. Dessa forma, a paisagem percebida no momento presente é fruto das decisões, escolhas e ações da geração anterior. Ao mesmo tempo, a paisagem futura, percebida pelas gerações seguintes, será resultado das ações da geração atual.

A alteração na paisagem por meio da ação humana, além de representar a alteração do espaço geográfico pelo homem, do ponto de vista da economia ambiental, envolve a perda dos valores de amenidade, que representam “os prazeres que o meio ambiente proporciona diretamente aos seres humanos sem a interferência do sistema econômico; exemplos incluem a beleza das paisagens [...]”<sup>15</sup> (ANDERSEN, 2007, p. 135).

Aqui, há de se considerar a relevância que a questão econômica adquire diante do modelo capitalista vigente, sendo percebido por Santos (2008b, p. 104), ao abordar o espaço “uno e múltiplo, por suas diversas parcelas, e através de seu uso, é um conjunto de mercadorias, cujo valor individual é função do valor que a sociedade, em dado momento, atribui a cada pedaço de matéria, isto é, fração da paisagem”.

Além disso, sobre a relação da sociedade com o espaço, conforme Santos (2008b, p. 110), “a situação como um todo é definida pela sociedade atual, enquanto sociedade e como espaço”. E a cada momento, na reciprocidade dessa relação, a sociedade age sobre si mesma, “e jamais sobre a materialidade exclusivamente. A dialética não é entre sociedade e paisagem, mas entre sociedade e espaço. E vice-versa”.

---

<sup>15</sup>Tradução livre.

Ao abordar o espaço a ser destinado pela sociedade para a destinação dos seus resíduos, especialmente na instalação de empreendimentos como o aterro sanitário, envolve o papel do poder público em articular os diversos atores sociais e agentes produtivos, para a deliberação das medidas que vão impactar o próprio espaço construído pela sociedade.

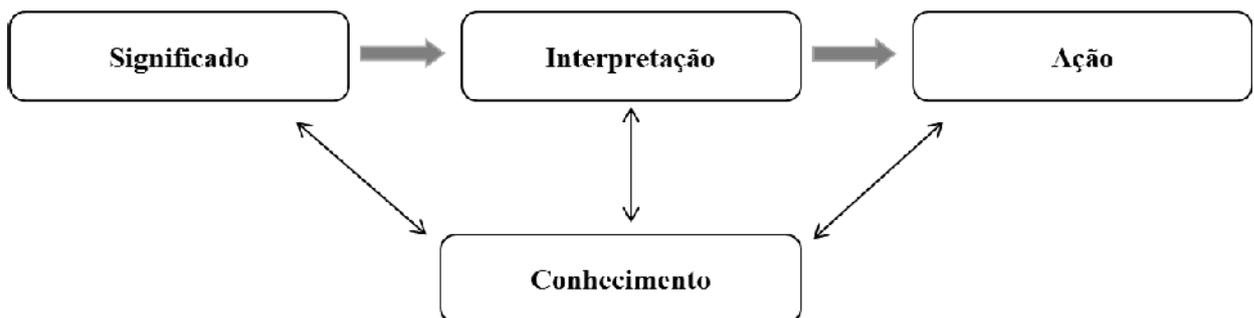
Além disso, significa buscar uma forma de definir a ocupação, conforme os valores culturais envolvidos, que podem ser refletidos a partir das decisões no passado e os resultados que se colhe no presente, dentro de um processo histórico de construção e reconstrução do espaço humanizado. Incluindo a isso, a perspectiva econômica adotada, entre uma de distanciamento do homem em relação à natureza ou de seus processos produtivos e de consumo integrados à natureza, influencia de forma relevante as decisões quanto ao uso dos espaços pela sociedade.

### 2.3 Resíduos sólidos: de lixo a resíduo - bem de valor econômico, social e ambiental

Ao abordar a questão dos resíduos sólidos (RS), torna-se relevante, primeiramente, resgatar a terminologia e concepção hegemônica na nossa cultura – “lixo” – e comparar com a concepção de resíduo, que apresentam semelhanças e diferenças relevantes. Embora muitas vezes usados como sinônimos pelas pessoas e profissionais, representam atitudes e hábitos distintos e relevantes no aspecto do descarte e da gestão de RS.

Embora reiteradamente não recebendo a devida importância, os conceitos e sua clara apreensão pelas pessoas, profissionais e gestores são fundamentais para a compreensão compartilhada do seu significado, sua interpretação e, conseqüentemente, transformação em ações, mediadas pelo conhecimento (Figura 2).

Figura 2 - Representação das relações entre o significado, a interpretação e ação, com o conhecimento como elemento-chave na apropriação e reflexão



Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Jan. 2017).

Para Laville e Dionne (1999, p. 91), a importância do conceito pode ser percebida pela interrogação: “Se não conhecemos o sentido dessas palavras, o que compreendemos?” Assim, para os autores “Os conceitos e as palavras que os exprimem são indispensáveis para conhecer, compreender e explicar”. Tamanha importância deve ser acrescentada da relação com a prática desencadeada, levando a atitudes e hábitos no cotidiano dos indivíduos.

Assim, o significado apreendido está relacionado à interpretação do ambiente e à formulação de estratégias, dos caminhos e alternativas, para a sua atividade, incluindo a articulação de interesses dos agentes envolvidos (MINÉU; OLIVEIRA, 2002). O conhecimento proporciona a interpretação do significado, a tomada de decisão e a reflexão da ação, podendo promover um repensar do significado e a reelaboração do conceito, bem como da interpretação e ações.

Os termos lixo e resíduo estão presentes na nossa cultura há muito tempo. O seu significado ao longo de quase quatro décadas é apresentado no quadro 1, a partir de dicionário da língua portuguesa, portanto, de amplo acesso a população em geral, inclusive nos dias atuais no meio on-line.

Quadro 1 - Os termos lixo e resíduo e a evolução de seu significado

Fonte/Ano	Lixo	Resíduo
FERREIRA (1975) <sup>1</sup>	1 Aquilo que se varre da casa, do jardim, da rua e se joga fora; 2 Tudo que não presta e se joga fora; 3 Sujidade, sujeira, imundície; 4 Coisa ou coisas inúteis, velhas, sem valor; Fig. V. ralé (1).	1 Aquilo que resta de qualquer substância; resto; 2 O resíduo do que sofreu alteração de qualquer agente exterior, por processos mecânicos, químicos, físicos, etc.; resíduos de um incêndio; resíduos da moagem de café; 3 Fig. O âmago; 4 Análise Matemática; 5 Estatística.
FERREIRA (2004) <sup>2</sup>	1 Aquilo que se varre da casa, do jardim, da rua e se joga fora; 2 Tudo que não presta e se joga fora; 3 Sujidade, sujeira, imundície; 4 Coisa ou coisas inúteis, velhas, sem valor; 5 Resíduos que resultam de atividades domésticas, industriais, comerciais, etc.; 6 Fig. V. ralé (1); Lixo atômico; Lixo espacial; Lixo especial.	1 Aquilo que resta de qualquer substância; resto; 2 O resíduo do que sofreu alteração de qualquer agente exterior, por processos mecânicos, químicos, físicos, etc.; resíduos de um incêndio; resíduos da moagem de café; 3 Fig. O âmago; 4 Análise Matemática; 5 Estatística; 6 Bioquímica.
Aurélio eletrônico (FERREIRA, 2016) <sup>3</sup>	1 Qualquer matéria ou coisa que repugna por estar suja ou que se deita fora por não ter utilidade; 2 Resíduo resultante de atividades domésticas, comerciais, industriais, etc.; 3 Local ou recipiente onde se acumulam esses resíduos ou matérias; 4 Escória, ralé.	1 Aquilo que resta; 2 O que fica das substâncias submetidas à ação de vários agentes físicos ou químicos; 3 Que resta.

Fonte: <sup>1</sup>FERREIRA(1975). (Foram omitidos no termo resíduo alguns exemplos e detalhes de aplicações em outras áreas, apresentando apenas os significados voltados para a área de resíduos sólidos)

<sup>2</sup>FERREIRA (2004). (Foram omitidos no termo resíduo alguns exemplos e detalhes de aplicações em outras áreas, apresentando apenas os significados voltados para a área de resíduos sólidos)

<sup>3</sup>FERREIRA (2016). Disponível em: <<https://dicionariodoaurelio.com/lixo> e <https://dicionariodoaurelio.com/residuo>>. Acesso em: 25 abr 2016.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Abr. 2016).

Os significados apresentados demonstram que o termo lixo traz, ao longo do tempo, embutido as ideias de jogar fora, sujeira, inutilidade, coisa velha e sem valor. Ainda associa no sentido figurado a “ralé”, que de acordo com Ferreira (2004) representa a camada mais baixa da população, apresentando como sinônimos termos como escória, escória social, gentilha, plebe, zé-povinho, etc.

Observa-se uma carga depreciativa associada à utilização do termo lixo e suas derivações, levando as pessoas a desprezar os materiais considerados por eles como lixo, a querer simplesmente se livrar, não realizando a reflexão em como descartá-los adequadamente, além de desvalorizar as pessoas que trabalham com esses materiais.

Ocorre ainda a extensão do termo para a ideia de lugar ou objeto. Com isso, é comum encontrar nas ruas, empresas, escolas e órgãos públicos o uso de placas, mensagens, com expressões de orientação como “Jogue o lixo no lixo”, “Lugar de lixo é no lixo”, “Lixo para copos” (Figura 3). A permanência dessa linguagem e terminologia pode favorecer a perpetuação da concepção e consequentes hábitos de descarte sem reflexão pelas pessoas quanto a “o que” estão descartando e “onde” descartar adequadamente.

Figura 3 - Mensagens de orientação e descarte com o uso de termo e concepção de lixo



Foto: Arquivo pessoal.

O termo resíduo (Quadro 1), apresenta sempre a ideia do que resta, mas acrescenta aquilo que sofreu alteração e substâncias submetidas a ações de agentes exteriores, por meio de processos mecânicos, físicos e químicos. Não se observa relação com o jogar fora, com a sujeira, deixando em aberto a possibilidade de nova utilidade. Também não ocorre o vínculo com camadas da sociedade, mesmo com várias aplicações em outras áreas do conhecimento.

A incorporação da concepção de resíduo e utilização nas mensagens de orientação para o descarte favorece orientar a separação conforme as classes e tipos, e fazer com que a pessoa

associe o resíduo quanto ao descarte adequado, no ato de colocar o material no coletor/local apropriado (Figura 4).

Figura 4 – Mensagens de orientação e descarte com o uso do termo e concepção de resíduo



Foto: Arquivo pessoal.

Embora com muitas semelhanças iniciais, principalmente com a incorporação de resíduos no significado de lixo em 2004 (FERREIRA, 2004), ocorre o uso intercambiável desses termos ainda presente na sociedade, o que demanda um trabalho contínuo para a incorporação da concepção de resíduo e a transformação dos hábitos de descarte.

Assim, a concepção de lixo está carregada do jogar fora, de inutilidade, sem valor. Tal concepção leva as pessoas ao descarte de qualquer jeito, em qualquer lugar, ao desperdício, a não separação de materiais, favorecendo o descarte incorreto e as conseqüentes perdas de materiais e prejuízos ao ambiente e à saúde.

Por outro lado, resíduo deixa em aberto a perspectiva de uso posterior, de nova utilidade. Dessa forma, o descarte pressupõe o pensamento, reflexão e ação, quanto a “o que” e “onde” descartar, que utilidade ainda tem, a separação de materiais conforme o destino e o repensar da própria necessidade de geração.

Em período mais recente, no início do século XXI, o conceito de RS passou por aprimoramento nos meios técnico e político/legal. Em 2004, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da NBR 10.004/2004, definiu RS como:

resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades 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 de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004a, p. 1).

Essa definição contempla no conceito de resíduo os significados apresentados para “lixo” por Ferreira (2004), demonstrando que parte do que a sociedade entendia que não tinha valor ou deveria se jogar fora, tem valor, utilidade e requer um descarte adequado.

Posteriormente, com o estabelecimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela lei 12.305/2010, art. 3º, inciso XVI, o conceito de RS foi incluído no marco legal, 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 (BRASIL, 2010)

Essa definição reforça a apresentada pela ABNT e apresenta uma evolução no conceito de RS, com maior abrangência do que representam ao reconhecer que os mesmos são inerentes às atividades humanas, a necessidade da destinação final adequada e os aspectos tecnológicos e econômicos para a viabilidade da destinação.

Contudo, é corrente encontrar na literatura, nos relatos de profissionais e em observações de campo em visitas a aterros sanitários, a presença de resíduos diferentes destes, como pilhas, baterias, lâmpadas, pneus, embalagens de medicamentos, que são descartados junto com os RSU pela população em geral. Em grande parte, esse comportamento está associado ainda à concepção de “lixo” que leva as pessoas a “jogar fora” tudo aquilo que não lhe tem mais serventia, além das carências em sistema de coleta desses materiais.

Além dessa maior abrangência conceitual, a PNRS, em seu art. 6º, inciso VIII, reconhece como um de seus princípios o “resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania” (BRASIL, 2010). Assim, a PNRS inclui a relação dos resíduos com a promoção da cidadania, com a inclusão socioproductiva dos catadores de materiais recicláveis, bem diferente do entendimento de lixo, que marginaliza as pessoas que trabalham ou dele retiram sua sobrevivência.

Para Tenório e Espinosa (2004, p. 158) “O conceito de resíduo sólido tem sempre embutido o aspecto de serventia e de valor econômico para seu possuidor”. Para esses autores, uma embalagem perde seu valor para o possuidor na medida em que cumpriu o seu papel de proteção, acondicionamento do produto, tornando-se um problema para o mesmo. Por outro lado, o resíduo gerado pode ter valor para outros atores.

Neste sentido, a ausência do termo “lixo” na PNRS, combinada com o conceito de resíduos apresentado, e a explicitação do reconhecimento do mesmo dotado de valor econômico e social, fornece um amparo legal importante para regulamentações nos estados e municípios, bem como fundamento para trabalhos de mudança na concepção, de atitudes e hábitos pelos diversos atores sociais. Ou seja, para a PNRS não existe lixo. Isso leva a necessidade de profissionais e população em geral buscarem identificar os resíduos – o tipo, classificação e respectivo destino. Isso demanda mudança de concepção, atitude e hábito das pessoas, profissionais e organizações públicas, privadas e do terceiro setor.

Essa mudança de concepção de “lixo” para resíduo envolve inúmeros benefícios sociais, econômicos e ambientais, dimensões que compõem o tripé inicial da sustentabilidade, com os materiais no processo de descarte pós-consumo sendo destinados à reutilização e reciclagem, em vez de simplesmente serem jogados fora ou descartados nos aterros ou outras formas inadequadas (lixões, queima, p. ex.).

Esses dois destinos dos materiais recicláveis foram definidos pela PNRS, sendo a reutilização o “processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química, [...]”, e a reciclagem o “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, [...]”; (BRASIL, 2010).

Entretanto, para a efetivação desses destinos, tem-se como primeira etapa a realização da coleta seletiva, definida na PNRS, como a “coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição;” (BRASIL, 2010), de modo que envolve a separação na fonte pelos geradores, conforme o sistema estabelecido no local (município, empresa, etc.).

Essas definições no marco legal (e outros termos definidos na PNRS) criam um referencial teórico e jurídico de suporte à regulamentação para uso pelos municípios, bem como para os diversos atores sociais envolvidos na gestão dos resíduos sólidos.

A separação dos RS, na fonte geradora, para a coleta seletiva tem relação direta com a qualidade e valor de mercado dos resíduos, sendo esse último importante elemento de incentivo. Conforme Tenório e Espinosa (2004, p. 169), os baixos preços na comercialização de materiais recebidos misturados em usinas se devem à obtenção de materiais secos sujos e a presença de impurezas no composto, inclusive metais pesados.

Isso demanda que seja estabelecida a forma de separação dos resíduos, que apresenta composição bastante diversificada, de modo a viabilizar a separação pelos geradores

compatível com o sistema de coleta e destinação, de modo a obter melhor qualidade e preço na comercialização, de forma a “otimizar tempo e custos, afinal, não adianta coletar separadamente e juntar tudo novamente” (GRIPPI, 2001, p. 32). Isso faz com que a implantação de programas de coleta seletiva se torne vital para a qualidade dos materiais e êxito do gerenciamento dos resíduos.

No intuito de reduzir o desperdício de materiais e reduzir os custos com a disposição dos RSU, a alternativa da reciclagem merece maior atenção pelo poder público. De acordo com Grippi (2011), a reciclagem tem seu começo no Brasil remetido ao início do século XIX, com uma perspectiva histórica de que a mesma tenha iniciado na década de 1920, com o advento da industrialização, sendo o papel o primeiro material a ser reciclado, atribuindo-se ao incremento da indústria gráfica.

O desenvolvimento da reciclagem apresenta uma relação direta com o mercado dos materiais, onde a definição de preço tem levado em consideração as distâncias, o mercado consumidor e as dificuldades de coleta (GRIPPI, 2001).

A tabela 16 apresenta os valores por tonelada de diversos materiais recicláveis em algumas localidades do Brasil, um trabalho sistemático realizado pela entidade Compromisso Empresarial para Reciclagem (Cempre).

Tabela 16 - Preço do material reciclável - Cempre - Jan/Fev 2016 (Valores inteiros em R\$/t)

Local	Papelão	Papel branco	Latas de aço	Latas de alumínio	Vidros	Plástico rígido	PET	Plástico filme	Longa vida
Porto Alegre/RS	320 PL	560 PL	160 PL	2700 PL	45 L	800 PL	1400 PL	800 P	200 P
Canoas/RS	230 P	400 P	120 P	2200	70	300	1360 PL	700 P	120 P
Guarulhos/SP	210 PL	480 L	350 L	3000 PL	130 L	1000 L	1400 PL	1450	250 PL
Guarujá - SP	180 PL	200 L	200 L	2400 L	35	550 L	1450 PL	550 PL	210 PL
São José dos Campos/SP	250 PL	-	-	3700 PL	190 PL	1650 PL	1400 PL	480 PL	250 PL
São Paulo/SP	320 PL	500 PL	450 L	3800 PL	180	700 L	1350 PL	-	270 P
Belo Horizonte/MG	320 PL	450 P	150	3600 P	30	1300 P	1500 P	750 P	200 P
Itabira/MG	390 PL	700 PL	300 PL	3900 PL	260 PL	1436 L	1770 PL	1700 PL	399 PL
Guarapari/ES	270 PL	170 L	140 L	2800 L	-	500 PL	800 PL	500 PL	100 P
Aracaju/SE	200 PL	500 PL	300 L	2600	30 L	800 L	350 L	600 PL	100 PL
Rio de Janeiro/RJ	250 PL	580 L	170 L	2300 L	150 L	500 PL	1400 PL	600 PL	210 PL
Mesquita/RJ	250 L	500 L	160 L	2400 PL	60	1000 P	1400 P	1000 PL	160 P

P - Prensado; L – Limpo.

Fonte: Adaptado de Cempre (2016) por Humberto Ferreira Silva Minéu (Abr. 2016). Disponível em: <<http://cempre.org.br/cempre-informa/id/64/preco-do-material-reciclavel>>. Acesso em: 28 abr 2016.

Observa-se que ocorre uma oscilação nos preços entre as localidades, sendo melhores nos centros de maior consumo e industrialização de materiais. Enquanto que locais mais

afastados dos pontos de consumo dos materiais tendem a ter menores preços. Esse comportamento dos preços sinaliza a importância da atuação do poder público em incentivar a instalação de empresas que industrializem materiais recicláveis, contribuindo para a viabilidade econômica dos mesmos nos vários pontos do país.

Essa oscilação de preços demonstra, conforme a localidade, a relação da economia, da atividade produtiva, com o processo de espacialização da sociedade. A instalação de unidades industriais que aproveitem os materiais recicláveis pode contribuir com maior distribuição ou maior concentração da atividade da reciclagem no espaço geográfico, conforme a política pública adotada. Ao mesmo tempo, essa distribuição espacial influencia o valor dos materiais recicláveis e, conseqüentemente, a renda gerada pela atividade de coleta seletiva, incluindo a ampliação de resíduos coletados.

O aspecto central a destacar está na percepção pelo mercado de que o resíduo tem valor, que existe tecnologia para seu aproveitamento, com ganhos econômicos para vários agentes produtivos, desde os catadores, cooperativas ou associações de catadores, sucateiros, intermediários e para a indústria da reciclagem propriamente dita. Além disso, as questões da escassez das matérias-primas e os ganhos da indústria com a redução de custos ao reciclar em vez de produzir a partir da matéria-prima original, especialmente as economias de água e energia, são componentes que tendem a favorecer o avanço da reciclagem no país.

Esses valores demonstram que os resíduos têm valor monetário, precificados pelo mercado na comercialização, em alternativa a destinação ao aterro, onde são “desperdiçados”. E que esses valores “perdidos” devem ser considerados no cálculo do custo do aterro, como custo de oportunidade do investimento, gerado com a comercialização dos materiais.

O mercado da reciclagem tem apresentado autonomia na formação/definição dos preços dos materiais recicláveis, não sendo identificada a presença de órgãos governamentais que estabeleçam parâmetros ou regras, com os preços oscilando ao longo do tempo, inclusive durante o ano.

A redução do envio de materiais para aterros e lixões e ampliação da coleta seletiva e reciclagem, envolve a mudança de concepção das pessoas acerca da evolução do termo lixo para resíduo e a valoração dos materiais. Essa última exerce estímulo para o funcionamento da coleta seletiva e crescimento da indústria da reciclagem, gerando benefícios econômicos, ambientais e sociais para toda a sociedade.

## 2.4 Benefícios econômicos e ambientais da reciclagem

Os benefícios gerados pela reciclagem apresentam um caráter múltiplo, envolvendo aspectos econômicos, ambientais e sociais. Ao reciclar um determinado material, ocorrem benefícios obtidos em mais de um aspecto, bem como custos evitados, concomitantemente ou cumulativamente, na cadeia produtiva, em relação ao meio ambiente e a sociedade.

Estudo do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) buscou “valorar os benefícios ambientais e econômicos, atuais e potenciais, gerados pela atividade de reciclagem de resíduos sólidos urbanos” (IPEA, 2010). Para tanto, o trabalho utilizou da compilação de dados e metodologias em diversas fontes, levantando estimativas de benefícios econômicos e ambientais para alguns materiais selecionados. Esse trabalho busca apresentar valores e parâmetros para incentivar o mercado de pagamento por serviços ambientais, aplicado aos resíduos sólidos urbanos (RSU).

Para Veiga Neto e May (2010, p. 311) é recente a identificação da importância dos serviços ambientais e a crescente percepção pela sociedade da deterioração constante dos mesmos. A conclusão do estudo realizado entre 2002 e 2005, de inúmeros pesquisadores por meio do Millenium Ecosystem Assessment (MEA), é “que mais de 60% dos ecossistemas do mundo têm sido utilizados de forma não sustentável”.

Na sistematização das estimativas dos benefícios econômicos e ambientais da reciclagem pelo IPEA, são apresentados valores em três momentos: os benefícios econômicos associados ao processo produtivo; os benefícios ambientais; e, os benefícios associados à gestão de resíduos sólidos urbanos (IPEA, 2010). Todos esses benefícios, embora ainda com limitações de dados e metodologia, podem ser valorados, sistematizando o ganho econômico abrangente com a adoção da reciclagem dos materiais.

Os benefícios econômicos associados ao processo produtivo foram calculados pela diferença de custos gerados na produção de bens a partir da matéria-prima virgem (produção primária) e para a produção dos mesmos bens a partir da reciclagem (material secundário - sucata), até a produção de um bem intermediário (aço bruto, alumínio primário, pasta mecânica de celulose, resina plástica e vidro branco) sem perda de qualidade do produto final, evitando os impactos ambientais a montante do ponto de reinserção na cadeia produtiva (IPEA, 2010).

Os benefícios econômicos no processo de produção entre o uso de matéria-prima virgem e sucata são apresentados na tabela 17. Esses valores representam os custos econômicos evitados pela reciclagem em termos de consumo de recursos naturais e de energia

(IPEA, 2010). Ocorre variação entre os materiais utilizados na pesquisa, mas todos com ganhos significativos nos custos de produção, a maioria acima de 40%.

De acordo com IPEA (2010), esses valores devem ser considerados apenas como indicativos, devido a muitos pressupostos e simplificações terem sido necessárias para chegar a essas estimativas. Mesmo com essas limitações, ao analisarem esses valores com dados de custos dos insumos, preços dos produtos e da sucata, demonstram que os valores estimados ao retratarem uma ordem de grandeza dos benefícios econômicos da reciclagem apresentam certo grau de coerência.

Tabela 17 - Estimativa dos benefícios econômicos associados à redução no consumo de insumos (R\$/t)

<b>Material</b>	<b>Custo dos insumos para a produção primária (R\$/t)</b>	<b>Custos dos insumos para produção a partir da reciclagem (R\$/t)</b>	<b>Benefícios líquidos da reciclagem (R\$/t)</b>	<b>Benefício econômico relativo associado à redução no custo dos insumos (%)</b>
Aço	552	425	127	23,01
Alumínio	6.162	3.447	2.715	44,06
Celulose	687	357	330	48,03
Plásticos	1.790	626	1.164	65,03
Vidro	263	143	120	45,63

Fonte: IPEA (2010, p. 14). Adaptada por Humberto Ferreira Silva Minéu (Maio 2016).

Obs.: Os custos da produção primária referem-se aos custos relativos aos insumos para a produção de bens a partir da matéria-prima virgem; os custos da reciclagem dizem respeito aos custos relativos aos insumos para a produção de bens a partir de material secundário (sucata); os benefícios líquidos da reciclagem foram calculados como a diferença entre os custos da produção primária e os custos da reciclagem.

Os benefícios ambientais gerados pela reciclagem são “associados aos impactos sobre o meio ambiente devido ao consumo de energia, às emissões de gases de efeito estufa (GEE), ao consumo de água e a perda de biodiversidade” (IPEA, 2010, p. 7). O cálculo busca mensurar a redução de impactos dessa atividade com a reinserção de um produto secundário (produzido com sucata) na cadeia produtiva, em comparação ao mesmo processo de produção utilizando matéria-prima virgem, nas atividades a montante do ponto de reinserção na cadeia.

No estudo realizado pelo IPEA (2010), foram mensurados os benefícios gerados pela reciclagem (e valorados economicamente) para alguns aspectos ambientais: redução no consumo de energia (Tabela 18); redução na emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) (Tabela 19); redução no consumo de água (Tabela 20); e benefícios associados à preservação da biodiversidade e de recursos não madeireiros (Tabela 21).

Outros aspectos ambientais, como poluição atmosférica, poluição hídrica, geração de RS industriais, custos ambientais decorrentes do transporte de materiais, não foram mensurados devido à falta de dados específicos de cada material, devendo os valores apresentados serem entendidos como valor mínimo (IPEA, 2010). Ou seja, assume-se que os valores apresentados estão subestimados e tendem a ser maiores, com a perspectiva de melhoria na disponibilidade e precisão dos dados, bem como aporte metodológico.

A tabela 18 apresenta a estimativa dos benefícios ambientais associados à redução no consumo de energia, com o “custo ambiental associado à geração de energia para cada uma das modalidades de produção” e a diferença representando o “benefício ambiental da reciclagem derivado da economia de energia” (IPEA, 2010, p. 16).

Tabela 18 - Estimativa dos benefícios ambientais associados à redução no consumo de energia (R\$/t)

<b>Material</b>	<b>Custos ambientais associados à geração de energia para a produção primária (R\$/t)</b>	<b>Custos ambientais associados à geração de energia para reciclagem (R\$/t)</b>	<b>Benefício líquido da reciclagem (R\$/t)</b>	<b>Benefício econômico relativo associado à redução no consumo de energia (%)</b>
Aço	34,18	7,81	26,37	77,15
Alumínio	176,78	7,92	168,86	95,52
Celulose	11,98	2,26	9,72	81,14
Plásticos	6,56	1,40	5,16	78,66
Vidro	23,99	20,81	3,18	13,26

Fonte: Sinisgalli (2005), Reis (2001), Brasil (2008b) e Banco Central do Brasil (Bacen) (2010) apud IPEA (2010, p. 16). Adaptada por Humberto Ferreira Silva Minéu (Maio 2016).

Obs.: Não estão computados aqui custos ambientais associados à lixívia para o papel e ao petróleo para o plástico. Essa contabilização se encontra feita apenas em termos de emissões de GEE, em seção específica a esse respeito.

O método utilizado parte do princípio de que todas as formas de geração de energia produzem algum tipo de dano ambiental, que por métodos de valoração ambiental, podem ser calculados os valores (custos) desses danos ao meio ambiente. Como a reciclagem pode evitar esses custos – a diferença de gasto de energia entre produção primária e reciclagem, tem-se a estimativa em termos monetários, mas baseados na proteção do meio ambiente, derivada da menor produção de energia possibilitada pela reciclagem dos materiais (IPEA, 2010). Esse procedimento foi o mesmo utilizado para os demais aspectos ambientais.

A reciclagem dos materiais utilizados apresentou redução significativa na necessidade de energia, coerente com o uso intensivo desse recurso quando da produção do material a partir da matéria-prima virgem. A reciclagem desses materiais representa a possibilidade de economia de energia que poderia ser destinada à produção de outros bens ou para a sociedade.

As estimativas das emissões de GEE em t de CO<sub>2</sub> geradas pela produção a partir de material primário e de material reciclável e os benefícios líquidos gerados pela reciclagem por tonelada de produto são apresentados na tabela 19.

A obtenção dos valores partiu do mercado da permissão de emissões do esquema europeu de comércio de emissões, que comercializa os créditos de carbono segundo normas do Protocolo de Quioto, com o valor médio (R\$33,42/t) calculado em equivalentes de toneladas de CO<sub>2</sub> conforme o potencial de aquecimento global (IPEA, 2010).

Tabela 19 - Estimativa dos benefícios ambientais associados à redução da emissão de GEE (t CO<sub>2</sub>e/t e R\$/t)

<b>Material</b>	<b>Custos ambientais associados à emissão de GEE para a produção primária (tCO<sub>2</sub>e/t)</b>	<b>Custos ambientais associados à emissão de GEE para reciclagem (tCO<sub>2</sub>e/t)</b>	<b>Benefício líquido da reciclagem (tCO<sub>2</sub>e/t)</b>	<b>Benefício líquido da reciclagem (R\$/t)</b>	<b>Benefício econômico relativo associado à redução no consumo de energia (%)</b>
Aço	1,46	0,02	1,44	48,12	98,63
Alumínio	5,10	0,02	5,08	169,77	99,61
Celulose	0,28	0,01	0,27	9,02	96,43
Plásticos	1,94	0,41	1,53	51,13	78,87
Vidro	0,60	0,35	0,25	8,36	41,67

Fonte: IPEA (2010, p. 17). Adaptada por Humberto Ferreira Silva Minéu (Maio 2016). Foi utilizado o valor médio de R\$33,42/t CO<sub>2</sub>.

Os benefícios gerados pela reciclagem em t de CO<sub>2</sub> e em valor monetário são altamente significativos, superiores em termos relativos aos obtidos na economia na geração de energia para todos os materiais utilizados na pesquisa (Tabela 18).

Na tabela 20 são apresentados os benefícios ambientais associados à redução no consumo de água. Devido à carência de dados, por falta de acesso a dados internos das empresas, foram obtidos apenas os valores de captação, ficando ausentes no estudo os dados referentes ao consumo de água e efluentes gerados (IPEA, 2010).

De acordo com IPEA (2010), “os valores ambientais associados ao consumo da água para produção a partir de matéria-prima são bastante baixos”. Na tentativa de estimar os custos associados à reciclagem, os mesmos se mostraram insignificantes, não sendo incluídos no cálculo.

Apesar do valor baixo do benefício ambiental associado à redução no consumo de água por tonelada de material (Tabela 20), ocorre benefício positivo em todos os materiais utilizados. Considerando a escala de produção dos mesmos, o benefício acumulado pode se tornar significativo no contexto do país e de todo o sistema produtivo.

Tabela 20 - Estimativa dos benefícios ambientais associados a redução no consumo de água (R\$/t)

<b>Material</b>	<b>Quantidade de água captada para a produção primária (m³/t)</b>	<b>Benefício ambiental associado à redução no consumo de água (R\$/t)</b>
Aço	13,40	0,11
Alumínio	31,20	0,25
Celulose	40,50	0,32
Plásticos	1,95	0,02
Vidro	1,00	0,01

Fonte: Aracruz (2008), IBS (2008), Brasil (2008c, 2008d) e Valt (2004) apud IPEA (2010, p. 18).

Os benefícios ambientais associados à preservação da biodiversidade e de recursos não madeireiros foram expressos na medida da redução da necessidade de solo (área) para a produção de madeira (eucalipto) utilizada na indústria do aço e papel. Esses dois materiais apresentam intensa e extensa utilização de áreas de florestas plantadas como fonte de matéria-prima. A reciclagem desses materiais demanda menos áreas com florestas plantadas, disponibilizando mais áreas para florestas nativas, representando proteção à biodiversidade. No caso do alumínio, plástico e vidro o cálculo não foi realizado devido ao problema ocorrer em menor escala, com a extração de matéria-prima ser realizada de forma mais concentrada no espaço. A tabela 21 apresenta a estimativa dos valores dos benefícios ambientais gerados a partir da reciclagem do aço e papel (IPEA, 2010).

Tabela 21 - Estimativa dos benefícios ambientais associados à redução da necessidade de solo para a monocultura de árvores – eucalipto

<b>Material</b>	<b>Área de monocultura de árvores necessária para a produção primária (ha/ano/t)</b>	<b>Custos ambientais associados à perda de biodiversidade (R\$/ha/ano)</b>	<b>Custos ambientais associados à perda de produtos não madeireiros (R\$/ha/ano)</b>	<b>Custos ambientais associados à instalação da monocultura de eucalipto (R\$/ha/ano)</b>	<b>Benefício líquido da reciclagem (R\$/t)</b>
Aço	0,001	35,76	353,45	389,21	0,47
Papel	0,014	35,76	353,45	389,21	5,38

Fonte: Sinisgalli (2005), Foelkel (2008) e Bacen (2010) apud IPEA (2010, p. 19).

Obs.: Os custos ambientais associados à biodiversidade devem-se às perdas de usos indiretos, tais como polinização, controle de pragas e equilíbrio das cadeias tróficas.

Sistematizando os dados dos benefícios ambientais gerados pela reciclagem (Tabela 22), o estudo demonstra os ganhos ambientais em valor econômico por cada tonelada de material. Os maiores ganhos ambientais nos materiais utilizados foram nos recursos energia e

emissão de GEE. Esse conhecimento torna-se relevante tanto para as atividades da iniciativa privada, em relação aos seus investimentos e ganhos de ecoeficiência, como para as políticas públicas, no sentido de reforçar esses aspectos e incentivar os de menores ganhos.

Apesar dos baixos ganhos por tonelada nos recursos água e biodiversidade, em termos financeiros, os mesmos não deixam de ser relevantes ao considerar a escala de produção para o país como um todo e o caráter estratégico desses recursos para a sustentabilidade e para a sociedade.

Tabela 22 - Estimativa dos benefícios ambientais gerados pela reciclagem (R\$/t)

Material	Geração de energia (R\$/t)	Emissão de GEE (R\$/t)	Consumo de água (R\$/t)	Biodiversidade (R\$/t)	Total (R\$/t)
Aço	26	48	<1	<1	<b>74</b>
Alumínio	169	170	<1	-	<b>339</b>
Celulose	10	9	<1	5	<b>24</b>
Plásticos	5	51	<1	-	<b>56</b>
Vidro	3	8	<1	-	<b>11</b>

Fonte: IPEA (2010, p. 19).

Obs.: Outros aspectos ambientais - como poluição atmosférica e hídrica locais, saúde dos trabalhadores - ainda foram deixados de lado por falta de dados e metodologias disponíveis.

O terceiro componente no estudo do IPEA dos benefícios econômicos gerados pela reciclagem são os benefícios associados à gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU), abrangendo a coleta e a disposição dos materiais.

De acordo com IPEA (2010), o custo médio da coleta regular na época do estudo foi estimada em R\$80,24/t de RSU (Tabela 23), a partir de dados do SNIS, informados pelos municípios que participaram do levantamento.

Tabela 23 - Estimativa dos custos da coleta regular

Número de municípios	204
Despesa com coleta (R\$/ano)	1.867.930.246,89
Quantidade coletada (t/ano)	23.280.607,21
<b>Custo médio da coleta regular (R\$/t)</b>	<b>80,24</b>

Fonte: Brasil (2009a apud IPEA, 2010, p. 20).

O custo com a coleta seletiva foi estimado em R\$215,59/t (Tabela 24), considerados os custos com a criação ou a expansão de sistema de coleta seletiva nos municípios.

A análise desses custos deve ser feita de forma cuidadosa, dado os diferentes sistemas de coleta seletiva existentes nos municípios, podendo variar bastante os custos (IPEA, 2010).

Além disso, na medida em que aumentar o desvio de material reciclável do aterro para a coleta seletiva, tende a aumentar o custo por tonelada do material destinado ao aterro e reduzir o custo por tonelada do material encaminhado para a coleta seletiva.

Tabela 24 - Estimativa dos custos da coleta seletiva

Número de municípios	12
Despesa com coleta (R\$/ano)	22.988.418,91
Quantidade coletada (t/ano)	106.632,00
<b>Custo médio da coleta seletiva (R\$/t)</b>	<b>215,59</b>

Fonte: Cempre (2008 apud IPEA, 2010, p. 20).

Nota: Segundo os dados apresentados no site do Cempre, o valor médio da coleta seletiva no Brasil seria de US\$221,00 - ou R\$375,00, utilizando a taxa cambial indicada pela instituição. A diferença se deve ao fato de o Cempre calcular a média dos custos médios das cidades, enquanto neste trabalho optou-se por calcular a média a partir dos valores totais.

Os benefícios associados à coleta de resíduos foram calculados pela diferença entre os custos com a coleta regular e com a coleta seletiva (Tabela 25). Por sua vez, a coleta seletiva pode apresentar diferentes sistemas de coleta (porta a porta, PEV e combinações desses) e arranjos variados na relação com o poder público (independente, subvenção, contratação), sendo realizados três cenários, o que pode levar a situações locais bastantes diferentes na análise dos custos.

Tabela 25 - Possíveis cenários para estimativa dos benefícios e custos gerados pela coleta seletiva

Cenários	Custo da coleta seletiva (A) (R\$/t)	Custo da coleta regular (B) (R\$/t)	Benefício (custo) líquido da coleta seletiva (B - A) (R\$/t)
Coleta realizada por catadores sem apoio da prefeitura	0	80	80
Coleta realizada por catadores remunerados de acordo com pagamento da coleta regular	80	80	0
Coleta realizada com remuneração similar aos custos atuais	216	80	-136

Fonte: IPEA (2010, p.21)

Os cenários utilizados envolvem desde o custo zero da coleta seletiva para o município (com a coleta sendo realizada por catadores ou cooperativas independente do poder público); da coleta seletiva com o mesmo custo da convencional, o que leva a benefício zero; e, da coleta seletiva em valor superior à convencional, a partir de estudos de entidades que fazem periodicamente esses levantamentos. No estudo do IPEA, é adotado o cenário mais

conservador, “em que os custos da coleta seletiva seriam superiores aos custos da coleta regular” (IPEA, 2010, p. 20), utilizando para os cálculos de benefícios da reciclagem o cenário em que a coleta seletiva é R\$136,00 mais cara que a convencional.

Os benefícios associados à disposição final de resíduos sólidos foram os de mensuração mais simples, por se adotar o princípio de que a reciclagem evita que o material seja encaminhado para a unidade de disposição final (aterro sanitário, aterro controlado ou lixão), gerando a economia total desses gastos (IPEA, 2010).

Embora as diferentes unidades de disposição final tenham impactos ambientais diferentes, foi adotado o aterro sanitário como padrão, sendo a economia gerada pela reciclagem equivalente aos custos de sua instalação e operação (IPEA, 2010).

O valor assumido como benefício gerado pela reciclagem em relação à disposição final de RS foi o valor médio contratual de aterramento dos resíduos em 2007, conforme informações do SNIS/Ministério das Cidades, estimado em R\$ 22,64/t (BRASIL, 2009a apud IPEA, 2010).

Abordados os três componentes dos benefícios gerados pela reciclagem – a redução no consumo de insumos; os benefícios ambientais e os associados à gestão dos resíduos sólidos urbanos, a tabela 26 apresenta os dados sistematizados com a demonstração do benefício econômico por tonelada de cada material gerado pela reciclagem. O benefício total é o resultado da soma dos benefícios econômicos e ambientais, da disposição final e da coleta seletiva (sendo utilizado o pior cenário levantado, com a coleta seletiva mais cara que a convencional), demonstrando os valores econômicos economizados com a reciclagem para cada material utilizado no estudo do IPEA.

Tabela 26 - Benefícios econômicos com a reciclagem de resíduos sólidos (Valores inteiros em R\$/t)

Material	Benefícios relacionados ao processo produtivo (R\$/t)		Benefícios (custos) associados à gestão de resíduos sólidos (R\$/t)		Benefício total (R\$/t)
	Benefícios econômicos	Benefícios ambientais	Coleta	Disposição final	
Aço	127	74	-136	23	88
Alumínio	2715	339	-136	23	2.941
Celulose	330	24	-136	23	241
Plásticos	1164	56	-136	23	1.107
Vidro	120	11	-136	23	18

Fonte: IPEA (2010, p. 21).

Os benefícios econômicos gerados pela reciclagem (IPEA, 2010), demonstram haver ganhos ambientais e econômicos significativos para os materiais estudados, resultando em economia de matéria-prima, energia e água, que podem ser incrementados com os ganhos de eficiência dos próprios processos de reciclagem. Esses ganhos levam a outros benefícios, como a menor pressão sobre os recursos naturais e redução de impactos das atividades ao meio ambiente.

Os benefícios econômicos apresentados estão dimensionados por tonelada de material, sendo importante a valoração ser ampliada para a estimativa da quantidade de material reciclável gerado no país. Na tabela 27 são apresentadas as estimativas da proporção dos materiais no RSU (gravimetria), quantidade total coletada por ano e consumo aparente<sup>16</sup>, a partir de dados de entidades e sistema do governo federal, utilizados por IPEA (2010).

Tabela 27 - Gravimetria da disposição, total coletado de resíduos sólidos urbanos e consumo aparente, por material

<b>Materiais</b>	<b>Gravimetria da disposição (%)</b>	<b>Total coletado estimado (mil t/ano)</b>	<b>Consumo aparente (mil t/ano)</b>	<b>Relação coleta/Consumo aparente (%)</b>
Resíduos orgânicos	69,60	31.141,00	ND	ND
Material reciclável	30,40	14.890,00	39.893,00	37,00
Aço	2,10	1.014,00	22.000,00	5,00
Alumínio	0,30	166,00	919,00	18,00
Papel e papelão	14,10	6.934,00	8.099,00	86,00
Plástico	10,70	5.263,00	5.921,00	89,00
Vidro	2,30	1.110,00	2.954,00	38,00
Outros materiais	0,80	403,00	ND	ND

Fonte: Abrelpe (2007, 2008); Brasil (2009a) apud IPEA (2010, p. 25).

O consumo aparente estima o potencial máximo de reciclagem encontrado, e a relação coleta/consumo aparente estima o que seria encontrado nos aterros e lixões, com esse valor próximo a outros encontrados na literatura nas avaliações de gravimetria em aterros sanitários.

Para a estimativa dos valores econômicos gerados pela reciclagem, IPEA (2010) utilizou as estimativas de reciclagem e coleta seletiva apresentadas na tabela 28. Esses valores proporcionam estabelecer uma estimativa do impacto econômico da atividade na economia como um todo.

A estimativa de sucata reciclada se refere à informação fornecida pela indústria da quantidade de material que reciclou. E o coletado seletivamente representa a quantidade de

<sup>16</sup>Representa o consumo de um produto em um determinado período de tempo, nesse caso um ano, representado o máximo de potencial de reciclagem (IPEA, 2010, p.24).

material recolhido pela coleta seletiva, informado pelos municípios. Assim, têm-se os valores em ordem de grandeza, com um teto (sucata reciclada) e um piso (coletado seletivamente), que ocorreu no país no período.

Tabela 28 - Reciclagem e coleta seletiva por materiais (mil t).

<b>Materiais</b>	<b>Sucata reciclada (mil t)</b>	<b>Coletado seletivamente (mil t)</b>
Aço	4400	4400
Alumínio	324	161
Papel e papelão	3643	615
Plástico	962	323
Vidro	470	78

Fonte: Abrelpe (2008), Brasil (2009a) e Vasques (2009) apud IPEA (2010, p. 25).

Obs.: Os dados foram estimados com base em microdados do SNIS. Os dados para o alumínio representam apenas o total de latinhas recicladas. Os dados para o aço - em ambas as colunas - vêm do informado por Vasques (2009) para sucata secundária de aço. Reconhece-se que grande parte desse aço vem provavelmente de ferro-velhos, e não de catadores.

Utilizando-se os dados de total efetivamente reciclado dos materiais (sucata reciclada) e estimativas de coleta seletiva (coletado seletivamente), informados na tabela 28, e considerando-se os índices de reciclagem da época e as quantidades estimadas dos respectivos materiais descartados nos RSU em todo o país, informados na tabela 27, foram estimados pelo IPEA (2010) os benefícios atuais e potenciais gerados pela reciclagem (Tabela 29).

Tabela 29 - Estimativa dos benefícios atuais e potenciais gerados pela reciclagem no Brasil em 2010, com dados do ano base 2007

<b>Material</b>	<b>Sucata reciclada (mil t)</b>	<b>Coletado Seletivamente SNIS (mil t)</b>	<b>Benefícios gerados pela reciclagem (R\$/t)</b>	<b>Benefício Total Atual Máximo (mil R\$)</b>	<b>Benefício Total Atual Mínimo (mil R\$)</b>	<b>Quantidade de material presente nos RSU (mil t)</b>	<b>Benefício Potencial Total (mil R\$)</b>
Aço	4.400	4.400	88	387.200	387.200	1.014	89.232
Alumínio	324	161	2.941	952.884	473.501	166	488.206
Celulose	3.643	615	241	877.963	148.215	6.934	1.671.094
Plásticos	962	323	1.107	1.064.934	357.561	5.263	5.826.141
Vidro	470	78	18	8.460	1.404	1.110	19.980
<b>Total</b>	<b>9.799</b>	<b>5.577</b>		<b>3.291.441</b>	<b>1.367.881</b>		<b>8.094.653</b>

Fonte: IPEA (2010, p. 26 e 27). Adaptado por Humberto Ferreira Silva Minéu (Abr. 2016).

Conforme os dados sistematizados na tabela 29, a estimativa dos **benefícios atuais** (na época do estudo) obtidos com a reciclagem dos materiais recolhidos (multiplicando-se a quantidade dos materiais pelo benefício gerado por tonelada) foi entre R\$1,36 a R\$3,29

bilhões. Isso significa o valor retornado para a economia com o material que seria enterrado ou jogado fora (IPEA, 2010). Além disso, esses materiais ao serem desviados do aterro sanitário, prolongam sua vida útil, reduzem a demanda de novas áreas e a pressão por recursos naturais e matéria-prima.

Os **benefícios potenciais** com a reciclagem para a sociedade brasileira (Tabela 29) demonstram que o Brasil perdia (na época) em torno de R\$8,09 bilhões/ano, por não fazer a reciclagem de materiais (IPEA, 2010). Ou seja, esse foi o valor estimado que o país deixou de gerar para a economia com os materiais enviados para aterros e lixões.

Além dos benefícios econômicos gerados pela reciclagem, seja diretamente no processo produtivo ou na forma de benefícios ambientais valorados, ocorrem ainda benefícios sociais, que afetam a vida de milhares de pessoas que trabalham com a coleta seletiva no país.

## **2.5 Os benefícios sociais com a reciclagem**

A busca dos componentes a serem considerados na apuração do custo de oportunidade do aterro sanitário, tendo a coleta seletiva/reciclagem como alternativa para a destinação dos resíduos, envolve, também, os aspectos sociais. Esses são evidenciados com a formalização da atividade de coleta, principalmente, fazendo surgir custos não visíveis e/ou proporcionando a identificação de benefícios antes não percebidos pelo sistema de apuração convencional de custos, alguns sendo possível estabelecer um valor monetário e outros um valor não monetário (qualitativo).

O êxito da reciclagem passa antes pela separação dos resíduos na fonte geradora e realização da coleta seletiva, que apresentam vários benefícios, como a melhor qualidade dos materiais (evitando contaminação com outros resíduos), estímulo à cidadania com o envolvimento da população e redução da quantidade de material destinado ao aterro (GRIPPI, 2001).

A coleta seletiva “[...] é o ponto de partida. Nesta fase o que era lixo se transforma em matéria-prima, em novo insumo para a indústria, sendo re-introduzida no ciclo produtivo” (CEMPRE, 2008, p. 2). Essa é a primeira etapa para o funcionamento da cadeia produtiva da reciclagem, proporcionando a recuperação dos materiais recicláveis descartados e direcionando-os para novo ciclo produtivo, em vez de serem desperdiçados no aterro sanitário.

O trabalho na coleta de materiais recicláveis tem papel expressivo para milhares de indivíduos e famílias no país. Historicamente, tem sido um trabalho de catação em lixões ou

pelas ruas, em condições insalubres e de riscos para as pessoas, além da situação marginal em relação à sociedade.

É nessa etapa que os materiais recicláveis são recolhidos e desviados de destinos inadequados (como lixões e aterros controlados) e dos aterros sanitários (previstos apenas para os rejeitos), que não geram benefícios para a sociedade, mesmo minimizando os riscos ao ambiente e à saúde pública. Além disso, a coleta seletiva tem sua contribuição direta na inclusão social dos catadores, sendo através dela que “estes indivíduos têm sua cidadania resgatada” (CEMPRE, 2008, p.3).

Tenório e Espinosa (2004, p. 164), a partir de levantamento de 2000 do IBGE, ilustram o problema da discriminação e a situação de vulnerabilidade ao identificarem em São Paulo a existência de 3.686 “garimpeiros do lixo” atuando em vazadouros, enquanto em 1999 esse número era de 2.916, incluindo 448 crianças menores de 14 anos em 2000 e 643 em 1999. Para o Cempre (2008), as estimativas do número de catadores de materiais recicláveis vêm crescendo e com números bastante expressivos, considerando tanto os autônomos como os que estão vinculados a cooperativas ou associações (Tabela 30).

Tabela 30 - Evolução da estimativa do número de catadores de materiais recicláveis no Brasil (autônomos e cooperativados)

<b>Ano</b>	<b>1999</b>	<b>2001</b>	<b>2004</b>	<b>2006</b>
Nº de catadores	150.000	200.000	500.000	800.000

Fonte: Cempre, (2008). Elaborada por Humberto Ferreira Silva Minéu (Jun. 2016). Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/secex\\_consumo/\\_arquivos/cempre2008\\_coleta\\_seletiva.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/cempre2008_coleta_seletiva.pdf)>. Acesso em: 01 Jun 2016.

O número de pessoas que atuam na coleta de materiais recicláveis é impreciso, com variação significativa entre as fontes que abordam o tema. Diante disso, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), publicou em 2012 o estudo “Diagnóstico sobre Catadores de Resíduos Sólidos”, fornecendo um panorama da categoria (IPEA, 2012).

De acordo com IPEA (2012) as estimativas do número de catadores têm sido bastante variáveis e a obtenção desses dados perpassam várias fontes. Conforme o documento, a PNAD de 2008 estimou em apenas 70.449 catadores no país, com o agravante de que 5.636 tinham idade até 14 anos.

Outras fontes utilizadas no estudo apresentam variações significativas no número de catadores. De acordo com IPEA (2012), o Movimento Nacional de Catadores de Materiais Recicláveis (MNCR) estimou em 800 mil pessoas no país, com 100 mil compondo sua base; 500 mil foi a estimativa de Cáritas (2011) e o Cempre (2011) estimou uma faixa entre 300 mil

e um milhão de catadores no país. Com base nesses dados, o IPEA estima o número de catadores no Brasil na ordem de 400 a 600 mil indivíduos. E de acordo com Lisboa (2013, p. 59), assumindo o número de 400 mil catadores de resíduos sólidos no Brasil, “somados os membros das famílias, chegam a 1,4 milhão de brasileiros que sobrevivem do lixo”.

Diante desse expressivo contingente de pessoas, busca-se a inclusão social e produtiva de catadores e sua organização em entidades associativas, no sentido de promover benefícios como geração de emprego, incremento da renda, melhoria nas condições de trabalho e elevação da autoestima.

A inclusão socioprodutiva dos catadores está bem evidenciada no texto da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Logo nos princípios da lei, estabelece no art. 6º, inciso XII, a “integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;” e como um de seus instrumentos, no art. 8º, inciso IV, “o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;” (BRASIL, 2010).

A PNRS também explicita como meta na elaboração dos planos nacional e estadual, art. 15 e 17, inciso V, a eliminação e recuperação de lixões, associadas à inclusão social e à emancipação econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis (BRASIL, 2010). Aqui, ocorre a associação da meta de eliminação dos lixões com a inclusão dos catadores, dada a forte presença desse público nesses locais e sua situação de vulnerabilidade social.

A existência de programas e ações que proporcionem a participação de cooperativas ou outras formas de associação de catadores é componente obrigatório nos planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos. Além disso, a existência de coleta seletiva com a participação de cooperativas ou associações de catadores é previsto como critério de priorização do acesso a recursos junto à União (BRASIL, 2010).

A PNRS ainda contempla a atuação das cooperativas ou associações de catadores em planos de gerenciamento de resíduos sólidos e em materiais integrantes da logística reversa, respeitados os requisitos legais. No âmbito da responsabilidade compartilhada, a PNRS atribui ao poder público a responsabilidade de estabelecer o sistema de coleta seletiva, priorizando a organização e o funcionamento de cooperativas ou associação de catadores, bem como, sua contratação, mediante dispensa de licitação (BRASIL, 2010).

Esse movimento de inclusão social dos catadores, presente no arcabouço legal, com princípios, incentivos, instrumentos, metas, retrata a preocupação com a melhoria das condições de trabalho e a busca de emancipação econômica dos mesmos, frente a eliminação

dos lixões e vazadouros, previstas na mesma legislação, que vem sendo utilizados como pontos de coleta, bem como dos catadores que realizam a atividade de forma autônoma nas ruas em situação de vulnerabilidade social.

Para Cempre (2015, p.1) o destaque dado à inclusão socioeconômica dos catadores pela PNRS representou um grande passo na integração dos mesmos na cadeia produtiva e, desde então, vem consolidando e legitimando o papel desses profissionais, “o que tem lhes assegurado benefícios em incremento de renda mensal, melhoria nas condições de trabalho e aumento de sua autoestima”.

Os catadores têm um papel crucial no processo de coleta seletiva e reciclagem, pois estão na base da cadeia produtiva da reciclagem, com a estimativa de “que 90% do material reciclado no Brasil seja recuperado por meio dos catadores” (CEMPRE, 2011 apud IPEA, 2012, p. 9), embora “75% dos ganhos totais proporcionados pela reciclagem são apropriados pela indústria” (CALDERONI, 2003 apud IPEA, 2012, p. 9).

Um aspecto importante para a conquista de melhorias para os catadores, e para que possam usufruir das medidas estabelecidas pela PNRS, é a mobilização e organização dos mesmos em cooperativas ou associações. Afinal, a PNRS estabelece o fim dos lixões e a proibição de presença de catadores em aterros sanitários (BRASIL, 2010), o que retira uma fonte de sustento (sobrevivência) dessas pessoas, mesmo considerando as precárias condições.

De acordo com IPEA (2012), utilizando dados do IBGE de 2008, foram identificados 684 municípios no Brasil com presença de cooperativas ou associação de catadores atuando no manejo dos resíduos sólidos, com um total de 1.175 cooperativas ou associações existentes no país, com 30.390 catadores associados. Em função da variação da quantidade de associados encontrada em diversas fontes, o IPEA assumiu que o número de catadores associados no país em 2010 estava na faixa de 40 a 60 mil trabalhadores.

Esses números ilustram a importância do estabelecimento dos programas de coleta seletiva nos municípios, como forma de incluir as pessoas que atuavam em lixões no processo formal de coleta e triagem dos materiais recicláveis, simultaneamente ao encerramento dos lixões e ao fato de ser vedada a presença de catadores nos aterros sanitários.

Assim, o processo de formalização e organização em cooperativas ou associações representa um primeiro passo para a conquista de benefícios sociais para esses trabalhadores. Ao incluí-los na formalidade, um dos primeiros ganhos, de forma imediata, está nas “condições de trabalho que encontra nas cooperativas, como jornada regular, equipamentos de proteção individual e condições sanitárias mais adequadas ao desempenho de suas

atividades”. Apesar desses benefícios, o estudo aponta “que os catadores organizados são minoria, apenas 10% do contingente total estimado de trabalhadores” (IPEA, 2012, p. 17).

A profundidade e abrangência do que representa a formalidade para essa categoria é ilustrada pelo trabalho de Grimberg, Goldfarb e Tuszal (2005 apud IPEA, 2012, p. 9), que ao fazerem estudo sobre a gestão dos resíduos sólidos e inclusão social no Programa Coleta Seletiva Solidária da cidade de São Paulo, chegam a conclusão de que

a conquista mais significativa relaciona-se ao exercício da cidadania, mais especificamente à recuperação da dignidade, da autoestima, do sentido de pertencimento social. Em segundo lugar, muitas vezes a entrada em uma cooperativa de uma central de triagem ou num núcleo possibilita ao catador tomar consciência da importância de seu trabalho, pois possibilita a preservação do meio ambiente (redução da extração de matéria-prima, energia e água) e a limpeza da cidade.

Lisboa (2013, p. 60-61) também apresenta relato nesse sentido com o depoimento de Albino Rodrigues Alvarez, um dos coordenadores do estudo do IPEA (2012), mediante observações após visitas a cooperativas, ao afirmar que

As melhores surpresas, aliás, estão concentradas entre os catadores organizados em cooperativas. “Quase podemos dizer que existe uma elite (entre aspas porque essa população é muito pobre) de catadores em cooperativas, pessoas que conseguem mais que os outros”, acrescenta Alvarez. “Por outro lado, há uma massa de catadores bastante sacrificada”.

Agregando-se ao reconhecimento pelo seu trabalho, ocorre a geração de emprego, melhoria de renda dos catadores e de condições de trabalho, variando com a situação da região e o modelo de organização. Estes benefícios sociais, evidenciados com a mobilização e organização, são componentes importantes na política pública em benefício da inclusão socioprodutiva da massa desses trabalhadores, que ainda não usufruiu desses benefícios.

Embora, de acordo com o IPEA (2012), a renda média dos catadores não ultrapasse o salário mínimo, sugerindo um intervalo de R\$420,00 a R\$520,00 para o grupo dos catadores organizados, ocorrem relatos de cooperativas que superam significativamente esses valores, na medida em que evoluem em sua eficiência e arranjo com o poder público.

Como exemplo da melhoria de renda, Cempre (2015, p. 2) apresenta uma cooperativa de Londrina, criada em 2009, que a partir de 2013 começou a ter seus membros saindo do programa bolsa família e em 2015 apresentando uma renda mensal de R\$1.300,00 (em 2011 era R\$730,00), complementada por benefícios como café da manhã, almoço, vale-transporte, vale-alimentação no valor de R\$150,00, pagamento de INSS e férias remuneradas. Para essa

melhoria foi fundamental o apoio da política pública, envolvendo a obtenção de caminhões junto a Funasa e do contrato de prestação de serviços com a Prefeitura (CEMPRE, 2015).

Mesmo assim, esse segmento tem muito a crescer em melhorias de renda e contribuição previdenciária, ao considerar que de acordo com IPEA (2012, p. 21) apenas “25% dos catadores contribuem com o Instituto Nacional do Seguro Social (INSS)”, embora Lisboa (2013, p. 59) afirme que “mais da metade deles (58%) contribui com a Previdência Social”.

Conforme Cempre (2015, p. 1), “o movimento de reconhecimento e valorização do trabalho dos catadores de materiais recicláveis pode ser notado em diversas cidades brasileiras”, apontando como meios para isso as relações de “parcerias e contratos com prefeituras, apoio de associações, ONG e empresas, criação e profissionalização de cooperativas e formação de redes para obtenção de melhores negociações [...]”.

O êxito de todo o trabalho dos catadores e os benefícios gerados pela reciclagem para os próprios catadores, indústria recicladora, para a conservação ambiental e para a sociedade como um todo, dependem do bom funcionamento da coleta seletiva, com a separação na fonte dos materiais recicláveis pelos geradores, pessoas físicas ou jurídicas.

## **2.6 A abordagem econômica do meio ambiente**

A abordagem econômica convencional, no processo de apuração de custos, implica numa relação estreita entre insumos e produtos, desconsiderando ou subestimando efeitos ao ambiente e a sociedade, gerando externalidades, que podem ser negativas (mais comuns e expressivas) ou positivas. Assim, na identificação mais abrangente de custos e benefícios envolvendo os aspectos ambientais de determinada atividade, como um aterro sanitário e a(s) alternativa(s) de destinação dos RSU, a economia do meio ambiente deve ser considerada.

A abordagem da questão ambiental pelos economistas ganhou importância em período recente. Entre os economistas clássicos, principalmente com Malthus, a discussão da sustentabilidade em longo prazo ganha espaço com o questionamento do crescimento demográfico em escala exponencial comparado à limitação dos recursos naturais (MAIMON, 1992).

Os economistas neoclássicos deixam de lado as preocupações com o longo prazo e focam a análise na alocação de bens e serviços em curto prazo, restritos à teoria da escassez de mercadorias e que o mercado atribuiria um preço. Nesse grupo, ocorre a criação do conceito de externalidades, formulado por Pigou em 1920, mas só em anos recentes foi

associado à questão ambiental, devido ao agravamento da qualidade ambiental e ao aumento dos custos de despoluição (MAIMON, 1992).

As externalidades representam falhas de mercado no sistema econômico, incluindo as externalidades ambientais e sociais. De modo que os efeitos externos ocorrem onde uma transação entre dois agentes (A e B) tem consequências indesejadas para terceiros, sejam positivas ou negativas (ANDERSEN, 2007).

Embora essa definição contemple dois agentes, as externalidades negativas se manifestam em várias possibilidades, chamadas por Maimon (1992) de tipologias das externalidades. Assim, como exemplos de externalidades negativas, uma indústria ou um produtor agropecuário ao causar uma poluição hídrica, prejudica os demais agentes (produtores, indústrias ou pessoas) que utilizem desse recurso; uma indústria que causa poluição do ar no seu entorno afetando a população circunvizinha; o cidadão que usa fossa séptica ao causar a contaminação da fonte de água do vizinho; a poluição sonora por veículos automotivos, de residências ou ambientes comerciais afetando a vizinhança.

Esses efeitos, decorrentes das falhas de mercado, atingem terceiros que não participaram da tomada de decisão, ocorrendo a socialização desses custos para sociedade. Assim, a incorporação das externalidades pela atividade econômica, representa o enfrentamento de todos os custos pelos tomadores de decisão, pelo empreendimento, ocorrendo a internalização dos custos ambientais e sociais no preço dos produtos e serviços.

Ao identificar as externalidades negativas nas atividades econômicas e no cotidiano das pessoas, busca-se com a economia do meio ambiente desenvolver mecanismos que venham a promover a internalização dos custos ambientais e sociais pelas atividades privadas, de modo que o preço final reflita todos os custos enfrentados pelo empreendimento.

No final dos anos 1960 e início dos anos 1970, inicia uma fase de economistas com ótica desenvolvimentista em que a reflexão e debate da relação entre meio ambiente e o crescimento entra numa discussão dual: de um lado os que apontavam os “limites do crescimento”, apoiados na tese de que o crescimento exponencial era incompatível com a disponibilidade limitada dos recursos naturais, apontando como solução o “crescimento zero”, a partir das projeções do relatório do Clube de Roma; e, do outro lado, os que alegavam que a problemática ambiental foi criada para frear o desenvolvimento do Terceiro Mundo (MAIMON, 1992).

Os críticos a essa corrente e ao Relatório do Clube de Roma agem no contraponto de que para se alcançar o desenvolvimento econômico a questão ambiental é fundamental, sendo

fundamental para a própria vida humana e não apenas para a qualidade de vida (MAIMON, 1992).

Em oposição ao conservacionismo *stricto sensu*, surgem as Estratégias de Ecodesenvolvimento, uma nova abordagem baseada na satisfação das necessidades das populações carentes, na adaptação das tecnologias e dos modos de vida, na valorização dos dejetos e eliminação dos desperdícios; e a exploração dos recursos pela concepção de sistemas integrados (MAIMON, 1992).

Nos anos 1980, com a instalação pela ONU da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, surge o conceito de desenvolvimento sustentável como “o desenvolvimento que atende às necessidades do presente, sem comprometer a habilidade das futuras gerações satisfazerem suas necessidades” (MORAES, 2009, p. 22).

Para Maimon (1992), o conceito de desenvolvimento sustentável contribui em introduzir o conceito de equidade (entre ricos e pobres, desenvolvidos e em desenvolvimento, geração atual e futura), de responsabilidade comum, de globalização dos problemas ambientais e o desenvolvimento tecnológico orientado para o equilíbrio com a natureza.

Mesmo assim, esse conceito vem recebendo críticas a sua aplicação e limitações. Para Andersen (2007), do ponto de vista econômico, a implicação dessa abordagem está no requerimento ao consumo constante. Com isso, no intuito de manter um rendimento anual constante, será necessário manter o estoque de recursos ambientais constantes, ao se considerar a ausência de progresso tecnológico. Para esse autor, a exigência de manter rendimento e estoque constantes se torna restritiva.

No final dos anos 1980, surge a economia ecológica, que, por sua vez, tem como propósito a relação entre os sistemas econômicos e os sistemas ecológicos, buscando usar os conceitos da economia e da ecologia, assumindo que as relações entre esses sistemas sejam centrais à construção de um futuro sustentável e que ainda não são cobertas por qualquer disciplina (MAIMON, 1992).

Dessa forma a economia ecológica aponta para a necessidade de uma escala sustentável, mantendo “a existência de um estoque de capital natural que seja capaz de suportar as funções ecossistêmicas básicas, [...] o fornecimento de matérias-primas e a capacidade de absorção dos resíduos gerados pelas atividades econômicas ao longo do tempo” (VEIGA NETO; MAY, 2010, p. 314).

A evolução da aplicação da economia do meio ambiente, da concepção da relação sociedade e meio ambiente e o desenvolvimento dos processos de valoração ambiental, tanto os custos como os benefícios, vem favorecendo um melhor desenvolvimento de medidas para

subsidiar os processos decisórios na gestão pública e das organizações de forma mais sustentável.

Mais recente, com o avanço de críticas ao modelo econômico e de produção hegemônico e a própria concepção de desenvolvimento sustentável, diante das limitações de aplicação e resolução de problemas ambientais, surgem propostas de rever o sistema de produção, em especial na minimização ou eliminação da geração de resíduos.

Para Andersen (2007, p. 134), a economia ambiental contribui ao oferecer uma abordagem analítica, que pode se tornar relevante para a identificação dos fluxos materiais e das opções de reciclagem que proporcionem os melhores benefícios para a economia, considerando a introdução de sistemas produtivos baseados em princípios circulares e não abertos.

Recentemente, com o surgimento da proposta da economia circular, a mesma vem promover avanços na economia do meio ambiente e propor soluções com melhor atratividade para governos e empresas, além dos efeitos positivos na conservação dos recursos naturais.

## **2.7 A economia circular e a corrente lixo zero na análise econômica dos resíduos sólidos**

A evolução das concepções de meio ambiente na economia ambiental contribuíram com vários avanços de concepção e medidas nos sistemas produtivo e econômico, no intuito de buscar uma melhor relação com o meio ambiente. Mesmo com todos os aspectos positivos e contribuições da concepção de desenvolvimento sustentável, críticas ao mesmo vêm sendo apresentadas, no sentido de repensar/aprimorar o conceito e as aplicações na economia e nos sistemas de produção.

Essa evolução de concepção ilustra a evolução do conhecimento ao longo do tempo, proporcionando melhor compreensão dos efeitos das atividades desenvolvidas pelo ser humano sobre o ambiente, ao mesmo tempo em que se apreende com o efeito do meio sobre o ser humano, sobre a sociedade, como parte do processo histórico e de interação da sociedade com o ambiente.

Uma parte relevante dos problemas ambientais são atribuídos às mudanças ocorridas no sistema produtivo-econômico com a revolução industrial, séculos XVIII e XIX, quando a “sociedade saiu de uma economia basicamente agrária (onde nada se perde, tudo se recicla, como na natureza) para a manufatura e, mais tarde, para a linha de montagem que leva ao mercado de consumo e à lata de lixo” (CALIXTO; CISCATI, 2016, p. 3). Essa percepção

crecente tem favorecido a busca de alternativas para amenizar os efeitos negativos do sistema econômico no ambiente, apesar dos esforços na procura de caminhos para se alcançar a sustentabilidade.

Na perspectiva do desenvolvimento sustentável, da sustentabilidade tradicional, aborda-se que o ser humano precisa reduzir a pegada ambiental (ecológica), controlar a intensidade de exploração dos recursos naturais (CISCATI, 2016). Seguindo essa linha, os recursos ambientais precisariam ser gerenciados de modo a não ocorrer redução em ganhos futuros e que as gerações futuras não sejam prejudicadas (ANDERSEN, 2007). Mas a natureza não atua para minimizar danos e sim em ciclar a matéria e energia de forma infinita (CISCATI, 2016).

Embora a geração de resíduo seja inerente à atividade humana, de acordo com Braungart e McDonough (2013, p. 101), “o ser humano é a única espécie que retira do solo grandes quantidades de nutrientes necessários para processos biológicos e que raramente os devolve de forma utilizável”, gerando desperdícios. Para esses autores, é necessário rever essa concepção, no sentido de projetar os produtos com o entendimento de que o desperdício não existe e que a perspectiva futura não se reduz a gerar menos, poluir menos, e sim redesenhar os processos para ciclar os materiais, os nutrientes, de forma ilimitada e com qualidade.

Para Michael Braungart, “sustentabilidade é um conceito ultrapassado”. Em vez de focar em gerar menos danos ambientais, o ser humano deve trazer benefícios para a natureza. Todos os produtos devem ser planejados de modo que seus elementos retornem à cadeia produtiva quando do descarte ou se degradar naturalmente, tornando-se nutrientes, sem liberar substâncias tóxicas. Nossos bens precisam ser reabsorvidos pela biosfera. É essa a ideia do design do “berço ao berço” (CISCATI, 2016, p. 3).

A ciclagem de matéria e energia e o design na concepção de produtos do “berço ao berço” representam pressupostos básicos no surgimento e para o avanço da proposta da economia circular, que contrapõe o modelo atual do sistema produtivo-econômico linear.

Num processo linear de produção a geração de dejetos é inevitável, já que o processo de produção não prevê a reutilização dos resíduos resultantes da manufatura de produtos (LOURENÇO; CHIARAMONTI, 2007). Esse modelo extrai recursos, produz, utiliza o produto e o encaminha para a disposição final (KARASKI et al, 2016).

A economia linear funciona com o sistema aberto, em que os fluxos do sistema de produção vão da exploração dos recursos para a disposição dos rejeitos gerados, em cada etapa da produção e após o consumo. Nesse sistema, o desenho dos processos e dos produtos não é planejado para o aproveitamento dos resíduos, sendo estes descartados como rejeitos. E no entendimento de Andersen (2007), a conversão de um sistema aberto em um sistema

circular ocorre quando se considera o relacionamento entre o uso dos recursos e os resíduos gerados.

A economia circular propõe abandonar o conceito linear de produção, que enfatiza o resultado econômico da empresa. Ao trabalhar o sentido circular, ilumina a proposta de se entender e incluir as externalidades socioambientais geradas pelo processo produtivo. Além disso, a economia circular representa redução na utilização de recursos naturais e na produção de dejetos (LOURENÇO; CHIARAMONTI, 2007).

A concepção circular contrapõe o modelo econômico linear, que promove o acúmulo de resíduos descartados, fruto da extração de recursos (matéria-prima) e sua transformação em produtos, para descarte após o consumo. O modelo linear reproduz o jogar fora, a perspectiva de que tudo que deixa de ser utilizado vira lixo a ser eliminado e não uma nova matéria-prima para um novo sistema de produção (CALIXTO; CISCATI, 2016).

Nesse sentido, um aspecto importante está na atuação da indústria em projetar os produtos com obsolescência<sup>17</sup> programada, para durarem até o momento em que os clientes queiram substituí-lo (BRUNGART; McDNOUGH, 2013). Cabe ressaltar, que essa duração não depende apenas do querer do cliente/consumidor, envolvendo aspectos como o produto não funcionar mais de forma que atenda ao usuário adequadamente, ficar obsoleto diante do surgimento de novas tecnologias, a percepção de atualidade pelo usuário, o custo de reparo ser elevado em relação ao novo, entre outros fatores que induzem o consumidor à troca.

A economia circular atua ao planejar o produto e o sistema de produção, com a recuperação e reincorporação contínua de materiais no sistema produtivo-econômico. A economia circular nasceu do pensamento de ser vantajoso economicamente “reutilizar e reciclar recursos o máximo de vezes possível do que extrair materiais virgens, contrapondo-se a economia linear. É uma forma de manter os recursos naturais na sua utilidade ótima para a sociedade durante o maior tempo possível” (KARASKI et al, 2016, p. 9).

No entendimento de Andersen (2007, p. 133-134), os benefícios da economia circular estão relacionados na minimização da perda de resíduos, em unidades físicas. Ao levantar a questão até onde podemos ir com a reciclagem, argumenta que essa alternativa encontrará um ponto de corte, onde se tornará muito difícil e onerosa para proporcionar um benefício líquido. Com esse entendimento, afirma que “uma economia circular não pode promover a reciclagem de forma perpétua”<sup>18</sup>.

---

<sup>17</sup>Desclassificação tecnológica do material industrial, motivada pela aparição de um material mais moderno. (Dicionário Aurélio on-line)

<sup>18</sup> Tradução livre.

O modelo circular planeja a produção de forma que tudo o que não é aproveitado no processo produtivo seja reutilizado em outro processo de produção. Dessa maneira, há uma redução significativa da poluição, aumento nos estoques de matérias-primas, diminuição nos custos de produção, além de gerar novos postos de trabalho (LOURENÇO; CHIARAMONTI, 2007).

Ao analisar as propostas da economia circular, tem-se a aplicação de princípios bastante conhecidos na literatura, como os 3R – Reduzir, Reutilizar e Reciclar. Embora esses sejam componentes importantes, a concepção circular não se restringe à sua aplicação. Ela parte da própria concepção do produto, do seu design, “levando em consideração o que acontecerá com ele quando perder seu valor de uso” (CALIXTO; CISCATI, 2016, p. 3). Essa concepção ficou conhecida como “do berço ao berço” (*cradle to cradle*), que avança em relação à proposta de reaproveitamento baseada na concepção “do berço ao túmulo” (*cradle to grave*), que analisa o ciclo de vida do produto até a disposição final.

Na concepção *cradle to cradle*, Braungart e McDonough (2013) afirmam que os produtos podem ser compostos por materiais biodegradáveis que alimentam os ciclos biológicos, bem como de materiais técnicos que permanecem em ciclos técnicos, circulando continuamente materiais valiosos para a indústria, sendo importante que um ciclo não contamine o outro, o que enfraqueceria a qualidade dos materiais ou tornaria a recuperação e reuso mais complicados.

Para Karaski et al (2016, p. 9), o “desenvolvimento de uma economia circular tem como objetivo a eficiência na utilização de materiais e energia, assegurando um crescimento econômico menos dependente dos recursos naturais e a diminuição, ou até mesmo a eliminação, da geração de resíduos”. A minimização ou até mesmo a eliminação encontra sintonia com as propostas da corrente lixo zero, que vem somar a abordagem da economia circular em relação a geração e destinação adequada dos resíduos sólidos.

A concepção “lixo zero” tem suas raízes no entendimento da necessidade em minimizar ou zerar o envio de material a aterros e maximizar o aproveitamento dos resíduos gerados pelas atividades em sociedade, considerando os aspectos culturais, especialmente ao se importar modelos ou experiências de outras localidades do país ou do exterior.

Assim, tem-se que Lixo Zero

é um conceito de vida (urbana e rural) no qual o indivíduo e conseqüentemente todas as organizações das quais ele faz parte, passa a refletir e se torna consciente dos caminhos e finalidades para destinação de seus resíduos antes de destiná-los para aterro ou simplesmente se desfazer completamente do seu resíduo, tornando-o o que chamamos Lixo (ILZB, 2012).

Embora, num primeiro momento, tem-se a impressão de utopia ou idealismos, a realidade é que o crescimento populacional, seus hábitos de consumo e crescimento das cidades tem promovido constante demanda de novas áreas (espaço) para aterros sanitários. A abordagem lixo zero integra as demais apresentadas no sentido de promover uma nova relação da sociedade com os resíduos, seja evitando gerar, reduzir ou para o seu aproveitamento.

A relação dos resíduos gerados pela sociedade com o espaço a sua volta, bem como a forma de ocupação do mesmo, envolve tanto os efeitos negativos no ambiente na exploração de recursos naturais (matérias-primas), como na demanda de mais espaço para a disposição dos resíduos, permanecendo o modelo de produção e consumo atual.

Nesse sentido, Bernardes e Ferreira (2008, p. 18), entendem ser necessário avançar nas concepções das relações sociedade/natureza e que a sua compreensão, bem como da questão ambiental “passa também pelo conhecimento do processo de produção do espaço, já que a devastação do planeta pela técnica leva o homem a pensar na produção do espaço pela técnica”. Assim, a compreensão das pessoas da relação do sistema econômico, bem como as alternativas de mudanças e os efeitos no ambiente e na sociedade são aspectos relevantes para o repensar da relação indivíduo/natureza.

Esse avanço de concepção da relação da sociedade com o espaço e do design do berço ao berço passa pelo significado que “as coisas”, os objetos tem e terão para as pessoas e para o setor produtivo. Como aborda Santos (2008, p. 97), “são as propriedades fundadoras de uma coisa que dizem como ela se relacionará com outras coisas. [...] Esta é a base em que os sistemas de objetos se constroem e obtêm um significado”.

Assim, o momento da criação de um novo produto, ou embalagem, torna-se essencial para toda a teia de relações seguintes, com os produtos sendo criados para serem aproveitados, desenvolvendo-se uma nova relação entre os materiais e processos, bem como das pessoas com esses produtos e formas de descarte. Se após seu consumo será tratado como lixo (se será enterrado) ou resíduo (retornará para a produção), vai depender desde a sua criação pelo setor produtivo e a ação do consumidor ao destinar os materiais para o descarte, em função de sua concepção de relação com o ambiente e de convívio social.

Desta forma, bem-estar e melhor qualidade de vida estão ligados ao sistema produtivo-econômico, com a educação e a política pública ocupando lugar de destaque na promoção de mudanças nas pessoas e nas organizações. Trata-se de definição a ser tomada enquanto política pública nos incentivos a serem aplicados, direcionando o sistema econômico e as pessoas para o caminho de aproveitar melhor os produtos e evitar gerar os resíduos, e, sendo

necessário, destiná-los adequadamente para retornar ao sistema produtivo, à economia e não apenas jogar fora.

Em termos de política pública, no âmbito nacional, a PNRS contempla pontos importantes no estímulo a adoção de medidas no sentido de promover a economia circular. Dentre elas destaca-se: a obrigação dos municípios estabelecer o sistema de coleta seletiva e implantar o sistema de compostagem para resíduos sólidos orgânicos (art. 36); institui a obrigação dos agentes produtivos em estruturar e implementar sistemas de logística reversa (art. 33); a obrigação das embalagens serem fabricadas com materiais que propiciem a reutilização ou a reciclagem (art. 32); institui a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos (art. 30); a responsabilidade do cidadão, como gerador domiciliar, em disponibilizar adequadamente os resíduos para a coleta ou fazer a devolução (art. 28); e 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 (art. 6º, inciso VIII) (BRASIL, 2010).

Essas medidas, instituídas na PNRS, representam a criação de instrumentos legais para atuação pelos agentes produtivos, consumidores e o próprio poder público. E de forma a contribuir com a irradiação dessa política pelo país, a PNRS estabelece que os municípios devam elaborar o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, a ser regulamentado em lei municipal.

Mesmo assim, o caminho para uma economia circular representa um desafio considerável, uma vez que “todos os setores da sociedade devem estar conscientes e envolvidos” (KARASKI et al, 2016, p. 11). Ou seja, significa alcançar a aplicação da responsabilidade compartilhada prevista na PNRS. Além disso, “implica que todos os fluxos materiais precisam ser considerados, embora sejam os valores econômicos, não os fluxos físicos, que orientam sua gestão”<sup>19</sup> (ANDERSEN, 2007, p. 135).

Embora esse nível de envolvimento, em todos os setores de uma sociedade, pareça algo complexo e distante, Lourenço e Chiaramonti (2007) apresentam as medidas adotadas pela China para a aplicação do movimento circular no sistema econômico. De acordo com esses autores, a China promoveu adequação na sua legislação, criando leis em 2002, visando desenvolver mecanismos para a transformação de processos produtivos lineares para circulares, utilizando incentivos fiscais e isenção de impostos. Para o envolvimento de toda a sociedade, os governos nas diferentes esferas ficam responsáveis por integrar técnicas de

---

<sup>19</sup>Tradução livre.

produção limpa nos respectivos planos de desenvolvimento social e econômico, bem como dar preferência aos produtos que promovam a conservação de água, energia e reuso dos resíduos. A educação dos consumidores se dá por meio da rotulagem ecológica dos produtos e informações disseminadas pela mídia. As instituições de ensino deverão oferecer cursos sobre produção limpa. A construção civil deverá priorizar os métodos de produção limpa. As empresas deverão monitorar o consumo de água e energia e a geração de resíduos. As embalagens deverão ser minimizadas, biodegradáveis e não tóxicas. Todos os projetos destinados à implantação da produção limpa receberão assistência financeira do governo para sua realização. E antigos métodos lineares de produção serão pesadamente taxados e as empresas receberão incentivos para a transição para sistemas circulares de produção.

Considerando as perspectivas de implantação de modelos ou medidas em tamanha escala demonstrada na China, Lourenço e Chiaramonti (2007) argumentam que por se tratar de um governo central e sem uma oposição organizada, esse país tem a capacidade de implantar mudanças em escalas nacionais de cima para baixo. Em países democráticos é de se esperar a necessidade de superação das resistências dos grupos acostumados com o modelo do sistema econômico atual (linear), em face dos investimentos e adaptações necessárias.

Na Europa, no final de 2015, a Comissão Europeia aprovou metas de reciclar 65% de todo o lixo inorgânico dos países até 2030 e de reduzir o desperdício de comida em 30%, no mesmo período (CALIXTO; CISCATI, 2016).

Braungart e McDonough (2013, p. 112) apresentam o exemplo da utilização de “cascas de arroz coreano usadas como embalagem dos componentes do aparelho de som e de eletrônicos, enviadas à Europa e depois usadas como material para a fabricação de tijolos”. Os autores acrescentam que as cascas de arroz são ricas em sílica, são mais seguras do que papel de jornal reciclado que contém tintas tóxicas e os custos de expedição estão inclusos no frete. Assim, elimina-se o desperdício, ou seja, sem a geração de resíduo.

No Brasil, as metas de redução de 70% dos resíduos recicláveis secos dispostos em aterros sanitários e a inclusão e fortalecimento da organização de 600 mil catadores, previstas em versão preliminar do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES), sinalizam medidas a serem adotadas no país (BRASIL, 2011). Embora a demora em sua aprovação<sup>20</sup> possa prejudicar os avanços necessários na PNRS em todo o país, uma vez que além da

---

<sup>20</sup>Previa-se que o Plano fosse encaminhado para cinco Conselhos Nacionais relacionados aos RS: Meio Ambiente (CONAMA), das Cidades (ConCidades), dos Recursos Hídricos (CNRH), da Saúde (CNS) e da Política Agrícola (CNPA). Esse último foi o único que ainda não aprovou o Plano, uma vez que, na prática, esse Conselho não existe. Criado em 1991, até hoje não ocorreu nenhuma reunião dos membros do referido Conselho, o que criou um impasse no tocante à aprovação do Planares (ABRELPE, 2015, p. 19).

questão dos RS, o PLANARES tem relação com os Planos Nacionais de Saneamento Básico (PLANSAB), de Recursos Hídricos (PNRH), de Mudanças do Clima (PNMC) e de Ação para a Produção e Consumo Sustentáveis (PPCS) (ABRELPE, 2015b).

Dentre as medidas previstas na PNRS, diretamente relacionada com as metas citadas do PLANARES, na busca de melhores soluções para o problema dos resíduos sólidos, tem-se a adoção da coleta seletiva como instrumento para reduzir a destinação de resíduos para aterros e promover benefícios econômicos, ambientais e sociais, além da maior longevidade no aproveitamento dos recursos naturais e materiais utilizados na fabricação dos produtos.

Esses benefícios estão contemplados no que propõe a economia circular e a corrente lixo zero. Essa integração, juntamente com os instrumentos de coleta seletiva e logística reversa da PNRS, tem contribuição direta para prolongar a vida útil dos aterros sanitários existentes, minimizar a demanda de novas áreas (espaço), reduzir os custos dos aterros, reduzir os riscos de contaminação do ambiente e à saúde das pessoas. Essa integração de concepções e ações proporciona utilizações mais vantajosas para os recursos (financeiros e ambientais) que seriam destinados para a implantação e manutenção dos aterros, bem como, em relação às diferentes alternativas de investimentos para a destinação dos resíduos sólidos.

As mudanças ocorridas com a adoção de sistema circular em um município tem potencial efeito de provocar mudanças maiores do que a proposta atual de desenvolvimento sustentável. Ao demonstrar as vantagens econômicas de alternativa à destinação dos resíduos em relação ao aterro sanitário, incluindo nova concepção e forma de apuração dos custos, representa colocar ao conhecimento de gestores públicos e privados os parâmetros econômicos que subsidiam suas decisões no cotidiano, uma vez que apenas os aspectos de benefícios físicos e ecológicos não vêm sendo suficientes.

## **2.8 A Gestão Integrada de Resíduos Sólidos no diagnóstico e soluções para a destinação adequada dos RS**

O gerenciamento dos RSU, anteriormente chamado de gerenciamento do lixo urbano, é apresentado por Grippi (2001, p. 17) como cuidar dele (do lixo) “do berço ao túmulo”, sendo esta expressão para o autor o gerenciamento “desde sua geração, seleção e disposição”.

Essa concepção de gestão de resíduos, importante para a época, passou por evolução expressiva, como abordado nas seções anteriores em relação à economia do meio ambiente, a economia circular e a corrente lixo zero. Dessa forma, a análise dos custos da gestão dos resíduos passa a ter maior abrangência e complexidade, pois incorpora não mais apenas o

processo linear da extração da matéria-prima à disposição dos rejeitos, mas inclui as alternativas de reaproveitamento dos resíduos gerados no processo de produção e consumo. Esse novo formato buscar minimizar ou até mesmo eliminar a geração de resíduos, em um novo paradigma da relação do sistema econômico com o meio ambiente.

Com o estabelecimento da PNRS, dentre vários aspectos elencados anteriormente nesse texto, destacam-se dois aspectos da política nacional que exercem influência direta nos processos de design de produtos e processos produtivos: o ciclo de vida dos produtos e a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

O ciclo de vida dos produtos representa a série de etapas desde o desenvolvimento do produto (sua concepção, design), a obtenção das matérias-primas, o processo de produção, o consumo e disposição final (BRASIL, 2010). Com isso, o “berço ao túmulo” é ampliado para todas as etapas desde a concepção (design) do produto até o descarte dos resíduos e não apenas para as etapas pós-consumo. Embora, esse conceito já esteja sendo ampliado para a concepção “do berço ao berço”, quando avança o entendimento desse ciclo para a matéria e energia envolvida, no âmbito da economia circular.

Ao mesmo tempo, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, incumbe a todos os atores da cadeia produtiva – fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e o poder público, atribuições individualizadas e encadeadas para minimizar o volume de resíduos gerados, reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental, causados pelo ciclo de vida dos produtos (BRASIL, 2010).

A compreensão desses dois conceitos leva o setor produtivo a compreender seu importante papel no processo de gerenciamento dos resíduos e “as importantes conexões entre atividade econômica e natureza” (THOMAS; CALAN, 2014, p. 18).

Como contribuição da PNRS para a gestão dos RS, em promover essa melhor relação dos agentes produtivos com as questões sociais e ambientais envolvidas, a política nacional traz como objetivo a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (GIRS), definindo-a como o “conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável” (BRASIL, 2010, art. 3º, inciso XI).

Se por um lado a mesma contempla como premissa o desenvolvimento sustentável, considerando as críticas atribuídas ao mesmo pelos princípios da economia circular, a GIRS inova ao conceber a gestão de forma integrada, quebrando a barreira disciplinar, e abrangendo cinco dimensões para a análise do problema e busca de soluções. Dessa forma, sua utilização, integrada à economia do meio ambiente e à geografia no presente estudo, tende a

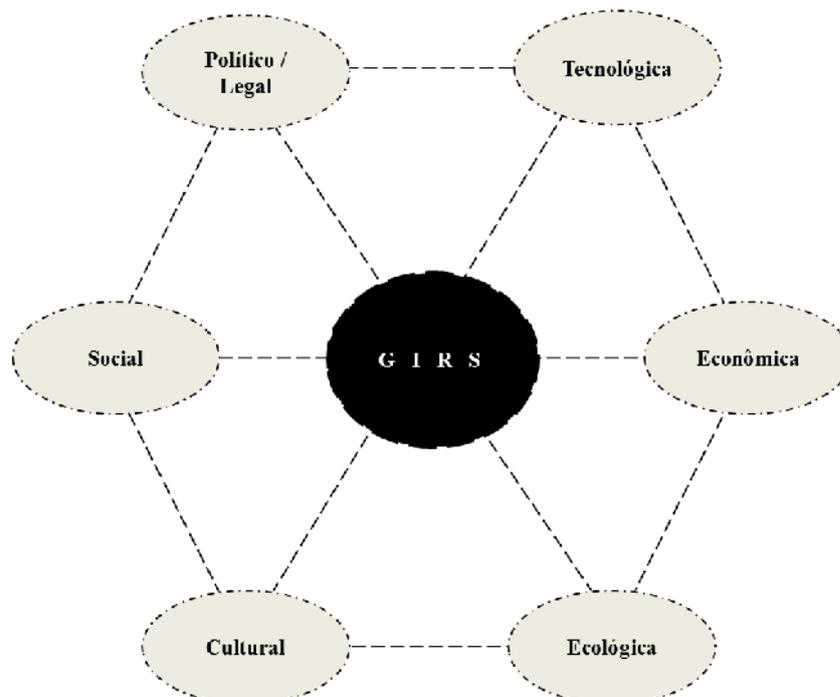
proporcionar melhor compreensão dos fatores que influenciam os custos do aterro sanitário e das alternativas para a destinação dos resíduos.

Na aplicação da GIRS, tem-se uma base teórica associada à Teoria de Sistemas da Administração, entendendo as dimensões como partes do sistema. Um sistema é entendido como um conjunto de elementos interdependentes e interagentes, independentes, mas inter-relacionados, de modo que a mudança em uma das partes afeta as outras (CHIAVENATO, 2011). Assim, cada dimensão representa uma parte do sistema de gestão integrada, que por sua vez interage com a economia do meio ambiente e geografia, de modo a proporcionar melhor visão do todo, o que não seria possível com apenas uma das partes.

A visão sistêmica contribui com o efeito de sinergia entre as dimensões. A sinergia é um conceito chave na teoria de sistemas da administração, significando “que o todo é maior que a soma das partes” (SALAZAR, 1999, p. 121).

Assim, as ações empreendidas nas dimensões da GIRS, em face de sua inter-relação e interdependência, realizadas de forma conjunta, concomitante ou encadeadas, vão contribuir para que o sistema de gestão de RSU funcione com maior eficiência, eficácia e efetividade. A figura 5 ilustra essas dimensões de modo a compreender a integração e interdependência entre as mesmas.

Figura 5 - Representação sistêmica da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos e suas dimensões de análise e solução



Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Jun. 2016).

Dessa forma, para um melhor diagnóstico da situação do município quanto aos seus resíduos, bem como para a proposição de soluções, demanda-se a aplicação das seis dimensões. A visão sistêmica favorece aos gestores a percepção da necessidade de articulação e integração entre as partes do sistema, entre os agentes públicos e privados envolvidos, com a relação de interdependência entre dimensões, incluindo a relação simultânea com o contexto macro e micro, nos aspectos econômico, político, cultural, social, ecológico e tecnológico.

No presente trabalho, inclui-se a dimensão tecnologia na definição de Gestão Integrada, acrescentando-a às dimensões constantes na definição da PNRS. Essa inclusão da tecnologia se deve ao seu papel relevante na relação da sociedade com o meio ambiente, seja nos aspectos de ampliar a capacidade de exploração dos recursos pelo ser humano, como no desenvolvimento de tecnologias de processos e produtos menos impactantes negativamente ao ambiente ou à saúde das pessoas e que sejam aproveitados após o uso ou consumo.

A relação de interdependência ocorre também entre os segmentos da sociedade na elaboração de políticas ambientais, envolvendo agências governamentais/poder público, setor produtivo, meio acadêmico e ambientalistas (THOMAS; CALAN, 2014). Além desses agentes, no Brasil ocorre a demanda de participação da sociedade civil organizada, por meio de entidades do terceiro setor, audiências públicas, associações de moradores, entidades de classe e o cidadão em geral.

Esse tipo de análise no âmbito da gestão se articula com a proposta de Santos (2008), que na análise de um contexto espacial na sua totalidade complexa, visa melhor compreender a complexidade dos fatores que formam esse contexto. Para esse autor, por a totalidade ser um conceito abrangente e que não se pode estudar o todo pelo todo, cabe dividir o todo em suas partes para um exame mais concreto.

Um aspecto importante no processo de gestão é que “as partes precisam ser coordenadas através de meios de integração e controle” (CHIAVENATO, 2011, p. 450). Esse é um aspecto fundamental para o andamento da GIRS, dada a complexidade e diversidade de agentes envolvidos, corroborando com Corrêa (1997), do papel do Estado como árbitro e agente.

Na análise do contexto/problema ambiental e busca de soluções no planejamento de políticas e aplicações na gestão dos resíduos, envolve a participação de equipes multidisciplinares. Conhecimentos dos vários campos “são usados para avaliar informações e tomar decisões que definitivamente conduzam a recomendações políticas” (THOMAS; CALAN, 2014, p. 29). Conclusão semelhante é demonstrada por Andersen (2007, p. 7), de que “estimativas monetárias obtidas como resultado de pesquisas interdisciplinares são

aplicadas gradualmente pelas autoridades à análise econômica das prioridades da política ambiental”<sup>21</sup>.

As dimensões econômica, política, social, cultural, ecológica e tecnológica mudam, bem como as interações entre as mesmas em cada contexto e momento na sociedade, sendo que medidas adotadas em uma dessas dimensões afeta(m) a(s) outra(s). Assim como, uma medida em uma dimensão para ter melhor resultado, melhor eficiência, eficácia e efetividade, precisa de medidas em outra(s) dimensão(ões).

Cabe, então, a análise de cada dimensão dessa realidade complexa, dessa totalidade (política/legal, econômica, cultural, social, tecnológica, ecológica) para melhor compreender o contexto, as relações existentes e trabalhar no processo de (re)construção do espaço estudado, dos processos utilizados e das relações entre os agentes e do sistema produtivo-econômico com o meio ambiente.

### 2.8.1 Dimensão política / legal

Essa dimensão envolve a política pública para o setor e o respectivo marco regulatório, que estabelece as regras e normas para atuação dos agentes no respectivo mercado, representando, com a criação da PNRS, avanço importante na definição das regras para a atuação dos diversos agentes envolvidos na gestão dos resíduos sólidos.

Essa contribuição para a melhoria na gestão dos RSU fica expressa na afirmação crítica de que “os instrumentos estão todos à disposição das autoridades responsáveis, mas ainda falta vontade política para resolver essa situação, o que tem inviabilizado avanços, deixando uma herança penosa para as próximas gerações” (ABRELPE, 2014, p. 13).

Em face do potencial de danos dos resíduos descartados inadequadamente, “são necessárias políticas públicas para controlar as práticas de manejo dos resíduos, encontrar formas de recuperar e reutilizar materiais descartados, e desenvolver novas tecnologias” (THOMAS; CALLAN, 2014, p. 431).

A formulação e execução da política pública referente aos RSU no Brasil nos municípios é atribuição das prefeituras, conforme a Constituição Federal de 1988, art. 30, e na lei 11.445/2007, art. 9º, ao definir que cabe ao titular dos serviços formular a respectiva política pública de saneamento básico, podendo, com base no art. 8º, delegar a organização, a regulação, a fiscalização e a prestação desses serviços.

---

<sup>21</sup>Tradução livre.

A PFSB (lei n. 11.445/2007) estabelece em seu art. 7º que o serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos é composto pelas atividades de coleta, transbordo e transporte; de triagem para fins de reuso ou reciclagem, de tratamento, inclusive por compostagem, e de disposição final (BRASIL, 2007). Isso representa que as questões de coleta seletiva estão incluídas de forma explícita no âmbito dos RSU e na responsabilidade do município.

Nesse sentido, a PNRS estabelece no art. 26. que “o titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos é responsável pela organização e prestação direta ou indireta desses serviços” e atribui ao município (a prefeitura) a responsabilidade de elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), conforme conteúdos definidos no art. 19 e estabelecer os sistemas de coleta seletiva e de compostagem, dentre outras atribuições definidas no art. 36 (BRASIL, 2010).

Essa responsabilidade é corroborada pelo entendimento do IPEA, ao entender que a GIRS “é compreendida como a elaboração, implantação e execução de um modelo de administração dos resíduos sólidos, considerando a participação das autoridades competentes” IPEA (2012, p. 46). E pelo entendimento de Grippi (2001), de que cabe ao poder público não apenas destinar corretamente os resíduos que coleta, mas incentivar programas de coleta seletiva, o desenvolvimento de mercado para a reciclagem e contribuir com programas de educação ambiental, pois as pessoas precisam aprender a mudar seu relacionamento com o meio ambiente.

Assim, a definição da política para o setor num município envolve vários aspectos simultâneos, como a destinação a ser dada, adoção da coleta seletiva, incentivos à logística reversa e mecanismos de fiscalização e penalidades, o que demanda regulamentação local, sendo importante instrumento o PMGIRS.

Na política para os resíduos, a separação para a coleta representa um ponto crucial no processo de gestão dos RSU, para o respectivo destino a ser dado, sendo aspecto importante para a segurança das pessoas e do ambiente, bem como para melhor qualidade dos resíduos recicláveis e obtenção do respectivo mercado. Caso contrário, pode-se cair na situação de que “separar o lixo sem um mercado é enterrar em separado” (GRIPPI, 2001, p. 27).

Ao considerar que a política para os resíduos está inserida num contexto maior de qualidade ambiental, desenvolvimento sustentável e biodiversidade, torna-se relevante que toda a sociedade trabalhe no sentido do desenvolvimento de iniciativas efetivas de políticas ambientais (THOMAS; CALLAN, 2014, p. 27).

A dimensão política tem papel importante por criar as condições favoráveis para a atuação dos agentes envolvidos, com regras claras, seja de incentivos ou penalidades, de cobrar as responsabilidades, da fiscalização e da inclusão social das pessoas, que antes atuavam na coleta informal de resíduos.

A sua aplicação pode envolver a imposição legal de limites de emissão de poluentes, regras para uso do espaço para armazenamento ou destinação dos resíduos, taxaço de geradores, de modo a “escolher um instrumento de política que reduza os riscos de danos à sociedade” (THOMAS; CALLAN, 2014, p. 29).

A dimensão política, que inclui o aparato legal e regulatório, permite ao poder público estabelecer normas, procedimentos, incentivos, critérios, um cenário para os agentes investirem seus recursos com análises de custos e retorno e adotar medidas que venham a aprimorar a gestão dos RSU e beneficiar a sociedade e o meio ambiente.

### 2.8.2 Dimensão econômica

A economia exerce papel de destaque por ser elemento-chave no processo de tomada de decisão de gestores públicos e privados para a escolha e realização das ações. A cada nova definição, nova demanda da sociedade, o mercado se organiza para prestar os serviços e oferecer produtos, sendo a questão econômica utilizada para a tomada de decisão para a produção e para o consumo.

Com o avanço da concepção de meio ambiente pela sociedade e de sua relação com o ambiente, aspectos de conservação ambiental estão sendo incorporados gradativamente nos processos produtivos, bem como nos custos e preços.

Não é diferente na gestão dos resíduos sólidos, em que se constatam oportunidades de ganhos econômicos e ambientais. De acordo com IPEA (2012, p. 46), não é surpresa “a formação de um amplo mercado e a consolidação de interesses associados ao gerenciamento, recuperação e reciclagem de resíduos, bem como o crescente interesse de setores da sociedade civil pelo tema” (IPEA, 2012, p. 46).

Nesse sentido, Thomas e Callan (2014, p. 30) sugerem a abordagem de mercado, além das medidas de comando e controle, com a implantação de uma “política baseada em incentivos, visando encorajar práticas de conservação ou estratégias de redução de poluição de forma preventiva em vez de forçá-los a seguir uma regra específica”. Para os autores, a criação de taxas sobre a liberação de poluentes ou impostos sobre os produtos que geram poluição são formas de beneficiar o meio ambiente devido às empresas incluírem a busca de

otimização dos poluidores. Em levantamento da OCDE em 24 países foram encontrados 270 instrumentos econômicos utilizados nessa linha de ação.

Para a teoria econômica, segundo Thomas e Callan (2014, p. 39), a “persistência dos problemas ambientais [...] são resultados de falhas ou rupturas no sistema de mercado”. Assim, mecanismos como os sugeridos acima representam formas da economia enfrentar os problemas ambientais e contribuir com sua redução.

A incorporação dos custos ambientais (e sociais) aos custos e preços dos produtos, representa uma forma de incluir a conservação ambiental na estrutura econômica da sociedade, por meio da internalização dos custos sociais e ambientais no preço dos produtos e serviços. Significa que o consumidor ou cidadão ao adquirir um produto ou serviço estará pagando e custeando todo o sistema de produção e conservação ambiental, que envolve determinado produto. Esse procedimento vai contribuir com maior precisão na apuração dos custos da disposição dos resíduos, incluindo por retratar melhor o custo de oportunidade representado pelos valores econômicos obtidos com as alternativas de destinação dos RSU em relação ao aterro sanitário.

Na avaliação econômica de determinada atividade, produto ou serviço, torna-se relevante o computo de valores envolvendo as dimensões culturais, sociais, ecológicas, políticas e tecnológicas para uma mensuração mais precisa quanto ao investimento necessário e escolha da melhor alternativa, não apenas economicamente no sentido estrito.

### 2.8.3 Dimensão cultural

A dimensão cultural é evidenciada com a sua inclusão no conceito de meio ambiente por Dias (2004), somando a cultura humana aos elementos bióticos e abióticos, destacando estarem em constante processo de evolução nas interações. E, também, com a concepção de Sachs (2000) da cultura como mediador entre sociedade e natureza, com todo o nosso conhecimento do meio em que vivemos e sendo determinante do próprio conceito de recurso.

O aspecto evolucionário levantado por Dias (2004), quanto às interações da sociedade com o meio natural (biótico e abiótico), é apresentado por Barbosa (2006, p. 113) em estudo com mulheres lavadoras de roupa em que “[...] os hábitos de limpeza e higiene se alteraram drasticamente nas duas últimas décadas [...]”, com mudanças nas práticas pelas lavadoras decorrentes dos avanços científicos em saúde, novas tecnologias industriais e conceitos de conforto e bem-estar.

Conforme Ciscati (2016), Braungart exemplifica essa situação a partir de experiência em que uma pessoa da família passou anos lavando as roupas em um riacho, mas depois que adquiriram a máquina de lavar, nunca mais voltou ao rio. Trata-se da relação entre a inovação tecnológica provocando mudanças na relação das pessoas com o meio, demonstrando, também, a interação entre as dimensões da GIRS.

Essa mudança de interação com o ambiente espelha mudanças em outras atividades, produtos e serviços, em função da relação das pessoas com os objetos materiais que fazem parte do seu cotidiano e do uso para atender suas necessidades de consumo e na forma como descartam.

A relação cultura e meio ambiente merece maior atenção, principalmente diante da diversidade cultural global, “à enorme riqueza das formas de aproveitamento de recursos naturais que diferentes culturas humanas criaram ao longo dos séculos” (SACHS, 2000, p. 9).

Para a compreensão do papel da dimensão cultural faz-se necessário entender “como as diferentes sociedades [...] fazem uso do universo material a sua volta, como se apropriam de inovações e desenvolvimentos tecnológicos [...]” (BARBOSA, 2006, p. 108), refletindo-se na relação entre cultura e consumo de determinada sociedade/comunidade. Para a autora, a descoberta da estreita relação entre cultura e consumo abre caminhos para a percepção da impossibilidade de separar um do outro. “Ou seja, todo e qualquer ato de consumo é essencialmente cultural” (BARBOSA, 2006, p. 108).

Estabelecida essa relação, Barbosa (2006, p. 108) faz a inferência de que cultura e consumo “são interligados e indissociáveis, pois todo o processo de seleção, escolha, aquisição, uso, fruição e **descarte**<sup>22</sup> de um bem ou serviço, [...] só ocorre e faz sentido dentro de um esquema cultural específico”. A partir desse entendimento, o diagnóstico e busca de soluções para a questão dos RS demanda ser realizado dentro do contexto cultural, devendo-se evitar cópia de soluções vinda de outras realidades, embora seja viável a busca de experiências e aplicações a serem analisadas e adaptadas.

Fisher (2006, p. 93) em estudo com consumidores britânicos no final dos anos 1990, abordando os conceitos culturais subjacentes às atitudes em relação aos plásticos, apresenta que “na maioria das situações, os objetos é que são consumidos, não os materiais de que são feitos”. Essa percepção dos consumidores ilustra como uma determinada apreensão cultural no consumo pode afetar a compreensão dos efeitos ecológicos e os desafios em se promover ações junto a essa comunidade para a conservação ambiental.

---

<sup>22</sup>Grifo nosso.

Assim, é importante entender que “consumo e produção utilizaram-se dos recursos naturais do planeta [...]” e que “ambas as atividades geram subprodutos que podem contaminar o meio ambiente” (THOMAS; CALLAN, 2014, p. 14). Essa relação de produção – consumo – geração/descarte de resíduos se encontra intimamente ligada à cultura de determinada sociedade, com seus valores, sistema de produção e estilos de vida.

Para Sachs (2000, p. 10), o estilo de vida é uma variável fundamental no processo “de harmonização do social, do ecológico e do econômico [...] é ela que determina, em última instância, a demanda, o padrão da demanda”. O tipo de comportamento adotado pelas pessoas em determinado contexto cultural, representado pelo estilo de vida, tem papel fundamental no consumo e no descarte dos resíduos gerados.

Para Carlos Minc, “a forma como uma sociedade trata de seu lixo [...] atesta o seu grau de civilização. O tratamento do lixo doméstico, além de ser uma questão com implicações tecnológicas, é antes de tudo uma questão cultural” (GRIPPI, 2001, Prefácios).

A reação tipicamente negativa ao lixo é exemplificada por Thomas e Callan, (2014, p. 431), na situação em que o poder público propõe local de construção de aterro próximo onde as pessoas moram, “apelidada de síndrome de ‘não no meu quintal’[...]”. Esse tipo de reação também é observada em discussões sobre as soluções para os resíduos com a implantação de ecopontos, onde as pessoas reagem negativamente à proximidade de suas residências.

As pessoas agem com descaso em relação ao descarte dos resíduos, livrando-se dos mesmos no primeiro lugar que julgam resolver seu problema (na rua, na calçada, no córrego, na praça), não se importando com o outro. Essas pessoas demonstram um comportamento de que podem sujar, pois tem outra pessoa com a obrigação de limpar, coletar.

A mudança de comportamento das pessoas, da relação com o ambiente, passa pelo processo educativo, em que a educação ambiental tem papel significativo. Nesse sentido, Reigota (2012) argumenta que devemos desenvolver uma concepção de cidadão e cidadã planetários e não apenas de brasileiros. E que não cabe apresentar a concepção de uma natureza conservada como modelo, pois o que existe é uma relação em permanente transformação no cotidiano da relação sociedade e natureza.

No processo de mudança, o padrão de consumo, e não apenas o descarte, merece maior atenção na política pública e pela sociedade. Mudanças “no padrão de consumo, incluindo o item ‘reutilização do material produzido’, derivam da maior consciência ambiental da população”, ou podem ser induzidas por instrumentos de mercado que incentivem (IPEA, 2012, p. 47).

No âmbito do descarte, o “sucesso dos programas de coleta seletiva dos resíduos pós-consumo depende em grande medida da separação prévia dos resíduos na fonte geradora” (IPEA, 2012, p. 52). Essa mudança de comportamento pelas pessoas envolve trabalho fundamental no campo da educação ambiental em promover uma mudança cultural, na forma como as pessoas veem e se relacionam com seus resíduos.

Além disso, faz-se necessário em cumprimento à PNRS, que “em complemento à separação na fonte é preciso assegurar o acesso dos catadores aos materiais recicláveis” (IPEA, 2012, p. 52), público antes (e ainda) marginalizado pela concepção hegemônica de “lixo”.

A questão cultural representa um dos maiores desafios, se não o maior, no âmbito do gerenciamento dos RS. Isso se dá por vários fatores: a forte resistência das pessoas à mudança de hábito/atitude em implantar a separação na fonte geradora; o entendimento (a compreensão) de que como consumidores são responsáveis pelo descarte correto; e a comodidade e praticidade fortemente instaladas nos indivíduos e coletividades, com o senso de que o propósito de se livrar o mais rápido possível dos resíduos é o melhor a ser feito para eliminar o “seu” problema.

#### 2.8.4 Dimensão social

Os diversos benefícios sociais da reciclagem, etapa seguinte à coleta seletiva que envolve um número significativo de pessoas pelo país, conforme apresentado em seção anterior nesse trabalho (2.5), demonstram o quanto o investimento na formalização dessa atividade tende a contribuir com os trabalhadores, suas famílias e com o sistema econômico.

Essa dimensão ficou bastante evidenciada pela PNRS, quando a mesma estabelece o fim dos lixões, e, ao mesmo tempo, a inclusão social dos catadores, uma vez que os mesmos são proibidos de coletar nos aterros sanitários. Assim, a PNRS incumbe o poder público de estabelecer o sistema de coleta seletiva, de mobilizar os catadores para a formalização em associações ou cooperativas e de priorizar a contratação dessas entidades para a prestação do serviço de coleta no município (BRASIL, 2010).

Apesar dessa definição, “apenas 8% dos municípios brasileiros com manejo de resíduos contam com a participação de cooperativas ou associações de catadores de recicláveis em suas ações de coleta seletiva. Em outros 5% dos municípios, os catadores atuam de forma isolada” (IPEA, 2012, p. 49).

A mudança da atuação do catador do “lixão” para a coleta seletiva formal em cooperativas traz vários benefícios, como: melhores condições de trabalho, melhoria e estabilidade de renda e contribuição previdenciária. Pode ainda, conforme o avanço das cooperativas e melhoria da renda com a prestação do serviço para as prefeituras alcançar remuneração do cooperado superior a três salários mínimos e oferecer alguns benefícios.

Os aspectos sociais da alternativa à destinação dos resíduos ao aterro sanitário devem ser incorporados no sistema de apuração de custos e retorno da respectiva alternativa, como exemplo a coleta seletiva. Esses benefícios sendo computados pela atividade realizada formalmente retratam de forma mais precisa o resultado econômico da destinação dos resíduos, com seu encaminhamento para a reutilização e reciclagem, sendo esses valores incluídos na avaliação do custo de oportunidade do aterro sanitário.

#### 2.8.5 Dimensão ecológica

A questão ecológica apresenta-se estreitamente ligada à questão econômica, dada a interação entre os sistemas econômico e ecológico. Mesmo com as variações de concepções, essa relação perpassa pelo meio ambiente como um fornecedor de matéria-prima para o sistema econômico, ao mesmo tempo em que recebe os resíduos gerados. Outras funções do ambiente na perspectiva do sistema econômico são também relevantes, como suporte à vida (humana ou não humana) e por meio da paisagem, cuja beleza transmite sensações para as pessoas, sem interferência da economia.

A contribuição dessa dimensão na GIRS envolve proporcionar a visão da relação das atividades econômicas com a demanda de recursos naturais como insumos para as atividades produtivas e sociedade, e pelo outro, pela capacidade dos ecossistemas em receberem e assimilarem os resíduos (dejetos) descartados pela sociedade.

O descarte de materiais ou emissões de forma descontrolada ocasiona a poluição ambiental, “definida genericamente como a presença de matéria ou energia cujas natureza, localização ou quantidade causam efeitos negativos ao ambiente” (THOMAS; CALLAN, 2014, p. 19). Ao mesmo tempo, a “longevidade de quaisquer espécies biológicas pode estar diretamente ameaçada pela exposição a poluentes ou pela ação do homem [...]” (THOMAS; CALLAN, 2014, p. 26).

A disposição de resíduos no ambiente exerce efeito poluidor imediato e/ou em longo prazo, devido a muitos materiais serem devolvidos pela sociedade à natureza em composição de difícil ou lenta assimilação na natureza.

Parte dessa demora de assimilação ou decomposição dos resíduos se deve à capacidade do homem em colocar no ambiente, produtos em formas que o meio natural não consegue absorver, mesmo em longo prazo (TENÓRIO; ESPINOSA, 2004).

O quadro 2 apresenta, a título de ilustração, estimativas de decomposição no ambiente de alguns resíduos, dos grupos utilizados nos sistemas de separação para a coleta seletiva.

Quadro 2 - Estimativas do tempo de decomposição de resíduos sólidos no ambiente

Grupo de resíduo	Resíduo	Tempo de decomposição
Plástico	Embalagens PET <sup>1</sup>	> 100 anos
	Copos descartáveis <sup>2</sup>	200 a 450 anos
	Náilon <sup>2</sup>	30 a 40 anos
	Sacolas plásticas <sup>1</sup>	> 100 anos
	Tampinhas de garrafa <sup>2</sup>	100 a 500 anos
	Plásticos (embalagens, equipamentos) <sup>1</sup>	Até 450 anos
Papel / Papelão	Embalagens Longa Vida <sup>1</sup>	Até 100 anos
	Papel e papelão <sup>1</sup>	6 meses
	Jornais <sup>2</sup>	2 a 6 semanas
	Embalagens de papel <sup>2</sup>	1 a 4 meses
Vidro	Garrafas de vidro <sup>1</sup>	Indeterminado
	Vidros <sup>1</sup>	Indeterminado
Metal	Latas de alumínio <sup>2</sup>	100 a 500 anos
	Alumínio <sup>1</sup>	200 a 500 anos
	Metais (componentes de equipamento) <sup>1</sup>	Cerca de 450 anos
	Aço <sup>1</sup>	> 100 anos
Orgânico	Casca de frutas e verduras <sup>2</sup>	3 meses
	Madeira pintada <sup>3</sup>	13 anos
	Couro <sup>4</sup>	Até 50 anos
	Meias de lã <sup>4</sup>	10 a 20 anos
Rejeito <sup>6</sup>	Chicletes <sup>2</sup>	5 anos
	Bituca de cigarro <sup>3</sup>	5 anos
	Guardanapos <sup>2</sup>	3 meses
	Pano <sup>4</sup>	6 meses a 1 ano
	Fraldas descartáveis <sup>4</sup>	600 anos
	Papel plastificado <sup>4</sup>	1 a 5 anos
	Embalagens metalizadas (biscoito, salgados...) <sup>5</sup>	100 anos

Fontes: <sup>1</sup>PROJETO reciclar: coleta seletiva na UFV. O Tempo de Degradação dos Materiais. Viçosa. Disponível em: <[http://www.projettoreciclar.ufv.br/?area=tempo\\_degradacao](http://www.projettoreciclar.ufv.br/?area=tempo_degradacao)> Acesso: 01 out. 2013.

<sup>2</sup>GRIPPI (2001, p. 19).

<sup>3</sup>COMPANHIA DA RECICLAGEM. Tipos de resíduos. Disponível em: <[http://www.companhiadareciclagem.com.br/residuos\\_cores.html](http://www.companhiadareciclagem.com.br/residuos_cores.html)>. Acesso em: 01 out. 2013.

<sup>4</sup>LIXO.COM.BR. Tempo de decomposição. Disponível em: <[http://www.lixo.com.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=146&Itemid=252](http://www.lixo.com.br/index.php?option=com_content&task=view&id=146&Itemid=252)>. Acesso: 01 out. 2013.

<sup>5</sup>ECYCLE. Decomposição leva tempo. Disponível em: <<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/44-guia-da-reciclagem/143-decomposicao.html>> Acesso: 04 out. 2013.

<sup>6</sup>A classificação em rejeitos considerou a situação do mercado local em Ituiutaba/MG.

Elaboração: Emmeline Aparecida Silva Severino, Lisiane da Silva Mendes, Humberto Ferreira Silva Minéu, durante a execução das atividades do projeto de extensão “Educação Ambiental na Escola: incentivando e implantando a separação dos resíduos sólidos”, 2013, do IFTM/Campus Ituiutaba. Formato original em banners. Adaptado por Humberto Ferreira Silva Minéu (Jun. 2016).

Embora os prazos possam variar com as condições ambientais em que o material fica exposto, os valores demonstram que alguns materiais ficam muito tempo sem assimilação pelo ambiente, sem aproveitamento, e podendo causar problemas ao meio ambiente e às pessoas.

Mesmo considerando a destinação dos RSU para o aterro sanitário, numa situação de não haver separação prévia dos resíduos, de acordo com Grippi (2001) a degradação total de produtos crus e degradáveis ocorre num intervalo de 15 anos em um aterro. Depois desse período, a degradação é praticamente nula e passa a depender de fatores que não estão presentes no aterro para que esse processo continue.

Além desse tipo de perda de material, tomando como exemplo os plásticos, a sua disposição em aterros dificulta a compactação e prejudica a degradação de materiais biologicamente degradáveis em função de criar camadas impermeáveis que afetam as trocas de líquidos e gases (GRIPPI, 2001).

Além desses problemas e impactos apresentados, a capacidade de renovação dos recursos naturais é limitada a um ciclo de tempo, que em muitos casos estão em prazo bem superior ao ciclo de vida humana. Isso faz com que alguns recursos naturais sejam classificados como não renováveis. E embora alguns sejam classificados como renováveis (como a água), estão dando sinais de esgotamento em função da demanda ser maior que a capacidade de renovação do recurso.

Com isso, a separação e destinação adequada dos RSU, como a reutilização e reciclagem, contribuem para menor demanda de recursos naturais como matéria-prima; reduz a pressão sobre a busca de novos recursos; reduz a demanda de exploração de mais áreas; e reduz a pressão sobre áreas a serem destinadas à conservação ambiental, favorecendo a manutenção de ecossistemas e espécies, contribuindo para a conservação da biodiversidade.

O quadro 3 apresenta os benefícios ecológicos da coleta seletiva e reciclagem de alguns materiais. No âmbito dos RSU, a coleta seletiva envolve quatro grupos de materiais – papel/papelão, plástico, vidro e metal, que tem sua viabilidade de coleta conforme a tecnologia disponível de reaproveitamento e o mercado local para absorver os resíduos.

Mesmo com todos esses benefícios, para Vera Chevalier e Patrícia Mousinho (GRIPPI, 2001, Prefácios) “é fundamental que a reciclagem seja percebida em toda a sua complexidade, e não apenas como única e inquestionável alternativa”. Com isso, romper com a visão de que “do ponto de vista do cidadão, a reciclagem tem sido a única alternativa para o problema dos resíduos” (TENÓRIO; ESPINOSA, 2004, p. 201).

Quadro 3 - Economia de recursos naturais proporcionadas pela reciclagem de materiais.

Grupo	Material / Quantidade	Ganho ecológico	Fonte
Papel / Papelão	Aparas (1 t)	evita o corte de 10 a 20 árvores; consome 10 a 50 vezes menos água; e reduz o consumo de energia pela metade	GRIPPI (2001)
		papel jornal produzido a partir das aparas requer 25% a 60% menos energia elétrica	WWF <sup>1</sup>
	A cada 28 t de papel reciclado	evita-se o corte de 1 hectare de floresta (1 t evita o corte de 30 ou mais árvores);	WWF <sup>1</sup>
	A produção de papel reciclado	reduz em 74% os poluentes liberados no ar e em 35% os despejados na água	WWF <sup>1</sup>
	Jornal (1 t)	evita a emissão de 2,5 t de dióxido de carbono	WWF <sup>1</sup>
Metal	Alumínio	a energia necessária para o processamento do metal reciclado é 20 vezes menor que o metal primário	(GRIPPI, 2001, p. 43)
	Aço	energia necessária para o processamento do metal reciclado é 3,7 vezes menor que o material primário;	(GRIPPI, 2001, p. 43)
	Aço (1 t)	economiza 1.140 Kg de minério de ferro, 155 Kg de carvão e 18 Kg de cal	WWF <sup>1</sup>
	Alumínio (1 t)	economiza 95% de energia (são 17.600 kwh para fabricar alumínio a partir de matéria-prima virgem, contra 750 kwh a partir de alumínio reciclado); 5 toneladas de bauxita, reduz 85% da poluição do ar e 76% do consumo de água	WWF <sup>1</sup>
	Latinhas de alumínio (1 t)	economiza 200 metros cúbicos de aterros sanitários	WWF <sup>1</sup>
Plástico	100 t de plástico	evitam a extração de 1 t de petróleo	WWF <sup>1</sup>
	Plástico em geral	economiza até 90% de energia	WWF <sup>1</sup>
Vidro	Vidro	economizando aproximadamente 70% de energia e permitindo maior durabilidade dos fornos	WWF <sup>1</sup>
	Vidro (1 t)	evita a extração de 1,3 t de areia, economiza 22% no consumo de barrilha (material importado) e 50% no consumo de água	WWF <sup>1</sup>
		economia de 1,2 t de matéria-prima que deixou de ser utilizada/extraída;	(GRIPPI, 2001)

<sup>1</sup>Disponível em: <<http://www.wwf.org.br/?uNewsID=14001>>. Acesso em: 22 ago 2016.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Ago. 2016).

A destinação adequada dos resíduos promove um duplo efeito benéfico: evita os problemas de poluição ambiental, com a decomposição dos mesmos no ambiente; e contribui com menor demanda de recursos naturais e áreas (espaço) para disposição final.

Esses benefícios representam, também, o enfrentamento do problema de que a “maior ameaça à biodiversidade, no entanto, é a destruição do habitat natural, que afeta ecossistemas inteiros. [...] A biodiversidade pode também ser prejudicada pelas alterações no habitat, que em geral são atribuídas à poluição ambiental” (THOMAS; CALLAN, 2014, p. 26).

Portanto, a compreensão da dimensão ecológica, dos efeitos da ação humana sobre o ambiente natural e das consequências do retorno desses efeitos sobre as atividades produtivas e sociedade, é um componente relevante no processo de gestão integrada, subsidiando decisões e ações nas demais dimensões. A atribuição de valor aos recursos naturais, sejam

monetários ou não monetários, representa componente importante a ser incluído na análise econômica das alternativas para a destinação adequada dos RSU.

#### 2.8.6 Dimensão tecnológica

A tecnologia tem vital importância na análise e compreensão da relação sociedade e meio ambiente, pois a mesma ampliou a capacidade do homem alterar o ambiente, seja pela exploração direta de recursos ou nos padrões de consumo, que impactam a geração de RS.

Para Sachs (2000, p. 11), a tecnologia é uma variável fundamental, assim como o estilo de vida, por representar a “maneira de relacionar o meio com os objetivos que a sociedade se coloca a nível de produção”. Para o autor, a insistência da escolha da tecnologia adequada é crucial no processo de harmonização dos objetivos sociais, ecológicos e econômicos.

O acelerado avanço tecnológico iniciado com a Revolução Industrial tem representado um alto preço ao ambiente natural (THOMAS; CALLAN, 2014). Para os autores, os avanços em transporte de massa, industrialização, telecomunicações e químicos são responsáveis pelo estilo de vida da sociedade atual, ao mesmo tempo em que também são responsáveis pela degradação ambiental enfrentada pela mesma sociedade.

As inovações surgidas e aplicadas no setor produtivo, e diretamente pelos consumidores em seus lares, influenciou a adoção de estilo de vida que promoveu incremento expressivo no consumo, pressionando os recursos naturais enquanto matéria-prima para a produção, bem como aumentou a geração de resíduos a serem descartados, pressionando a demanda de área para sua destinação.

O movimento recente baseado nas inovações tecnológicas não pode desconsiderar que, sob o prisma da economia ecológica, “os limites do crescimento fundamentados na escassez dos recursos naturais são reais e não necessariamente superáveis por meio do progresso tecnológico” (VEIGA NETO; MAY, 2010, p. 314).

Como exemplo da contribuição do avanço tecnológico para a menor demanda de matéria-prima, está o aumento da quantidade de latas produzidas com um quilo de alumínio reciclado, que em 25 anos passou de 42 latas de 350 ml para 74 latas, aumentando a produtividade em 51% (CEMPRE, 2016). Em 1968, com a implantação de programas de reciclagem, fazia-se retornar à produção meia tonelada de alumínio por ano. Quinze anos depois, esse volume passou a ser reciclado por dia (GRIPPI, 2001).

Além disso, existem todos “os desenvolvimentos relacionados à produção mais limpa e mais eficiente, em que tanto a geração de resíduo é minimizada quanto a produtividade do

recurso natural, enquanto matéria-prima, é aumentada” (IPEA, 2012, p. 47). Assim, a busca de uma escala sustentável significa aquela que seja adaptada gradativamente às inovações tecnológicas, sem reduzir a capacidade de suporte do ambiente ao longo do tempo (VEIGA NETO; MAY, 2010).

A tecnologia tem papel fundamental no desenvolvimento de formas alternativas de aproveitamento dos materiais para seu retorno ao setor produtivo/economia, na criação de produtos com menor geração de resíduos, bem como nas alternativas de destinação e disposição dos resíduos sólidos.

Como alternativas de destinação final para os RSU, em relação ao aterro sanitário, são encontradas na literatura a coleta seletiva/reciclagem, a compostagem, a incineração, o coprocessamento e a pirólise<sup>23</sup>. O aterro sanitário é apresentado como a principal alternativa para a disposição final dos rejeitos (materiais sem tecnologia de aproveitamento e/ou mercado), inclusive sendo essa a determinação legal vigente na PNRS, embora esteja sendo usado para disposição de RSU.

A compostagem é uma das alternativas dos resíduos orgânicos, promovendo sua reciclagem, com significativo potencial de contribuição para ampliação da vida útil do aterro, pois representa em torno de 50 a 60% da massa dos RSU destinados aos aterros no país.

A compostagem é “um processo biológico aeróbio e utilizado no tratamento e na estabilização de resíduos orgânicos”, sendo a forma mais eficiente para a biodegradação controlada dos resíduos orgânicos (PEREIRA NETO, 2014, p. 17). Seu produto final é o composto orgânico, a ser utilizado como condicionador de solo. Não é considerado adubo por ter baixa concentração de nutrientes (Nitrogênio – N; Fósforo – P; Potássio – K), em torno de 1,5 a 2,5% do peso, enquanto um adubo deve ter pelo menos 24% (TENÓRIO; ESPINOSA, 2004).

As desvantagens da compostagem, que promovem desafios significativos para sua implantação nos municípios, envolvem, de acordo com Tenório e Espinosa (2004), ter maior custo por tonelada de resíduos que o processo de aterrar e a difícil comercialização do composto. Em contraponto a esta afirmação, Pereira Neto (2007) apresenta a compostagem como atividade de baixo custo, envolvendo processos simplificados, realizada em pátios.

Recentemente, vem ocorrendo um processo de divulgação expressivo na mídia e instituições de ensino de processos caseiros de compostagem (em caixas e no solo) e a

---

<sup>23</sup>Decomposição de matéria orgânica mediante degradação térmica, na ausência total ou parcial de agente oxidante (O<sub>2</sub>), a temperatura controlada (400°C), que fornece energia necessária para romper ligações nas estruturas das macromoléculas de biomassa.

comercialização de material orgânico produzido via compostagem em supermercados, viveiros e estabelecimentos de comercialização de mudas e material de jardinagem.

A incineração, como técnica de eliminação de resíduos visava apenas a redução do volume para aumentar a capacidade dos aterros industriais. Posteriormente, passou a ser aplicada também para a eliminação de resíduos tóxicos e perigosos. Mais recente, o calor gerado na combustão do material transferido para os gases passou a ser aproveitado no processo de recuperação energética de resíduos (waste to energy) (TENÓRIO; ESPINOSA, 2004).

Um aspecto negativo desse processo é a perda de matéria, em contraponto ao que propõe a economia circular. Além disso, Tenório e Espinosa (2004, p. 190) apontam que “provavelmente, a parte mais crítica de um incinerador está no controle de emissões, seja de particulados, seja de gases”.

Embora a incineração represente a possibilidade de geração de energia a partir dos resíduos, o que se apresenta melhor que o aterramento, o Brasil dispõe de fontes alternativas de energias renováveis, melhores ambientalmente para investir nesse campo e com viabilidade econômica.

A incineração representa a continuação do modelo linear da economia (e produção), com a extração – fabricação – consumo – descarte/eliminação da matéria para fora do ciclo produtivo. É necessário, para o bem-estar do ambiente e da sociedade, bem como para sustentabilidade do próprio sistema produtivo–econômico, utilizar alternativas para enfrentar a questão dos resíduos que proporcionem a redução na geração e promova o ciclo da matéria dos resíduos gerados, utilizando-os em mais de um ciclo e tantos quantos possíveis, avançando com as práticas da economia circular. Diante disso, a incineração, mesmo com recuperação energética, é uma alternativa a se pensar para os rejeitos e não ser aplicada aos resíduos recicláveis.

A tecnologia do coprocessamento baseia-se na queima dos resíduos no forno rotativo de clínquer em alta temperatura (1450°C a 2.000°C), ambiente alcalino, atmosfera oxidante, ótima mistura de gases e produtos, e tempo de residência (> 2 segundos) geralmente suficiente para a destruição de resíduos perigosos (ROCHA; LINS; SANTOS, 2011).

Para Kihara (2009, p. 4), o coprocessamento é uma tecnologia “de destinação final de resíduos em fornos de cimento que não gera novos resíduos”. Para Souza (2008), é uma “técnica de destruição térmica a altas temperaturas em fornos de clínquer, devidamente licenciados para este fim, com aproveitamento de conteúdo energético e/ou aproveitamento da fração mineral como matéria-prima, sem a geração de novos resíduos”.

Comparando-se com a incineração, que ainda gera cinzas dos resíduos, o coprocessamento promove a destruição dos resíduos, sendo encontradas duas terminologias na literatura e legislação – co-incineração e coprocessamento.

Quanto à terminologia, Rocha, Lins e Santos (2011, p. 2) apresentam que o termo co-incineração é mais adequado “quando o resíduo é utilizado como combustível” e o termo coprocessamento, “quando o resíduo é utilizado como fonte de calor e matéria-prima, podendo ser incorporado ao clínquer e melhorando a qualidade do produto”. Mesmo assim, os autores aplicam o termo coprocessamento indistintamente como forma de padronização e por ser o mais empregado na literatura.

Embora seja “uma alternativa de eliminação de resíduos que poderiam ter uma disposição de maior impacto ambiental” (ROCHA; LINS; SANTOS, 2011, p. 9), os autores apresentam em seu estudo várias pesquisas que levantam problemas de segurança ambiental em relação às emissões e situações de incorporação de componentes ao produto (cimento) com efeitos à saúde dos trabalhadores. Esses trabalhos sinalizam que essa tecnologia requer maiores estudos quanto à segurança ambiental e à saúde.

Essa tecnologia vem sendo empregada para a destinação de resíduos perigosos no Brasil, sendo o principal deles os pneus inservíveis, dado o seu poder calorífero. No âmbito dos RSU, a sua aplicação vem hierarquizada após a não geração, redução, reutilização e reciclagem; e antes do tratamento (incineração) e disposição final. Portanto, representa uma alternativa para os resíduos que não puderem ter aproveitamento tecnológico e mercado via reutilização e reciclagem, aplicações estas em sintonia com as propostas da economia circular.

O avanço tecnológico, em um primeiro momento, teve sua contribuição em ampliar a capacidade de exploração dos recursos naturais, ao mesmo tempo em que contribuiu com a degradação ambiental; o desenvolvimento de produtos que estimularam o consumo e levaram à geração de resíduos, que descartados inadequadamente contribuíram com a poluição de áreas e recursos hídricos, criando situações de riscos e contaminação ao ambiente, aos animais e para as pessoas. Num segundo momento, a tecnologia tem papel relevante em promover que materiais considerados rejeitos passam a ser aproveitados em novo ciclo produtivo, podendo ser desviados do aterro sanitário; em desenvolver produtos que em sua concepção estejam materiais reaproveitáveis após o uso ou consumo; em desenvolver processos com menor ou sem impacto negativo ao ambiente e para as pessoas. Para tanto, é necessário estimular o desenvolvimento de novas tecnologias e o mercado dos produtos.

## 2.9 O custo de oportunidade na análise econômica e definição de custos

A análise econômica constitui fator determinante para a tomada de decisão de investimentos a serem realizados pelos gestores públicos e privados, considerando o modelo capitalista vigente e a própria racionalidade dos indivíduos e coletividade na busca de melhor alternativa para sua satisfação.

Desta forma, a “economia pode ser entendida como um estudo da escassez e dos fenômenos dela resultantes, de forma mais sofisticada, como o estudo da alocação de recursos escassos entre usos alternativos com vistas à satisfação das necessidades” (PEREIRA et al., 1990, p. 2). Diante do cenário de que para uma determinada situação ou investimento de recursos financeiros tem-se mais de uma alternativa (e excludentes), surge a concepção do “custo de oportunidade” ou “custo alternativo”.

O surgimento da expressão custo de oportunidade se dá com Frederich Von Wieser, que define o valor de um fator de produção em qualquer uso como sendo “a renda líquida gerada pelo fator (de produção) em seu melhor uso alternativo” (BURCH; HENRY, 197? apud PEREIRA et al., 1990, p. 3). Ainda, para Pereira et al., (1990, p. 3),

O conceito de custos de oportunidade pressupõe alternativa viável e, portanto, existentes para o consumidor ou para o empresário. Pressupõe, também, uma decisão efetiva sendo tomada e que, o sendo, acarreta o sacrifício/abandono de outras (s) que não foi (ram).

Para a teoria econômica, o custo de oportunidade ou custo alternativo, de acordo com Santos (2000), “surge quando o decisor opta por uma determinada alternativa de ação em detrimento de outras viáveis e mutuamente exclusivas, sendo assim, representa o benefício que foi desprezado ao escolher uma determinada alternativa em função de outras”.

Para Miller (1981 apud SANTOS, 2000), “o custo tem um significado muito especial em Economia, significa apenas uma coisa - o custo de oportunidade”. Desta forma, o custo dos fatores de produção só pode ser mensurado através de seu custo de oportunidade.

O quadro 4 apresenta uma síntese de vários conceitos de custo de oportunidade, evidenciando seu entendimento pela busca da alternativa mais viável, o melhor uso dos recursos, o valor da opção e os respectivos benefícios sacrificados.

Mesmo com os diversos conceitos apresentados no quadro 4, a aplicação para a ideia de firma, empresa, empreendimento, é de que todos estes agentes estão presentes no setor produtivo e prestam serviços à sociedade na forma de bens ou serviços, sendo validados pela aceitação e satisfação demonstrada pela sociedade.

Quadro 4 - Conceitos de custo de oportunidade sob o enfoque econômico

<b>FONTE</b>	<b>Conceito</b>
WIESER (1860)	Renda líquida gerada pelo uso de um bem ou serviço no seu melhor uso alternativo
MEYERS (1942, p.194)	Custo de produção de qualquer unidade de mercadoria é o valor dos fatores de produção empregados na obtenção desta unidade - o qual se mede pelo melhor uso alternativo que se poderia dar aos fatores se aquela unidade não tivesse sido produzida.
BILAS (1967, p.168)	Os custos dos fatores para uma empresa é igual aos valores destes mesmos fatores em seus melhores usos alternativos.
LIPSEY; STEINER (1969, p.215)	O custo de se utilizar alguma coisa num empreendimento específico é o benefício sacrificado (ou custo de oportunidade) por não utilizá-lo no seu melhor uso alternativo.
LEFTWICH (1970, p.123)	O custo de uma unidade de qualquer recurso usado por uma firma é o seu valor em seu melhor uso alternativo.

Fonte: SANTOS (2000).

Essa concepção de alcance para toda a sociedade é evidenciada por Lefiwich (1970, p. 4 apud PEREIRA et al. 1990, p. 4) ao afirmar que

o custo de uma unidade de qualquer recurso usado por uma firma é o seu valor em melhor uso alternativo, a isso denominado de princípio do custo alternativo ou princípio do custo de oportunidade, válido, segundo ele, para a sociedade como um todo, assim como para uma só firma.

Com isso, a escolha da utilização de recursos públicos com base no custo de oportunidade, proporciona uma visão mais abrangente para os gestores quanto aos benefícios sociais e ambientais das alternativas, para cada situação problema. Inclui-se nesta avaliação o repensar do processo de valoração, não se restringindo apenas a economia convencional.

Um aspecto relevante neste enfoque “é que a opção de uma alternativa implica no abandono ou sacrifício da(s) não escolhida(s). Assim, o custo de oportunidade da alternativa escolhida é o custo da alternativa abandonada que lhe proporcionaria maior satisfação” (BEUREN, 1993, p. 2).

Essa afirmativa corrobora com o entendimento de Bernardes e Ferreira (2008, p. 17), de que “neste contexto, emerge a necessidade de se elegerem novos valores e paradigmas capazes de romper com a dicotomia sociedade/natureza”. Neste sentido, Oseki e Pellegrino (2004) reforçam que esses novos paradigmas orientem práticas que conciliem a intervenção no espaço com a conservação dos recursos naturais, evoluindo para o planejamento ambiental, como um avanço do planejamento urbano integrado à dimensão ambiental.

Em relação à relevância da aplicação do custo de oportunidade na tomada de decisão pelos gestores para a melhor alternativa, Beuren (1993) afirma que “no que concerne à aceitação do custo de oportunidade no processo de tomada de decisões, os economistas são concordes em que este é o verdadeiro custo”.

Um dos mecanismos que vem sendo bastante utilizado na aplicação dessa forma de apuração de custos, envolvendo aspectos ambientais, é a remuneração total ou parcial dos custos de oportunidade por meio de compensações a produtores rurais como parte de esquemas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), elemento importante de motivação para a conservação ambiental, embora o principal motivo venha sendo a percepção da escassez de água (VEIGA NETO; MAY, 2010).

A definição de valores a serem aplicados como compensação pela proteção dos recursos naturais e prestação dos serviços ambientais, com base no custo de oportunidade de atividades produtivas para uma determinada área, representa um mecanismo prático para o mercado.

A título de exemplo de aplicação dessa metodologia no Brasil, em experiência relatada do município de Extrema, MG, os produtores recebiam 100 Unidades Fiscais (UF) do município por hectare da área total da propriedade, por um prazo de quatro anos, em compensação à conservação de nascentes. O valor definido para a UF representou um valor superior ao custo de oportunidade para a pecuária de leite (atividade predominante), mas bem menor que o uso para loteamento residencial (VEIGA NETO; MAY, 2010). Essa compensação estimulou produtores a conservarem suas nascentes, por se tornar economicamente mais vantajosa que a utilização da área para a produção de leite.

A análise dos custos com base no custo de oportunidade em relação ao meio ambiente e os recursos naturais demanda nova forma de pensar, uma abordagem multidisciplinar, com o olhar de vários ângulos ou dimensões do conhecimento e da realidade. Assim, a mensuração de valores encontra sintonia com a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (GIRS), de maneira que cada situação seja analisada sob o prisma das dimensões econômica, ecológica, cultural, social, política e tecnológica.

De modo a ampliar essa percepção e avaliação do custo, a integração da economia do meio ambiente, da GIRS e da geografia, representa mais um avanço. A aplicação da geografia acrescenta a percepção dos impactos da atividade sobre o espaço, a área, com os conflitos entre usos em potencial para a sociedade. E cada uso pode representar valores monetários a serem computados no custo ou valores qualitativos a serem considerados na tomada de decisão.

Em relação ao aterro sanitário, a apuração dos custos de oportunidade das alternativas de destinação dos resíduos, envolve os benefícios gerados com o destino dado (por exemplo, a coleta seletiva e reciclagem) e, ao mesmo tempo, os custos evitados com os resíduos, caso continuassem sendo destinados para disposição no aterro. Essa forma de analisar e estimar os custos é melhor compreendida e estimada com a integração entre essas áreas, demonstrando

que o enfoque multidisciplinar amplia a visão e compreensão do contexto, seja no diagnóstico, seja na busca de soluções.

O aterro sanitário tem, enquanto empreendimento, sua demanda de investimento distribuídas em várias etapas e num ciclo de vida que envolve a pré-implantação, implantação, operação, encerramento e pós-encerramento (monitoramento). Cada etapa tem a demanda de recursos e duração em que os mesmos são necessários.

Em trabalho para a análise da viabilidade econômica de aterro sanitário, em três portes, a Fundação Getúlio Vargas (FGV) realizou estudo para a Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos (ABETRE) (FGV, 2009), apresentando a demanda de recursos, por etapa e total, para um aterro sanitário com capacidade de recebimento de 100 t/dia e com ciclo total de vida (da pré-implantação ao final do monitoramento) estimado em 42 anos (Tabela 31).

Tabela 31 - Estimativa de viabilização de aterro sanitário de pequeno porte (100 t/dia)

Etapa	Custo (R\$)	% de participação no total	Ano (período da etapa)	Obs.:
Custos pré-implantação	608.087,00	1,16	1°	Inclui estudo de viabilidade, aquisição do terreno, projeto, licenciamento, impostos e taxas.
Custos de Implantação	2.669.178,00	5,09	2°	Infraestrutura geral, como canteiros, cercamento, pavimentação, células, esgotos, drenos, áreas verdes, instalações de apoio, administração, impostos e taxas. Não foi localizado na planilha de modelagem dos custos menção aos equipamentos (máquinas), sendo esperado estarem incluídas nos custos de implantação.
Operação	45.468.163,00	86,70	3° ao 22°	Manutenção nas células de disposição, drenos, tratamento de percolados, áreas verdes, monitoramento ambiental e geotécnico, mão de obra, administração, impostos e taxas.
Custo encerramento	486.667,00	0,93	23°	Obras de encerramento e cobertura semipermeável.
Custos pós-encerramento / monitoramento	3.212.354,00	6,13	24° ao 42°	Tratamento de percolados, áreas verdes, monitoramento ambiental e geotécnico, mão de obra, administração, impostos e taxas.
<b>Custo Total</b>	<b>52.444.449,00</b>			

Fonte: FGV (2009, p. 11). Adaptado por Humberto Ferreira Silva Minéu (Fev/2017).

Nota: Foi considerado o modelo para aterro de RSU e Classe IIA, com capacidade volumétrica de resíduos de 811.111 m<sup>3</sup> (mais 162.22 m<sup>3</sup> de solo de cobertura), com recebimento de 100t/dia. Valor inclui os tributos (PIS, COFINS, ISS, IRPJ e CSLL) e ciclo de vida do aterro de 42 anos. Não consideraram receitas com créditos de carbono e biogás por considerarem a modelagem ser incerta e imprecisa.

O estudo da FGV apresenta, também, as estimativas para aterros considerados como de médio e grande porte, sendo utilizado no presente trabalho apenas o de pequeno porte, devido a sua proximidade com o aterro sanitário do município utilizado no estudo de caso.

Essa classificação de porte do aterro foi estabelecida pelas entidades, sendo que difere da classificação utilizada na Deliberação Normativa do Conselho Estadual de Política Ambiental – Copam, n. 74, de 09 de setembro de 2004, que classifica os empreendimentos de Tratamento e/ou disposição final de resíduos sólidos urbanos (código E-03-07-7) quanto ao porte em: Pequeno: Quantidade Operada < 15 t/dia; Grande: Quantidade Operada > 100 t/dia; E as demais quantidades como de porte médio (COPAM, 2004). De acordo com essa classificação do COPAM, o aterro de pequeno porte nos critérios da FGV/ABETRE seria considerado de grande porte para efeito de licenciamento ambiental em Minas Gerais.

Apesar dessa divergência de critérios, a tabela 31 fornece estimativas de recursos financeiros necessários ao empreendimento, por etapa, no ciclo de 42 anos de atividade do mesmo. Os valores financeiros e prazos por etapa e total são aplicáveis para a análise, servindo como parâmetro de estimativa dos custos do aterro objeto de estudo, especialmente para as etapas em que não foram identificados os valores gastos ou a previsão de recursos financeiros a serem despendidos em período futuro.

Nas estimativas realizadas pela FGV, foram utilizados os seguintes impostos e alíquotas: Imposto Sobre Serviços (ISS) de 5,0% da receita operacional; a Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS) de 7,6% da receita; o Programa de Integração Social (PIS) de 1,65% sobre o faturamento; e o Imposto de Renda Pessoa Jurídica (IRPJ) e Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL) em 34,0% do lucro tributável (FGV, 2009).

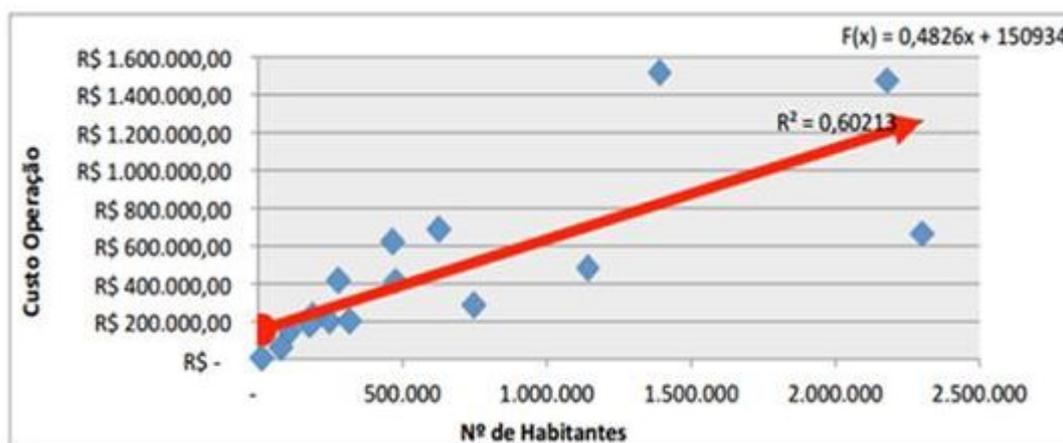
Essa carga tributária aplicada sobre o empreendimento de prestação de serviço de disposição final de resíduos eleva os custos da atividade, que impactam o valor a ser pago pelo próprio poder público e, conseqüentemente, recaindo sobre o contribuinte por meio da taxa de coleta e destinação dos RSU.

Como se trata de uma atividade de prestação de serviço público, tal cobrança poderia ser repensada, uma vez que os valores arrecadados com os impostos representam o retorno de parte do valor pago pelo próprio poder público, a prefeitura, representando apenas a elevação dos recursos envolvidos na atividade.

O impacto do custo do aterro nas despesas públicas apresenta relação com o tamanho da população, seja no custo total ou per capita. Em estudo de Brandão e Silva (2011), com base no levantamento de 126 aterros em diversas regiões do Brasil, identificaram por meio de

regressão linear a relação em que quanto maior a população maior o custo total de operação do aterro (Figura 6). Esses autores também concluem que quanto maior a população atendida com a disposição no aterro, menor o custo per capita, bem como menor o custo da tonelada depositada no aterro.

Figura 6 - Custo do aterro sanitário por número de habitantes no Brasil (R\$)



Fonte: BRANDÃO; SILVA (2011).

A partir desses dados, Brandão e Silva (2011), sinalizam que as ações consorciadas, para os municípios com menor população, tendem a ser mais favoráveis quanto à redução de custos e do impacto no PIB, causando menor comprometimento dos recursos de cada município.

Procedimentos de análise de viabilidade econômica do empreendimento, do impacto nos recursos do município, no custo per capita, incluindo efeitos na taxa de coleta a cobrar do cidadão, são importantes no processo de tomada de decisão dos gestores. Isso se aplica tanto para a identificação da melhor opção de aterro, bem como para a busca de alternativas para a destinação dos resíduos.

### **3 METODOLOGIA**

Essa seção apresenta os fundamentos teóricos-conceituais das opções metodológicas adotadas no estudo e os procedimentos utilizados para a coleta dos dados e informações. Alguns procedimentos pontuais, em que o detalhamento específico se fez necessário, foram complementados na seção de resultados e discussão, sempre que considerado necessário e relevante para a compreensão pelo leitor.

Para a obtenção de melhor compreensão e alcance dos objetivos propostos, optou-se pela utilização de elementos da pesquisa qualitativa e quantitativa, além de se definir como objeto de estudo, o caso do aterro sanitário no município de Ituiutaba, MG.

#### **3.1 A pesquisa qualitativa**

A pesquisa qualitativa apresenta maior profundidade de análise de determinado processo ou problema de estudo, de modo que “um fenômeno pode ser melhor compreendido no contexto em que ocorre e do qual é parte, devendo ser analisado numa perspectiva integrada”, com vários tipos de dados coletados e analisados para que se entenda a dinâmica do fenômeno (GODOY, 1995b, p. 21).

A pesquisa qualitativa envolve a obtenção de dados descritivos em processos interativos pelo contato direto do pesquisador com a situação estudada, valoriza esse contato direto e prolongado, o ambiente e as pessoas devem ser observados de forma holística e não procura enumerar e/ou medir os eventos estudados (GODOY, 1995a).

Na condução da pesquisa qualitativa ocorreram análises parciais, com os levantamentos sendo analisados e retornando ao campo, o que representa a interação do pesquisador com a realidade estudada e a aplicação do caráter interativo da pesquisa qualitativa (ALENCAR; GOMES, 1998).

A aplicação da pesquisa qualitativa nesse estudo envolveu o delineamento do estudo de caso; a análise de documentos para o levantamento e sistematização de custos do aterro; a observação dos procedimentos de gestão dos resíduos no município e das discussões em andamento; a valoração da área do entorno do aterro; levantamento de experiências externas; a análise de dados, informações e fontes de dados durante a realização da pesquisa, permitindo o redirecionamento da busca de dados, formas de sistematização, análise e

validação. Além disso, permitiu ao pesquisador apresentar sugestões aos atores envolvidos na gestão de resíduos sólidos – prefeitura, empresas e cidadão, diretamente ou em eventos.

### **3.2 A pesquisa quantitativa**

A pesquisa quantitativa permite ao pesquisador conduzir o trabalho com base em um plano pré-estabelecido, com hipóteses especificadas e variáveis definidas. Preocupa-se com a medição objetiva e a quantificação dos resultados, a precisão, evitando distorções na análise e interpretação dos dados, buscando garantir uma margem de segurança em relação às inferências obtidas (GODOY, 1995a).

Sua aplicação no estudo envolveu a quantificação dos resíduos coletados no município e destinados ao aterro sanitário e à coleta seletiva, elaborando séries históricas para análise de evolução do crescimento, comparativo com aspectos demográficos e socioeconômicos da população. Permitiu também a análise dos custos dos dois sistemas de coleta dos resíduos, comparativos e elaboração de cenários com as projeções de crescimento da geração dos resíduos e do município.

### **3.3 O estudo de caso**

Um dos primeiros aspectos metodológicos da pesquisa foi a opção pelo estudo de caso, com a delimitação envolvendo o aterro sanitário no município de Ituiutaba, MG, e a alternativa da coleta seletiva para a compostagem e reciclagem dos resíduos.

O estudo de caso “se caracteriza como um tipo de pesquisa cujo objeto é uma unidade que se analisa profundamente” (GODOY, 1995b, p. 25). Trata-se de uma investigação empírica de um fenômeno contemporâneo no seu contexto de vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos, baseando-se em várias fontes de evidências (YIN, 2001).

O propósito fundamental do estudo de caso é analisar intensivamente uma dada unidade social. Nela, o pesquisador deve se preocupar em mostrar a multiplicidade de dimensões presentes, uma vez que a realidade é sempre complexa, para uma apreensão mais completa do fenômeno enfatizando as várias dimensões, utilizando variedade de dados coletados em diferentes momentos e variadas fontes (GODOY, 1995b).

“Ainda que os estudos de caso sejam, em essência, pesquisa de caráter qualitativo, podem comportar dados quantitativos” (GODOY, 1995b, p.26). A autora afirma ainda que

“os dados devem ser coletados no local onde eventos e fenômenos [...] estudados naturalmente acontecem, incluindo entrevistas, observações, análise de documentos e, se necessário, medidas estatísticas” (GODOY, 1995b, p. 27).

O estudo de caso, como os experimentos, “são generalizáveis a proposições teóricas, e não a populações ou universos [...] e o objetivo do pesquisador é expandir e generalizar teorias (generalização analítica) e não enumerar frequências (generalização estatística)” (YIN, 2001, p. 29).

A definição do caso para o estudo envolveu parâmetros locais favoráveis à obtenção e análise de dados em relação aos objetivos propostos e atividade do pesquisador: o município ter aterro em funcionamento desde dezembro de 2005; ter sistema de coleta seletiva realizado por Cooperativa formalizada desde 2003, com apoio da prefeitura mediante convênio; e o pesquisador desenvolver atividades de ensino, pesquisa e extensão no tema de gestão de resíduos e educação ambiental nas escolas para a coleta seletiva desde 2011.

### **3.4 O estudo exploratório**

A pesquisa contempla a utilização do estudo exploratório, que constitui um momento da pesquisa qualitativa que proporciona ao investigador a busca de informações e evidências para melhor delimitação e fundamentação do problema da pesquisa (ALENCAR; GOMES, 1998). De acordo com esses autores, o estudo exploratório proporciona aprofundar o conhecimento do problema, do contexto em que está inserida a pesquisa, a busca de mais evidências, pessoas e entidades envolvidas.

Nessa etapa foi possível aprofundar o conhecimento da área em que está instalado o aterro sanitário do município; o levantamento das fontes de dados disponíveis; a localização e análise do projeto de construção e operação do aterro (planta baixa, documento descritivo); localização dos documentos dos processos licitatórios para obtenção dos investimentos realizados (itens contratados e valores gastos); os atores envolvidos (gestores, técnicos responsáveis, empresas); potenciais informantes sobre o tema (em função do tempo decorrido desde a elaboração do projeto do aterro ocorreram mudanças de pessoal e empresas atuando na sua construção e operação); estruturação da forma de sistematização dos dados disponíveis e eventuais lacunas nos dados locais; identificação de fontes na estrutura do poder público quanto a mapas do município, do perímetro urbano e encaminhamentos adotados e em fase de planejamento pelo poder público quanto ao tema do estudo.

### **3.5 A pesquisa bibliográfica**

A pesquisa bibliográfica tem sua contribuição no aspecto em que “recupera o conhecimento científico acumulado sobre um problema” (RODRIGUES, 2007, p. 7). Esse tipo de pesquisa “é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos” (GIL, 2006, p. 65). Para esse autor, a principal vantagem da pesquisa bibliográfica está em permitir uma cobertura bem mais abrangente do fenômeno do que poderia ao pesquisar diretamente. Contudo, um cuidado importante do pesquisador ao utilizar fontes secundárias é o fato das mesmas apresentarem dados coletados ou processados de forma equivocada, cabendo ao pesquisador “analisar em profundidade cada informação para descobrir possíveis incoerências ou contradições e utilizar fontes diversas” (GIL, 2006, p. 66). Esse foi um aspecto importante nos procedimentos da pesquisa, com situações sendo checadas junto às fontes de dados devido a erros de lançamento ou de cálculos encontrados.

A utilização da pesquisa bibliográfica inclui a realização da revisão de literatura, cujo propósito pode variar entre pesquisadores, sendo para pesquisadores iniciantes o seu propósito “determinar as respostas sobre o que se sabe a respeito de um tópico”, enquanto “pesquisadores experientes analisam pesquisas anteriores para desenvolver questões mais objetivas e perspicazes sobre o mesmo tópico” (YIN, 2001, p. 28).

A pesquisa bibliográfica foi utilizada para o levantamento do referencial de estudo e aplicação na pesquisa; a revisão de literatura quanto a trabalhos na linha de análise; levantamento e sistematização de experiências de outras regiões, países, que contribuam para minimizar a destinação de resíduos aos aterros sanitários e valoração das mesmas; e, informações quanto aos impactos e riscos referentes à saúde, a contaminação do lençol freático, comprometimento da paisagem e relação de vizinhança com a população.

### **3.6 A análise de documentos**

Os documentos constituem uma rica fonte de dados e proporcionam o exame de materiais que ainda não receberam um tratamento analítico ou que podem ser reexaminados. São uma fonte não reativa, de modo que as informações neles contidas permanecem as mesmas após longos períodos de tempo; podem ser considerados uma fonte natural de informações, devido sua origem em um determinado contexto histórico, econômico e social (GODOY, 1995b). Essas fontes são muitas vezes “capazes de proporcionar ao pesquisador

dados suficientemente ricos para evitar a perda de tempo com levantamentos de campo” (GIL, 2006, p. 160)

A palavra ‘documentos’ deve ser entendida de forma ampla, incluindo os materiais escritos, como: jornais, revistas científicas e técnicas, diários, obras literárias, cartas, memorandos, relatórios; as estatísticas, que produzem um registro ordenado e regular de vários aspectos da vida em sociedade; e, os elementos iconográficos, como: sinais, grafismos, imagens, fotografias, filmes (GODOY, 1995b).

Esse método se assemelha à pesquisa bibliográfica, com a diferença de que enquanto essa utiliza de contribuição de autores, a pesquisa documental utiliza de documentos que não receberam tratamento analítico ou que podem ser reelaborados conforme os objetivos da pesquisa (GIL, 2006).

A análise de documentos tem vantagens no processo de investigação: permite o estudo de pessoas às quais não temos acesso; é apropriada quando queremos estudar longos períodos de tempo; e, pode ser utilizada como uma técnica complementar, validando e aprofundando dados obtidos por outros métodos (GODOY, 1995b). De acordo com Gil (2006), esse método possibilita o conhecimento do passado sem o viés da percepção de um respondente e proporciona a obtenção de dados com custos menores que levantamentos diretos.

Esse método foi utilizado na análise dos processos licitatórios de construção do aterro e aquisição de equipamentos, identificando os itens e valores investidos; na validação de informações de atores envolvidos; obtenção dos dados financeiros efetivamente desembolsados pelo município; e, no acesso a informações, dados, relatórios de épocas anteriores e elaborados por pessoas ou empresas que não atuam mais na área de estudo.

### **3.7 Observação participante**

Ao longo de todo o período de pesquisa foi utilizada a observação participante, em que o observador deixa de ser o espectador do fato estudado e se coloca na posição das pessoas envolvidas no fenômeno. Nesse processo, é “importante manter um relacionamento agradável e de confiança entre o observador e o observado. [...] recomenda-se que os objetivos da pesquisa e a situação de observador sejam esclarecidos logo no início do trabalho” (GODOY, 1995b, p. 27)

Nesse sentido, Foote-Whyte (1990, p. 79) destaca, ao descobrir em seu relato de vivência, que sua aceitação como pesquisador “dependia muito mais das relações pessoais que desenvolvesse do que das explicações que pudesse dar”; e, “a importância crucial de obter

apoio de indivíduos-chaves nos grupos ou organizações [...]”. Essa situação também foi vivenciada pelo pesquisador durante a pesquisa, onde a relação pessoal estabelecida contribuiu de forma mais relevante para a coleta dos dados, no acesso a documentos, nas conversas com profissionais envolvidos nas atividades no município, do que a apresentação formal da pesquisa.

A participação ativa e revelada do observador (pesquisador) no ambiente de estudo leva ao surgimento da questão entre a objetividade e intervenção e as consequências para a pesquisa. Nesse sentido, Haguete (1987, p. 64) apresenta estudos em que vários “autores não veem incompatibilidade entre ‘objetividade’ e ‘intervenção’”. Ao contrário, conclui que “a natureza e qualidade dos dados se aperfeiçoam quando o pesquisador desempenha um papel ativo na modificação de certas condições do meio, em benefício dos observados”.

A observação participante apresenta algumas vantagens para a pesquisa, por facilitar o acesso a dados de situações que os membros da comunidade estudada estão envolvidos; o acesso a dados que a comunidade considera de domínio privado; e, captar palavras de esclarecimento que acompanham o comportamento dos observados (FLORENCE KLUCKHON, 1946 apud GIL, 2006).

O trabalho de observação proporcionou a participação das atividades e eventos ocorridos no município durante o período da pesquisa, promovendo o acompanhamento das ações empreendidas referentes ao tema e discussões quanto aos encaminhamentos definidos.

Nesse período (2013 – 2016), ocorreu a participação de forma revelada nas audiências públicas de elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico (2013); como membro de Comissão do Ensino Médio e nas audiências públicas de elaboração do Plano Municipal de Educação (2015); audiência pública do plano diretor (2014); nas audiências públicas de elaboração do Plano Intermunicipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos (PIGIRS), do Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento Sustentável (CIDES), no acompanhamento do levantamento de dados de gravimetria do município (ago/2015) e reuniões setoriais de implantação do PIGIRS (2015 – 2016); e, na Conferência das Cidades (jul/2016).

Também foi realizada a observação in loco da estrutura existente no aterro, dos procedimentos de recebimento, pesagem e descarga dos resíduos sólidos, incluindo registro fotográfico, em momentos próprios a essa finalidade e durante os momentos em que se realizava o levantamento das quantidades de resíduos por meio do acesso aos tickets de pesagem na unidade administrativa do aterro. Nesse período, o acesso aos dados e estrutura

do aterro foi facilitado pelos membros do poder público que respondiam pela sua operação e gestão.

Além dos eventos organizados via poder público, também ocorreu a participação em eventos de entidades privadas abordando o tema de gestão de resíduos sólidos, como forma de acompanhar a evolução da gestão dos resíduos no município, as intenções e ações dos atores corresponsáveis pela destinação dos mesmos, como forma de estar em sintonia e atualizado para análise do contexto local, bem como a apresentação de eventuais sugestões e dados parciais sem comprometer a análise final da pesquisa. Em todos os casos, o trabalho de observação participante se deu de forma ativa, com o pesquisador participando, interagindo com diversos atores locais, conforme o tema e situação, com análise e sugestões para a gestão de resíduos sólidos no município.

### **3.8 O informante e a conversa informal**

O informante, no contexto dessa pesquisa, difere do respondente, termo comumente utilizado para as pessoas que respondem a um questionário ou uma entrevista formal. O informante ou informantes-chaves são pessoas que “fornecem ao pesquisador [...] percepções e interpretações sobre um assunto, como também podem sugerir fontes nas quais pode-se buscar evidências corroborativas – e pode-se iniciar a busca por evidências” (YIN, 2001, p. 112).

A utilização do informante na pesquisa proporcionou identificar fontes de dados (documentos) e a sua localização na estrutura do poder público local; identificar pessoas que foram e são relevantes dentro do tema do estudo desde o projeto e início das atividades do aterro sanitário e coleta seletiva no município.

Ao mesmo tempo, os informantes-chaves foram localizados e procurou-se o contato com os mesmos para obter informações referentes ao tema e esclarecimentos de dados encontrados nos documentos, sendo importante para a validação dos dados, bem como para melhor compreensão dos mesmos, a partir da contextualização de decisões realizadas na respectiva época pelos envolvidos.

Os informantes-chaves foram objeto de realização de entrevista focal, de curta duração, de forma espontânea e que assumem o caráter de uma conversa informal, mas seguindo certo conjunto de perguntas que se originam do estudo (YIN, 2001, p.113). Esse procedimento é denominado por Gil (2006, p. 119) de entrevista informal, sendo que esse “tipo de entrevista é

o menos estruturado possível e só se distingue da simples conversação porque tem como objetivo básico a coleta de dados”.

Esse tipo de entrevista é recomendado em estudos exploratórios, de modo a abordar uma realidade pouco conhecida ou oferecer uma visão mais aproximada do problema para o pesquisador (GIL, 2006). Alguns cuidados com as informações obtidas dos informantes são importantes, de modo a verificar a credibilidade dos mesmos quanto às evidências e percepções, conforme alerta Becker (1993), para a utilização segura na análise e conclusões.

A utilização do informante e da conversa informal proporcionou a obtenção de relacionamentos próximos e de confiança com representantes do poder público e entidades envolvidas no tema do estudo. Facilitou o acesso aos dados, a identificação e localização dos mesmos.

### **3.9 Combinação de métodos**

No intuito de obter maior confiabilidade, profundidade e segurança quanto aos dados e informações encontrados, utilizou-se da combinação de métodos de pesquisa qualitativa e quantitativa. De acordo com Stauss e Corbin (1990 apud ALENCAR; GOMES, 1998, p. 35), “os dois tipos de método podem ser usados em um mesmo projeto de pesquisa”, referindo-se à combinação entre métodos qualitativos e quantitativos, ocorrendo por parte dos pesquisadores ênfase em um ou outro, em função de convicção, treinamento pessoal ou da natureza do problema estudado.

Para Paton (1990 apud ALENCAR; GOMES, 1998, p. 36), os estudos de avaliação têm apresentado avanços em apontar “o uso de métodos múltiplos, incluindo a combinação de dados qualitativos e quantitativos”. Para esse autor, os métodos qualitativos proporcionam o estudo de situações em profundidade e detalhadamente, enquanto os quantitativos requerem procedimentos padronizados e facilitam a comparação e tratamento estatístico.

O trabalho de combinação de métodos envolveu a articulação entre o levantamento direto dos dados, obtenção de dados pré-sistematizados, sistematização dos dados, contatos com informantes, localização de fontes de dados, análise de documentos, complementação de dados encontrados na literatura e em órgãos oficiais do governo federal, o que proporcionou maior segurança e clareza quanto ao alcance dos objetivos da pesquisa.

Os resultados apresentados, análises e discussões realizadas e conclusões emitidas se tornaram mais seguras, mantendo as limitações da pesquisa, que, inevitavelmente diante do

universo do conhecimento, não consegue abranger todas as variáveis possíveis e conhecimento sobre o tema.

### **3.10 Modelo conceitual de análise**

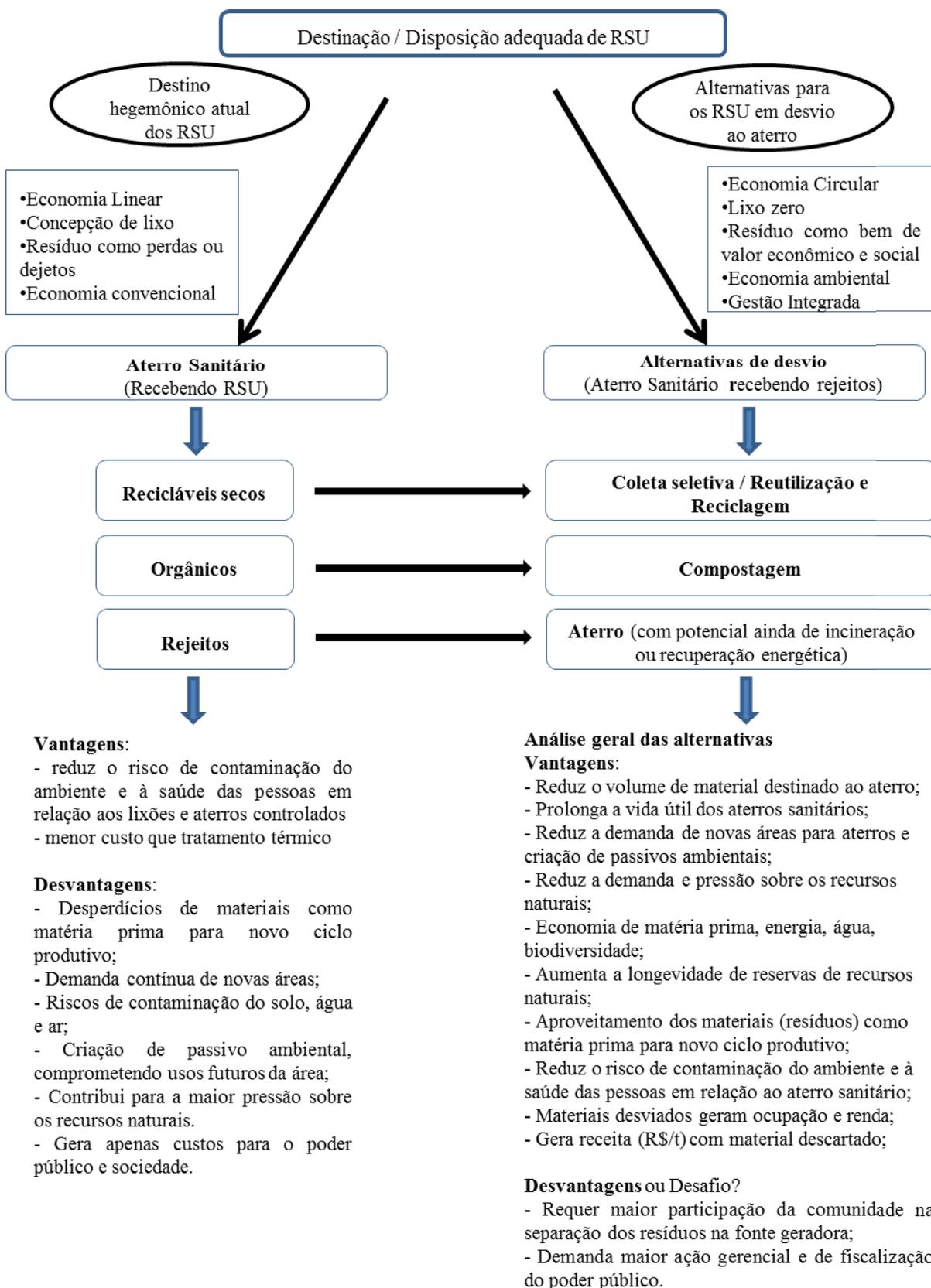
De modo a facilitar a compreensão da análise realizada no presente estudo, foi elaborada uma representação do modelo conceitual de análise utilizado na pesquisa, apresentado na figura 7. Parte-se da problemática da destinação adequada dos RSU, considerando-se dois caminhos: o destino predominante dos RSU aos aterros sanitários e as alternativas de destinação de partes dos RSU, os resíduos recicláveis secos e biodegradáveis. Para cada caminho escolhido estão representados os pressupostos teórico-conceituais que fundamentam a opção de escolha, bem como demonstram a partir da exposição dos mesmos anteriormente, os avanços ocorridos e os desafios que existem para ampliar a destinação adequada e obter benefícios econômicos, sociais e ambientais.

As alternativas para a destinação dos RSU em relação ao aterro sanitário envolvem: para os recicláveis secos, a coleta seletiva com o encaminhamento para a reutilização e reciclagem, sendo essa segunda a mais relevante no contexto econômico atual de realização do trabalho. Para os resíduos orgânicos apresenta-se a compostagem, com potencial de contribuição tão relevante quanto a reciclagem dos recicláveis secos, embora ainda carecendo de mais estudos que apresentem os aspectos tecnológicos e econômicos em nível semelhante.

Vantagens e desvantagens dos dois caminhos para a destinação dos RSU são relacionadas no modelo, favorecendo a percepção das vantagens das alternativas ao aterro, mesmo sem apresentar os valores econômicos envolvidos, com algumas demonstrações desses, de forma geral, expostos anteriormente na revisão de literatura.

Em relação aos custos e benefícios econômicos, ambientais e sociais, a partir do referencial utilizado e do modelo conceitual ilustrado, têm-se com a alternativa escolhida, por exemplo, a coleta seletiva e reciclagem: aumenta a longevidade dos recursos investidos, evita custos com a implantação, operação e monitoramento do aterro sanitário, bem como os custos com o sistema de coleta e transporte ao aterro. Ao mesmo tempo, embora tenha custos de implantação e operação, a alternativa ao aterro com a coleta seletiva, gera receita com a venda dos materiais e economia na produção com os recicláveis substituindo a matéria-prima virgem, além de diversos benefícios valorados economicamente, incluindo o recolhimento de impostos e contribuição previdenciária a partir do valor obtido com a comercialização dos resíduos.

Figura 7 - Representação do modelo conceitual de análise do trabalho com as alternativas de destinação dos RSU em relação ao aterro sanitário



### **3.11 Procedimentos metodológicos para a coleta e sistematização de dados**

O início da pesquisa foi realizado com a etapa de estudo exploratório, de modo a melhor conhecer o caso estudado, o objeto e amadurecer a delimitação do estudo. Nessa etapa, buscou-se a identificação da disponibilidade de dados e informações, das fontes dos dados e de pessoas (informantes) que trabalharam e ainda atuam na destinação dos RSU no município, que pudessem contribuir com a pesquisa, dada a necessidade de documentos e informações ao longo dos anos de implantação do aterro sanitário e coleta seletiva no município.

Foram identificados como fonte de acesso aos dados e documentos, os órgãos da prefeitura (Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos, Secretaria de Desenvolvimento Social, Secretaria da Fazenda), a Superintendência de Água e Esgotos de Ituiutaba (SAE) e a Cooperativa de Reciclagem de Ituiutaba (Copercicla), bem como a forma de solicitar dados e acesso aos documentos, visitas ao aterro para conhecer o processo de recepção dos resíduos e operação, a importância de acompanhar e levantar dados diretamente no aterro, bem como conhecer as pessoas que proporcionariam tais condições.

Paralelamente, a pesquisa bibliográfica permitiu a obtenção de estudos e dados referentes ao tema, de modo a criar um contexto macro de referência para a análise dos dados do caso estudado, bem como para eventuais comparações, sendo realizada durante todo o período do estudo.

Ao longo dos trabalhos de pesquisa, foi mantido o trabalho de observação participante, observando-se os procedimentos de coleta dos RSU no município, comportamentos da população em geral, participação em eventos referentes ao tema, promovidos por entidades públicas, de classe ou privadas, incluindo a apresentação de sugestões.

Para os procedimentos de coleta dos dados foi realizada a solicitação formal por parte do pesquisador, mediante memorandos impressos ou via e-mail, conforme o contato preliminar com informantes ou funcionários quanto aos procedimentos de cada órgão ou entidade. No memorando, conforme exemplo no apêndice A, apresentava-se o pesquisador, os objetivos da pesquisa e a demanda de dados/informações.

Nos casos de liberação de acesso aos locais, documentos e dados foram disponibilizados mediante autorização verbal, como o acesso ao aterro sanitário e levantamento de dados; o acesso e análise dos documentos da Secretaria de Obras e Serviços Públicos (SOSP) e SAE, realizados in loco. A Secretaria de Desenvolvimento Social retornou por e-mail (conforme formato enviado pelo pesquisador por e-mail) e a Secretaria da Fazenda disponibilizou o relatório impresso dos empenhos pagos do contrato do aluguel do prédio utilizado pela coleta

seletiva e dos valores do convênio com a Cooperativa, mediante solicitação formal via memorando e abertura de processo interno com avaliação pela procuradoria do município.

No decorrer da pesquisa, em situações de complementação de informações e dados, foi realizada a solicitação verbal a esses atores, em alguns casos por telefone, bem como a outros atores no município que atuaram como informantes na busca de identificar locais e pessoas que pudessem apresentar dados, informações e documentos acerca do tema de estudo. Esses contatos e conversas ocorreram em momentos solicitados pelo pesquisador e nos encontros com os mesmos em eventos referentes ao tema no município.

Os mapas disponibilizados pela prefeitura (planta do aterro, perímetro urbano antigo – 1992 e o perímetro urbano novo – 2015) foram obtidos junto à Secretaria de Planejamento, em formato DXF e georreferenciados no software Quantum GIS (QGIS), conferindo-os com a respectiva lei, com a criação da camada SHP. Os mapas utilizados no trabalho foram elaborados no QGIS, com obtenção de bases nacional, estadual e local no IBGE.

A legislação municipal referente ao estudo foi obtida junto aos agentes públicos e as atualizações/alterações foram verificadas junto ao setor da Procuradoria Geral do município, bem como obtidas junto a informantes e profissionais que atuam no setor e na atividade de pesquisa no município em tema que envolve a mesma legislação.

Os dados dos RSU depositados no aterro foram obtidos em três formas: de dez/2005 a dez/2006 mediante consulta ao relatório da prestadora de serviço em arquivo da Secretaria de Obras e Serviços Públicos (SOSP), realizado in loco; de jan/2007 a fev/2013, foram enviados pela SOSP por e-mail em planilha eletrônica com os dados mensais da quantidade de resíduos e valores pagos pela prefeitura para a coleta e na operação do aterro; foi realizado levantamento in loco no aterro em 2014 e 2015, mediante acesso aos tickets de pesagem diária dos resíduos, com autorização da SOSP, e também o envio dos dados de quantidade e valor pago pelo município para o serviço de coleta em planilha eletrônica por e-mail pela SOSP. Nesse período a prefeitura assumiu a operação do aterro e não disponibilizou dados de quantidade de material e valores financeiros gastos. Nesse caso, foi realizada uma estimativa do valor gasto com a atividade de operação do aterro sanitário, conforme detalhamento apresentado na seção de resultados e discussão.

Com o acesso aos tickets de pesagem, foi realizado um trabalho de separação por tipo de resíduo (RSU terceirizado, Domiciliar Prefeitura/Rural, Poda e Capina, Resíduo de Construção e Demolição-RCD, Animal Morto, Lodo da Estação de Tratamento de Esgoto, denominada de Estação de Recuperação e Preservação Ambiental de Ituiutaba - ERPAI,

Chorume enviado para a ERPAI, Outros/diversos), por dia, mês e ano, conforme o material e sistema de controle encontrado no setor, ilustrados na figura 8.

Figura 8 - Organização dos tickets de pesagem por tipo de resíduo, dia, mês e ano



Foto: Arquivo pessoal.

Na realização da pesquisa foi desenvolvida uma planilha eletrônica para registro desses dados, organizados de forma separada por tipo de resíduo, sendo preenchidas e repassadas via e-mail nos anos de 2014 e 2015 para a SOSP (Figura 9). Essa ação foi em retribuição pela abertura e disponibilização dos dados, como sugestão para a melhoria do sistema de registro e controle dos resíduos entregues. Além de contribuir com a geração de dados quantitativos e indicadores a serem utilizados no gerenciamento do aterro.

Sugeriu-se à administração do aterro a eliminação da categoria “outros/diversos”, por não haver essa classificação de resíduo prevista na norma vigente (lei 12.305/2010). Sugeriu-se, também, que passassem a registrar na pesagem os tipos de resíduos nas categorias de acordo com a célula de disposição (domiciliar, entulho, podas). No caso de animais mortos, estavam sendo dispostos juntamente na célula do resíduo domiciliar, com a sugestão de manter o registro em separado.

Para uso na pesquisa, foram considerados os dados referentes ao RSU terceirizado, mediante contrato da empresa que faz o serviço de coleta e disposição no aterro sanitário. O domiciliar rural coletado pela prefeitura representou, em 2015, apenas 1,7% do RSU coletado terceirizado, sendo desconsiderado na análise por não haver informação de custos e o baixo percentual em relação ao RSU coletado terceirizado.

Figura 9 - Planilha eletrônica desenvolvida no levantamento dos dados do aterro sanitário de Ituiutaba e encaminhada para a Secretaria de Obras

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following content:

**Planilha de recebimento e saída de resíduos sólidos do aterro sanitário de Ituiutaba-2015.xls** [Modo de Compatibilidade] - Microsoft Excel (Falha na Ativação do Produto)

**Arquivo** | Página Inicial | Inserir | Layout da Página | Fórmulas | Dados | Revisão | Exibição | Soda PDF Creator

**Fonte:** Times New Roman, 10

**Alinhamento:** Mesclar e Centralizar

**Número:** Geral

**Estilo:** Formatação Condicional, Formatar como Tabela, Estilos de Célula

**Células:** Inserir, Excluir, Formatar

**Edição:** AutoSoma, Preencher, Limpar, Classificar e Filtrar, Localizar e Selecionar

Resíduo	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total ano (Ton)	Média mensal (Ton)
Domiciliar	2.184.261	1.915.220	2.129.050	2.020.340	1.991.870	1.921.090	1.928.380	1.879.410	1.965.100	2.075.890	2.091.380	2.346.540	24.448,531	2.037,378
RCD	4.966.781	5.279.660	5.754.441	5.171.560	4.310.190	4.806.530	5.188.800	4.688.020	3.463.330	4.002.220	3.866.630	3.499.290	54.997,452	4.583,121
Poda / Capina	189.280	201.922	294.420	337.590	269.891	298.900	205.770	111.150	131.280	118.950	118.310	199.430	2.476,893	206,408
Outros	95.471	84.940	120.100	82.100	93.550	76.050	68.250	69.330	48.610	77.060	25.540	38.430	879,431	73,286
ETE	41.500	28.290	35.550	28.620	33.310	42.090	44.310	51.610	31.640	27.720	31.560	30.990	427,190	35,599
Domic Pref	2.500	10.620	4.840	2.000	3.430	7.660	2.670	2.170	6.280	2.780	2.310	9.080	56,340	4,695
Domic Part	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000	0,000
Animal Morto	11.000	0	830	20	0	160	7.230	0	70	1.090	1.660	1.020	23,080	1,923
<b>Total geral (T)</b>	<b>7.490,793</b>	<b>7.520,652</b>	<b>8.339,231</b>	<b>7.642,230</b>	<b>6.702,241</b>	<b>7.152,480</b>	<b>7.445,410</b>	<b>6.801,690</b>	<b>5.646,310</b>	<b>6.305,710</b>	<b>6.137,390</b>	<b>6.124,780</b>	<b>83.308,917</b>	<b>6.942,4</b>

**Planilha saída de chorume do aterro sanitário - 2015**

Chorume (kg)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	Média
Chorume (kg)	110.630	58.350	130.060	22.840	82.260	25.660	39.010	39.430	81.320	118.970	211.530	189.950	1.110,010	92,501

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Mar. 2014).

No período considerado para os levantamentos de dados do aterro sanitário para a pesquisa, o serviço de coleta de RSU passou por três situações distintas: de 2005 a 2006 a coleta era realizada pela prefeitura e o aterro operado por empresa terceirizada; de jan/2007 a fev/2013 o serviço de coleta e operação do aterro era prestado pela mesma empresa terceirizada; de mar/2013 até o encerramento da pesquisa o serviço de coleta foi realizado por empresa terceirizada e a operação do aterro pela prefeitura.

No sentido de manter uma linha de fontes de dados para análise, adotou-se o critério de utilizar os dados fornecidos pela SOSPA, tanto a quantidade de RSU destinado ao aterro como os valores pagos pelo serviço de coleta e operação. O levantamento realizado pela pesquisa em 2014 e 2015 ficou como forma de conhecer melhor o funcionamento do empreendimento e contribuição da pesquisa para o município quanto ao sistema de registro e indicadores.

A Secretaria de Desenvolvimento Social forneceu dados de apoio da prefeitura à Cooperativa de Reciclagem de Ituiutaba com o fornecimento de cestas básicas mensais, linha telefônica, auxiliar administrativo e os valores envolvidos, mediante solicitação via e-mail e contatos telefônicos. E a Secretaria da Fazenda disponibilizou os dados de aluguel das instalações e valor de subvenção anual repassado à Cooperativa mediante convênio, sendo esse último também obtido junto à Cooperativa.

No levantamento e sistematização dos dados da coleta seletiva, a Cooperativa de Reciclagem de Ituiutaba - Copercicla disponibilizou verbalmente o acesso aos documentos. Os dados foram sistematizados em planilha eletrônica elaborada pela pesquisa, envolvendo a quantidade de material comercializado e valor econômico, conforme consulta aos relatórios mensais de prestação de contas e notas fiscais de venda na sede administrativa da Copercicla, além do acesso aos documentos da entidade, como: relatórios mensais, livros da contabilidade, atas e estatuto. Além disso, os membros da diretoria apresentaram informações complementares sempre que solicitado durante a pesquisa, na forma de esclarecimentos quanto ao funcionamento e sistemática de registro dos dados. Ocorreram consultas ao escritório de contabilidade que atende a entidade para entendimento da sistemática de registros e precisão na coleta dos dados.

Como contribuição da pesquisa, no processo de coleta e sistematização dos dados, foram apresentados à Copercicla planilhas como sugestão para a sistematização dos seus dados, envolvendo receitas e despesas e a quantificação dos materiais, por tipos, grupos, nos períodos diário, mensal e anual. Os dados sistematizados para o estudo foram previamente apresentados e disponibilizados para a Copercicla, mediante solicitação de não divulgação antes da pesquisa.

Na estimativa do custo de oportunidade foi realizada a estimativa do custo de instalação do aterro sanitário do município, por meio de consulta aos processos licitatórios da época e contatos com informantes que vivenciaram o processo. Os valores nominais efetuados em momentos diferentes foram corrigidos para o mesmo momento (dezembro de 2006), com base no Índice Nacional da Construção Civil (INCC) e Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), de modo a gerar um valor de investimento para efeito de cálculo de depreciação anual durante a vida útil do empreendimento.

No caso de item não localizado nos documentos, recorreu-se a informantes que apresentaram valor gasto na época (como o valor do projeto) e a despesa de licenciamento foi estimada a partir de orçamento atual, com o cálculo de deflação para a época. Esses procedimentos apresentam mais detalhes nos respectivos momentos de apresentação nos resultados do trabalho.

Para a obtenção de valor atual de investimento necessário para instalar um novo aterro similar ao existente, utilizou-se o memorial descritivo do projeto do aterro encontrado em um dos processos licitatório, com orçamento realizado por profissional do mercado local, utilizando os valores tabelados pelo setor, na parte de obras. Para os equipamentos, foram realizados contatos com fornecedores de equipamentos similares dos mesmos fabricantes e solicitado por telefone ou e-mail valor atualizado. No caso de itens sem obtenção de orçamento, recorreu-se a atualização do valor do investimento na época de instalação do aterro, corrigido pelos índices do mercado, conforme o item, descrito em detalhe nos resultados.

A opção da coleta seletiva como alternativa ao aterro sanitário foi adotada por atender aos princípios da economia circular. Nesse caso, foi realizado o levantamento dos dados da coleta seletiva existente no município e estimados os custos evitados e benefícios gerados em relação aos resíduos recicláveis ainda destinados ao aterro sanitário, simulando o seu desvio (ou redirecionamento) para a coleta seletiva.

No levantamento dos benefícios com o desvio do material do aterro sanitário, foram considerados os benefícios econômicos, ambientais e sociais gerados, monetários e não monetários, valorados ou apenas qualitativos, mas que subsidiam o processo de tomada de decisão. A pesquisa bibliográfica forneceu trabalhos na literatura e relatórios de órgãos oficiais sobre os benefícios econômicos e ambientais da reciclagem, em valor monetário, que complementam os valores e benefícios identificados e quantificados no estudo.

Realizou-se a estimativa do valor econômico médio por hectare ao ano perdido, ou que deixa de ser gerado, com a área utilizada para a disposição dos RSU, ou seja, com a área do

aterro. Esse valor foi estimado com base no Produto Interno Bruto do setor agropecuário, devido o aterro ter sido instalado em área rural e ter no seu entorno área ocupada com pastagem.

Realizou-se a avaliação do valor econômico da área (terra) do entorno do aterro por meio de consulta a imobiliárias locais, considerando dois usos, em função da mudança de perímetro urbano durante a pesquisa. A produção agropecuária no caso do perímetro urbano antigo e loteamento urbano no caso do perímetro urbano novo (APÊNDICE B).

No levantamento dos dados tributários dos impostos pagos pela cooperativa, recorreu-se ao apoio do escritório de contabilidade que atende a mesma, quanto a compreender a forma de registro nos livros de contabilidade da entidade, bem como a interpretação e forma correta de extração dos dados.

Quanto aos valores referentes ao ICMS ecológico recebido pelo município, os dados foram obtidos no site da Fundação João Pinheiro (FJP). Ao ser identificada divergência entre valor total do critério meio ambiente em dois anos do período de levantamento em relação à soma dos subcritérios, foram realizados contatos por telefone e e-mail com técnicos da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) e Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) na busca de esclarecimento e compreensão. Nesses contatos foi obtida toda a legislação e normas referentes ao ICMS ecológico, bem como o modelo do formulário para avaliação do checklist do aterro (ANEXO A) e planilha contendo uma situação de avaliação do aterro sanitário do município (ANEXO B).

Na sistematização dos dados de quantidades e valores financeiros envolvendo a coleta e transporte dos resíduos e operação do aterro e a coleta seletiva, adotou-se no trabalho a sistemática de apresentação em tabelas com os dados em detalhe de cada item de despesa ou receita, acumulando posteriormente em tabelas sínteses, de modo a proporcionar a compreensão da evolução dos dados e conclusões.

Durante todo o período, foi realizada a checagem de dados e informações, utilizando a combinação de métodos, conferindo e/ou confrontando os dados encontrados em documentos com informantes ou outras fontes de dados, sempre que disponível. Em algumas situações, foram apresentados e discutidos com informantes resultados parciais para obtenção de esclarecimentos, explicações ou justificativas e verificação quanto a eventual interpretação do pesquisador estar condizente com o ocorrido no contexto local. A título de exemplo, a análise preliminar dos dados da coleta seletiva foi apresentada ao presidente da cooperativa, de modo validar a coerência dos dados levantados, bem como se havia alguma imprecisão. Da mesma

forma, dados parciais do aterro foram apresentados a agentes públicos no sentido de obter esclarecimentos que explicassem os valores e padrão de registros identificados.

A sistematização dos dados foi realizada previamente em planilhas eletrônicas, para posterior inserção no texto, bem como elaboração de gráficos. Isso pode ocasionar ligeiras diferenças ao se calcular os valores totais nas tabelas a partir dos valores intermediários, em função de arredondamentos ao transpor para o texto, enquanto na planilha a ferramenta utiliza o valor com maior número de casas decimais.

Na redação do trabalho, além das normas pertinentes de formatação do texto e referências, foram utilizadas as orientações da Comunicação Social do Senado referentes ao estrangeirismo na língua portuguesa, envolvendo palavras que não precisam da grafia destacada (itálico ou negrito) ou que precisem, mediante consulta pelo site do senado, no link <https://www12.senado.leg.br/manualdecomunicacao>.

Durante a realização da pesquisa foram apresentadas sugestões no âmbito da gestão de resíduos no município, em audiências públicas, aos profissionais que atuam na gestão dos RSU, à cooperativa de reciclagem e à prefeitura de Ituiutaba, por meio de memorando ao prefeito (APÊNDICE C). Essas sugestões estiveram sempre pautadas no intuito de contribuir com avanços na gestão dos resíduos do município, a partir da análise dos dados e resultados identificados na pesquisa.

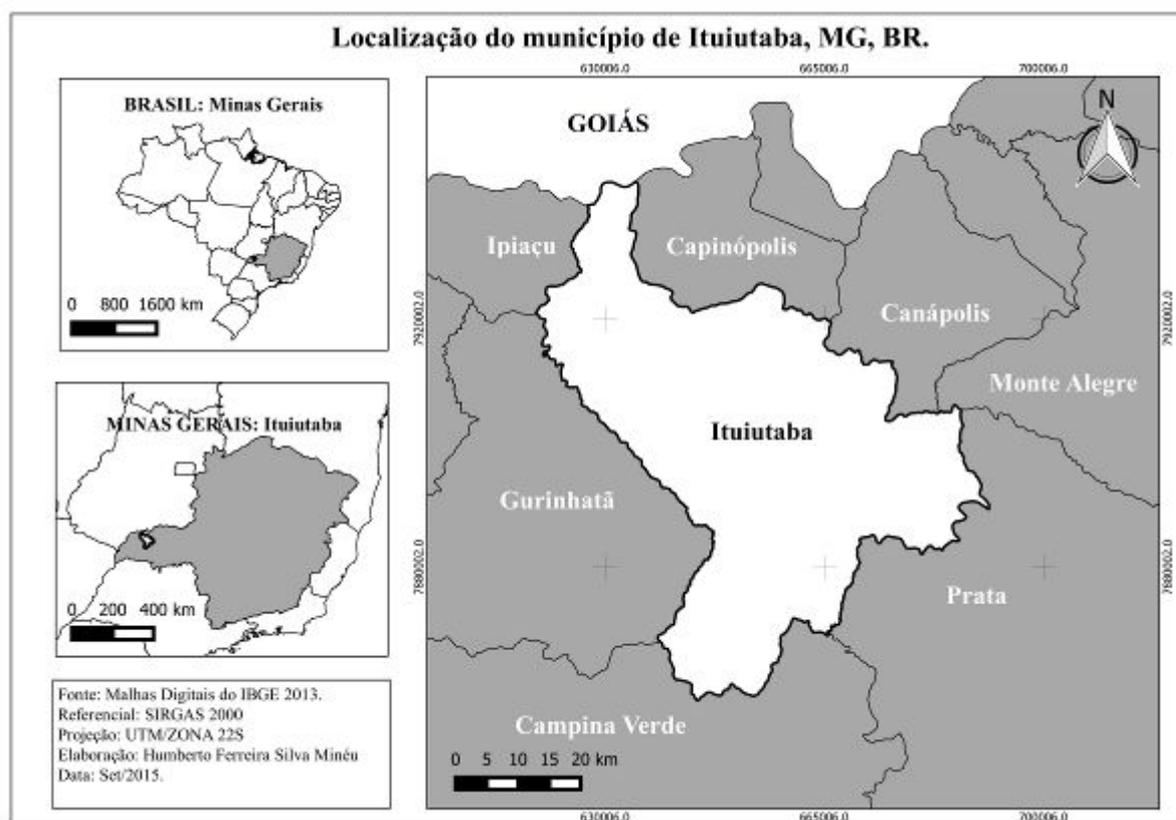
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presente seção aborda os resultados obtidos, com a discussão à luz do referencial e revisão de literatura, organizado em uma caracterização da área e do objeto do estudo, com os custos de instalação do aterro; o levantamento da situação da coleta de RSU e destinação ao aterro sanitário, com quantidades e valores financeiros; a situação da coleta seletiva formal, com quantidades de materiais, benefícios gerados e valores financeiros; um comparativo entre a coleta convencional e a coleta seletiva; e o custo de oportunidade da destinação ao aterro representado pela alternativa à coleta seletiva para reciclagem e compostagem.

### 4.1 Caracterização da área de estudo

O município de Ituiutaba fica localizado na região Sudeste do Brasil, estado de Minas Gerais, no Pontal do Triângulo Mineiro, com marco central nas coordenadas geográficas 18° 58' 08" S de latitude e 49° 27' 54" W de longitude (Figura 10).

Figura 10 - Localização do município de Ituiutaba, MG, Brasil.



Fonte: IBGE (2013).

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Set. 2015).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município apresentou no censo de 2010 uma população de 97.171 habitantes, sendo 4.046 pessoas (4,16%) na área rural e 93.125 pessoas (95,84%) concentradas na área urbana, sendo este um dos fatores que influenciam a geração de RSU.

O crescimento da população representa também fator que influencia a geração de resíduos sólidos no município, conforme as afirmações de Grippi (2001) e Tenório e Espinosa (2004). A evolução da população total do município nas últimas décadas – de 1991 a 2015, com os percentuais de crescimento entre os períodos é apresentada na tabela 32, com crescimento mais acentuado a partir de 2007. Dentre os fatores para essa expansão populacional está a instalação de uma Universidade Federal e um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, a partir de 2006 e 2009, respectivamente.

Tabela 32 - Evolução da população de Ituiutaba, MG, Brasil (habitantes e %)

Ano	1991	1996	2000	2007	2010	2015
População total <sup>1</sup> (habitantes)	84.577	87.751	89.091	92.727	97.171	103.333
% de aumento entre os períodos <sup>2</sup>	-	3,75	1,52	4,08	4,79	6,34

Fonte: <sup>1</sup>IBGE. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/populacao.php?lang=&codmun=313420&search=ituiutaba>>. Acesso em: 04 mar 2015. <sup>2</sup>Calculado pelo autor.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Mar. 2016).

Além do crescimento e da concentração da população no espaço urbano, a renda representa, também, fator influenciador no aumento da geração de resíduos sólidos. Dentre os indicadores que retratam a melhoria de renda (ou socioeconômica), está o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). No caso em estudo, o IDH do Município (IDHM) evoluiu de forma expressiva nas últimas três décadas (Tabela 33).

Tabela 33 - Evolução do IDHM de Ituiutaba e sua composição (em valor absoluto e %)

	1991	2000	%	2010	%
IDHM <sup>12</sup>	0,535	0,653	22,06	0,739	13,17
Longevidade <sup>2</sup>	0,755	0,787	4,24	0,840	6,73
Educação <sup>2</sup>	0,309	0,508	64,40	0,644	26,77
Renda <sup>2</sup>	0,656	0,695	5,95	0,745	7,19

Fonte: <sup>1</sup>IBGE. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=313420&idtema=118&search=minas-gerais|ituiutaba|C3%8Dndice-de-desenvolvimento-humano-municipal-idhm->>>. Acesso em 04 mar 2015. <sup>2</sup>Disponível em: <<http://www.deepask.com/goes?page=ituiutaba/MG-Veja-o-IDH-Municipal---indice-de-desenvolvimento-humano---do-seu-municipio>>. Acesso em: 09 jan 2017.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Jan. 2017).

Conforme se observa na tabela 33, o IDH do município passou de 0,535 em 1991, para 0,739 em 2010, representando um aumento de 38,13%. Entre as duas primeiras décadas, 1991 a 2000, ocorreu uma elevação de 22,06% e entre as duas últimas (2000 a 2010) a evolução foi de 13,17%. Esse índice reflete melhorias nas áreas de educação, saúde e renda do município.

Esses dados do município (população, concentração urbana, IDH) estão em sintonia com os estudos apresentados anteriormente por Tiveron (2001 apud TENÓRIO; ESPINOSA, 2004), Campos (2012), Cempre Review (2013) e os dados do SNIS 2014 (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2016). Considerando o estudo de Morales e Morra (2013), que identificou a relação do IDH com a geração de resíduos, a elevação do IDH no município demonstra que esse fator está presente onde ocorre o estudo de caso.

Outro indicador de renda do município e renda per capita é o Produto Interno Bruto (PIB), apresentado na tabela 34, para o período de 2007 a 2014, a ser melhor explorado nas análises junto com as séries de dados do aterro sanitário e da coleta seletiva.

O PIB representa a soma do valor econômico (monetário) de todos os bens e serviços produzidos, utilizado para quantificar a atividade da economia em determinado lugar, nesse caso do município onde ocorre o estudo.

A forma de apresentação na tabela 34 busca mostrar em detalhe os componentes do PIB no município, com o respectivo valor econômico que gera a cada ano, no período de levantamento, como forma de proporcionar melhor conhecimento e interpretação quanto a contribuição de cada setor de atividade econômica para o PIB total.

Assim, observa-se o crescimento do PIB total a cada ano e em quase todos os setores, com ligeira retração da indústria em 2008 e uma retração mais acentuada da agropecuária a partir de 2012. Isso demonstra que o município tem mantido atividade econômica crescente, mesmo nos períodos de crise econômica nacional e global ocorridas no período levantado, com as demais atividades econômicas compensando aquela em que ocorreu perda.

Combinando a análise da tabela 34 com os dados de PIB total, população e PIB per capita na tabela 35, tem-se que o PIB total apresentou um crescimento anual médio de 14,70% de 2007 a 2014 e o PIB per capita com crescimento anual médio de 13,21%. Comparando com o crescimento anual médio da população de 1,33%, verifica-se que o PIB cresceu quase 10 vezes em termos relativos ao crescimento da população. Essa análise comparativa constata que ocorreu nesse período melhoria de renda do município e da população, corroborando com os dados do IDH, apresentados na tabela 33.

Tabela 34 - Produto Interno Bruto do Município de Ituiutaba, por componente, total a preços correntes e per capita – 2007 a 2014 (mil R\$)

Componente	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Série encerrada</b>								
Valor adicionado bruto da <b>agropecuária</b> (mil reais)	84.045	117.984	130.614	140.996	197.828	143.019		
Valor adicionado bruto da <b>indústria</b> (mil reais)	225.928	237.854	313.611	357.319	483.600	511.663		
Valor adicionado bruto dos <b>serviços</b> (mil reais)	776.603	821.496	1.119.496	1.283.736	1.181.036	1.237.764		
Impostos sobre produtos líquidos de <b>subsídios</b> (mil reais)	134.114	148.101	204.584	243.800	223.379	245.962		
<b>PIB - a preços correntes (mil reais)</b>	<b>1.220.690</b>	<b>1.325.436</b>	<b>1.768.305</b>	<b>2.025.850</b>	<b>2.085.842</b>	<b>2.138.409</b>		
<b>Série retropolada</b>								
Valor adicionado bruto da <b>agropecuária</b> (mil reais)	61.284	77.518	90.066					
Valor adicionado bruto da <b>indústria</b> (mil reais)	165.064	156.133	227.757					
Valor adicionado bruto dos <b>Serviços</b> administração, saúde e educação públicas e seguridade social (mil reais)	534.701	562.870	805.457					
Valor adicionado bruto da <b>Administração</b> , saúde e educação públicas e seguridade social (mil reais)	155.876	179.326	197.209					
Valor adicionado bruto Total (mil reais)	916.924	975.847	1.320.490					
Impostos, líquidos de subsídios, sobre produtos (mil reais)	130.410	139.156	188.798					
<b>PIB - a preços correntes (mil reais)</b>	<b>1.047.333</b>	<b>1.115.003</b>	<b>1.509.288</b>					
<b>Série revisada</b>								
Valor adicionado bruto da <b>agropecuária</b> (mil reais)				80.192	135.785	97.795	113.679	114.499
Valor adicionado bruto da <b>indústria</b> (mil reais)				271.852	417.622	466.180	568.122	589.637
Valor adicionado bruto dos <b>Serviços</b> - exclusive administração, saúde e educação públicas e seguridade social (mil reais)				901.452	908.058	1.002.533	1.253.281	1.321.660
Valor adicionado bruto da <b>Administração</b> , saúde e educação públicas e seguridade social (mil reais)				216.896	244.035	270.118	304.010	336.880
Valor adicionado bruto Total (mil reais)				1.470.392	1.705.500	1.836.626	2.239.092	2.362.675
Impostos, líquidos de subsídios, sobre produtos (mil reais)				218.755	223.590	244.814	309.787	325.877
<b>PIB - a preços correntes (mil reais)</b>	<b>1.047.333</b>	<b>1.115.003</b>	<b>1.509.288</b>	<b>1.689.147</b>	<b>1.925.922</b>	<b>2.081.480</b>	<b>2.548.879</b>	<b>2.688.552</b>

NOTA 1: Os dados da série retropolada (2002 a 2009) e da série revisada (2010 a 2014) têm como referência o ano de 2010, seguindo a nova referência das Contas Nacionais.

NOTA 2: Os dados da série encerrada (1999 a 2012) têm como referência o ano de 2002.

Fonte: IBGE. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=313420&search=minas-gerais|ituiutaba>>. Acesso em: 04 mar 2016, atualizado em 03 fev 2017.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Mar. 2016).

Essa combinação de dados demonstra que o fator renda, um dos que influenciam a geração de resíduos, esteve fortemente presente nesse período no município. Não é analisada

aqui a questão da distribuição de renda, visto não ser objetivo do estudo e não ter sido verificada na literatura a relação da mesma com a geração e composição dos RS.

Na tabela 35, observa-se a ocorrência de oscilações no ritmo de crescimento relativo (%) do PIB, total e per capita, enquanto a população apresenta menos oscilação no percentual de crescimento anual.

Tabela 35 - Evolução do PIB total (mil R\$), PIB per capita (R\$/hab.) e População (hab.) de Ituiutaba - 2007 a 2014

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Média (%)
PIB Total (mil reais) <sup>1</sup>	1.047.333	1.115.003	1.509.288	1.689.147	1.925.922	2.081.480	2.548.879	2.688.552	
% de aumento/ano do PIB Total	13,84	6,46	35,36	11,92	14,02	8,08	22,46	5,48	14,70
População (hab.)	92.727	96.122	96.759	97.171	97.792	98.392	102.020	102.690	
% de aumento/ano da população	0,32	3,66	0,66	0,43	0,64	0,61	3,69	0,66	1,33
PIB per capita (R\$/hab.) <sup>2</sup>	11.294,80	11.599,87	15.598,42	17.385,38	19.726,47	21.154,57	24.984,11	26.181,24	
% de aumento/ano do PIB per capita	13,47	2,70	34,47	11,46	13,47	7,24	18,10	4,79	13,21

Fonte: IBGE. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=313420&search=minas-gerais|ituiutaba>>. Acesso em: 04 mar 2016, atualizado em 03 fev 2017.

<sup>1</sup>Foi considerado o valor das séries retropolada e revisada.

<sup>2</sup>De 2006 a 2009 calculado pelo autor. A partir de 2010 a 2014 foi utilizados os valores constantes na fonte consultada.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Mar. 2016).

Considerando a caracterização do local do estudo apresentada, tem-se que o município apresentou crescimento populacional, concentração urbana da população e melhoria das condições socioeconômicas, envolvendo indicadores como IDH, PIB total e per capita. Dessa forma, o local do estudo apresenta as características e os fatores que contribuem para o aumento da geração de resíduos apontados pela literatura, tornando-o ambiente propício para a realização da pesquisa com o aterro sanitário e alternativas para a destinação dos RSU.

Além das questões demográficas e socioeconômicas, o município dispõe de aterro (desde 2005) e coleta seletiva formal realizada por Cooperativa (desde 2003), compondo o sistema de coleta dos RSU. Um sistema coleta e transporta os resíduos para o aterro e o outro coleta e encaminha os materiais recicláveis para reutilização e reciclagem.

A instalação de aterros sanitários é recorrente em áreas fora do perímetro urbano. Embora não se tenha identificado estudos quanto a áreas em potencial de instalação desse tipo de empreendimento no município, o mesmo ocupa espaços (áreas) que poderiam ser utilizadas com outras atividades produtivas (economicamente) ou de preservação ambiental.

O município apresenta área territorial total de 2.598,046 km<sup>2</sup> (259.804,6 ha) e densidade de 37,40 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2016). Desse total, 219.634 ha, que corresponde a 84,54% da área total do município, estavam ocupados por estabelecimentos agropecuários, com os diversos usos e ocupação do solo, seja produção, conservação/preservação e áreas degradadas, conforme o censo agropecuário de 2006 (Quadro 5).

Quadro 5 - Utilização da terra pelos estabelecimentos agropecuários (ha e %)

Item	Utilização das terras pelos estabelecimentos agropecuários	Área (ha)	%
1	Lavouras – permanentes	1.882	0,86
2	Lavouras – temporárias	16.848	7,67
3	Lavouras - área plantada com forrageiras para corte	3.350	1,53
4	Lavouras - área para cultivo de flores (inclusive hidroponia e plasticultura), viveiros de mudas, estufas de plantas e casas de vegetação	Não informada	-
5	Pastagens – naturais	35.266	16,06
6	Pastagens - plantadas degradadas	9.147	4,16
7	Pastagens - plantadas em boas condições	107.168	48,79
8	Matas e/ou florestas - naturais destinadas à preservação permanente ou reserva legal	35.779	16,29
9	Matas e/ou florestas - naturais (exclusive área de preservação permanente e as em sistemas agroflorestais)	2.784	1,27
10	Matas e/ou florestas - florestas plantadas com essências florestais	87	0,04
11	Sistemas agroflorestais - área cultivada com espécies florestais também usada para lavouras e pastejo por animais	1.536	0,70
12	Tanques, lagos, açudes e/ou área de águas públicas para exploração da aquicultura	645	0,29
13	Construções, benfeitorias ou caminhos	2.894	1,32
14	Terras degradadas (erodidas, desertificadas, salinizadas, etc.)	182	0,08
15	Terras inaproveitáveis para agricultura ou pecuária (pântanos, areais, pedreiras, etc.)	2.066	0,94
	<b>Total</b>	<b>219.634</b>	<b>100</b>

Fonte: Censo Agropecuário 2006; IBGE (2016). Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=313420&idtema=3&search=minas-gerais|ituiutaba|censo-agropecuário-2006>>. Acesso em: 04 mar 2016.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Mar. 2016).

Essas atividades representam potencial conflito com o uso de áreas para a disposição dos RSU, com a instalação de aterro sanitário, que comumente ocupa área fora das cidades, embora existam casos (município) com aterros junto a distritos industriais. Assim, na definição de um local (área) para instalação de aterro sanitário, implica abrir mão de outra finalidade para a área, o que representa a opção de um uso em detrimento de outro, envolvendo aspectos econômico, social e ambiental da área utilizada com o aterro.

Essa perspectiva leva a considerar na definição do local e no cálculo do custo do aterro, o valor econômico que deixa de ser gerado com outro uso para a área, como a produção

agropecuária ou prestação de serviço ambiental que essa área (esse espaço) deixará de realizar.

Considerando os itens de 1 a 7 (lavouras e pastagens) e 10 a 12 (florestas plantadas, sistemas agroflorestais e aquicultura) no quadro 5, tem-se uma estimativa de utilização de 175.929 ha para a produção agropecuária no município, conforme o censo agropecuário de 2006 do IBGE. Até a conclusão dessa pesquisa não foram disponibilizados novos dados pelo IBGE.

Em levantamento realizado no ano de 2011, durante estudo para o mapeamento do uso da terra do município de Ituiutaba, MG, Martins e Rosendo (2013) encontraram valores totais próximos ao do censo agropecuário de 2006.

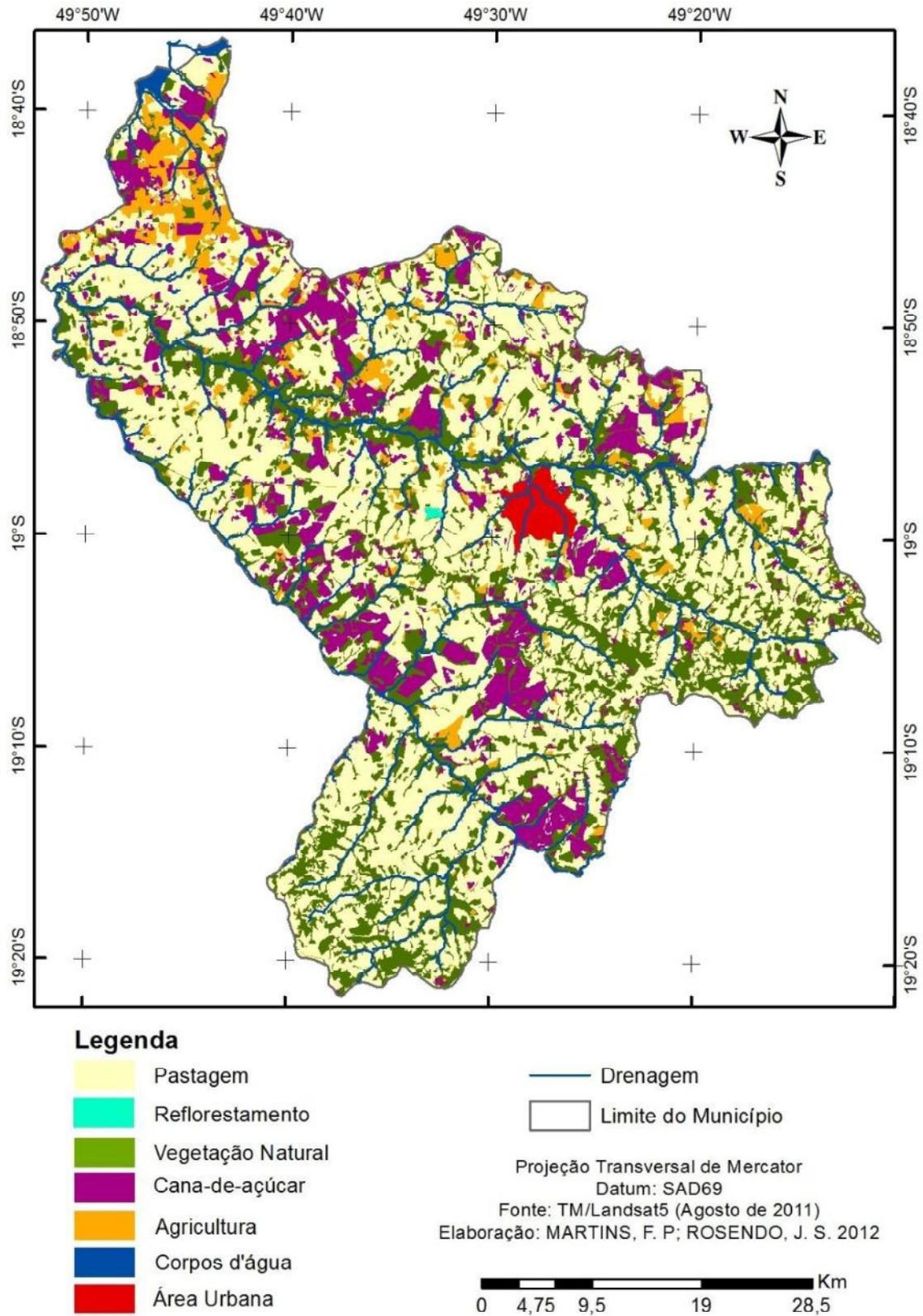
Conforme os valores do quadro 5, a área utilizada pela agropecuária no município em 2006 foi de 175.929 ha, com atividades produtivas. Utilizando classificação diferente do IBGE, Martins e Rosendo (2013) identificaram o uso pela agropecuária de 182.687,48 ha com as atividades de reflorestamento, agricultura, cana-de-açúcar e pastagem, representando valor 3,84% superior ao do censo de 2006.

Esse percentual de aumento representa um valor baixo que seja capaz de impactar de forma representativa eventuais cálculos no estudo. E corrobora com informações levantadas na pesquisa de que a área total utilizada pela agropecuária no município não teria sofrido alteração significativa, passando mais por oscilação na forma de uso, com o predomínio ainda de pastagens, que corresponderam a 151.581 ha em 2006 e 134.075,05 em 2011, sendo essa redução atribuída ao crescimento da cultura da cana-de-açúcar, conforme relatos de informantes. Dessa forma, a área utilizada pela agropecuária levantada com base no censo agropecuário de 2006 pelo IBGE foi a utilizada para os cálculos no presente estudo.

A figura 11 apresenta a distribuição espacial dessas áreas em 2011, incluindo os corpos d'água e a área urbana do município, ilustrando a alta proporção ainda de áreas com pastagens, mas com proporção relevante da cana-de-açúcar.

Diante do fato de a instalação do aterro no município ter ocorrido em área rural, com atividade agropecuária no seu entorno, esse setor foi escolhido, dentre os demais apresentados na composição do PIB (Tabela 34), para representar a atividade econômica que deixa de ser realizada na área utilizada para o aterro. Ou seja, representa a atividade preterida a partir da decisão de utilizar a terra para a disposição de resíduos sólidos.

Figura 11 - Mapa de uso da terra e cobertura vegetal natural do município de Ituiutaba (2011).



Fonte: MARTINS; ROSENDO, 2013, p. 8081.

O valor econômico gerado pela agropecuária na utilização de terras do município é demonstrado na tabela 36. O valor gerado por hectare/ano foi calculado de modo a apresentar um valor médio, a partir do valor econômico das atividades produtivas constantes no quadro 5, dividido pela área total da agropecuária obtida no censo agropecuário de 2006.

Tabela 36 - Valor gerado por hectare (ha) pela agropecuária no município de Ituiutaba, de 2006 a 2014 (R\$/ha/ano), com base nos dados do PIB e Censo Agropecuário 2006

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Média
<b>Série encerrada<sup>1</sup> - Valor adicionado bruto da agropecuária</b> a preços correntes (mil R\$)	84.045	117.984	130.614	140.996	197.828	143.019	-	-	-
<b>Série retropolada<sup>1</sup> - Valor adicionado bruto da agropecuária</b> , a preços correntes (mil R\$)	61.284	77.518	90.066	-	-	-	-	-	-
<b>Série revisada<sup>1</sup> - Valor adicionado bruto da agropecuária</b> , a preços correntes (mil R\$)	-	-	-	80.192	135.786	97.795	113.692	114.499	-
<b>Área utilizada para atividade econômica – ha<sup>2</sup></b>	175.929	175.929	175.929	175.929	175.929	175.929	175.929	175.929	-
<b>Valor gerado pela agropecuária por hectare (R\$/ha/ano)<sup>3</sup></b>	<b>348,35</b>	<b>440,62</b>	<b>511,95</b>	<b>455,82</b>	<b>771,82</b>	<b>555,88</b>	<b>646,24</b>	<b>650,83</b>	<b>547,69</b>
<b>% de aumento / ano</b>	<b>-</b>	<b>26,49</b>	<b>16,19</b>	<b>-10,96</b>	<b>69,33</b>	<b>-27,98</b>	<b>16,26</b>	<b>0,71</b>	<b>12,86</b>

<sup>1</sup>Até 2009 foi utilizado o valor adicionado da série retropolada e de 2010 em diante o valor adicionado da série revisada, por estarem dentro da mesma base de cálculo informada na Nota 1.

<sup>2</sup>Foi considerada a mesma área por falta de dados atualizados disponíveis, sendo consultada a Secretaria Municipal de Agricultura e os escritórios locais da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER-MG) e do Instituto Estadual de Florestas (IEF). Foram consideradas as áreas que geram renda, conforme o quadro 5, exceto as áreas de matas e florestas naturais, terras degradadas e terras inaproveitáveis (itens 8, 9, 14 e 15).

<sup>3</sup>Para o cálculo do valor/ha foram utilizados os valores da série retropolada (2006 a 2009) e da série revisada (2010 a 2014).

NOTA 1: Os dados da série retropolada (2002 a 2009) e da série revisada (2010 a 2014) têm como referência o ano de 2010, seguindo a nova referência das Contas Nacionais.

NOTA 2: Os dados da série encerrada (1999 a 2012) têm como referência o ano de 2002.

Fonte: IBGE (2016). Disponível em:

<<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=313420&search=minas-gerais|ituiutaba>>.

Acesso em: 04 mar 2016.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Mar. 2016, atualizada em Jan. 2017).

Essa opção foi utilizada para se obter um valor médio como ordem de grandeza para estimativa do custo de oportunidade da instalação de um aterro sanitário, quando não se tem a informação do uso exato da área, mas tem-se a referência de um setor da economia. Caso haja a informação do uso da área, da atividade pontual, sugere-se que seja utilizado o valor da produção da respectiva atividade.

Observa-se que o valor médio anual gerado pela agropecuária vem apresentando crescimento, mesmo com oscilações entre os anos, crescendo em média 12,86% ao ano de 2007 a 2014. Comparando-se 2007 com 2014, o crescimento foi de 86,83%, evidenciando que o setor vem apresentando incremento de renda por cada unidade de área que utiliza. Nesse período, a agropecuária apresentou um valor médio de R\$547,69/ha/ano de retorno econômico do uso e ocupação do solo no município.

O valor médio por ha representa o quanto de retorno econômico a área utilizada com outra atividade (no caso o aterro sanitário) deveria proporcionar por ano, no caso de destinação diferente da atual. É importante a ponderação do uso deste valor como uma ordem de grandeza, uma estimativa média, que pode se tornar valor superior ou inferior, conforme a atividade realmente utilizada na área a ser escolhida para um aterro sanitário.

O valor de R\$547,69 é o valor médio por hectare/ano de uso do solo pela agropecuária. Como um aterro sanitário tem, em geral, um período de 20 anos de operação, mais 20 anos de monitoramento após o seu encerramento, o período de construção e o fato desse local ficar com uso restrito, esse valor é multiplicado por “n”, quantos forem os anos em que se deixa de ter alguma atividade econômica nessa área, de modo a representar a perda econômica total.

Assim, ao se instalar um aterro sanitário deve ser computado no cálculo do seu custo total, o custo de oportunidade da atividade produtiva que está sendo preterida, em um prazo de tempo não inferior a 40 anos. Em estudo da FGV (2009), utilizou-se o ciclo de 42 anos para o aterro sanitário. O mesmo raciocínio se aplica no caso de escolher área com destinação possível (legal, técnica, ecológica e economicamente) diferente da atividade agropecuária, como por exemplo, em um distrito industrial, como em Uberlândia, MG.

Utilizando-se o valor médio de R\$547,69 /ha/ano, com área do aterro de 21,5ha, chega-se ao valor de R\$11.775,33/ano que a área destinada ao aterro deixa de gerar retorno para a economia se fosse utilizada pela agropecuária. Considerando o ciclo de 42 anos, obtém-se o valor de R\$494.564,07 que se abre mão com a área destinada ao aterro nesse período. Ocorre que essa área fica praticamente perdida por tempo indeterminado, o que representa perdas econômicas maiores que essas estimativas.

Fazendo-se uma simulação com a produção de atividades com rendimento anual de valor bem superior à média da agropecuária, tomando como exemplo as culturas de soja e milho, que geram uma renda média superior a R\$2.000,00/ha/ano, a estimativa de perda econômica é superior a R\$1.800.000,00 (R\$2000,00 x 21,5ha x 42anos), no ciclo de exploração da área com o aterro, além da mesma ficar impossibilitada desse mesmo uso no futuro por prazo indeterminado.

Considerando-se a caracterização apresentada do município para o presente estudo de caso, o mesmo reúne vários fatores que influenciam a geração e a composição dos resíduos sólidos, encontrados na literatura revisada. Além disso, dispõe do aterro sanitário, de coleta seletiva formal e de dados econômicos de outras atividades produtivas que permitem incluí-las de forma monetária na análise do custo de oportunidade do aterro sanitário, tornando-o apropriado ao propósito do trabalho.

#### **4.2 O aterro sanitário de Ituiutaba, MG, Brasil: caracterização e custos de implantação**

Essa seção apresenta a localização do aterro sanitário do município, incluindo a relação de vizinhança na área do seu entorno, sua caracterização a partir das informações em documentos e informantes, os efeitos no valor da área do seu entorno, a evolução das células de disposição no período da pesquisa e a estimativa do investimento nominal na sua instalação.

O aterro sanitário de Ituiutaba fica localizado a noroeste da cidade, nas coordenadas geográficas de referência 49° 28' 52,39" de longitude e 18° 56' 58,22" de latitude (Figura 12), distante a cerca de 06 km da área central<sup>24</sup> da cidade e sua portaria a 800m da última rua do bairro Satélite Andradina e a 1.300m do Distrito Industrial, onde encerra o trajeto pavimentado. A partir desses dois pontos, o acesso se dá em via sem pavimentação.

O aterro sanitário de Ituiutaba obteve a licença de operação (LO) em 29 de dezembro de 2004, processo n. 00244/1992/009/2004, registrada sob o certificado n. 861, com validade de seis anos. Em 2010 foi iniciado o processo de revalidação da LO, sob o n. 00244/1992/011/2010, sendo sugerido o indeferimento pelo parecer único n. 0473403/2015, de 19 de maio de 2015, da Superintendência Regional de Regularização Ambiental (SUPRAM), sendo alegado o empreendimento apresentar desempenho ambiental satisfatório em função do descumprimento dos seguintes condicionantes:

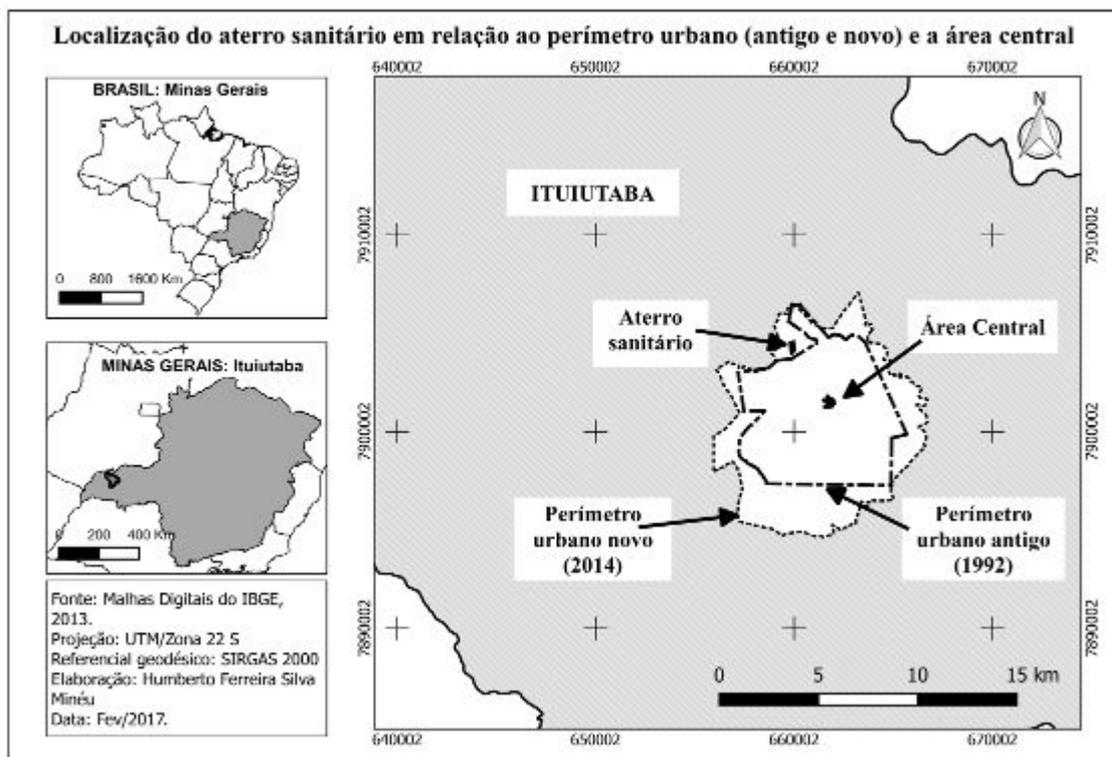
- o programa de monitoramento determinado na Licença de Operação não foi cumprido e não vem sendo cumprido;
- o aterro não possui controle sobre os lixiviados (chorume) provenientes das plataformas de aterramento;
- os sistemas de drenagem pluvial nas plataformas de aterramento são inexistentes ou inoperantes;

---

<sup>24</sup>Espaço urbano onde ocorre a concentração de atividades, num processo de centralização, com diversos usos do solo, tais como o comércio, os serviços e o transporte (MINÉU; RIBEIRO FILHO; FEHR, 2016). Sua delimitação foi realizada conforme o trabalho de TEIXEIRA; OLIVEIRA (2011).

- ausência de queima no sistema de dreno de gases;
- disposição inadequada, no interior do aterro, de resíduos de construção civil contaminados com diversos outros tipos de resíduos, inclusive perigosos;
- resíduos (podas, capina, madeira, etc) sendo queimados no interior do aterro.

Figura 12 - Localização do aterro sanitário no município de Ituiutaba, MG, em relação a área central e ao perímetro urbano – antigo e novo



Fonte: IBGE (2013); Prefeitura de Ituiutaba, MG (2016).  
 Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Fev. 2017).

O desempenho ambiental insatisfatório constatado no parecer mencionado acima gerou autuação ao empreendimento, conforme auto de infração n. 023605/2015. Apesar desses problemas de operação do aterro com relação ao desempenho ambiental, os mesmos não afetam a análise referente aos objetivos do presente estudo, com estimativas de custos sendo realizadas para os casos em que o município não dispõe de dados.

Quando da instalação do aterro, o mesmo estava fora do perímetro urbano, conforme delimitação estabelecida pela lei municipal n. 2.916, de 29 de dezembro de 1992. Com a ampliação do perímetro urbano, estabelecida na lei municipal n. 4.330, de 16 de dezembro de

2014<sup>25</sup>, o aterro passou a ficar em área dentro do perímetro urbano do município. Essa alteração promove uma potencial mudança de uso e valorização da área do seu entorno.

Atualmente, o aterro sanitário tem no seu entorno a exploração de áreas pela agropecuária (pastagem), a Estação de Tratamento de Esgoto (a 800m), um frigorífico (agroindústria, a 1200m), um Distrito Industrial (a 1500m), o Rio Tijuco (a 600m), um bairro residencial (a 800m), uma empresa mineradora (a 1500m) e uma Unidade de Conservação Ambiental (Refúgio da Vida Silvestre dos Rios Tijuco e Prata, a 1700m) (Figura 13).

Figura 13 - Localização do aterro sanitário e relação de vizinhança com atividades produtivas, urbanização e conservação ambiental



Fonte: Imagem do Google Earth. Acesso em: 10 fev 2017. Mapa da Unidade de Conservação obtido junto ao escritório local do Instituto Estadual de Florestas – IEF.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Fev. 2017).

Essa diversidade de atividades no entorno do aterro, com distâncias estimadas com uso do Google Earth, exceto do bairro e distrito industrial com medição realizada pela via de acesso terrestre, ilustra quão criterioso precisa ser todo o processo de gerenciamento dos RSU,

<sup>25</sup>Essa lei encontra-se com Agravo de Instrumento no processo nº 1.0342.15.006950-4/001, na Comarca de Ituiutaba, MG, do Tribunal de Justiça de Minas Gerais (TJMG), em ação promovida pelo Ministério Público de Minas Gerais, em ação de 31/08/2015, conforme consulta no site do TJMG em 02/05/2017.

da coleta e operação do mesmo, de modo a evitar contaminação de solo e água, bem como a emissão de particulados que venham a afetar a relação de vizinhança.

O aterro e todos esses aspectos de vizinhança tendem a exercer algum efeito sobre a perspectiva de uso e valor da área do entorno, especialmente a que se encontra ocupada pela agropecuária, com pastagens. Para essa análise, faz-se uso de dois cenários: com o perímetro urbano antigo, em que o aterro estava fora do mesmo; e, com o aterro dentro da área do perímetro urbano novo, juntamente com as áreas do seu entorno.

Para uma estimativa do valor da área produtiva do entorno do aterro, foi realizada uma consulta a imobiliárias locais, conforme documento no Apêndice B (uma retornou por escrito, uma verbalmente e duas optaram por não se manifestarem) e busca de informação de agentes locais (membro da Secretaria de Agricultura, da Emater e Prestador de Serviço de Agrimensura).

Com base nessas consultas, obtiveram-se as avaliações de valor das áreas do entorno do aterro e perspectiva de utilização/ocupação apresentadas no quadro 6.

Quadro 6 - Valor da terra na área do entorno do aterro com base nos dois cenários de perímetro urbano e perspectiva de utilização/ocupação

<b>Agente local</b>	<b>Valor uso agropecuário (Perímetro urbano antigo)</b>	<b>Valor para loteamento (Perímetro urbano novo)</b>	<b>Perspectiva de utilização / ocupação</b>
Imobiliária A	250.000,00/alq (bem pago)	1.000.000,00/alq	Efeito significativo do aterro na desvalorização para uso urbano.
Imobiliária B	200.000,00/alq	600.000,00/alq	-
Membro de órgão municipal	50.000,00/alq (terra fraca) 90.000,00/alq (terra boa)	Não avaliou	Não vê uso devido a proximidade do aterro, agravado pela pedreira.
Membro de órgão de extensão	Não avaliou	500.000,00/alq	Proximidade do aterro interfere, além do Refúgio da Vida Silvestre. Poderia ser Minha casa, Minha Vida.
Prestador de Serviço de Agrimensura	Não avaliou	7,00 a 10,00/m <sup>2</sup>	Desvalorização devido ao aterro, bairro existente é fraco e o Distrito Industrial. Sugestão de ocupação com Chácaras devido a proximidade do Rio Tijuco.

Fonte: Dados da pesquisa.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Fev. 2017).

Conforme o levantamento no mercado local e agentes públicos e privados quanto ao valor da terra, no segundo semestre de 2016, o alqueire foi avaliado em torno de R\$200.000,00 para uso pela agropecuária, considerando o cenário inicial do aterro fora do perímetro urbano. Esse valor demonstra que essas áreas apresentaram valorização

significativa, quando comparado ao valor de aquisição do terreno na época de construção. No caso de uma aquisição da mesma área atualmente, isso representaria um valor de R\$888.429,75 de investimento, considerando que a área total do aterro é de 21,5ha, equivalente a 4,44 alqueires (1 alqueire = 4,84 ha), adquirida pela prefeitura por R\$80.000,00 (conforme registro de escritura do imóvel em 27/04/2001).

Considerando o segundo cenário, com a mudança do perímetro urbano, a possibilidade de loteamento foi verificada junto a esses agentes, com o valor do alqueire oscilando de R\$500.000,00 a R\$1.000.000,00. Nas consultas aos agentes públicos e privados sobre essa questão, foram manifestadas algumas observações quando a menor valorização dessas áreas em relação a outros pontos da cidade, com ênfase na proximidade do aterro, mas também associando a outras questões, como o fato dessas áreas estarem do outro lado da rodovia BR-365, o bairro existente ser ocupado com população com menor renda, a proximidade do distrito industrial e da pedreira (mineradora) e de uma Unidade de Conservação Ambiental. Um dos agentes chegou a indicar a percepção da área do entorno para ocupação com chácaras, devido à proximidade com o rio Tijuco.

Esse aspecto da localização do aterro sanitário em relação ao perímetro urbano merece atenção na questão econômica e de uso do espaço. Ao instalar o aterro muito próximo a cidade, corre-se o risco de em pouco tempo a malha urbana<sup>26</sup> aproximar do aterro, com tendência a ocupações menos valorizadas ou marginalizadas quando se trata de loteamento urbano. Embora a perspectiva da proximidade com distrito industrial não tenha tanta interferência, podendo até gerar potencialidades se o aterro tiver condições de escala para produção de energia a partir do gás emitido, o que não é o caso no presente estudo.

Dessa forma, o aterro sanitário tende a induzir ocupações menos produtivas pela sociedade no seu entorno, além dos riscos de contaminação do solo e água, e as emissões de gases de efeito estufa. No caso em estudo, com o trajeto de 800 a 1.300 m sem pavimentação, conforme o percurso utilizado no acesso ao mesmo, ainda ocorre a emissão de particulados e maior desgaste dos veículos de transporte de resíduos e de movimentação de pessoal que trabalha na operação do aterro.

A infraestrutura do aterro envolve instalações administrativas e de recepção de público para trabalhos de educação ambiental, oficina para os veículos, tanque de combustível (15.000 l), estacionamento para veículos pesados, vias internas asfaltadas no entorno das instalações (até uma distância de 400m das células de disposição), câmara fria para RSS (-5°C) e

---

<sup>26</sup>Espaço urbano até onde ocorre a definição de ruas e avenidas, com ou sem pavimentação.

posterior envio para incineração em Uberlândia, MG, e cinco baias para reciclados (utilizadas para armazenamento dos resíduos recicláveis e de logística reversa gerados no aterro) e duas lagoas para captação do chorume de 44.000 e 30.000 litros (ECOPAV, 2013).

A estrutura está praticamente sem uso desde março de 2013, em função de a prefeitura ter assumido a operação do aterro, sendo utilizadas as baias de recicláveis e a área de oficina. A câmara fria foi desativada e a estrutura administrativa com uso eventual de uma sala pelo responsável pelo aterro.

Os equipamentos adquiridos envolvem uma pá carregadeira, um trator de esteira D6, caminhão basculante e balança com capacidade de 60t. O aterro foi cercado por meio de alambrado e cerca viva com sansão do campo (*Mimosa caesalpinifolia*).

Identificou-se que os veículos destinados ao aterro apresentavam tempo de uso bastante elevado e problemas recorrentes de manutenção. No caso do trator de compactação dos resíduos (D6), foi enviado para manutenção em 2013, retornando apenas em 2016. Nesse período, a compactação dos resíduos foi realizada com trator mais leve, o que prejudica a densidade de compactação e contribui para a redução da vida útil do aterro.

O aterro sanitário foi projetado com capacidade de 384.000 m<sup>3</sup>, em duas células paralelas e vida útil estimada em 15 anos, conforme consta no Relatório de Desempenho Ambiental (RADA) de 2010 (ITUIUTABA, 2010). Foi identificada divergência de informações entre esse documento e o trabalho de Santos (2006), no qual consta o prazo de 20 anos, e relatos das pessoas envolvidas na atividade quanto à vida útil do aterro. Optou-se por considerar o prazo de 15 anos nesse estudo por ser mencionada nos relatórios de desempenho ambiental, documento oficial da prefeitura perante os órgãos de fiscalização estadual.

Observando-se os registros fotográficos na figura 14, têm-se as imagens de uma posição aproximada, das duas células de recebimento de RSU, em quatro anos seguidos, sendo o registro das imagens no mês de novembro para os anos de 2013 a 2015 e no mesmo mês de fevereiro de 2017.

Na parte mais à direita dos registros fotográficos está a primeira célula encerrada, com 330,5m de comprimento, coberta em toda a sua extensão, sendo estimado o seu fechamento em 2012, sete anos após o início da operação do aterro. Isso representaria, aproximadamente, metade da capacidade do aterro, considerando estarem projetadas duas células com esta extensão.

Mais à esquerda dos registros fotográficos está a célula em operação, com 143,0m de comprimento, iniciada entre final de 2012 e início de 2013. A célula em operação, nesses três anos de observação, corresponde atualmente (fev/2017) a aproximadamente 40% do

comprimento da célula encerrada, mediante observação visual e medição em mapa do aterro disponível na secretaria de obras. Essa proporção de avanço visual sinaliza que o volume de RSU depositado está num ritmo próximo para a estimativa de vida útil de 15 anos. Decorridos dez anos do início da operação, em torno de 2/3 da área projetada para as células está ocupada, principalmente ao considerar a medida adotada em 2016 de aumentar a altura da célula atual, o que eleva sua capacidade de armazenamento de RSU. Caso estivesse mantida a mesma altura da primeira célula, a segunda estaria ocupando uma área maior.

Figura 14 - Evolução das células de disposição de RSU no aterro sanitário de Ituiutaba, MG



A – Célula de disposição dos RSU - nov/2013 B – Célula de disposição dos RSU - nov/2014



D – Célula de disposição dos RSU - nov/2015 E – Célula de disposição dos RSU - fev/2017

Fotos: Arquivo pessoal.

Essa situação pode estar relacionada com a geração de RSU no município ter superado a quantidade prevista no projeto (60 t/dia), agravada pela deficiência no processo de operação ao usar equipamento (trator) com menor capacidade de compactação para o processo de espalhamento, compactação e cobertura dos resíduos.

Outro aspecto a ser considerado no avanço dos RSU em relação à vida útil do aterro é o percentual elevado de resíduos recicláveis secos ainda sendo destinados ao aterro sanitário (em torno de 30%), que apresentam baixa densidade de compactação e contribuem mais para o volume que os demais resíduos, como os biodegradáveis. Esse aspecto será melhor apresentado e discutido nas duas seções seguintes.

No intuito de estimar o investimento realizado pelo município na instalação do aterro sanitário, apesar das limitações da pesquisa em localizar algumas informações, elaborou-se o quadro 7, com os valores encontrados nos processos licitatórios com os empenhos executados, orçamento atual de serviços deflacionados para a época da implantação, valores obtidos com informantes (profissionais que participaram ou acompanharam na época), e estimativa de custos de etapas não identificadas no levantamento de dados a partir da revisão de literatura.

Quadro 7 – Estimativa do investimento realizado e a efetuar com o Aterro Sanitário de Ituiutaba, MG, por etapa, em valores nominais (R\$)

Etapa	Valor nominal (R\$)	% da etapa no total	Observações
<b>1. Pré-implantação</b>	<b>132.959,37</b>	0,52	
1.1 Aquisição do terreno	80.000,00		Valor pago pela prefeitura no terreno em processo de desapropriação amigável, conforme registro em cartório na matrícula 30.809, em 27/04/2001.
1.2 Projeto	30.000,00		Valor não localizado nos documentos consultados e com informantes do serviço público. Obtido por meio de profissional no mercado local como informante da pesquisa.
1.3 Licenciamento	22.959,37		Valor não localizado nos documentos consultados. Informantes indicam que esse procedimento foi realizado por pessoal do próprio quadro de funcionários. O valor apresentado é uma estimativa realizada por meio de deflacionamento a partir de orçamento atual, com base na inflação anual do período (2004 a 2016) medida pelo IPCA, considerando a data da licença de operação em 29/12/2004.
<b>2. Implantação</b>	<b>1.987.713,75</b>	7,83	
2.1 Obras (civil)	974.663,75		Valores obtidos nos processos de licitação das obras (0222/2002 e 0132/2004), conforme empenhos pagos, entre 25/09/2002 e 30/12/2004.
2.2 Equipamentos	1.013.050,00		Valores obtidos nos processos licitatórios de compra dos equipamentos 0237/2004 - Pá carregadeira e Trator de esteira D6; e 088/2005 - Balança e Caminhão caçamba basculante.
<b>3. Despesa com operação no aterro<sup>1</sup></b>	<b>21.411.517,45</b>	84,36	Serviço de manutenção nas células de disposição, drenos, tratamento de percolados, áreas verdes, monitoramento ambiental e geotécnico, mão de obra, administração. Atividade terceirizada de dez2005 a fev/2013. Após, realizada pela prefeitura, sendo os valores para este período estimados em função de não dispor dos valores reais gastos pela prefeitura. Valor estimado com base no valor nominal pago no período do levantamento (2007 a 2016), mais projeção para os próximos 05 anos, no crescimento anual médio da quantidade de resíduos (3,162%) e valor pago com crescimento anual médio de 6,206%.
<b>5. Encerramento</b>	<b>243.333,50</b>	0,96	Não identificado pela pesquisa. Valor estimado com base no estudo da FGV (2009), proporcional ao porte do aterro. Considerando o aterro de Ituiutaba ter uma projeção em média de 60t/dia (60% do porte utilizado no estudo da FGV) e capacidade volumétrica de 384.000m <sup>3</sup> (47,3% do porte do exemplo), adotou-se o critério de 50% dos custos em relação a estimativa do trabalho da FGV.
<b>6. Pós-encerramento / monitoramento</b>	<b>1.606.177,00</b>	6,33	
<b>Custo Total (R\$)</b>	<b>25.381.701,07</b>	100,0	

Fonte: Dados da pesquisa, coletados em documentos obtidos na Prefeitura do município, por meio da Secretaria de Obras e Serviços Públicos e Superintendência de Água e Esgoto (SAE).

Nota: <sup>1</sup>Valor inclui o período executado de 2007 a 2016, mais a projeção até 2021, completando os 15 anos.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Jan. 2016, atualizado em Fev. 2017).

O processo de implantação do aterro (obras) teve início em 2002, por meio do Processo licitatório n. 0222, aberto em 18/06/2002, com execução até 2004, quando ocorreu novo processo licitatório (Pedido de Bens e Serviços n. 0132/2004) para conclusão das obras. A área para a instalação do aterro foi adquirida em 2001.

Os equipamentos pá carregadeira de rodas e trator de esteira D6 foram adquiridos por meio do processo licitatório n. 0237/2004, com abertura em 30/06/2004, quando o resultado para a balança foi deserto (não houve participantes na licitação). Por meio do processo licitatório n. 088/2005, com abertura em 12/05/2005, foram adquiridos o caminhão caçamba basculante e a balança rodoviária.

Os valores no quadro 7 representam uma estimativa do quantitativo em recurso financeiro, em valores nominais (R\$), gastos na implantação do aterro (pré-implantação, obras e equipamentos), obtidos nos documentos consultados ou estimados; os valores gastos na coleta e operação de 2007 a 2016, mais a projeção de cinco anos até 2012 (completando os 15 anos de vida útil estimada); e os valores estimados para as etapas de encerramento e pós-encerramento (monitoramento), que tem duração prevista na literatura em 20 anos.

Ao comparar os percentuais de participação do valor das etapas em relação ao total, tem-se uma proximidade razoável com os percentuais apresentados na tabela 31, conforme FGV (2009), em relação a aterros de pequeno porte, sinalizando que as estimativas estão próximas à realidade de mercado.

Quanto ao ciclo total que envolve o aterro do município, considerando a primeira medida com a aquisição do terreno em 2001, a construção até 2004 e a operação iniciando efetivamente em 2006, tem-se que o período total previsto fica em torno dos 40 anos. Assim, o período total de atividade com o aterro praticamente não difere da estimativa utilizada no trabalho da FGV (2009), embora com cinco anos a menos de operação, ou seja, recebendo resíduos. Ao comparar a duração entre o aterro estudado e a estimativa da FGV, evidencia-se que o tempo para a implantação do aterro no município foi bem maior.

### **4.3 Coleta e destinação dos RSU ao aterro sanitário**

Nesta seção são apresentadas as quantidades de RSU coletadas e destinadas ao aterro sanitário, a relação da quantidade de RSU com o crescimento da população e da renda per capita, a quantidade de material envolvido na operação no aterro, as despesas com o serviço de coleta e com a operação no aterro sanitário e a composição gravimétrica dos resíduos

dispostos no mesmo, com estimativa do impacto dos resíduos recicláveis secos e biodegradáveis na vida útil do aterro.

O sistema de coleta convencional no município percorre as ruas da cidade e pontos de coleta rural, recolhendo resíduos orgânicos, rejeitos e material provenientes da varrição, incluindo resíduos assemelhados a esses oriundos do comércio e da indústria. Isso representa que no município ocorre a coleta e destinação de RSU ao aterro sanitário, embora a PNRS estabeleça para o mesmo a destinação apenas dos rejeitos.

Essa ocorrência se deve a inexistência de sistema separado de coleta e destinação para os resíduos orgânicos, como a compostagem prevista na PNRS, e ao sistema de coleta seletiva (a ser detalhado em seção seguinte) ainda absorver pequena parcela dos resíduos recicláveis secos.

A quantidade, em massa (t), dos RSU coletados e destinados ao aterro sanitário do município é apresentada na tabela 37, organizada por mês e ano, no período de 2006 a 2016. O ano de 2005 foi desconsiderado devido o início da operação do aterro em 26/12/2005, não contribuindo para as análises anuais da disposição dos resíduos, representando em torno de 200 t. Em 2006, foi considerado o valor atestado<sup>27</sup> pela prefeitura junto à prestadora do serviço de operação do aterro, em função de até fev/2007 o serviço de coleta ter sido realizado pela prefeitura e não havia pesagem. Como a quantidade de RSU estimada em 2006 apresentou valor bastante divergente (abaixo) dos dados seguintes, inclusive no percentual de aumento anual em relação a 2007 quando comparado ao percentual dos demais anos, optou-se por desconsiderá-lo nas análises posteriores, ficando a série de dados para os cálculos do estudo a partir de 2007.

Observa-se pelos dados da tabela 37, que a massa de RSU coletada e destinada ao aterro sanitário é crescente ao longo do período levantado, com ligeiras oscilações, com a média diária superando as 60 t/dia. No ano de 2013, ocorreu uma redução significativa de -7,42%, equivalente a 1.808,7 t, correspondendo a praticamente um mês de coleta e destinação, conforme a média mensal. Um dos fatores observados nesse ano foi a mudança de prestador de serviço (mar/2013), com o encerramento de contrato, a contratação emergencial de novo prestador e a realização de nova licitação.

---

<sup>27</sup>Representa a quantidade que a prefeitura reconhece e sobre a qual efetuou o pagamento à prestadora do serviço de operação do aterro.

Tabela 37 - Quantidade de resíduos sólidos urbanos destinados ao aterro sanitário de Ituiutaba, MG pelo serviço de coleta terceirizado (t) e percentual de aumento anual (%)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Jan	1.125,0	1.125,0	1.741,4	1.899,6	2.115,8	2.051,3	2.136,5	2.112,4	2.224,6	2.180,6	2.285,3
Fev	1.125,0	1.125,0	1.694,0	1.620,6	1.658,2	1.663,4	1.959,9	1.825,9	1.801,4	1.901,5	2.098,1
Mar	1.125,0	1.390,0	1.644,5	1.708,0	1.801,0	1.904,4	1.819,4	1.794,9	1.912,5	2.136,3	2.046,7
Abr	1.125,0	1.314,5	1.608,1	1.709,5	1.589,4	1.711,1	2.068,3	1.922,7	1.909,8	2.014,6	1.783,8
Mai	1.125,0	1.367,2	1.580,1	1.527,3	1.605,3	1.629,2	2.270,0	1.791,2	1.854,7	1.987,7	1.842,0
Jun	1.125,0	1.347,8	1.461,3	1.570,8	1.547,7	1.633,4	2.133,9	1.729,7	1.762,7	1.929,5	1.768,4
Jul	1.125,0	1.468,4	1.563,1	1.677,5	1.691,0	1.608,7	2.002,3	1.812,0	1.905,2	1.934,0	1.758,4
Ago	1.125,0	1.481,4	1.525,5	1.649,3	1.552,5	1.710,6	2.118,3	1.512,4	1.816,0	1.867,3	1.889,3
Set	1.125,0	1.435,9	1.528,0	1.666,0	1.641,1	1.581,8	2.063,6	1.957,3	2.002,4	1.993,5	1.844,1
Out	1.125,0	1.696,2	1.735,7	1.775,4	1.804,0	1.748,9	1.816,7	1.969,9	1.995,4	2.077,8	2.015,8
Nov	1.125,0	1.744,2	1.736,5	1.940,1	1.745,7	1.858,8	1.877,7	1.955,8	2.023,2	2.161,5	2.132,3
Dez	1.125,0	1.724,2	1.908,3	2.486,5	2.033,1	1.744,7	2.102,3	2.176,1	2.376,5	2.410,7	2.345,3
<b>Total</b>	<b>13.500,0</b>	<b>17.219,7</b>	<b>19.726,4</b>	<b>21.230,6</b>	<b>20.784,7</b>	<b>20.846,3</b>	<b>24.368,9</b>	<b>22.560,2</b>	<b>23.584,4</b>	<b>24.595,0</b>	<b>23.809,6</b>
<b>% aumento / ano</b>	<b>-</b>	<b>35,89</b>	<b>7,53</b>	<b>7,63</b>	<b>-2,10</b>	<b>0,30</b>	<b>16,90</b>	<b>-7,42</b>	<b>4,54</b>	<b>4,28</b>	<b>-3,19</b>
<b>Média mensal</b>	<b>1.125,00</b>	<b>1.434,98</b>	<b>1.643,87</b>	<b>1.769,22</b>	<b>1.732,06</b>	<b>1.737,19</b>	<b>2.030,74</b>	<b>1.880,01</b>	<b>1.965,37</b>	<b>2.049,59</b>	<b>1.984,13</b>
<b>Média diária (30 dias)</b>	<b>37,50</b>	<b>47,83</b>	<b>54,80</b>	<b>58,97</b>	<b>57,74</b>	<b>57,91</b>	<b>67,69</b>	<b>62,67</b>	<b>65,51</b>	<b>68,32</b>	<b>66,14</b>

<sup>1</sup>Início da disposição em 26/12/2005, conforme relatório da prestadora de serviço de operação do aterro. Até Fev/2007 a coleta era realizada pela prefeitura, sem balança, sendo informada pela prestadora de serviço da época (em solicitação via e-mail recebida em 27/07/2015) a quantidade de 1.125t/mês atestada pela prefeitura. Embora no relatório da prestadora, referente ao período de Dez/2005 a Ago/2016, conste a estimativa de 35t/dia, o que corresponde a 1.050t/mês. E no Relatório Geral de Monitoramento Ambiental do aterro sanitário, da prestadora de serviço, referente ao período de Set a Nov/2006, conste a estimativa de 50t/dia, o que corresponde a 1.500t/mês. Diante dessas divergências foi considerado o valor atestado pela prefeitura, que é utilizado como parâmetro para pagamento. E devido a ausência de balança nesse período, o ano de 2006 não foi considerado para outras análises seguintes nesse trabalho.

Fonte: Prefeitura de Ituiutaba/Secretaria de Obras e Serviços Públicos.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Jan. 2016, atualizada em Jan. 2017).

Durante a transição de prestador de serviço foram observadas reclamações pela cidade, na mídia local e retorno de lideranças do executivo, solicitando à população para aguardarem a normalização da situação. Normalizado o sistema, a quantidade mensal de RSU coletada foi superior ao ano seguinte, a partir de out/2013. A redução em 2016 está associada a crise econômica no país e para 2010 não foi possível identificar fator influenciador.

A apresentação dos dados em valores médios de crescimento, da quantidade mensal e diária geram ordens de grandeza para as análises, bem como para situações de planejamento da prefeitura e prestador de serviço. No município em estudo, a coleta é realizada diária em

parte do centro, sendo realizada no restante da cidade em três dias na semana, alternando em dois ciclos de coleta: segunda, quarta e sexta para um grupo de setores e terça, quinta e sábado para outro grupo. No domingo é realizada uma coleta (uma viagem), após a realização de feira tradicional em bairro da cidade.

A quantificação dos resíduos em média diária representa distribuir o material coletado em dias alternados, em relação ao período da semana em que é gerado. Ou seja, embora o material seja coletado com alternância de dias, a média diária busca representar uma estimativa da geração diária dos RSU em determinado período. E assim, chega-se a média por mês, considerando os 30 dias, apesar de meses de 30, 31 e 28 dias.

A título de exemplificação da importância dos valores médios diários, verificou-se, conforme a tabela 38, que existem diferenças significativas da quantidade de RSU coletada entre os dias da semana, com as segundas-feiras apresentando quantidade maior que os demais dias da semana. Comparando-se as médias da segunda-feira (107,3 t) com as de quinta-feira (64,3), a primeira é 66,87% superior. Diagnósticos dessa natureza são importantes no planejamento do sistema de coleta e busca de medidas que reduzam os custos totais do sistema, envolvendo dimensionamento de equipes, rotas, horários e número de viagens dos caminhões.

Tabela 38 - Quantidade média de RSU coletado e destinado ao aterro sanitário por dia da semana em 2015 (t/dia)

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Segunda-feira	119,6	105,4	110,1	114,2	112,4	101,2	99,3	97,6	97,9	98,5	103,8	127,4	107,3
Terça-Feira	87,5	86,7	94,2	84,3	90,3	80,7	81,1	79,9	86,8	84,2	92,2	100,8	87,4
Quarta-feira	71,5	74,9	70,4	73,0	70,6	64,7	61,6	65,2	60,1	72,6	79,3	81,6	70,5
Quinta-feira	63,7	67,6	67,6	68,7	62,6	54,8	58,3	59,1	64,7	65,5	70,0	68,7	64,3
Sexta-feira	82,9	81,2	76,8	67,8	68,3	72,3	71,5	68,3	80,3	78,3	81,6	73,4	75,2
Sábado	64,8	59,7	58,6	58,7	58,6	58,4	59,7	57,7	61,6	64,9	66,0	68,1	61,4
Domingo	3,2	3,3	2,9	2,9	2,8	2,7	2,8	2,6	3,0	2,8	3,3	4,0	3,0

Fonte: Levantamento dos dados realizado pelo autor a partir dos tickets de pesagem diários do aterro sanitário. Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Nov. 2016).

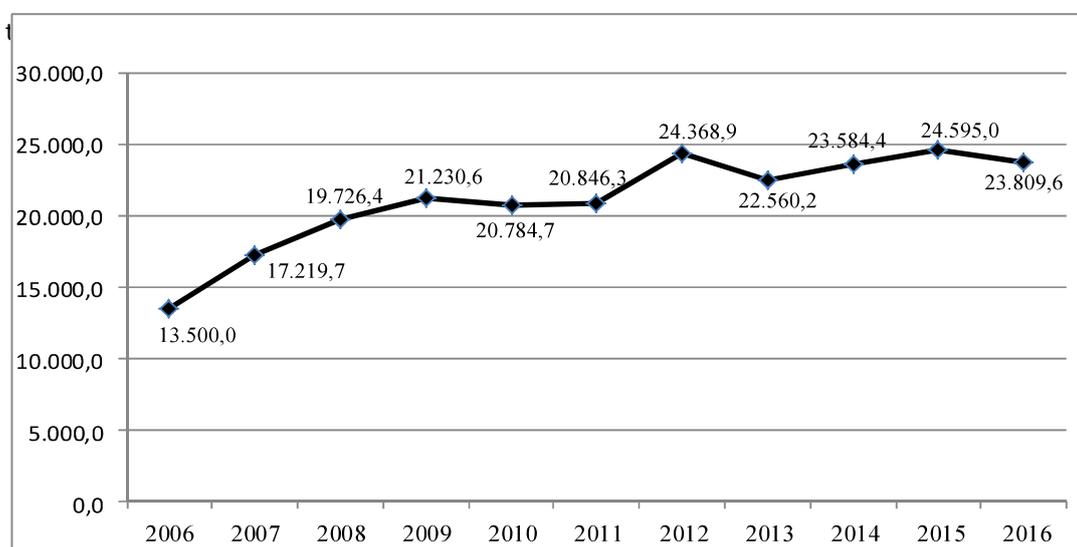
Assim, coletas isoladas tendem a contribuir com maiores custos, como no caso o dia de domingo apresentado na tabela 38, cuja quantidade de RSU não chega a ocupar um caminhão compactador (15m<sup>3</sup>). Ao mesmo tempo, dias como segunda-feira e terça-feira indicam o

acúmulo de resíduos no final de semana, demandando maior número de viagens ou de veículos percorrendo os setores da cidade.

Essa preocupação com os custos, envolvendo vários aspectos como a frequência, ecopontos, áreas de transbordo, automação e veículos de transporte, deve estar presente no planejamento do sistema pelos gestores públicos. A redução de custos é importante para a comparação do sistema em relação às alternativas ao mesmo, bem como para impactar menos a demanda de recursos públicos, com ganhos de eficiência, e para menor demanda no repasse ao contribuinte por meio da taxa de coleta e destinação de RSU. Cabe, também, a realização de ações que promovam a redução da geração de resíduos, envolvendo trabalho contínuo de educação ambiental, que contribuirá com menor demanda do sistema de coleta, bem como na melhoria da qualidade da separação dos resíduos conforme o destino a ser dado.

No intuito de proporcionar melhor visualização da evolução da coleta e destinação de RSU ao aterro sanitário, a figura 15 demonstra os períodos de aumento de quantidades expressivas de 2006 a 2009, seguido de oscilações de redução e elevação menos acentuadas, mantendo a tendência de crescimento.

Figura 15 - Evolução da coleta e destinação de RSU ao aterro sanitário (t/ano)



Fonte: Prefeitura de Ituiutaba/Secretaria de Obras e Serviços Públicos.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Jan. 2017).

O crescimento acentuado logo após o início da operação do aterro e pesagem pode estar relacionado ao fechamento do lixão (2006) e redução de áreas de bota fora, embora ainda observadas atualmente, principalmente na periferia da cidade (Figura 16). Isso significa que o aumento na fiscalização e mudança de comportamento das pessoas em destinar corretamente

deve representar incremento de resíduos ao aterro sanitário, impactando os custos da coleta convencional.

Figura 16 - Exemplos de áreas de “bota fora” encontradas na cidade de Ituiutaba, MG



A – Área de bota fora ao lado do IFTM/Campus Ituiutaba, dez/2016.



B – Área no Bairro Residencial Drummond, dez/2016.

Fotos: Arquivo pessoal.

A evolução da quantidade de RSU, seja de um município, estado ou país, tem apresentado relação com determinados fatores, como crescimento da população e renda, conforme estudos de Morales e Morra (2013), Tiveron (2001 apud TENÓRIO; ESPINOSA, 2004), Campos (2012), Cempre Review (2013), Besen (2011 apud BESEN, 2014) e os dados do SNIS 2014 (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2016).

No município em estudo, os dados da tabela 39 demonstram a relação do crescimento da quantidade de resíduos coletados, com o PIB per capita e a população. No período de 2007 a 2014, a quantidade de RSU (percentual médio anual) cresceu o equivalente a 5,8 vezes o crescimento percentual médio anual da população. Ao mesmo tempo, o percentual médio anual de crescimento do PIB per capita ficou apenas 1,7 vezes maior que o percentual médio de crescimento anual da quantidade de RSU.

Se por um lado a população tem seu papel na geração de resíduos, esses dados sinalizam participação da renda influenciando a geração de resíduos, corroborando estudos encontrados na revisão de literatura. Esses componentes, aliados ao padrão de consumo hegemônico atual, favorecem o maior consumo de bens e serviços e, conseqüentemente, maior geração de resíduos. E conforme observado na tabela 34 (evolução do PIB) e argumentos na seção 4.1, o município apresentou atividade econômica crescente nesse período em todos os setores da economia.

Tabela 39 - Comparativo da evolução da quantidade de RSU coletada e destinada ao aterro sanitário (t) com o PIB per capita (R\$/hab.) e População (hab) de Ituiutaba - 2007 a 2014

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Média
RSU (t) <sup>1</sup>	17.219,7	19.726,4	21.230,6	20.784,7	20.846,3	24.368,9	22.560,2	23.584,4	
<b>% / ano</b>	<b>27,55</b>	<b>14,56</b>	<b>7,63</b>	<b>-2,10</b>	<b>0,30</b>	<b>16,90</b>	<b>-7,42</b>	<b>4,54</b>	<b>7,74</b>
População (hab) <sup>2</sup>	92.727	96.122	96.759	97.171	97.792	98.392	102.020	102.690	
% de aumento/ano da população	<b>0,32</b>	<b>3,66</b>	<b>0,66</b>	<b>0,43</b>	<b>0,64</b>	<b>0,61</b>	<b>3,69</b>	<b>0,66</b>	<b>1,33</b>
PIB per capita (R\$/hab) <sup>23</sup>	11.294,80	11.599,87	15.598,42	17.385,38	19.726,47	21.154,57	24.984,11	26.181,24	
% de aumento/ano do PIB per capita	<b>13,47</b>	<b>2,7</b>	<b>34,47</b>	<b>11,46</b>	<b>13,47</b>	<b>7,24</b>	<b>18,1</b>	<b>4,79</b>	<b>13,21</b>

Fonte: <sup>1</sup>Prefeitura Municipal de Ituiutaba/Secretaria de Obras e Serviços Públicos. <sup>2</sup>IBGE. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=313420&search=minas-gerais|ituiutaba>>. Acesso em: 04 mar 2016, atualizado em 03 fev 2017.

<sup>3</sup>Foi considerado o valor das séries retropolada e revisada. De 2006 a 2009 calculado pelo autor (PIB/População). A partir de 2010 a 2014 foram utilizados os valores constantes na fonte consultada.

Elaboração: Humberto F. S. Minéu (Fev. 2017).

O crescimento populacional e demais fatores que exercem influência na geração dos RSU, presentes no município, implicam em aumento das despesas com os serviços públicos de coleta e transporte, bem como na operação do aterro. Os valores financeiros gastos por ano com esses dois serviços, com o percentual de cada etapa no custo total do sistema de coleta convencional e aterramento, são apresentados na tabela 40.

Os dados demonstram que enquanto a quantidade de RSU por ano cresceu 38,27% entre 2007 e 2016, a despesa com o serviço de coleta cresceu 123,88% e com o serviço de operação do aterro o aumento foi de 131,81% no mesmo período. Isso indica que as despesas do município cresceram, proporcionalmente, acima da quantidade de RSU coletada, com os custos da coleta e operação afetando estas despesas em comparação ao aumento da quantidade de RSU.

O aumento nas despesas com a coleta e operação, acima da quantidade de RSU em percentual, ocorre em função de dois componentes: o aumento na quantidade de resíduos e o aumento no valor da tonelada de resíduos coletados ou movimentados na operação do aterro.

Para a estimativa do custo de operação do aterro no período de 2013 a 2016, quando a prefeitura assumiu esta etapa e não disponibilizou os custos, optou-se em estimar os valores com base no percentual médio que a operação do aterro representou no custo total do sistema convencional no período de 2007 a 2012 (Tabela 40), que ficou em 38,0%. Esse valor foi utilizado para projetar o custo de operação nos anos seguintes (2013 a 2016), bem como na composição da estimativa do custo total.

Tabela 40 - Valor gasto com o serviço de coleta e destinação dos RSU ao aterro e na operação do aterro (R\$) e o percentual de participação de cada etapa no custo total do sistema de coleta convencional e aterramento (%)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total (R\$)
Quant. de RSU destinado ao aterro (t) - A	17.219,7	19.726,4	21.230,6	20.784,7	20.846,3	24.368,9	22.560,2	23.584,4	24.595,0	23.809,6	
Coleta e destinação dos RSU ao aterro (R\$) <sup>1</sup> - B	1.196.980,40	1.604.824,71	1.809.830,57	1.938.511,17	2.121.567,15	2.822.794,43	2.254.872,25	2.277.313,82	2.497.326,08	2.679.851,25	21.203.871,82
% da Coleta em relação ao Total <sup>3</sup>	66,01	63,04	63,06	58,03	56,05	65,80	66,66	65,88	67,00	69,24	
Custo médio da t na coleta (R\$/t) – B/A	69,51	81,35	85,25	93,27	101,77	115,84	99,95	96,56	101,54	112,55	
Operação do aterro (R\$) <sup>2</sup> - C	616.281,68	941.075,49	1.060.106,39	1.402.034,28	1.663.766,73	1.467.349,62	1.353.609,24	1.415.066,58	1.475.701,80	1.428.576,00	13.002.367,81
% da Operação em relação ao Total <sup>3</sup>	33,99	36,96	36,94	41,97	43,95	34,20	37,51	38,32	37,14	34,77	
Custo médio da t na operação (R\$/t) – C/A	35,79	47,71	49,93	67,46	79,81	60,21	60,00	60,00	60,00	60,00	
<b>Total (R\$) – B+C</b>	<b>1.813.262,08</b>	<b>2.545.900,20</b>	<b>2.869.936,96</b>	<b>3.340.545,45</b>	<b>3.785.333,88</b>	<b>4.290.144,05</b>	<b>3.608.481,49</b>	<b>3.692.380,40</b>	<b>3.973.027,88</b>	<b>4.108.427,25</b>	<b>34.027.439,63</b>
<b>% / ano<sup>3</sup></b>	<b>-</b>	<b>40,40</b>	<b>12,73</b>	<b>16,40</b>	<b>13,31</b>	<b>13,34</b>	<b>-15,89</b>	<b>2,33</b>	<b>7,60</b>	<b>3,41</b>	

Nota: O aterro iniciou a operação em dez/2005, com despesa no ano de R\$12.416,00 e em 2006 com dados de estimativa de quantidade, sem pesagem, com valores bastante diferentes do ano seguintes (2007) quando iniciaram as pesagens (Tabela 37). Em função desses valores estimados ficarem discrepantes em relação aos demais dados e afetarem as análises com médias anuais, esses anos foram desconsiderados na análise.

<sup>1</sup>Coleta manual e mecanizada e transporte de resíduos sólidos domiciliares, comerciais, industriais e de varrição para a Central de Tratamento de Ituiutaba. Realizada pela Prefeitura até dez/2006 (dados não obtidos junto à mesma) e terceirizada a partir de 2007.

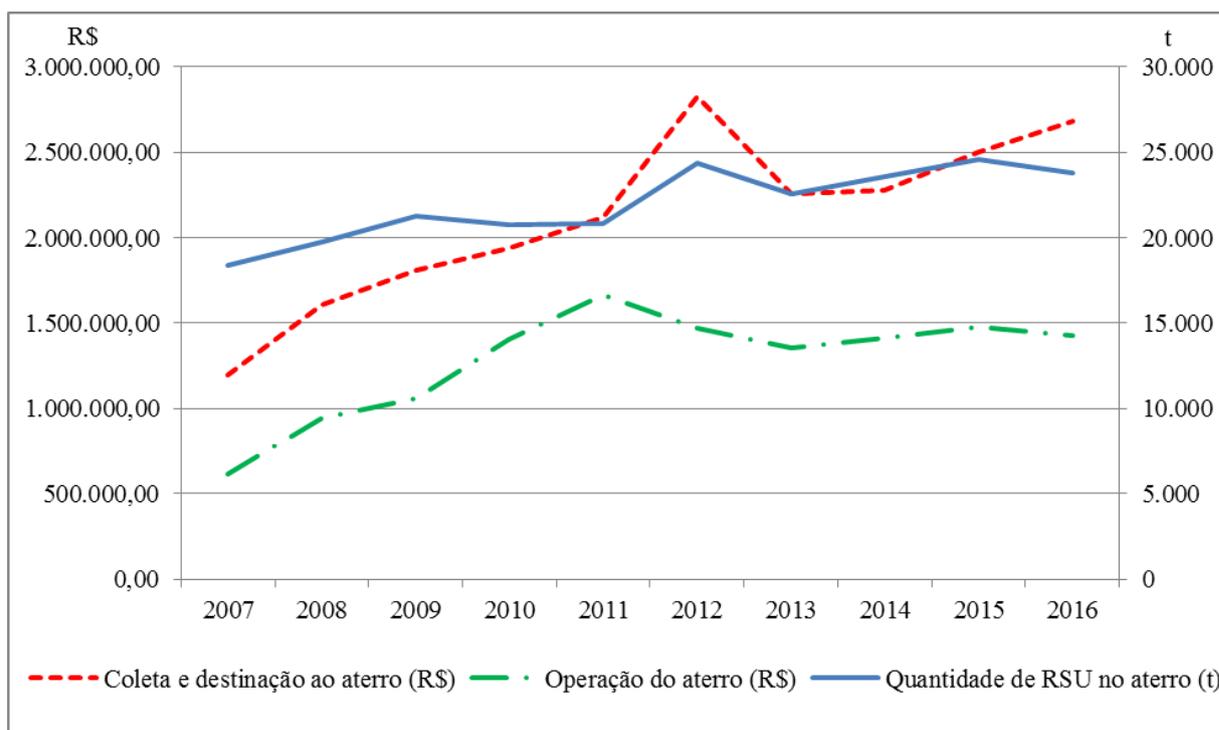
<sup>2</sup>Manutenção e operação da Central de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos, terceirizada de dez/2005 a fev/2013. A partir de mar/2013 passou a ser realizada pela Prefeitura, que não forneceu os custos.

Fonte: <sup>12</sup>Prefeitura de Ituiutaba/Secretaria de Obras e Serviços Públicos. <sup>3</sup>Calculado pelo autor.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Jan. 2016).

No intuito de ilustrar melhor a evolução e relação dos gastos do município com o sistema de coleta convencional e operação do aterro, apresenta-se os mesmos na forma gráfica na figura 17, incluindo a evolução da quantidade de RSU coletada.

Figura 17 - Valor gasto pelo município com o serviço de coleta e destinação dos RSU ao aterro sanitário, de 2006 a 2016 (R\$/ano)



Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Fev. 2017).

Ao observar a evolução das relações entre as séries de dados da quantidade de RSU coletado e as despesas do município com os serviços envolvidos na coleta e destinação final dos mesmos, tem-se que as séries apresentam similaridade, com ligeiras oscilações. As diferenças na evolução entre as despesas com a coleta e operação, em parte estão relacionadas às diferenças das quantidades de materiais medidos pelo município na prestação dos respectivos serviços – coleta e operação.

A tabela 41 apresenta os dados da evolução da quantidade de material envolvido na operação do aterro, com elevação significativa entre 2010 e 2011, relacionando-se a representação da curva na figura 17. Nesses dois anos, entre Jul/2010 a Set/2011 a quantidade medida de material envolvido no aterramento ficou bem superior à quantidade de RSU coletado e transportado ao aterro, impactando os gastos do município com a operação.

Tabela 41 - Quantidade de resíduos medidos na operação do aterro sanitário de Ituiutaba, MG - Jan/2007 a Dez/2012 (t)

	2007 <sup>1</sup>	2008	2009	2010	2011	2012
Quant. de material na operação do aterro (t)	17.317	21.818,3	23.586,8	30.229,3	32.103,7	26.338,6
Quant. coletada de RSU (t)	17.219,7	19.726,4	21.230,6	20.784,7	20.846,3	24.368,9
Relação quantidade na operação / coletada (%)	0,57	10,60	11,10	45,44	54,00	8,08

Nota: <sup>1</sup>A quantidade estimada para o período de Jan a Mar/2007 foi considerada na operação e na coleta, conforme valor atestado pela Prefeitura para pagamento à prestadora do serviço, de modo a reduzir o efeito de subestimação dos dados.

Fonte: Prefeitura de Ituiutaba/Secretaria de Obras e Serviços Públicos.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Fev. 2017).

Embora o sistema de aterramento envolva quantidade maior ao incluir o material movimentado para o processo de cobertura dos resíduos, demandando movimentação de terra na própria área do aterro ou obtenção de material externo, informações obtidas junto a informantes indicam que a diferença elevada entre 2010 e 2011 está associada ao período em que os resíduos de construção recebidos no aterro fizeram parte das medições e pagamento pela prefeitura. Em função do pagamento por tonelada de material, essa elevação impactou os custos do sistema. Em muitos casos, inclusive observado no aterro em estudo, vêm sendo utilizados resíduos da construção civil para fazer o trabalho de cobertura, o que alivia os custos, embora demande o controle de qualidade desse material para que não prejudique a compactação da camada de cobertura.

Essa similaridade na representação das séries observadas na figura 16 está relacionada ao critério objetivo utilizado pelo poder público (prefeitura) para o pagamento por esses serviços, que é o valor pago por tonelada coletada e enterrada. Assim, os prestadores desses serviços têm na quantidade de material e no valor da tonelada a sua fonte de receita, portanto, quanto mais coletarem, maior o seu faturamento.

De modo a melhor identificar o efeito no aumento dos custos no serviço de coleta, além da questão da quantidade de resíduos, anteriormente demonstrada, a tabela 42 apresenta o valor pago por tonelada de RSU coletada e transportada ao aterro pelo sistema de coleta convencional, no período de levantamento pela pesquisa.

Observa-se que o percentual de aumento anual no valor da tonelada oscilou ao longo do período, incluindo valor zero e até negativo, em função de nova contratação. Nesse período, o percentual médio de aumento anual no valor da tonelada foi de 4,37%, calculado com o mês de dezembro como referência. Esse valor se apresenta promissor, num primeiro momento,

diante da média da inflação anual ocorrida no período, que ficou em 6,22%<sup>28</sup>, com base no Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA).

Tabela 42 - Valor pago pelo município com o serviço de coleta e destinação dos RSU ao aterro - 2007 a 2016 (R\$/t) e percentual de aumento anual (%)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Jan		*	*	79,96	82,36	87,16	<b>95,15</b>	101,55	<b>116,74</b>	96,56	96,56	106,56
Fev		*	*	79,96	82,36	87,16	95,15	101,55	116,74	96,56	<b>106,56</b>	106,56
Mar		*	79,96	79,96	82,36	87,16	95,15	101,55	<b>96,30</b>	96,56	106,56	106,56
Abr		*	79,96	79,96	82,36	87,16	95,15	101,55	96,30	96,56	106,56	106,56
Mai		*	79,96	79,96	82,36	87,16	<b>101,55</b>	101,55	96,30	96,56	106,56	<b>115,71</b>
Jun		*	79,96	<b>82,36</b>	<b>87,16</b>	87,16	101,55	101,55	96,30	96,56	106,56	115,71
Jul		*	79,96	82,36	87,16	87,16	101,55	101,55	96,30	96,56	106,56	115,71
Ago		*	79,96	82,36	87,16	87,16	101,55	101,55	96,30	96,56	106,56	115,71
Set		*	79,96	82,36	87,16	87,16	101,55	101,55	96,56	96,56	106,56	115,71
Out		*	79,96	82,36	87,16	87,16	101,55	101,55	96,56	96,56	106,56	115,71
Nov		*	79,96	82,36	87,16	87,16	101,55	101,55	96,56	96,56	106,56	115,71
Dez	*	*	79,96	82,36	87,16	87,16	101,55	101,55	96,56	96,56	106,56	115,71
%/ano	-	-	-	3,00	5,83	0,00	16,51	0,00	-4,91	0,00	10,36	8,59

\*Período de coleta realizada diretamente pela Prefeitura, sem disponibilização de despesas com a mesma, o que levou a desconsiderar os anos de 2005 e 2006 nas análises dos dados.

Fonte: Prefeitura de Ituiutaba/Secretaria de Obras e Serviços Públicos.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Jan. 2016, atualizada em Jan. 2017).

Em fevereiro de 2013 houve o encerramento de contrato e realização de contrato emergencial a partir de março, que promoveu uma redução de 17,51% no valor da tonelada coletada, correspondendo a uma economia de R\$20,44/t na coleta e transporte dos resíduos para o aterro. Em setembro, após nova licitação, ocorre a contratação no valor de R\$96,56/t coletada, valor 0,27% acima do período de contrato emergencial. Considerando a quantidade de RSU coletado de março a dezembro de 2013, de 18.621,9t e a economia de aproximadamente R\$20,00/t, representou uma economia no ano estimada acima de R\$370.000,00, mais os efeitos nos anos seguintes quando comparados aos valores que vinham sendo pagos, acima dos valores a partir do novo contrato.

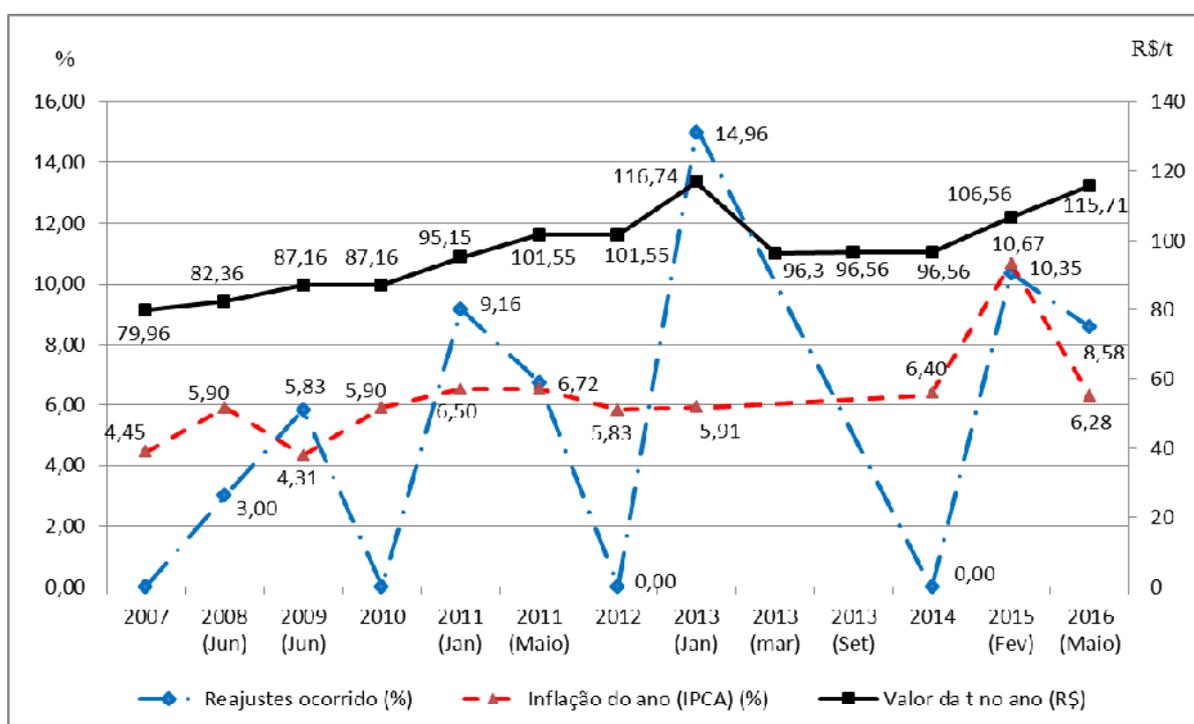
Decisões dessa natureza, envolvendo as dimensões política e econômica, são importantes de serem consideradas quanto ao impacto no custo da prestação do serviço para o poder público (prefeitura), que recai sobre o cidadão, além de afetar eventuais comparações de viabilidade econômica com alternativas à destinação dos resíduos.

<sup>28</sup>Média da inflação no período calculada com a inflação de cada ano medida pelo IPCA. Disponível em: <<http://www.portalbrasil.net/ipca.htm>. Acesso em: 28 fev 2017.

No sentido de analisar em maior detalhe os efeitos econômicos da decisão tomada sobre os custos da coleta dos resíduos, analisou-se a evolução do valor da tonelada coletada no período de 2007 a 2016, comparando-se com os reajustes aplicados e a inflação do período pelo IPCA, incluindo o efeito de nova contratação (Figura 18).

Observa-se na figura 16, combinado com a tabela 42, que os reajustes foram aplicados em intervalos não regulares de tempo, inicialmente com 12 meses e depois com situação de alguns anos sem reajuste (2010, 2012 e 2014) e um ano com dois reajustes (2011), ilustrado pela variação em picos no gráfico.

Figura 18 - Comparativo do valor da tonelada de resíduos coletada e transportada ao aterro, com o percentual de reajuste aplicado e o índice de inflação no período.



Fonte: Dados da pesquisa.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Mar. 2017).

Com relação ao valor da tonelada, o gráfico ilustra a despesa crescente desde 2007, quando a realização de nova contratação interrompeu o aumento contínuo. Nessa ocasião ocorreu uma redução significativa do custo da tonelada (17,51%), voltando a crescer a partir de 2015.

Diante disso, cabe uma análise quanto à decisão política e econômica tomada, o quanto a mesma beneficiou o poder público e a sociedade, ao interromper esse crescimento contínuo de despesa, retomando o preço pago pelo município a valores de dois anos antes.

Nesse sentido, tem-se que ocorreram sete reajustes no intervalo de 10 anos de levantamento. A média dos valores utilizados nos reajustes ficou em 8,37% (Tabela 43), que em um primeiro momento indica estar acima da inflação de 6,22% no período (2007 a 2016). Mas essa análise requer ponderação e detalhamento, uma vez que os sete reajustes ocorreram durante os dez anos e não anualmente como é medida a inflação, e ocorreu uma nova contratação que reduziu o valor da tonelada no período. Assim, a média de 8,37% indica apenas o valor médio dos reajustes aplicados, e não o quanto o preço da tonelada foi elevado no período.

Tabela 43 - Percentual de aumento aplicado no valor do serviço de coleta e destinação dos RSU ao aterro sanitário, de 2007 a 2016 (%)

<b>Mês/Ano</b>	<b>Jun/2008</b>	<b>Jun/2009</b>	<b>Jan/2011</b>	<b>Mai/2011</b>	<b>Jan/2013</b>	<b>Fev/2015</b>	<b>Mai/2016</b>	<b>Média</b>
Valor (%)	3,00	5,83	9,16	6,72	14,96	10,35	8,58	8,37

Fonte: Calculado a partir dos valores por tonelada informados pela Prefeitura de Ituiutaba/Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Mar. 2017).

A ilustração (Figura 17) realizada a partir dos mesmos dados constantes na tabela 43, demonstra que a sistemática de cálculo e aplicação dos índices de reajuste é importante para a apuração dos valores que expressem a elevação dos custos para o município, bem como para o prestador de serviço.

De modo a investigar melhor esses valores e implicações na despesa pública com a prestação do serviço de coleta e transporte dos resíduos ao aterro, realizou-se a análise dos valores pagos pelo município por tonelada, por período de contrato no intervalo dos dez anos, comparando-se com os valores corrigidos pelo IPCA e IGPM (Tabela 44).

No período completo do intervalo de análise do presente estudo (2007 a 2016), o valor pago a partir de maio/2016 (último reajuste), ficou 17,21% abaixo do valor corrigido pelo IPCA e 20,16% abaixo do valor corrigido pelo IGPM. Embora pareça ser um resultado bastante positivo para o município, importa considerar que ocorreu a interrupção nesse período que promoveu redução significativa no valor da tonelada em 2013, sendo que o valor da tonelada em 2016 não é resultado apenas de reajustes contratuais, o que compromete essa forma de análise e comparação, sendo necessária a análise desmembrando os períodos dos contratos ocorridos nesse intervalo de tempo.

Tabela 44 - Relação do aumento da despesa com a coleta de RSU (R\$/t) com índices de mercado e efeito da nova contratação

	Valor inicial (R\$/t) <sup>1</sup>	Valor real pago no fim do período (R\$/t) <sup>1</sup>	Valor corrigido pelo IPCA no fim do período (R\$/t)	Valor corrigido pelo IGPM no fim do período (R\$/t)
Período de contratação completo (2007 a 2016)	79,96	115,71	139,76	144,93
1º período de contrato (2007 a 2013)	79,96	116,74	108,33	115,60
2º período de contrato - emergencial - (mar a ago/2013)	96,30	96,30	-	-
3º período de contrato (set/2013 a 2016)	96,56	115,71	119,5	117,69

Nota: Para o cálculo do valor corrigido, considerou-se o primeiro dia do mês de início do contrato até o último dia do mês que antecedeu ao reajuste, conforme valores na tabela 42. Para a correção dos valores pelo IPCA e IGPM, foi utilizada a ferramenta [www.calculoexato.com.br](http://www.calculoexato.com.br). O IPCA é um índice bastante utilizado para mensurar a inflação no país e o IGPM é bastante utilizado em contratos de prestação de serviço.

Fonte: <sup>1</sup>Prefeitura de Ituiutaba/Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Mar. 2017).

Ao desmembrar o primeiro período de contrato, entre 01/03/2007 a 28/02/2013, observa-se que o valor pago a partir de jan/2013, ficou 7,76% acima do valor corrigido pelo IPCA e 0,99% acima do valor corrigido pelo IGPM. Destaca-se que o período utilizado para a correção foi até 31/12/2012, mês que antecede o valor reajustado.

No período de contrato emergencial (mar a ago/2013), os valores praticados estiveram bem próximos ao valor por tonelada há dois anos antes (jan a abr/2011), desonerando essa despesa para o município, e não ocorreu reajuste do valor da tonelada nesse período.

Após nova licitação, no terceiro período de contrato no intervalo dos dez anos, o valor contratado inicialmente ficou, também, em patamar semelhante ao de dois anos antes, e o valor pago no último reajuste aplicado ficou 3,17% abaixo do valor corrigido pelo IPCA e 1,68% abaixo do valor corrigido pelo IGPM. Importante esclarecer que a correção foi realizada até 30/04/2016, mês que antecede a aplicação do reajuste.

A maior proximidade dos valores reajustados com o valor corrigido pelo IGPM sinaliza a utilização desse índice como parâmetro nos contratos, não sendo confirmado pela pesquisa junto à prefeitura até o fechamento do estudo.

Dessa análise, observa-se que a diferença do valor pago em 2016 em relação aos valores corrigidos pelo IPCA e IGPM no período completo de levantamento (2007 a 2016), ficou bem maior que as diferenças nos períodos em separado. Isso indica que a interrupção do contrato e nova licitação/contratação, com o valor inicial retornando ao valor de dois anos antes, representou benefício em economia na despesa do município para a coleta dos RSU.

Esses dados demonstram que a realização de nova contratação foi vantajosa para o município, pois evitou elevações de preço da tonelada acima da inflação, reduziu de forma significativa o valor da tonelada em um primeiro momento, e no período seguinte apresentou reajuste abaixo da inflação.

Reconhecendo a limitação da análise diante da série curta dos dados no caso em estudo, percebe-se que a realização da aplicação de índice de reajuste em período longo, tende a majorar o custo para o município, considerando o primeiro contrato com cinco anos, apresentou valor pago da tonelada acima da inflação e relativamente superior ao novo valor. Com a viabilização do serviço em nova contratação com valor inferior (17,51%) ao valor pago conforme os reajustes aplicados no contrato anterior, sinaliza que cabe planejamento quanto ao período de contratação e/ou forma de apuração de custos do serviço, além de aplicação de índices de mercado, de modo a tornar a prestação do serviço viável para o prestador, mas sem majorar o município e, conseqüentemente, o cidadão.

Em termos de importância de percentuais de economia ou majoração, é importante considerar a escala dos valores financeiros envolvidos, uma vez que a cada 1% de economia ou majoração, representa um valor anual acima de R\$20.000,00, conforme os gastos do município com o serviço de coleta, apresentados na tabela 40. De outra forma, a cada 1% de economia em despesas da ordem de R\$1.000.000,00, representa uma economia ou majoração de R\$10.000,00.

Em relação aos custos no processo de operação no aterro, a tabela 45 apresenta os valores por tonelada pagos pelo município no período de 2006 a 2012, calculados com base dos dados de despesa e quantidades disponibilizados pela prefeitura. A partir de 2013, com a operação realizada pela prefeitura, esses dados não foram disponibilizados.

Analisando-se os valores na tabela 45, tem-se o percentual de aumento a cada ano no período de atuação da mesma prestadora de serviço de 2007 a 2012. Nesse período, o aumento médio foi de 5,04%, abaixo da média da inflação no período. Foi desconsiderado o aumento de 215,53% ocorrido entre 2006 e 2007, por ficarem bem discrepantes para efeito de cálculo e uso da média e se tratar de prestadora de serviço diferente e com quantidades de RSU estimadas.

Destaca-se na tabela 45 a diferença de valor da tonelada calculada para o ano de 2006, a partir do valor pago pelo município e a quantidade atestada, para a prestação de serviço anterior (dez/2005 a mar/2007). O valor da tonelada na operação calculado ficou bem inferior ao valor inicial da tonelada quando da contratação seguinte, não sendo obtido pela pesquisa explicações para tal fato.

Dessa forma, com o pagamento baseado na quantidade (t), os prestadores do serviço são estimulados ou induzidos a quanto mais coletarem, melhor, em um processo cíclico de aumento da quantidade e maior despesa para o município. Esses prestadores, então, não são estimulados a atuarem no sentido de promover ações de educação ambiental junto à população, no sentido de promover a redução na geração dos resíduos, uma vez que estariam “atirando no próprio pé”, para usar uma expressão do senso comum.

Tabela 45 - Valor pago pelo município na operação do aterro (R\$/t), de 2006 a 2012

	2006 <sup>2</sup>	2007	2008 <sup>1</sup>	2009	2010	2011	2012
Jan	13,24	13,24	41,79	43,04	46,38	<b>49,73</b>	53,07
Fev	13,24	13,24	41,79	43,04	46,38	49,73	53,07
Mar	13,24	13,24	41,79	43,04	46,38	49,73	53,07
Abr	13,24	<b>41,79</b>	41,79	43,04	46,38	49,73	53,07
Mai	13,24	41,79	41,79	43,04	46,38	<b>53,07</b>	53,07
Jun	13,24	41,79	<b>43,04</b>	<b>46,38</b>	46,38	53,07	53,07
Jul	13,24	41,79	43,04	46,38	46,38	53,07	53,07
Ago	13,24	41,79	43,04	46,38	46,38	53,07	53,07
Set	13,24	41,79	43,04	46,38	46,38	53,07	53,07
Out	13,24	41,79	43,04	46,38	46,38	53,07	53,07
Nov	13,24	41,79	43,04	46,38	46,38	53,07	53,07
Dez	13,24	41,79	43,04	46,38	46,38	53,07	53,07
Termos aditivos			12.983,36				69.561,06
% de aumento/ano <sup>3</sup>	0,00	215,53	2,99	7,76	0,00	14,42	0,00

<sup>1</sup>Valor médio anual (R\$/t), calculado pelo autor com o total pago dividido pela quantidade de resíduos operada no processo de aterramento, conforme medição pela prefeitura, incluindo o valor pago como aditivo.

<sup>2</sup>Valor calculado pelo autor com base nas informações da empresa prestadora de serviço anterior com a quantidade média estimada de 1.125 t/mês de resíduos atestada pela prefeitura e na despesa constante nos relatórios consultados. Esses valores não foram utilizados em outras análises por estarem discrepantes dos demais dados, podendo interferir nas estimativas utilizando médias e percentuais do período de 2007 a 2016.

<sup>3</sup>Valor calculado conforme o reajuste no preço da tonelada ocorrido no ano, em relação ao valor anterior, com o mês de dezembro como referência.

Fonte: Prefeitura de Ituiutaba/Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Mar. 2017).

Com isso, o município perde a atuação de um importante agente privado na aplicação dos princípios da PNRS, de antes não gerar, reduzir, reutilizar, reciclar, tratar para só depois realizar a disposição final, que no caso seria apenas os rejeitos para o aterro sanitário. Além disso, dificulta o processo de planejamento de gastos do poder público, que passa a depender de estimativas do crescimento da geração de resíduos (com os vários fatores que a influenciam) e os índices de correção nos contratos de prestação dos serviços, para compatibilizar a despesa futura com o orçamento municipal, incluindo os recursos advindos da taxa de coleta e destinação dos RSU.

Diante do exposto, surge a necessidade de repensar a forma de remunerar os prestadores de serviço, buscando critérios que permitam o controle e fiscalização pela prefeitura e que estimulem os agentes a atuarem junto com o poder público no incentivo à população para reduzir a geração dos resíduos. Com isso, impactar menos as despesas do município, sem comprometer a atuação do agente privado prestador do serviço.

Nesse sentido, sugere-se a adoção do pagamento pelo serviço prestado (coleta convencional e seletiva), com base na rota estabelecida previamente em planejamento pela prefeitura, podendo ser utilizado o quilômetro (km) como medida objetiva de fiscalização e controle e para remuneração dos prestadores<sup>29</sup>. Essa medida (km), já é utilizada no município para a contratação e pagamento do serviço de varrição e limpeza das ruas. E o cidadão, no exercício de seu papel na destinação adequada, representa parceiro importante na disponibilização dos materiais e na fiscalização da qualidade do serviço prestado.

Atualmente, a coleta seletiva no município, na cidade, é feita com rotas definidas e sendo remunerada mediante subvenção por meio de convênio (embora não seja o instrumento jurídico apropriado, sendo estabelecido na legislação vigente o contrato como instrumento), não dependendo da quantidade de material. Essa experiência pode ser levada ao passar o sistema de coleta seletiva para a forma de contrato, estabelecendo-se valores pelo serviço prestado a cada rota cumprida. Em analogia, esse formato pode ser experimentado com a coleta convencional, que também tem suas rotas a cada dia da semana.

Com a quantidade de material coletado não sendo o elemento a definir a remuneração dos prestadores desses serviços, os mesmos seriam estimulados a atuar com campanhas junto à população para a destinação adequada dos resíduos (para os respectivos sistemas), reduzindo as perdas de recicláveis destinados ao aterro, bem como na redução da geração. Afinal, menos material a transportar promove menor desgaste dos veículos, reduz consumo de combustível ao se deslocarem mais leves e em velocidade média maior, além da menor emissão de gases. Somando-se a essas medidas a definição de Pontos de Entrega Voluntária (PEV) e/ou ecopontos, os efeitos de economia de escala com o sistema de transporte dos resíduos tende a contribuir com a redução do custo total do sistema e com a ampliação dos benefícios apresentados.

---

<sup>29</sup>Essa sugestão foi apresentada pelo autor por ocasião da quarta audiência pública como parte do processo de elaboração do Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos do Consórcio Público Intermunicipal de Desenvolvimento Sustentável do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba – CIDES, realizada em 23 de março de 2015, constando na tabela 107, “Na contratação de empresas terceirizadas para coleta e transporte de resíduos, usar como base de cálculo do preço pelos serviços o km rodado (priorizar as rotas ao invés de pagar por toneladas), incentivando a redução de resíduos coletados” (CIDES, 2015, p. 542). E posteriormente por meio de memorando ao prefeito (APÊNDICE C).

A redução no custo dos sistemas de coleta (convencional e seletiva), bem como na operação do aterro, tende a se reverter em benefício do cidadão, do usuário do serviço público, com a redução do valor ou na menor pressão para elevação na taxa de coleta e destinação dos RSU. Principalmente, com o usuário informado e orientado que a redução na geração contribuirá diretamente para reduzir o seu ônus com o pagamento dessa taxa, além da possibilidade de incentivo econômico (como o desconto no IPTU). Embora esse trabalho seja, inicialmente, uma atribuição da prefeitura, pode ser feito pela mesma e pelos prestadores de serviço, podendo esta atividade de educação ambiental ser prevista em contrato, além da responsabilidade social e ambiental dos agentes privados.

Para a estruturação dos sistemas de coleta, com a separação dos resíduos, e com isso viabilizar alternativas para a destinação final aos RSU, ao invés de apenas seguir enterrando e desperdiçando materiais, torna-se fundamental o município conhecer e monitorar a composição dos seus resíduos.

Esse trabalho de monitoramento se dá por meio das avaliações da gravimetria dos resíduos, que estima a composição por material ou grupo de materiais em massa (kg ou t) e volume ( $m^3$ ), bem como os respectivos percentuais. Além disso, com base nessas duas informações, determina-se a densidade (kg ou  $t/m^3$ ), essencial no processo de compactação dos resíduos, que influencia diretamente a vida útil do aterro. Esse conjunto de informações é fundamental no sistema de gerenciamento de RSU, envolvendo a coleta e destinação, tanto para dimensionar os sistemas de coleta, como o aterro sanitário.

No caso em estudo, a tabela 46 apresenta os resultados da gravimetria dos resíduos coletados na cidade, em uma mesma semana, na segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira, nos dias 26, 28 e 30 de novembro de 2014, em levantamento realizado para a elaboração do Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos do Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento Sustentável do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba - CIDES.

A partir desses dados, tem-se que 31,7% dos resíduos entregues no aterro nessa ocasião eram resíduos recicláveis secos, com pleno potencial de serem aproveitados pelo sistema de coleta seletiva existente na cidade e encaminhamento para reutilização e reciclagem. O desvio desses materiais se torna mais expressivo ao verificar que os mesmos correspondem a 68,3% do volume dos resíduos da amostra. Os resíduos orgânicos (ou biodegradáveis) apresentaram 48,8% da massa e 13,6% do volume. Recorrendo ao arredondamento desses valores, tem-se na composição dos resíduos que os resíduos recicláveis, biodegradáveis e secos em conjunto, representam em torno de 80% em termos de massa e volume.

Tabela 46 - Composição gravimétrica dos resíduos sólidos de Ituiutaba, MG, em 2014

Material	Massa total quartil <sup>30</sup> (kg)	Massa Quartil (%)	Volume Quartil (m <sup>3</sup> )	% Volume Quartil	Densidade (t/m <sup>3</sup> )
Papel, papelão e Tetra Pak	209,4	11,4	2,72	27,6	0,08
Plásticos e Pet	299,5	16,4	3,75	38,1	0,08
Vidros	38,5	2,1	0,08	0,8	0,51
Metais	33	1,8	0,18	1,8	0,18
Matéria Orgânica	894	48,8	1,34	13,6	0,67
Rejeito	356,2	19,5	1,78	18,1	0,20
<b>Total</b>	<b>1830,6</b>	<b>100</b>	<b>9,83</b>	<b>100</b>	<b>0,19</b>

Fonte: CIDES (2015). Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos do Consórcio Público Intermunicipal de Desenvolvimento Sustentável do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba – CIDES. 2015. Levantamento realizado em nov/2014. Adaptado por Humberto Ferreira Silva Minéu (Mar. 2016).

Esses valores estão em sintonia com os apresentados por Santos (2006), tanto os referentes à sua própria pesquisa (69,61% de orgânicos e 30,39% de recicláveis secos), como os dados de levantamento para o projeto do aterro (63% de orgânicos, 31% de recicláveis secos e 6% de rejeitos). Também estão em sintonia com os valores observados na revisão de literatura, como no trabalho de Tiveron (2001 apud TENÓRIO; ESPINOSA, 2004) e IPEA (2010).

Em levantamento realizado em 31/08, 04/09 e 10/09 de 2015, pela equipe do aterro em atendimento à demanda da FEAM, sendo acompanhado pela pesquisa, obteve-se a composição quanto à massa 59,1% de orgânicos, 18,8% de recicláveis secos e 22,0% de rejeitos. Em termos de volume, a composição ficou em 19,0% de orgânicos, 60,6% de recicláveis secos e 20,4% de rejeitos. Nesse levantamento ocorreu proporção do grupo dos plásticos bastante superior ao grupo papel/papelão, quando comparado com a mesma relação no levantamento anterior em 2014, o que pode explicar o menor percentual dos recicláveis secos quanto a massa (kg), por serem mais leves que o grupo papel e papelão.

Os resíduos recicláveis secos apresentam densidade bem inferior aos orgânicos. No caso dos grupos papel e plásticos, que são os mais volumosos e de maior massa, apresentam menos da metade da densidade dos rejeitos. Assim, a retirada dos recicláveis secos do sistema de coleta convencional tem duplo benefício para o aterro: reduz a quantidade e volume de material destinado e melhora a densidade de compactação dos resíduos, impactando diretamente em ganho de vida útil para o aterro.

<sup>30</sup>Quartil: Termo utilizado para designar a parcela da amostra de resíduos sólidos para avaliação da composição gravimétrica, obtida pelo processo de quartejamento, que consiste na divisão em quatro partes iguais de uma amostra pré-homogeneizada, sendo tomadas duas partes opostas entre si para constituir uma nova amostra e descartadas as restantes. As partes não descartadas são misturadas novamente e o processo de quartejamento é repetido até que se obtenha o volume desejado, conforme NBR 10.007/2004 (ABNT, 2004b).

É importante que diagnósticos dessa natureza sejam realizados periodicamente, de modo a identificar alterações ao longo do tempo, época do ano (período chuvoso, período seco, época de festas), contribuindo para conhecer melhor e com mais fidedignidade a composição dos resíduos no município. Medidas dessa natureza contribuem no sentido de que a política pública adotada para os resíduos esteja em sintonia com a busca em desviar do aterro os resíduos recicláveis e encaminhá-los para a coleta seletiva, existente no município desde 2001 (no caso dos secos), e com isso obter os benefícios diretos na vida útil do aterro e na geração de ocupação e renda pela comercialização desses materiais.

Considerando os levantamentos apresentados, com metodologias e em anos diferentes, e as estimativas encontradas na revisão de literatura, adotou-se como parâmetro médio a estimativa de que os recicláveis, orgânicos e secos, correspondem em massa e volume a aproximadamente 80% dos materiais destinados ao aterro sanitário. Esse percentual representa 4/5 da capacidade do aterro. Dessa forma, depreende-se que o desvio desses resíduos tem o potencial de prolongar a vida útil do aterro para o equivalente a cinco vezes a estimativa inicial, com um aterro que duraria 20 anos passando para 100 anos, com o aterro passando a receber apenas os rejeitos, conforme estabelece a legislação vigente.

A aplicação de medidas que promovam a destinação dos resíduos recicláveis para alternativas ao aterro sanitário apresenta relação direta com o aproveitamento dos materiais (e benefícios decorrentes explorados em seção seguinte), bem como em reduzir a demanda de novas áreas. Ou seja, é mais espaço que ficará disponível para outros usos para a sociedade, amenizando eventuais conflitos de uso.

Decisões políticas são importantes e necessárias para estabelecer regras de conduta para os agentes envolvidos na responsabilidade compartilhada na gestão dos RSU, sejam os agentes de mercado, o cidadão ou o próprio poder público como ator e árbitro nesse processo. As definições no campo político (e legal) são necessárias para criar condições e viabilizar alternativas mais vantajosas (econômica, social e ecologicamente) para o poder público e para a sociedade, como por exemplo, incentivar a coleta seletiva e a reciclagem dos materiais que já dispõem de tecnologia e mercado para serem aproveitados.

#### **4.4 Coleta seletiva formal: quantidade de material coletado, receita e custo**

Esta seção apresenta o contexto de implantação da coleta seletiva formal no município, com a criação de cooperativa, a evolução nos dez anos de levantamento, envolvendo a quantidade de material comercializado, receita gerada, despesas do município, custo por

tonelada, benefícios tributários e contribuição previdenciária, captação de recursos, relação da prefeitura com a cooperativa, economia de volume no aterro sanitário, preços no mercado e valores obtidos pela cooperativa local, o retorno financeiro proporcionado em relação à despesa do município e a sustentabilidade financeira da cooperativa.

A coleta seletiva representa, nesse estudo, a alternativa à destinação dos materiais recicláveis ao aterro sanitário, como melhor opção de investimento pelo poder público (prefeitura), com o encaminhamento desses materiais para a reciclagem, obtendo retorno econômico para a sociedade, além de benefícios ambientais e sociais.

De acordo com o Projeto do Programa Ituiutaba Recicla, com o projeto do aterro sanitário em andamento desde 1999, foi estabelecido que a coleta seletiva iniciasse antes da construção do aterro. Assim, a Superintendência de Água e Esgoto de Ituiutaba (SAE), que coordenava os trabalhos, buscou a parceria com outros órgãos da prefeitura (Secretarias de Obras e de Planejamento e o Departamento de Ação e Desenvolvimento Social) e os Clubes de Serviços Rotary Clube Ituiutaba 1º de maio e Rotaract (SAE, 2000).

A atividade de coleta seletiva de materiais recicláveis secos teve início com um projeto piloto envolvendo os bairros Progresso, Gardênia, Ipiranga e Universitário, dentro do Programa Ituiutaba Recicla, que resultou na criação de uma Central para a Coleta Seletiva (galpão de recebimento e triagem) em 2001, com a coleta de porta em porta duas vezes por semana (SAE, 2000). A coleta de resíduos orgânicos não foi estabelecida, embora constasse no projeto descritivo do aterro o espaço para um pátio de compostagem.

Esse trabalho promoveu a mobilização de pessoas que atuavam como catadores de materiais recicláveis no lixão, como autônomos pelas ruas da cidade e em recuperação de dependência química, culminando com a formalização da Cooperativa de Reciclagem de Ituiutaba - Copercicla, em 19 de outubro de 2003. Desde então, a coleta seletiva formal em Ituiutaba é realizada pela Copercicla, utilizando o sistema de porta em porta.

Em 2004, a Copercicla expandiu a coleta para 100% dos bairros da cidade, percorrendo uma vez por semana. Esse percentual foi informado também em relatório da prefeitura, referente ao ano de 2012, dentro dos procedimentos de renovação da licença do aterro sanitário (ITUIUTABA, 2012). Com a expansão urbana acelerada nos últimos anos e a carência de investimentos em infraestrutura (principalmente galpão e veículos) para acompanhar o crescimento da cidade, a coleta ocorre regularmente em 59 bairros e quatro em condição parcial, representando 82,89% dos 76 bairros existentes em Ituiutaba com moradores instalados, conforme mapa oficial da prefeitura disponibilizado pela Secretaria de Planejamento referente a Fev/2015.

A cooperativa iniciou suas atividades com 22 cooperados, atingindo quase o dobro em 2013 e 2014 (Tabela 47). Foi identificada uma oscilação do número de cooperados ao longo do ano, durante a pesquisa, com um giro (*turnover*<sup>31</sup>) no quadro de associados, devido a problemas na adaptação das pessoas a atividade, a baixa remuneração, entre outros fatores.

Tabela 47 - Evolução do número de cooperados, remuneração média mensal (R\$) e comparação com o salário mínimo (SM)

Ano	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Nº de Cooperados <sup>1</sup>	22	22	30	32	34	27	29	33	39	39	43	43	42	40
Remuneração média mensal (R\$) <sup>2</sup>	240	347,5	343,3	304,2	315,9	369,4	361,4	585,8	650	706,5	821,1	869,6	867	880
Valor SM <sup>3</sup> (R\$)	240	260	300	350	380	415	465	510	545	622	678	724	788	880
% Remuneração /SM	0,0	33,7	14,4	-13,1	-16,9	-11,0	-22,3	14,9	19,3	13,6	21,1	20,1	10,0	0,0

Fonte: <sup>1</sup>Copercicla - No mês de novembro como referência. <sup>2</sup>Copercicla/Contabilidade – Calculada a média aritmética da remuneração mensal do cooperado considerando o recebimento integral no mês (cooperado sem faltas); <sup>3</sup>Departamento Intersindical de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos-DIEESE (2016) - Foi utilizado como referência o valor do salário mínimo no mês de maio de cada ano.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Out. 2016).

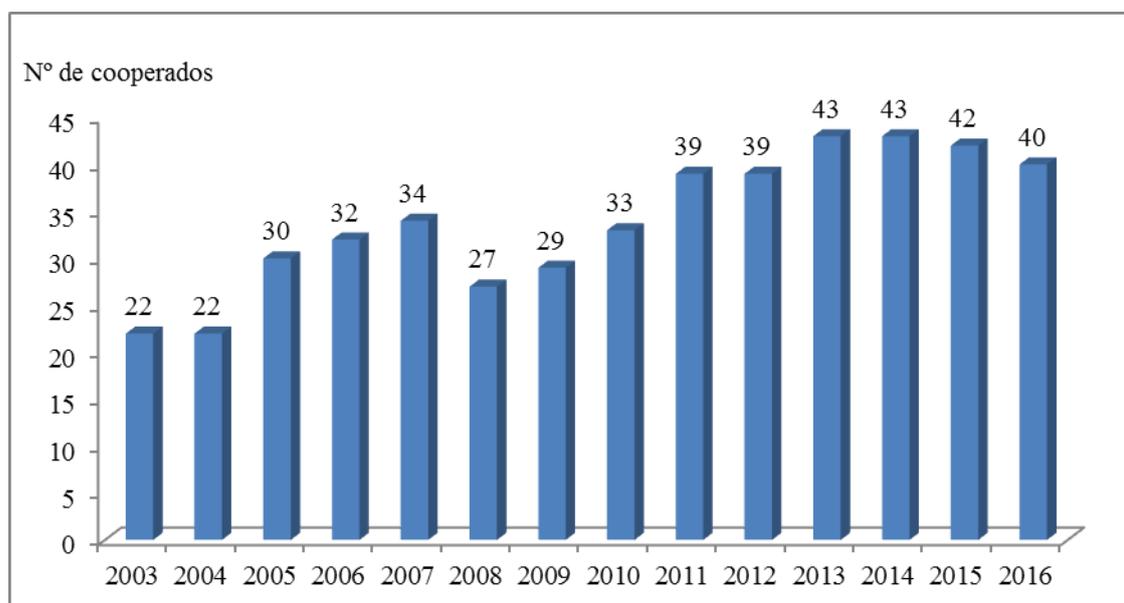
Essa oscilação do número de cooperados ao longo dos anos tem como principal fator as crises econômicas de 2008/2009 e 2015. Nesses casos, ocorreu queda na venda de materiais recicláveis e no preço dos mesmos, afetando a receita da cooperativa e, conseqüentemente, a renda dos cooperados, desestimulando a permanência dos mesmos. Essa oscilação também apresenta relação com o comportamento da quantidade de material coletado e comercializado pela cooperativa, o que influencia a renda gerada, que depende do mercado, da demanda dos materiais e preços praticados na cadeia produtiva da reciclagem.

Em 2008/2009, o efeito na renda do cooperado foi significativo, associado à perda de remuneração nos dois anos anteriores (Tabela 47). Na comparação com o salário mínimo vigente, a perda de remuneração dos cooperados tem início em 2006, sendo complementada com a doação de cestas básicas pela Prefeitura, por meio da SAE. Com o agravamento da crise em 2008/2009, ocorre a desistência de cooperados em relação a atividade, que buscaram outra ocupação com melhor renda, levando a redução no quadro de associados.

<sup>31</sup>O *turnover* é a alta rotatividade de funcionários, ou seja, uma pessoa é admitida e outra desligada de maneira sucessiva. As causas principais envolvem a baixa remuneração, más condições de trabalho, clima organizacional ruim, insatisfação com o trabalho, dentre outros (SEBRAE, 2016).

A recuperação do número de cooperados em 2009, observada na figura 19, deve-se ao levantamento considerar o mês de novembro, quando a situação econômica e da cooperativa voltou a melhorar no segundo semestre.

Figura 19 - Evolução do número de cooperados da Copercicla de 2003 a 2016



<sup>1</sup>Número de cooperados no mês de novembro como referência, em função de nesse mês ter estabilizado a oscilação do número de associados do ano.

Fonte: Copercicla.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Jan. 2017).

A relação da Prefeitura com a Copercicla ocorre por meio de convênio<sup>32</sup> com o objetivo de cooperação técnica, econômica, social e de preservação ambiental, com as finalidades de operar o programa de coleta seletiva, promover eventos em instituição de ensino e empresas, subsidiar apoio à criação e elaboração de projetos entre a cooperativa e outras entidades envolvidas na coleta seletiva no município, mediante programa de trabalho ajustado entre as partes. Até 2008 o repasse dos recursos financeiros era realizado por intermédio da Associação Ecológica do Tijuco – ASSETI. Em 2009 e 2010 o repasse foi realizado por intermédio do Instituto Caiapônia de Saneamento Ambiental e a partir de 2011, os recursos foram repassados diretamente para a Copercicla.

Essa relação Prefeitura/Cooperativa é o arranjo praticado no país que respondeu por 43,5% da massa de resíduos recolhidos via coleta seletiva conforme dados do SNIS 2014 (Tabela 15). Apesar desse apoio da prefeitura a cooperativa, no aspecto político/legal, uma das dimensões da GIRS, ainda não atende ao que estabelece a PNRS, conforme a lei

<sup>32</sup>Foi consultado o Convênio nº 23/2016, entre o município de Ituiutaba e a Cooperativa de Reciclagem de Ituiutaba – Copercicla.

12.305/2010 (BRASIL, 2010). A PNRS, no art. 36, §1º e §2º, deixa clara a responsabilidade do titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos em priorizar a organização e o funcionamento de cooperativas, bem como sua contratação, dispensável de licitação, para prestar o serviço de coleta dos resíduos recicláveis secos.

A responsabilidade da Prefeitura com a coleta dos RSU é estabelecida na Constituição Federal de 1988, na PFSB (lei n. 11.445/2007) e na PNRS (lei n. 12.305/2010). Os recicláveis são um dos componentes dos RSU, cabendo ao município contratar o prestador de serviço para sua coleta e dar a destinação adequada, da mesma forma que contrata o prestador para coletar os demais RSU e destiná-los ao aterro sanitário (embora o aterro sanitário devesse receber apenas rejeitos).

O argumento acima encontra amparo, ainda, no que define o art. 10, da lei 11.445/2007, ao delimitar que a prestação dos serviços públicos no âmbito do saneamento básico por entidade que não seja parte da administração do titular (da prefeitura), depende da celebração de contrato, vedando a utilização de convênio ou outros instrumentos de natureza precária.

A adequação da relação Prefeitura/Cooperativa, passando de convênio para contrato de prestação de serviços, além de representar o cumprimento do arcabouço legal, representa passo importante para ampliação do serviço e a melhoria dos indicadores de coleta seletiva no município (quantidade de material e a proporção dos recicláveis coletados em relação ao destinado ao aterro), bem como para as condições de trabalho e remuneração dos cooperados.

Diante da restrição imposta no convênio com a prefeitura, de que esses recursos não podem ser destinados para pagamento de pessoal, exceto serviços de terceiros (cláusula onze do convênio n. 23/2016), a remuneração dos cooperados torna-se dependente da receita gerada com a venda dos recicláveis, sofrendo efeitos diretos para melhor ou pior conforme o mercado. Com isso, nas crises econômicas (2008 e 2015), com consequências nos anos seguintes, prejudicou a remuneração dos cooperados, afetando a quantidade de associados.

A quantidade de material reciclável recolhido e comercializado pela Copercicla apresentou ligeiras oscilações ao longo dos dez anos do levantamento (Tabela 48), alcançando o total comercializado nesse período de 7.756,5 t. Comparando-se 2007 com 2014, ano de maior quantidade, o aumento foi de 64,5% no total de material comercializado pela cooperativa. Ao comparar 2007 e 2016, esse aumento fica em apenas 39,31%.

No mesmo período, a receita gerada com a venda do material reciclável apresentou comportamento semelhante, com ligeiras oscilações ao longo dos anos (Tabela 48), alcançando a receita total nesse período de R\$3.366.685,55. Comparando-se a receita de 2007 com a de 2014, o aumento foi de 132,88%. De 2007 para 2016 esse aumento atinge 161,23%.

Tabela 48 - Quantidade de material comercializado pela Copercicla por ano, por grupo e total anual (kg) e percentual de participação (%) do grupo de material no total do ano e percentual médio no período de 10 anos

Tipo de material	2007	%	2008	%	2009	%	2010	%	2011	%	2012	%	2013	%	2014	%	2015	%	2016	%	% médio
Plástico	126.395,6	21,7	128.335,4	21,1	109.606,6	18,9	140.387,7	19,6	153.052,3	18,6	159.916,5	16,8	185.382,2	20,1	154.820,9	16,1	173.106,0	21,6	164.514,7	20,3	19,1
Vidro	42.370,0	7,3	48.185,0	7,9	39.514,0	6,8	29.934,0	4,2	42.722,0	5,2	54.130,8	5,7	60.402,6	6,5	61.100,0	6,4	65.300,0	8,1	38.680,0	4,8	6,2
Papel	342.609,8	58,8	380.641,7	62,6	377.971,0	65,2	475.631,6	66,5	537.765,4	65,2	637.161,3	67,0	598.996,7	64,9	663.990,4	69,3	488.344,2	60,9	494.430,0	60,9	64,9
Metal	58.688,2	10,1	41.276,5	6,8	44.611,5	7,7	58.752,4	8,2	73.818,1	9,0	79.278,8	8,3	66.953,6	7,3	62.663,3	6,5	55.790,2	7,0	91.361,0	11,3	8,0
Diversos	12.702,7	2,2	9.928,5	1,6	8.244,0	1,4	10.265,9	1,4	17.034,2	2,1	19.975,5	2,1	11.159,3	1,2	16.090,9	1,7	19.602,3	2,4	22.862,7	2,8	1,7
<b>Total (kg)</b>	<b>582.766,3</b>	<b>100</b>	<b>608.367,1</b>	<b>100</b>	<b>579.947,0</b>	<b>100</b>	<b>714.971,6</b>	<b>100</b>	<b>824.392,0</b>	<b>100</b>	<b>950.462,8</b>	<b>100</b>	<b>922.894,4</b>	<b>100</b>	<b>958.665,5</b>	<b>100</b>	<b>802.142,7</b>	<b>100</b>	<b>811.848,4</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>%/ano</b>	<b>-</b>		<b>4,39</b>		<b>-4,67</b>		<b>23,28</b>		<b>15,30</b>		<b>15,29</b>		<b>-2,90</b>		<b>3,88</b>		<b>-16,33</b>		<b>1,21</b>		<b>4,38</b>

Fonte: Copercicla/Relatórios de prestação de contas mensal e notas fiscais de venda.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Set. 2016, atualizada em Jan. 2017).

Tabela 49 - Receita obtida com comercialização dos resíduos coletados pela Copercicla por ano (R\$) e percentual de participação (%) da receita do grupo no total anual e percentual médio no período de 10 anos

Tipo de material	2007	%	2008	%	2009	%	2010	%	2011	%	2012	%	2013	%	2014	%	2015	%	2016	%	% médio
Plástico	92.419,00	48,8	108.672,85	52,1	76.384,80	45,6	123.784,11	43,5	151.866,13	45,0	165.580,45	43,0	208.066,07	46,4	180.957,09	41,0	198.323,51	48,3	185.774,1	37,6	45,7
Vidro	1.561,05	0,8	1.758,70	0,8	1.369,90	0,8	1.582,75	0,6	2.347,20	0,7	3.617,90	0,9	4.368,30	1,0	3.055,00	0,7	3.265,00	0,8	1.934,0	0,4	0,8
Papel	62.134,98	32,8	73.354,48	35,1	65.760,81	39,3	130.750,35	46,0	142.432,80	42,2	158.086,73	41,1	184.184,71	41,1	210.375,60	47,7	136.092,54	33,1	229.126,0	46,3	40,7
Metal	20.477,91	10,8	14.981,12	7,2	14.712,00	8,8	18.758,11	6,6	24.810,94	7,4	37.526,72	9,8	40.874,99	9,1	30.368,64	6,9	54.993,75	13,4	54.803,4	11,1	8,3
Diversos	12.702,71	6,7	9.928,54	4,8	9.101,48	5,4	9.667,47	3,4	15.762,13	4,7	19.975,46	5,2	11.159,31	2,5	16.090,92	3,6	18.140,40	4,4	22.862,7	4,6	4,5
<b>Total (R\$)</b>	<b>189.295,65</b>	<b>100</b>	<b>208.695,69</b>	<b>100</b>	<b>167.328,99</b>	<b>100</b>	<b>284.542,79</b>	<b>100</b>	<b>337.219,19</b>	<b>100</b>	<b>384.787,26</b>	<b>100</b>	<b>448.653,38</b>	<b>100</b>	<b>440.847,25</b>	<b>100</b>	<b>410.815,20</b>	<b>100</b>	<b>494.500,14</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>%/ano</b>	<b>-</b>		<b>10,25</b>		<b>-19,82</b>		<b>70,05</b>		<b>18,51</b>		<b>14,11</b>		<b>16,60</b>		<b>-1,74</b>		<b>-6,81</b>		<b>20,37</b>		<b>13,50</b>

Fonte: Copercicla/Relatórios de prestação de contas mensal e notas fiscais de venda.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Set. 2016, atualizada em Jan. 2017).

Além disso, a proporção dos materiais tem influência direta na receita gerada. Observando-se as tabelas 48 e 49, enquanto o grupo dos plásticos representa, em média, próximo a 20% da quantidade de material total no ano, em massa (kg ou t), os mesmos representam em torno de 45% da receita (R\$).

Isso está relacionado ao fato de o valor de mercado dos materiais recicláveis influenciar sua coleta. Os materiais de melhor valor, como latinhas de alumínio e Pet, também são coletados por catadores autônomos, que repassam a intermediários/atravesadores da cadeia da reciclagem, chamada aqui de coleta não formal, retirando esses materiais da coleta formal. Foi observada, também, a coleta realizada por trabalhadores de empreendimentos que geram esses resíduos (por exemplo, restaurantes), que acumulam as embalagens para comercializarem, como forma de complementação de renda.

Assim, o melhor valor de mercado contribui para a redução da presença desses materiais na composição dos resíduos recicláveis secos comercializados pela cooperativa, embora esses materiais também estejam sendo desviados do aterro, contribuindo com os benefícios ambientais, mas deixam de gerar benefícios econômicos (recolhimento de impostos e contribuição previdenciária) e sociais (melhor remuneração e condições de trabalho). De certa forma, o caminho dos resíduos fora da coleta formal reforça os argumentos sobre a coleta seletiva representar melhor alternativa econômica ao destino dos materiais para o aterro, uma vez que se trata de uma cadeia produtiva funcionando com base no mercado e entre agentes produtivos privados. Trata-se de um mercado com autonomia na definição dos preços, sem presença do poder público, estabelecendo parâmetros ou regras.

Isso não representa que o poder público possa ficar ausente de atuação junto a esse mercado e seus atores. Ao contrário, cabe a ele um papel importante de criar mecanismos de incentivo que venham a estimular o desenvolvimento do mercado dos materiais potencialmente recicláveis e ampliar o desvio do aterro sanitário.

Não se discute, nessa análise, o mérito das questões de concentração de mercado, de ganhos dos catadores e de justiça social. Embora, seja importante lembrar o papel dos catadores em recuperar 90% do material reciclado no Brasil (CEMPRE, 2011 apud IPEA, 2012) e a indústria esteja se apropriando de 75% dos ganhos totais proporcionados pela reciclagem (CALDERONI, 2003 apud IPEA, 2012).

O aumento observado na receita, em proporção superior ao aumento da quantidade (Tabelas 48 e 49), sinaliza que ocorreu, também, melhora dos preços dos materiais comercializados, conforme ilustram os preços médios no ano de alguns resíduos comercializados pela cooperativa na tabela 50.

Tabela 50 - Preço médio obtido na venda de resíduos recicláveis secos pela Copercicla (R\$/kg) - 2011 a 2016

<b>Material</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
PEAD	1,12	0,99	1,08	1,24	1,46	1,59
Pet	1,23	1,51	2,04	1,85	1,51	1,60
Alumínio duro	-	2,40	2,40	2,27	2,82	2,67
Latinha	2,50	-	2,70	2,75	3,31	3,16
Cobre	10,00	11,50	-	-	12,60	12,10
Papelão	0,34	0,31	0,39	0,45	0,35	0,53
Vidro	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Fonte: Copercicla.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Jan. 2017).

Esses preços apresentam sintonia com valores constantes no levantamento do Cempre (Jan/Fev, 2016), apresentados na tabela 16, em que os melhores preços são ofertados em locais próximos aos centros de consumo de materiais recicláveis. Isso sinaliza que a localização da cooperativa, no Triângulo Mineiro, que representa ponto estratégico na logística no país, esteja próxima a compradores atacadistas e/ou unidades industriais que consomem os materiais recicláveis.

No caso em estudo, como principais compradores dos materiais, a Cooperativa tem comercializado os plásticos com quatro indústrias locais (Ituiutaba), uma de Uberlândia, MG (140 km) e outra de Poços de Caldas, MG (600 km); o vidro, com comprador de Uberlândia, MG; o papelão, com indústria de Andradina, SP (390 km); e metal, com uma indústria local e outra em Uberaba, MG (250 km).

Os preços obtidos reforçam que a coleta seletiva local tem potencial expressivo para aproveitar os materiais desviados do aterro sanitário, retornando-os para novo ciclo produtivo, em vez de perdê-los enterrando. Ao mesmo tempo, demonstra a importância para o caso em estudo ou outras localidades, do incentivo a instalação de indústrias para reciclagem, sendo um importante papel das prefeituras, inclusive em parceria com estado e/ou união.

De modo a estimar o valor financeiro perdido com o envio dos materiais recicláveis para o aterro sanitário, foi calculado o valor médio da tonelada de material reciclável comercializado pela Copercicla (Tabela 51). A partir desses valores é possível fazer cenários de quanto em recursos financeiros estão sendo desperdiçados com a destinação dos materiais para o aterro, ou, de outra forma, poderiam gerar de renda ao serem desviados para a coleta seletiva.

Tabela 51 - Valor médio<sup>1</sup> da tonelada de resíduos recicláveis secos comercializados pela Copercicla, por grupo de material e geral, de 2007 a 2016 - (R\$/t)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Plástico	731,19	846,79	696,90	881,73	992,25	1.035,42	1.122,36	1.168,82	1.145,68	1.129,22
Vidro	36,84	36,50	34,67	52,87	54,94	66,84	72,32	50,00	50,00	50,00
Papel / Papeloão	181,36	192,71	173,98	274,90	264,86	248,11	307,49	316,84	278,68	463,41
Metal	348,93	362,95	329,78	319,27	336,11	473,35	610,50	484,63	985,72	599,86
<b>Valor médio (R\$/t)</b>	<b>324,82</b>	<b>343,04</b>	<b>288,52</b>	<b>397,98</b>	<b>409,05</b>	<b>404,84</b>	<b>486,14</b>	<b>459,86</b>	<b>512,15</b>	<b>609,10</b>

<sup>1</sup>Valor calculado por grupo e para o total utilizando a média ponderada.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Jan. 2017).

A título de exemplo, considerando que os resíduos destinados ao aterro apresentem composição semelhante aos comercializados; que são destinados ao aterro em torno de 66,66 t/dia (1.999,7 t/mês), de acordo com os dados da tabela 37 nos últimos três anos; que os recicláveis secos representam 30% da massa dos RSU, correspondendo a 19,98t/dia (599,4 t/mês); e o valor médio da tonelada de recicláveis em 2016 de R\$609,10; obtém-se o valor de R\$365.094,54/mês, alcançando o valor de R\$4.381.134,48/ano, que corresponde ao valor econômico dos materiais enterrados anualmente, nos últimos três anos. Essa estimativa, mesmo com os limites de precisão, fornece um valor com ordem de grandeza para as análises, de modo a representar o quanto de recurso financeiro está sendo perdido pela sociedade e deixando de retornar para a economia, o que ocorreria com os resíduos destinados à coleta seletiva formal.

Embora não se tenha dados do quanto de material seja recolhido e desviado do aterro pela coleta seletiva não formal, a mesma envolve catadores autônomos que circulam pelas ruas da cidade em condições de trabalho inferiores às da coleta formal, com remuneração menos estável, sem contribuição previdenciária e recolhimento de impostos nessa etapa da cadeia. Além disso, os preços obtidos pelos catadores autônomos, ao comercializarem em pequenas quantidades, tende a ser menores que os obtidos pela cooperativa, que negocia com os compradores em maior escala, diretamente com a indústria ou grandes atacadistas.

Dessa forma, a prefeitura, dentro da sua responsabilidade prevista na PNRS (BRASIL, 2010), em estabelecer o sistema de coleta seletiva, precisa buscar mecanismos de fomento à coleta formal e desestimular a coleta não formal, contribuindo para melhor renda, condições de trabalho e contribuição previdenciária, além dos demais benefícios econômicos e ambientais.

Medidas nesse sentido se tornam necessárias, como no caso em estudo, pois apesar da quantidade de material coletado pela coleta seletiva ter aumentado 64,5% entre 2007 e 2014 e o número de cooperados quase dobrado, a proporção do material reciclado formalmente no total de RSU coletado e pesado no município tem permanecido abaixo de 4% (Tabela 52). Esse total de RSU é representado pelo material da coleta convencional (resíduos domiciliares e de limpeza e varrição), que destina ao aterro, e o material recolhido pela coleta seletiva.

Considera-se que esse percentual é muito baixo, especialmente ao se levar em conta que a coleta seletiva é realizada no município desde 2001 e que em 2004 atingiu 100% da cidade, com o sistema de porta em porta, apresentando esse mesmo percentual em 2012. No entanto, a média de 3,37% reflete a situação do país, que apresentou média nacional de 3,6% conforme o relatório do SNIS em 2014 (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2016).

Tabela 52 - Evolução da proporção da coleta seletiva formal em relação ao total de RSU coletados e pesados no município (%)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total / Média
Coleta Seletiva (t/ano) <sup>1</sup>	565,6	583,2	579,1	723,7	828,2	950,0	922,9	958,7	802,1	811,8	7.725,29
Coleta Domiciliar (t/ano) <sup>2</sup>	18.344,7	19.726,4	21.230,6	20.784,7	20.846,3	24.368,9	22.560,2	23.584,4	24.595,0	23.809,6	219.850,86
RSU total coletado (t/ano)	18.910,3	20.309,6	21.809,7	21.508,4	21.674,4	25.318,9	23.483,1	24.543,1	25.397,2	24.621,4	227.576,14
<b>% da coleta seletiva / total RSU</b>	<b>2,99</b>	<b>2,87</b>	<b>2,66</b>	<b>3,36</b>	<b>3,82</b>	<b>3,75</b>	<b>3,93</b>	<b>3,91</b>	<b>3,16</b>	<b>3,30</b>	<b>3,37</b>

Fonte: <sup>1</sup>Copercicla; <sup>2</sup>Secretaria de Obras e Serviços Públicos/Prefeitura de Ituiutaba, MG.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Set. 2016, atualizada em Jan. 2017).

Também, faz-se necessário, além de medidas no âmbito legal, medidas no âmbito cultural, em promover mudança de concepção (de lixo para resíduo) e de hábitos, para as pessoas separarem os resíduos em suas residências ou no trabalho. Assim, o trabalho contínuo de educação ambiental formal, com a incorporação do tema nas escolas, associado ao trabalho de educação ambiental não formal, torna-se preponderante para a mudança e consolidação de uma nova cultura na relação da sociedade com os resíduos que gera.

A referência do quanto a coleta seletiva tem a evoluir está relacionada ao levantamento da gravimetria dos RSU destinados ao aterro sanitário, em agosto/2014, que apresentou 31,7% de recicláveis secos (plástico, vidro, papel e metal) e 48,8% de orgânicos. Durante essa avaliação, foi observada a quase ausência de materiais de maior valor, como as latinhas de alumínio e garrafas Pet, entre outros, que também aparecem em menor proporção nos materiais recuperados pela coleta seletiva formal.

Diante desses dados, assumindo uma faixa de 25 a 30% encontrada na literatura de materiais recicláveis secos nos RSU, em realidades como a do caso estudado, tem-se ainda uma quantidade significativa a ser desviada do aterro, redirecionando os materiais para a coleta seletiva, o que pode elevar a quantidade de material seco recolhido pela coleta seletiva em sete a oito vezes. Isso demonstra que trabalho mais intenso precisa ser realizado, sendo papel importante a iniciativa da prefeitura, em articulação com os diversos atores sociais envolvidos.

Cabe ressaltar que nesse percentual (< 4,0%) não estão incluídos os materiais desviados do aterro pela coleta não formal. Ao incentivar a coleta formal e desincentivar a não formal, a prefeitura contribuirá com incremento de quantidade de material, receita gerada e demais benefícios pela coleta seletiva formal.

Ao desviar os recicláveis secos do aterro, a coleta seletiva promove vários benefícios. Dentre eles, o impacto na vida útil do aterro tem efeito imediato, pois cada tonelada desviada representa volume a menos ocupado. A tabela 53 apresenta uma estimativa do volume economizado no aterro, assumindo-se os resultados da gravimetria de 2014 para todo o período da série e a quantidade de material comercializado por ano pela cooperativa.

Tabela 53 - Economia de volume no aterro sanitário com a coleta seletiva (m<sup>3</sup>)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total
Coleta Seletiva (t) <sup>1</sup>	565,6	583,2	579,1	723,7	828,2	950,0	922,9	958,7	802,1	811,8	<b>7.725,3</b>
Densidade (t/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>	0,231	0,231	0,231	0,231	0,231	0,231	0,231	0,231	0,231	0,231	-
Volume economizado (m <sup>3</sup> )	<b>2.448,4</b>	<b>2.524,5</b>	<b>2.506,9</b>	<b>3.133,0</b>	<b>3.585,1</b>	<b>4.112,6</b>	<b>3.995,2</b>	<b>4.150,2</b>	<b>3.472,5</b>	<b>3.514,5</b>	<b>33.442,8</b>

Fonte: <sup>1</sup>Copercicla; <sup>2</sup>Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – densidade média dos recicláveis secos (plástico, vidro, papel e metal).

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Out. 2016).

Assim, no ano de 2007, as 565,6 t de material reciclável representaram uma economia de volume de 2.448,4 m<sup>3</sup> (565,6/0,231=2.448,4). No período de 2007 a 2016 foram desviados do aterro do município 7.725,3 t de materiais recicláveis, que promoveram uma economia em volume no aterro de 33.442,8 m<sup>3</sup>. Esse volume corresponde a 8,71% da capacidade volumétrica estimada para o aterro (384.000 m<sup>3</sup>), representando ganho de vida útil. Cabe destacar que esse ganho se dá com menos de 4,0% recuperado pela coleta seletiva formal e em torno de 30% de recicláveis secos ainda sendo destinados ao aterro. Nas condições atuais, tem-se que a cada ano da coleta seletiva se ganha quase 1,0% de volume no aterro.

Além desse ganho direto em volume, a retirada dos recicláveis secos do aterro proporciona a elevação na densidade média de compactação no aterramento, devido apresentarem densidade menor que a matéria orgânica e os rejeitos, conforme demonstrado na gravimetria (Tabela 46), o que contribuirá também com aumento da vida útil. Isso considerando o modelo atual que destina os biodegradáveis para o aterro, embora a aplicação da legislação e da economia circular indicarem o seu direcionamento para a compostagem.

Isso representa menor demanda de novas áreas (espaço), que ficam disponíveis para outros usos (mais nobres) pela sociedade. Além da redução de áreas (locais) com riscos de contaminação de solo, água e do ar, embora reduzidos no aterro, quando comparados ao lixão e aterro controlado, mas não totalmente eliminados.

No aspecto econômico, para custear a coleta seletiva, o convênio da prefeitura com a cooperativa prevê o repasse de subvenção anual em parcelas para a cooperativa, com a finalidade de custear as despesas com a coleta dos recicláveis secos (Tabela 54), vedada a utilização desses recursos para remuneração dos cooperados, sendo essa realizada com os recursos financeiros obtidos com a venda dos materiais recicláveis.

Além da subvenção, a Prefeitura forneceu apoio com o pagamento do aluguel das instalações (barracão e administração), cestas básicas mensais, um auxiliar administrativo e uma linha telefônica. Esses valores reúnem todas as despesas da prefeitura com a atividade da coleta seletiva, compondo o seu custo anual (Tabela 54) e o custo por tonelada (Tabela 55).

A cooperativa recebeu apoio não sistemático de entidades com o fornecimento de equipamentos, como ventiladores, prensas e esteiras, proporcionando melhorias em suas condições de trabalho e eficiência, com valor total estimado em torno de 3,0% dos R\$3.540.205,55 gastos pelo município no período dos dez anos do levantamento.

Cabe ressaltar, em primeira análise, a ser complementada em tópico posterior no trabalho, que essa despesa (Tabela 54) integra os custos do município com a coleta e destinação adequada dos RSU. Assim, essa despesa não deve ser vista como “mais uma” para o município, e sim como uma das despesas do sistema de gestão dos RSU, com essa respondendo pela coleta e destinação adequada dos resíduos recicláveis secos, enquanto a coleta convencional representa a despesa de coleta e destinação ao aterro dos demais RSU, que não representa a destinação adequada para os recicláveis (secos e biodegradáveis).

Observa-se na tabela 54 que ocorreu oscilação nas despesas do município com a coleta seletiva, em função das mudanças nos valores repassados por meio do convênio, enquanto as demais despesas se mantiveram crescentes ao longo desses dez anos, exceto a despesa com a linha telefônica, que apresentou ligeira redução no último ano.

Tabela 54 - Despesas do município com a coleta seletiva (R\$), entre 2007 e 2016

Item	Descrição	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total
1	Subvenção anual mediante convênio para repasse de recursos à Cooperativa de Reciclagem <sup>1</sup>	229.000,00	250.000,00	300.000,00	350.000,00	280.000,00	280.000,00	290.000,00	316.000,00	330.000,00	330.000,00	2.955.000,00
2	Pagamento de aluguel do imóvel <sup>2</sup>	*	*	15.750,00	24.750,00	27.512,20	28.479,26	39.374,36	50.891,94	56.037,92	56.729,75	299.525,43
3	Cestas básicas fornecidas para a Cooperativa <sup>3</sup>	15.845,39	16.168,39	16.498,36	16.835,06	17.178,63	17.529,20	17.886,96	18.252,00	19.980,00	24.840,00	181.013,99
4	Auxiliar administrativo <sup>3</sup>	8.842,64	9.508,22	10.008,65	10.535,42	11.089,92	11.673,60	12.288,00	12.800,00	13.696,00	0,0**	100.442,45
5	Linha telefônica <sup>3</sup>	336,85	362,21	373,41	388,97	405,18	422,06	435,00	444,00	540,00	516,00	4.223,68
<b>Total anual</b>		<b>254.024,88</b>	<b>276.038,82</b>	<b>342.630,42</b>	<b>402.509,45</b>	<b>336.185,93</b>	<b>338.104,12</b>	<b>359.984,32</b>	<b>398.387,94</b>	<b>420.253,92</b>	<b>412.085,75</b>	<b>3.540.205,55</b>
<b>% de aumento / ano</b>		<b>-</b>	<b>8,67</b>	<b>24,12</b>	<b>17,48</b>	<b>-16,48</b>	<b>0,57</b>	<b>6,47</b>	<b>10,67</b>	<b>5,49</b>	<b>-1,94</b>	

Fonte: <sup>1</sup>Copercicla e Secretaria da Fazenda/Prefeitura de Ituiutaba; <sup>2</sup>Secretaria da Fazenda/Prefeitura de Ituiutaba; <sup>3</sup>Secretaria de Desenvolvimento Social/Prefeitura de Ituiutaba. \*Valor incluído no convênio do respectivo ano. \*\*Sem atuação de auxiliar por parte da prefeitura.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Out. 2016, atualizada em Jan. 2017).

Tabela 55 - Custo da coleta seletiva para o município em R\$/t, entre 2007 e 2016, com base na despesa direta

Item	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total / Média
Quantidade de material comercializado pela Cooperativa (t)	582,766	608,367	579,947	714,972	824,392	950,463	922,894	958,666	802,143	811,848	<b>7.756,458</b>
Despesa do município com a coleta seletiva (R\$)	254.024,9	276.038,8	342.630,4	402.509,5	336.185,9	338.104,1	359.984,3	398.387,9	420.253,9	412.085,75	<b>3.540.205,45</b>
Custo da coleta seletiva por tonelada (R\$/t)	<b>435,89</b>	<b>453,74</b>	<b>590,80</b>	<b>562,97</b>	<b>407,80</b>	<b>355,73</b>	<b>390,06</b>	<b>415,57</b>	<b>523,91</b>	<b>507,59</b>	<b>456,42</b>

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Jan. 2017).

Apesar das oscilações, as despesas apresentaram um crescimento médio anual de 7,12%, acima da média da inflação anual no período (jan/2008 a jan/2017), que foi de 6,21%<sup>33</sup>, conforme inflação medida pelo IPCA. Mesmo assim, os valores não foram suficientes para alavancar o sistema de coleta seletiva no município, nem para manter os 100% da população urbana, indicando maior necessidade de investimento.

O custo da coleta seletiva por tonelada (Tabela 55) foi calculado, para o caso em estudo, de modo a gerar uma ordem de grandeza e possibilidade de fazer comparações com a coleta convencional. Os valores encontrados estão em sintonia com os dados apresentados pelo Cempre – Pesquisa Ciclosoft (2016), na tabela 12. Uma explicação para esse custo está na utilização apenas das despesas financeiras, com o custo do sistema de coleta seletiva para todo o município sendo calculado em relação a um percentual ainda baixo de coleta, e utilizar a quantidade em massa (kg ou t) do material, quando o material reciclável apresenta densidade baixa, gerando mais volume.

Ao se considerar outros fatores no custo da coleta seletiva, demonstrados nesse trabalho, tem-se que a apuração do custo requer outro olhar (representado pela abordagem integrada entre a geografia, gestão integrada e economia ambiental/circular) e sistemática de cálculos, a ser detalhado na seção 4.6. Um aspecto a considerar na análise dos custos com a coleta seletiva formal, é que a mesma evita despesas da coleta convencional, como: a coleta e transporte para o aterro, a operação e o monitoramento do aterro após o seu encerramento.

Essas despesas são economizadas na coleta convencional quando os materiais são recolhidos pela coleta seletiva, uma vez que os resíduos são desviados do aterro e encaminhados para novo ciclo produtivo. Ou seja, os gastos do município com cada tonelada encaminhada para a coleta seletiva, evitam os gastos com a coleta convencional, incluindo os gastos com operação e monitoramento do aterro. Dessa forma, na apuração dos custos da coleta seletiva, é necessário descontar o que a mesma evita de despesas no outro sistema.

Assim, os custos evitados pela coleta seletiva formal, apresentados na tabela 56, envolvem as despesas com a coleta convencional e destinação ao aterro (Tabela 40), na operação do aterro (Tabela 40), com o monitoramento do aterro após encerramento (Quadro7), o custo de implantação do aterro (Quadro 7) e os riscos ambientais de contaminação do solo, da água e do ar.

---

<sup>33</sup>Optou-se para esse cálculo o valor anual da inflação tomando como referência o mês de janeiro de cada ano, por representar os doze meses acumulados no ano civil. Os valores foram obtidos no site <http://pt.global-rates.com/estatisticas-economicas/inflacao/indice-de-precos-ao-consumidor/ipc/brasil.aspx>. Acesso em 23 fev 2017. Antes da aplicação no trabalho, os dados foram confrontados com informação no site do Portal Brasil, que utiliza junho como referência, não havendo diferença significativa na média dos dez anos (6,22%) (BRASIL, 2012).

Tabela 56 - Despesas evitadas pela coleta seletiva dos materiais recicláveis secos com a coleta convencional e operação do aterro ao desviar os materiais do aterro sanitário (R\$/ano e R\$/t)

<b>Ano Item</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>Total (t)</b>
Quantidade de material coletado seletivamente (t) <sup>1</sup> (A)	582,8	608,4	579,9	715,0	824,4	950,5	922,9	958,7	802,1	811,8	7.756,5
Valor pago na coleta convencional (R\$/t) <sup>2</sup> (B)	65,25	81,35	85,25	93,27	101,77	115,84	99,95	96,56	101,54	112,55	-
Despesa evitada pela coleta seletiva ao desviar o material do aterro (R\$/ano) (C = AxB)	40.509,41	49.493,20	49.438,35	66.682,72	83.899,92	110.097,76	92.242,49	92.568,91	81.447,93	91.376,29	755.272,64
Valor pago na operação do aterro (R\$/t)** (D)	33,59	47,71	49,93	67,46	79,81	60,21	60,00	60,00	60,00	60,00	
Despesa evitada pela coleta seletiva com a operação do aterro (R\$/ano) (E=A*D)	19.577,73	29.022,96	28.958,42	48.228,44	65.795,81	57.231,27	55.373,66	57.519,93	48.128,56	48.710,90	458.547,69
<b>Despesa evitada pela coleta seletiva com a coleta e o aterramento dos materiais (R\$/ano e total no período) - C+E</b>	<b>60.087,14</b>	<b>78.516,16</b>	<b>78.396,77</b>	<b>114.911,16</b>	<b>149.695,73</b>	<b>167.329,02</b>	<b>147.616,15</b>	<b>150.088,84</b>	<b>129.576,49</b>	<b>140.087,20</b>	<b>1.213.820,33</b>
<b>Despesa evitada pela coleta seletiva com a coleta e o aterramento dos materiais por tonelada (R\$/t) - B+D</b>	<b>103,11</b>	<b>129,06</b>	<b>135,18</b>	<b>160,72</b>	<b>181,58</b>	<b>176,05</b>	<b>159,95</b>	<b>156,56</b>	<b>161,54</b>	<b>172,55</b>	

Fonte: <sup>1</sup>Copercicla/Notas Fiscais e Relatórios de Prestação de Contas; <sup>2</sup>Secretaria de Obras e Serviços Públicos/Prefeitura de Ituiutaba, MG.

Nota 1: O valor pago por tonelada na coleta e na operação foi calculado dividindo o total pago no ano pela quantidade de resíduos coletada. O valor pago na operação só foi calculado para o período em que essa atividade foi terceirizada. A partir de 2013 o município assumiu a operação do aterro e não foram obtidos dados de custo dessa atividade. Para sistematização dos cálculos, adotou-se o valor de R\$60,00 para o período não terceirizado. Na sua definição foram considerados dois parâmetros: o valor do último ano (sendo que o mesmo está acima da média para o período terceirizado, de 2007 a 2012, que foi de R\$56,96), e que no período terceirizado a operação do aterro correspondeu a 38% do custo total. Assume-se que esse valor tende a ser subestimado, frente a elevação gradual de custos e os dados da literatura e de outros aterros.

Nota 2.: Além desses itens, ainda ocorrerá o custo de monitoramento após o encerramento do aterro, com previsão de 20 anos, não tendo esses dados disponíveis para o caso estudado, mas que impactará o custo final por tonelada do material aterrado.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Jan. 2017).

Dessa forma, a despesa com a coleta seletiva representa, em um primeiro momento, um gasto para o município destinar adequadamente os resíduos recicláveis secos. No segundo momento, representa gasto com uma alternativa melhor ao aterro, proporcionando redução de riscos ao ambiente e saúde e custos evitados. No terceiro momento, a coleta seletiva passa a representar investimento, com os valores destinados a esse sistema sendo revertidos em valor econômico, retornando para a economia, além de gerar benefícios ambientais e sociais.

Considerando os dados apresentados, embora a coleta seletiva formal tenha uma despesa por tonelada recolhida, promove benefícios econômicos, ambientais e sociais, gerados em decorrência da comercialização dos materiais, seja pela reutilização como, principalmente, pela reciclagem, o que não ocorre com o aterramento dos mesmos. Alguns desses benefícios são valorados pelo mercado e outros ainda não, mas plenamente válidos na análise qualitativa do que representam para o ambiente e para a sociedade.

Os benefícios econômicos diretos gerados pela coleta seletiva são decorrentes da comercialização dos materiais recicláveis secos recolhidos, envolvendo duas fontes de receitas: a da venda dos resíduos e a recebida de programa de incentivo do estado de Minas Gerais, o Programa Bolsa Reciclagem.

Conforme a tabela 49, a receita obtida com a comercialização dos resíduos recolhidos pela Copercicla, alcançou a soma de R\$3.366.685,55 nos dez anos de levantamento, com crescimento médio da receita anual em 13,5%, apesar das oscilações no período, que chegaram a afetar o quadro de associados. Esse valor demonstra o benefício econômico direto da coleta seletiva, o que não ocorreria caso esses materiais estivessem sendo destinados ao aterro. De outra forma, pode-se dizer que sem a coleta seletiva esses valores estariam sendo enterrados anualmente e que no período dos dez anos teriam sido enterrados resíduos que correspondem aos R\$3.366.685,55.

Outro benefício econômico gerado pela comercialização dos resíduos recicláveis secos são os recursos obtidos por meio do Programa Bolsa Reciclagem (Tabela 57), criado pelo governo do estado de Minas Gerais, instituído pela Lei estadual 19.823, de 22 de novembro de 2011, regulamentada pelo Decreto 45.975, de 04 de junho de 2012, incrementando a renda dos cooperados.

Tabela 57 - Valores recebidos do Programa Bolsa Reciclagem, pela cooperativa (R\$)

<b>Ano</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>Total</b>
Valor	59.341,46	139.909,20	61.005,97	88.093,18	39.581,25	<b>387.931,06</b>

Fonte: Copercicla.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Abr. 2015, atualizada em Jan. 2017).

Esse programa constitui uma iniciativa de política pública baseada no pagamento por serviços ambientais, como mecanismo de incentivo financeiro para as entidades de catadores do estado, conforme a quantidade de materiais que comercializam, com pesos diferentes entre os mesmos. Dessa forma, promove a inclusão dos catadores e incentiva a reciclagem e reutilização dos resíduos recicláveis, desviando-os dos aterros e lixões.

Esse programa tem sua contribuição em estimular a coleta e a organização das cooperativas/associações de catadores, dadas as exigências de documentação regular para o cadastro das mesmas e que, no mínimo, 90% dos recursos sejam destinados aos cooperados. Assim, contribui com a melhoria do funcionamento das cooperativas e da coleta seletiva formal. No caso da cooperativa de Ituiutaba, a distribuição do recurso desse programa aos cooperados ficou em média em 93,95%, ocorrendo trimestre com repasse de 90,0% e de 99,9%, nos 17 trimestres desde o início do programa.

Os recursos obtidos com a comercialização dos materiais recicláveis proporcionam benefícios econômicos aos cooperados e ao poder público, uma vez que os mesmos são destinados à remuneração dos cooperados e ao pagamento de impostos e contribuições.

Na tabela 58 são apresentados os valores gastos no pagamento de impostos (Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços - ICMS, Programa de Integração Social - PIS e Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social - COFINS). Esses valores representam benefício econômico da coleta seletiva formal para os governos (municipal, estadual e federal) e retorno para a sociedade. Cabe ressaltar que esses valores são gerados pela comercialização dos materiais, o que não ocorre com o material aterrado.

Tabela 58 - Recolhimento anual de impostos (ICMS, PIS e COFINS) pela Cooperativa de Reciclagem de Ituiutaba, entre 2007 e 2016 (R\$)

Imposto	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total
ICMS	989,98	0,00	1.741,12	12.428,55	16.320,32	16.381,00	16.862,88	20.166,60	16.378,80	21.209,58	122.478,83
PIS	1.216,51	1.346,21	1.707,28	1.854,22	2.507,97	2.393,48	3.773,83	3.799,92	910,63	3.093,81	22.603,86
COFINS	5.614,67	6.213,31	4.731,12	8.537,23	12.092,46	11.595,63	12.710,82	13.384,07	12.266,55	14.279,18	101.425,04
<b>Total</b>	<b>7.821,16</b>	<b>7.559,52</b>	<b>8.179,52</b>	<b>22.820,00</b>	<b>30.920,75</b>	<b>30.370,11</b>	<b>33.347,53</b>	<b>37.350,59</b>	<b>29.555,98</b>	<b>38.582,57</b>	<b>246.507,73</b>

Fonte: Copercicla/Contabilidade-Demonstrativos de resultados anuais.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Out. 2016).

Uma discussão presente em relação à cobrança desses impostos é o entendimento de que os mesmos já foram cobrados ao longo da cadeia produtiva até o consumo, dos produtos que geraram esses resíduos. A cobrança na recuperação dos resíduos, que os desvia do aterro

e reinsere-os na cadeia produtiva, representa uma nova tributação sobre o mesmo produto ou parte, a mesma matéria ou a unidade completa, como no caso das embalagens. A não cobrança desses impostos representa uma forma de incentivo à cadeia formal da reciclagem, com esses recursos incorporando a receita da cooperativa e a renda dos cooperados, a exemplo da isenção do ICMS aplicada na comercialização dentro do estado de Minas Gerais.

Outra forma de analisar a relevância desses três impostos (ICMS, PIS e COFINS) na atividade é que a soma do recolhimento anual equivale a praticamente um mês de remuneração de todos os cooperados (Tabela 59). Durante o período de 2007 a 2016, esses impostos representaram no ano o equivalente, em média, a 38,9 salários mínimos. Considerando o número e a remuneração dos cooperados apresentados na tabela 47, isso representaria algo como um 13º, o que se torna relevante para qualquer trabalhador.

Tabela 59 - Equivalência do valor pago em impostos pela Copercicla (R\$) em salários mínimos (SM) no período de 2007 a 2016

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total (R\$)/ Média
Valor total pago em impostos (R\$/ano) <sup>1</sup>	7.821,16	7.559,52	8.179,52	22.820,00	30.920,75	30.370,11	33.347,53	37.350,59	29.555,98	38.582,57	246.507,73
Valor SM <sup>2</sup>	380	415	465	510	545	622	678	724	788	880	-
<b>Nº de SM / valor pago em impostos</b>	<b>20,6</b>	<b>18,2</b>	<b>17,6</b>	<b>44,7</b>	<b>56,7</b>	<b>48,8</b>	<b>49,2</b>	<b>51,6</b>	<b>37,5</b>	<b>43,8</b>	<b>38,9</b>

Fonte: <sup>1</sup>Copercicla; <sup>2</sup><http://www.dieese.org.br/analisecestabasica/salarioMinimo.html>. Acesso em 28.09.2016. Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Dez. 2016).

Dessa forma, é relevante no âmbito político/legal a desoneração desses tributos para a atividade de comercialização de recicláveis (sucatas) oriundos da coleta seletiva, devido os mesmos materiais já terem sido tributados no fluxo da produção para o consumo e contribuir para melhorar a renda dos trabalhadores. Essa medida promove a redução de carga tributária e amplia a vantagem do uso dos resíduos (sucatas) na substituição da matéria-prima original no processo de produção, incentivando o aumento da reciclagem.

Além dos impostos, como benefício para o governo e sociedade, a contribuição previdenciária (Tabela 60) é consequência da formalização da atividade, sendo esses recursos gerados em função, também, da venda dos materiais, sendo esses valores descontados da remuneração dos cooperados, com a base de cálculo de 11%<sup>34</sup>. No período da pesquisa a

<sup>34</sup>Informação obtida junto ao escritório de contabilidade que presta serviço para a Copercicla, aplicando o que estabelece o Decreto Nº 3.048, de 6 de maio de 1999 (Regulamento da Previdência Social), no Art. 216, § 31, incluído pelo Decreto nº 4.729, de 9.6.2003. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d3048compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3048compilado.htm)>. Acesso em: 15 dez 2016.

Copercicla proporcionou o valor total de R\$344.878,16 em contribuição previdenciária fruto da renda gerada pela comercialização dos resíduos.

Tabela 60 - Contribuição a previdência pela Cooperativa de Reciclagem de Ituiutaba, entre 2007 e 2016 (R\$)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Total/ano (R\$)</b>	22.733,16	29.630,46	25.826,68	32.922,73	31.459,41	31.459,68	38.760,99	44.261,14	43.344,18	44.479,73

Fonte: Copercicla/Contabilidade-Demonstrativos de resultados anuais.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Jan. 2016).

Essa contribuição demonstra a importância do incentivo à atividade formal de coleta de recicláveis, seja pelo aspecto da aposentadoria futura do trabalhador, como por ampliar a base de contribuição ao sistema previdenciário. Dessa forma, trabalhador e governo ganham com o incentivo à formalização dos catadores, organizando-os em associações ou cooperativas.

De modo a sintetizar os valores financeiros gerados pela comercialização dos resíduos recicláveis secos, a tabela 61 apresenta uma síntese dos benefícios econômicos da coleta seletiva, demonstrados até o momento. Os valores incluem a receita com a venda dos resíduos e a captação de recursos pelo programa bolsa reciclagem em função da comercialização dos mesmos, e o retorno para a sociedade por meio dos impostos e contribuição previdenciária, cujos valores são gerados a partir da venda dos resíduos.

Tabela 61 - Síntese dos benefícios econômicos gerados pela comercialização dos materiais recicláveis, entre 2007 e 2015, pela cooperativa em Ituiutaba, MG (R\$)

Ano	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total
<b>Valores recebidos em função da venda dos materiais (Receita de vendas)</b>											<b>3.754.616,61</b>
Venda dos materiais	189.295,65	208.695,69	167.328,99	284.542,79	337.219,19	384.787,26	448.653,38	440.847,25	410.815,20	494.500,14	<b>3.366.685,55</b>
Programa Bolsa Reciclagem					59.341,46	139.909,20	61.005,97	88.093,18	39.581,25		<b>387.931,06</b>
<b>Valores retornados para o governo em função da venda dos materiais</b>											<b>587.588,28</b>
Recolhimento de impostos	7.821,16	7.559,52	8.179,52	26.820,00	30.920,75	30.370,11	33.347,53	37.350,59	29.928,99	38.582,57	<b>250.880,74</b>
Previdência Social	23.733,16	29.630,46	25.826,68	32.922,73	31.459,41	30.132,34	35.427,74	40.828,08	42.068,11	44.678,83	<b>336.707,54</b>
<b>Total geral</b>											<b>4.342.204,89</b>

Fonte: Copercicla.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Dez. 2016).

Cabe ressaltar que esses valores são em um cenário que, ao longo desse período, a coleta seletiva não superou os 4% de material em relação ao total de RSU coletado (e pesado) no município, pelas coletas convencional e seletiva, diante de um potencial estimado a ser alcançado em torno de 30%.

Considerando os valores obtidos por meio do Programa Bolsa Reciclagem até 2016, no total de R\$387.931,06 para a cooperativa, a receita diretamente vinculada à comercialização dos materiais representaram um total de R\$3.754.616,60. Esse valor estaria sendo perdido caso os materiais estivessem sendo enterrados no aterro sanitário, ou seja, caso não existisse a coleta seletiva no município.

A análise da receita com a venda dos resíduos pela cooperativa em relação às despesas efetuadas pela prefeitura demonstra o retorno financeiro obtido pela coleta seletiva a cada unidade monetária (R\$1,00) desembolsada pela prefeitura (Tabela 62). Esses valores oscilaram ao longo do período, com redução nos anos em que ocorreram as crises econômicas. Considerando o período de 2011 a 2016, com o convênio firmado entre a cooperativa e prefeitura, a cada R\$1,00 gasto pelo município, houve um retorno médio de R\$1,11, oriundos apenas da venda dos materiais. Nessa estimativa não foram computados os recursos captados pela Cooperativa por meio de editais e projetos de entidades que apoiam e fomentam a atividade e com o programa bolsa reciclagem, o que elevaria o retorno financeiro.

Tabela 62 - Retorno financeiro proporcionado com a comercialização dos materiais coletados pela coleta seletiva (R\$) a cada R\$1,00 gasto pelo município, de 2007 a 2016

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Receita com a venda de material (R\$) (A) <sup>1</sup>	189.295,65	208.695,69	167.328,99	284.542,79	337.219,19	384.787,26	448.653,38	440.847,25	410.815,20	494.500,14
Despesa total do município com a coleta seletiva (R\$) (B)	254.024,88	276.038,82	342.630,42	402.509,45	336.185,93	338.104,12	359.984,32	398.387,94	420.253,92	<b>412.085,75</b>
Retorno financeiro total da coleta seletiva a cada R\$1,00 gasto pelo município (A/B)	0,75	0,76	0,49	0,71	1,00	1,14	1,25	1,11	0,98	1,20

<sup>1</sup>Receita apenas com a venda. Não inclui outras receitas, como o Programa Bolsa Reciclagem e o convênio com a prefeitura.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Jan. 2017).

Esse retorno econômico da atividade, decorrente da venda dos resíduos, o que não ocorre na coleta convencional, demonstra vantagem relevante do sistema de coleta seletiva como alternativa ao sistema de disposição no aterro sanitário, e o potencial de incremento com o aumento da proporção de material destinado a coleta seletiva em todo o município. Essa alternativa, além dos ganhos econômicos diretos, apresenta-se dentro dos princípios e

benefícios proporcionados pela economia circular e corrente lixo zero, que propõem a não geração ou minimização na geração associada à recirculação da matéria nos ciclos produtivos, sendo contrários aos caminhos de disposição em aterro ou incineração, que seguem princípios da economia linear, levando a perdas dos materiais.

Com a ocorrência de retorno econômico da venda dos resíduos, surgem algumas indagações quanto à sustentabilidade financeira da cooperativa, se a mesma tem capacidade de coletar os resíduos sem depender de recursos da prefeitura. Essa alternativa foi utilizada pelo IPEA (2010, p.21), em um dos cenários para fazer a análise dos benefícios econômicos da reciclagem (Tabela 25), correspondendo ao cenário da coleta realizada por catadores sem o apoio da prefeitura, com a coleta seletiva a “custo zero” para o município. Diante desse cenário e indagações levantadas por profissionais e gestores públicos durante a pesquisa, a sustentabilidade financeira da cooperativa local é apresentada na tabela 63.

Tabela 63 - Sustentabilidade financeira da Cooperativa de Reciclagem de Ituiutaba

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total
<b>Receita total (R\$)</b>	441.180,18	482.944,07	510.669,64	687.083,78	672.647,33	778.642,09	949.965,86	905.528,48	920.952,73	<b>6.349.614,16</b>
Receita com venda de material(R\$) <sup>1</sup>	187.155,30	206.905,25	168.039,22	284.574,33	336.461,40	381.196,51	450.072,34	446.134,57	412.605,63	2.873.144,55
Receita com o Programa Bolsa Reciclagem (R\$) <sup>1</sup>	-	-	-	-	-	59.341,46	139.909,20	61.005,97	88.093,18	348.349,81
Receita com convênio e apoio da Prefeitura (R\$) <sup>2</sup>	254.024,88	276.038,82	342.630,42	402.509,45	336.185,93	338.104,12	359.984,32	398.387,94	420.253,92	3.128.119,80
<b>Despesa total da Copercicla (R\$)<sup>1</sup></b>	143.566,70	187.252,77	248.085,05	376.492,21	463.194,47	608.562,17	839.591,53	896.983,47	785.785,34	<b>4.549.513,71</b>
<b>% Despesa total/ Receita total</b>	<b>32,54</b>	<b>38,77</b>	<b>48,58</b>	<b>54,80</b>	<b>68,86</b>	<b>78,16</b>	<b>88,38</b>	<b>99,06</b>	<b>85,32</b>	71,65
% Receita com vendas/despesa	130,36	110,50	67,73	75,59	72,64	62,64	53,61	49,74	52,51	63,15
% Receita convênio/despesa	176,94	147,42	138,11	106,91	72,58	55,56	42,88	44,41	53,48	68,76

Obs.: As despesas de 2007 a 2010 estão subestimadas em função do convênio ser entre a Prefeitura e entidade interveniente, com alguns gastos não constando nos livros de contabilidade da Copercicla. Assim, a análise dos dados entre receita e despesa e comparações com outros dados, nesse estudo, fica restrita ao período 2011 a 2015, onde o convênio ter ocorrido entre a Prefeitura e Cooperativa. E devido ao fato de até a conclusão dessa pesquisa não ocorreu o fechamento dos dados de 2016 pela contabilidade.

Fonte: <sup>1</sup>Copercicla/Contabilidade e Relatório de Prestação de Contas Mensal. <sup>2</sup>Secretarias da Fazenda e de Desenvolvimento Social/Prefeitura de Ituiutaba, MG (Corresponde ao mesmo valor na despesa total da prefeitura com a coleta seletiva – Tabela 54).

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Jan. 2017).

Observa-se que, no período 2011 a 2015, a despesa total da cooperativa representou, em média, 83,86% da receita total, indicando que a mesma funcionou com uma margem de 16%, sendo importante lembrar que a atividade tem obrigações legais de manter fundos de reserva.

Por outro lado, diante das indagações e até proposições observadas durante a pesquisa, incluindo lideranças políticas do executivo de que a cooperativa poderia fazer a coleta sem a participação da prefeitura, o percentual do quanto a receita com as vendas dos materiais cobre as despesas ficou em média em 58,23%, entre 2011 a 2015. Ou seja, a receita gerada com a comercialização não chegou a cobrir 60% das despesas.

Essa análise demonstra que o cenário com a coleta seletiva sem custo para o município apresentado por IPEA (2010), não se torna viável para o caso em estudo. Além disso, a ausência da prefeitura nessa atividade representaria o não cumprimento de sua responsabilidade prevista na legislação vigente, tendo como referência a PNRS, lei 12.305/2010, art. 36, inciso II, que estabelece a responsabilidade do titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos em estabelecer sistema de coleta seletiva (BRASIL, 2010), combinada com a PFSB, lei.11.445/2007, art. 10, que define o serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos composto por coleta, transbordo, transporte, **triagem para fins de reuso ou reciclagem**, tratamento, e disposição final, além da varrição, capina e poda de árvores (BRASIL, 2007). Cabe ressaltar que a prefeitura pode executar diretamente esses serviços, podendo delegar a prestação do serviço, sendo alternativa a contratação.

Embora o foco do estudo esteja no aspecto econômico da análise do aterro e da coleta seletiva como alternativa para a destinação dos resíduos recicláveis secos, ocorrem benefícios ambientais e sociais em consequência do desvio desses materiais do processo de aterramento e retorno ao ciclo produtivo e economia.

Em termos ambientais não foi possível valorar os benefícios para o caso em estudo, embora os mesmos ocorram conforme benefícios valorados economicamente demonstrados para alguns resíduos no estudo do IPEA (2010), como a redução no custo de produção ao substituir a matéria-prima pelos materiais recicláveis e consequente redução na demanda de matéria-prima virgem, prolongando a longevidade de reservas e/ou regeneração dos recursos naturais; menor demanda ambiental para gerar energia (bastante impactada com as perdas de área para reservatórios de hidroelétricas no Brasil ou pela queima de combustíveis fósseis nas termelétricas); diminuição da emissão de gases; menor consumo de água no processo produtivo; e redução na demanda de novas áreas para disposição de resíduos.

No aspecto social, ocorre a inclusão socioprodutiva das pessoas, com melhores condições de trabalho, maior renda e mais estável, quando comparado ao catador autônomo. No caso em estudo, esse benefício é relevante pelo fato da remuneração dos cooperados advir

da comercialização dos resíduos, embora a prefeitura forneça recursos para custear despesas com a realização do serviço.

Um aspecto a destacar na análise dessa seção, reiterando aspectos anteriormente apresentados no intuito de reforçar, é que os valores econômicos apresentados são gerados pela comercialização dos resíduos e não da prestação do serviço de coleta. Isso se deve ao fato do município não ter adequado a relação com a Cooperativa para contratação, conforme estabelecem a PNRS e PFSB. Ao fazer essa adequação, a coleta seletiva vai gerar, também, tributos e previdência em função da prestação do serviço, a exemplo da coleta convencional, uma vez que os dois sistemas de coleta – convencional e seletiva – prestam o serviço de coleta de resíduos, no âmbito dos RSU.

A prestação do serviço pela coleta convencional encaminha os resíduos (RSU ainda misturados) para o aterro sanitário, sendo enterrados e perdidos, ocupando espaço (área), com riscos ao ambiente e sociedade (embora reduzidos em relação aos lixões e aterros controlados), e gera um passivo ambiental. Por outro lado, a coleta seletiva presta o serviço de coleta de resíduos (recicláveis), destinando-os para a reciclagem, gerando renda, com retorno econômico e outros benefícios para a sociedade. Ou seja, os valores econômicos dos resíduos coletados pela coleta convencional estão sendo enterrados e perdidos, enquanto os valores dos materiais recolhidos pela coleta seletiva estão retornando para a economia.

#### **4.5 Relação entre as coletas convencional e seletiva para a destinação final dos RSU na ótica da abordagem integrada entre a geografia, a economia ambiental e a gestão integrada de resíduos sólidos**

Esta seção apresenta a comparação entre a coleta convencional e a coleta seletiva formal, mediante a abordagem integrada proposta para o estudo, envolvendo aspectos políticos e legais, culturais, sociais, econômicos, tecnológicos e ecológicos no âmbito da GIRS. Aborda-se também aspectos da geografia e da economia ambiental/circular. Ao longo da mesma, são evidenciados aspectos positivos da alternativa em relação ao aterro, com sugestões de medidas para a obtenção de melhores resultados.

Ao realizar a análise da relação entre os sistemas de coleta convencional e seletiva, onde um encaminha os materiais para o aterro sanitário, como modelo hegemônico no Brasil, e o outro para alternativa a esse modelo, utilizando-se uma abordagem integrada dos campos de conhecimento da geografia, economia ambiental e a gestão integrada de resíduos sólidos, busca-se ilustrar que a abordagem multidisciplinar contribui para o processo de percepção e

apuração de custos, uma vez que os procedimentos utilizados convencionalmente não estão retratando com fidedignidade os custos e benefícios envolvidos. Esse tipo de abordagem permite ainda identificar que medidas em um campo do conhecimento demandam e interagem com medidas em outro, para que os resultados sejam mais efetivos e percebidos pela sociedade.

Esses dois sistemas de coleta fazem parte do sistema maior que é a gestão dos RSU do município. Retomando alguns pontos para melhor compreensão dessa seção, os RSU envolvem os rejeitos, os recicláveis secos e os materiais orgânicos (ou biodegradáveis), coletados nas residências e estabelecimentos públicos e privados que gerem resíduos similares. São incluídos, também, os resíduos do serviço de varrição e limpeza de ruas e logradouros. Busca-se aqui realizar a análise mediante a abordagem integrada proposta para o estudo, de modo a melhor compreender o papel de cada sistema, suas semelhanças e diferenças, a visão sobre os investimentos/despesas e as vantagens de cada sistema para a sociedade.

A Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (GIRS) contempla cinco dimensões de análise conforme estabelece a PNRS (lei 12.305/2010): política, cultural, social, econômica e ecológica. No presente trabalho, contempla a inclusão da dimensão tecnológica nesse conceito, dada a sua importância na relação sociedade e meio ambiente, conforme fundamentação apresentada na seção 2.8.

Um dos componentes relevantes nessa análise é a **dimensão político/legal** da PNRS, uma vez que a mesma cria o arcabouço legal e normativo para a prática dos agentes públicos e privados, bem como o cidadão quanto aos procedimentos para a destinação final ambientalmente adequada dos RSU.

Nos municípios em que não ocorre nenhum tipo de separação desses resíduos, tem-se um sistema único de coleta, o que significa que todos os RSU são coletados pelo titular dos serviços públicos de limpeza e manejo de resíduos sólidos, ou seja, a prefeitura, conforme estabelece a Constituição de 1988, a lei n. 11.445/2007 (PFSB) e a lei n. 12.305/2010 (PNRS). De acordo com a legislação, pode o município realizar diretamente essa atividade ou por meio de ente público criado para tal ou contratar prestador de serviço.

Essa legislação, acrescida do Decreto n. 7.404, de 23 de dezembro de 2010 (BRASIL, 2010b), que regulamenta a PNRS, disponibiliza aos gestores públicos um arcabouço legal que contempla definições e responsabilidades dos agentes produtivos e do cidadão para a implantação de sistemas que promovam a destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos.

No município do presente estudo, a coleta e destinação dos RSU ocorrem mediante dois sistemas: 1 - a coleta de RSU (domiciliar, limpeza e varrição e de estabelecimentos públicos e privados que gerem materiais equiparados aos domiciliares); e, 2 - a coleta de recicláveis secos por meio de Cooperativa de catadores com apoio da prefeitura (convênio).

Os dois sistemas estão em consonância com a PNRS (12.305/2010), sendo o primeiro, a disposição final ambientalmente adequada no aterro sanitário, e o segundo, a destinação final ambientalmente adequada dos materiais recicláveis secos para a reutilização e reciclagem, com ligeiras ressalvas.

O sistema de coleta e destinação ao aterro, conforme a PNRS, deveria destinar apenas os rejeitos para disposição final, embora ainda destine materiais recicláveis secos e biodegradáveis. Isso evidencia que nesse caso, o município ainda não aplica integralmente o que preconiza a PNRS.

Nesse sentido, embora a PNRS, conforme art. 54 da lei n. 12.305/2010, estabeleça o prazo de quatro anos para ser implantada a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, em aterros sanitários, propostas de alterações na lei colocam em risco os benefícios propostos pela PNRS e a desaceleração da melhoria na destinação final dos RSU no Brasil, apresentada na subseção 2.1.4.

O Projeto de Lei (PL) n. 2.289/2015, em tramitação na Câmara dos Deputados, originado do PL 425/2014 do Senado Federal, propõe a ampliação do prazo estabelecido no art. 54 da PNRS, com um escalonamento em função do porte dos municípios: até 31 de julho de 2018, para capitais de Estados e municípios integrantes de Região Metropolitana ou de Região Integrada de Desenvolvimento de capitais; até 31 de julho de 2019, para municípios com população superior a 100.000 habitantes, bem como para municípios cuja mancha urbana da sede municipal que esteja situada a menos de 20 quilômetros da fronteira com outros países vizinhos; até 31 de julho de 2020, para municípios com população entre 50.000 e 100.000 habitantes; até 31 de julho de 2021, para municípios com população inferior a 50.000 habitantes. A população considerada como critério tem como base o Censo populacional pelo IBGE de 2010 (BRASIL, 2015b).

Esse mesmo PL 2.289/2015, também propõe alteração no art. 55 da lei 12.305/2010, que estabelece o prazo de dois anos para a elaboração dos planos estaduais de resíduos sólidos e dos planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos, sendo o respectivo plano condição de acesso a recursos da união ou controlados pela mesma, a serem utilizados em ações relacionadas à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, bem como para obtenção de incentivos ou financiamentos com essa finalidade. A proposta no PL 2.289/2015

é que essas exigências, que deveriam entrar em vigor após dois anos da publicação da PNRS, entrem em vigor até 31 de julho de 2017, para os municípios com população igual ou superior a 50.000 habitantes; e até 31 de julho de 2018, para municípios com população inferior a 50.000 habitantes, conforme a população pelo Censo do IBGE de 2010.

Ocorre ainda a tramitação do Projeto de Lei Complementar (PLP) n. 14/2015, que propõe a alteração dos art. 54 e 55, da lei 12.305/2010, alterando o prazo de exigência dos planos dos estados e municípios para dez anos após a publicação da lei, o que remete a 2020, e até 2024, para assegurarem a disposição final ambientalmente adequada da totalidade dos rejeitos (BRASIL 2015a).

Essa dinâmica e incerteza de alteração de prazos expõe certa dose de insegurança no cenário para a questão dos RSU na aplicação da lei no país, com os gestores públicos e agentes privados adotando uma postura de aguardar, postergar, para ver como vai ficar, retardando os efeitos positivos das medidas estabelecidas na legislação, para a sociedade e o meio ambiente.

No caso do município do presente estudo, com sua população em 2010 de 97.171 habitantes, teria o prazo para elaborar o plano prorrogado até 31/07/2018 ou 2020, conforme se aprovado o PL 2.289/2015 ou o PLP 14/2015, respectivamente. E com relação à eliminação do lixão teria até 31/07/2020 ou 2024, embora, nesse caso, o município já tenha atendido com a destinação dos RSU ao aterro desde 26/12/2005, com a remediação da área do lixão realizada em 2006.

Agora, ao considerar o prazo do PL 14/2015, do município realizar a totalidade da disposição dos rejeitos até 2024, entende-se que nesse prazo o município deverá estabelecer, no mínimo, o sistema triplo de coleta e a estrutura de destinação dos resíduos para desviar os 80% de resíduos recicláveis destinados atualmente ao aterro sanitário, dando-lhes a destinação adequada.

Um ponto favorável nesse sentido é que, antes mesmo da eliminação do lixão e início das atividades do aterro sanitário, o município iniciou os trabalhos de coleta seletiva desde 2001. O sistema de coleta seletiva e encaminhamento dos materiais para reutilização e reciclagem representa o cumprimento do que estabelece a PNRS, com esses materiais encaminhados para a destinação final ambientalmente adequada. Nesse caso, com a utilização do instrumento de convênio (subvenção) para apoiar o trabalho da Cooperativa, o município incorre em procedimento diferente do que estabelece a legislação. Pois, enquanto a PNRS (lei 12.305/2010, art. 36) estabelece que a prefeitura deve priorizar a contratação de cooperativas de catadores para prestar o serviço de coleta seletiva dos materiais recicláveis secos, a lei

11.445/2007 (art. 10) veda a utilização do convênio como instrumento para a prestação de serviço público de saneamento básico por entidade que não integre a administração do titular, sendo para o caso em tela aplicável o uso do contrato.

De modo a dirimir eventuais dúvidas ou interpretações, a lei 11.445/2007, no art. 7º, define que o serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos é composto pelas atividades de coleta, transbordo e transporte dos resíduos; de triagem para fins de reuso ou reciclagem, de tratamento, inclusive por compostagem, e de disposição final dos resíduos; de varrição, capina e poda de árvores em vias e logradouros públicos e outros eventuais serviços pertinentes à limpeza pública urbana.

Diante das definições na legislação, demanda-se adequação no município quanto à contratação da cooperativa e investimento em sistemas de coleta com separação na fonte, de modo a desviar os materiais recicláveis secos (aproveitando o sistema em funcionamento) e os materiais biodegradáveis, para ampliar a destinação adequada dos RSU, fazendo a disposição no aterro sanitário apenas dos rejeitos.

Essa sistemática de separação, denominada daqui em diante de sistema triplo, representa o município exercer o papel de criar as condições de infraestrutura para a separação e coleta, criar a estrutura para a compostagem dos biodegradáveis, incentivar empreendimentos para a instalação de plantas industriais para absorver resíduos biodegradáveis e recicláveis secos, incentivar a população a fazer a separação na fonte geradora, por meio de orientação, incentivos econômicos e/ou penalidades.

A implantação do sistema triplo representa avanço em relação ao mínimo estabelecido pelo decreto n. 7.4040/2010, que no art. 9º, § 2º, preconiza que o sistema de coleta seletiva será implantado com, no mínimo, a separação de resíduos secos e úmidos e, progressivamente, ser estendido à separação dos resíduos secos em suas parcelas específicas (denominado aqui no trabalho de sistema em cores), segundo metas estabelecidas nos respectivos planos de gestão de resíduos. Essa medida se faz necessária pelo seu impacto positivo na qualidade dos resíduos a serem encaminhados para a reciclagem/compostagem, tanto para os recicláveis secos quanto para os biodegradáveis.

É conhecido o fato de que ao se observar os resíduos recebidos para a triagem na cooperativa e ao acompanhar procedimentos de gravimetria no aterro, os resíduos misturados apresentam perda elevada de componentes recicláveis. No caso dos secos, principalmente com a presença de impurezas (como a gordura) ou excesso de umidade comprometendo a qualidade do grupo papel/papelão; e, no caso dos biodegradáveis, a contaminação com particulados ou elementos químicos que colocam em risco o uso futuro do composto.

Essa mistura compromete a utilização e valorização dos materiais nas etapas seguintes de seu aproveitamento. No caso dos materiais recicláveis secos, estando sujos ou muito úmidos podem ser encaminhados para disposição no aterro por não terem qualidade suficiente para comercialização ou sofrer descontos aplicados pela indústria ao receber a carga, em função da perda no processamento. Essa relação qualidade/valor, identificada na pesquisa, corrobora com a afirmação de Tenório e Espinosa (2004), quanto à relação qualidade e preço.

As perdas de resíduos com potencial de aproveitamento devido à mistura, sinaliza que a separação na fonte geradora (residência, empresa, indústria, órgãos públicos) é uma necessidade. Nesse sentido, torna-se relevante a definição de parâmetros mínimos de separação nas fontes que favoreçam o processo de triagem na etapa seguinte, quando o resíduo chegar à cooperativa ou ao pátio de compostagem, evitando desperdícios ou contaminações.

A nomenclatura utilizada no decreto 7.404/2010 (secos e úmidos) apresenta-se dissociada dos termos e conceitos definidos na própria PNRS, ao não se estabelecer a separação dos rejeitos. Cabe destacar que a PNRS não contém a expressão “úmido(s)”, bem como o termo “lixo” e não faz menção a formas de separação dos resíduos. Ainda no campo normativo, embora o decreto 7.404/2010 contemple o avanço progressivo para a separação dos recicláveis secos em suas parcelas específicas, estabelece exigências menores de separação que a Resolução Conama nº 275, de 25 de abril de 2001 (CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE - CONAMA, 2001), que estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos sólidos. Por se tratar de norma superior à Resolução do Conama, o decreto enfraquece ou até mesmo inviabiliza a aplicação dessa última, uma vez que deixou para os planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos a definição de metas para a separação detalhada dos resíduos.

Ainda em relação ao Decreto 7.404/2010, verifica-se uma dissociação com a nomenclatura utilizada na literatura e nos estudos de composição de resíduos (gravimetria), em que se identifica os rejeitos, os recicláveis secos e os orgânicos/biodegradáveis, com o decreto utilizando apenas secos e úmidos. Essa terminologia do decreto, identificada daqui em diante por sistema binário, confunde as pessoas no ato da separação, pois ocorrem materiais úmidos e secos que não são recicláveis, pois o termo úmido transmite uma ideia de orgânico e seco apenas dos recicláveis secos. A título de exemplo, em material informativo de outro município para a população quanto à separação dos resíduos, aparece o “cabo de panela” como exemplo de úmidos.

Assim, além da medida de implantar o sistema triplo, é importante na elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) contemplar o aprimoramento do sistema de coleta dos recicláveis secos, avançando na separação de suas parcelas específicas, conforme preconiza o Decreto 7.404/2010 e a Resolução Conama 275/2001. Isso representa a implantação do sistema em cores, comumente utilizado em países mais avançados, o que contribui com melhor organização de todo o sistema de retorno dos materiais para a cadeia produtiva, tanto em qualidade como preço de comercialização, além de reduzir perdas dos mesmos.

Esse tipo de medida encontra resistência de gestores e da população, associadas às questões culturais quanto à mudança de hábitos, sendo necessário trabalho contínuo por parte do poder público (prefeitura) para implantação e aprimoramento. Para obtenção de êxito em medidas como essa na dimensão política, envolve ações em outras dimensões da GIRS, que demandam um trabalho de planejamento e ação sistêmica em conjunto, dada a interdependência e efeitos de ressonância<sup>35</sup> entre as mesmas, com medidas numa dimensão contribuindo e potencializando a medida na outra dimensão.

Com a implantação das medidas e procedimentos na dimensão político/legal, demanda-se o trabalho na **dimensão cultural**, em relação ao hábito das pessoas em se livrar dos seus resíduos, ainda relacionado a uma concepção de “lixo”, explorado em maior profundidade na seção 2.3, promovendo a mudança de concepção para a compreensão pelas pessoas e agentes produtivos do resíduo como bem de valor econômico, ambiental e social. A demanda de novos hábitos para adoção da coleta seletiva representa mexer na zona de conforto das pessoas, sendo importante a apreensão de nova concepção e valores em relação ao ambiente e ao convívio em sociedade. Representa a necessidade de trabalho contínuo por meio da educação, especialmente a educação ambiental, na busca de promover o consumo sustentável, desenvolvendo uma nova cultura de redução de desperdícios e da geração de RS.

Nesse campo, a incorporação da sistemática de separação dos resíduos no cotidiano das escolas, com os estudantes aprendendo a separar, as consequências ou prejuízos do descarte inadequado e os benefícios do descarte adequado, representa campo fértil de contribuição para a mudança de cultura na relação dos indivíduos com a natureza e, conseqüentemente, da sociedade com o meio ambiente. Trata-se de tal prática ser impregnada no espaço escolar, no currículo, nas aulas, de modo que se reflita nas atitudes e hábitos de gestores, professores,

---

<sup>35</sup> No sentido da impressão causada pelos resultados de uma ação contribuindo com a aceitação e/ou o resultado de outras ações, criando um processo positivo entre as ações.

funcionários e estudantes. E que essas pessoas levem esse aprendizado, esse novo hábito, para suas residências, para as ruas e em qualquer ambiente que frequentem.

É relevante destacar que ocorrem interfaces entre as dimensões. Entre a política e a cultural está o estabelecimento pelo município do Plano Municipal de Educação (PME), que traça para o período de dez anos sua política para a educação. No município do presente estudo, o PME foi estabelecido na lei municipal n. 4.368, de 17 de julho de 2015 (ITUIUTABA, 2015) e nele contemplam medidas a serem adotadas que estão em sintonia com a gestão de resíduos sólidos (Quadro 8), que, implantadas, vão contribuir diretamente com os aprimoramentos mencionados nesse trabalho.

Quadro 8 - Extrato das medidas de Educação Ambiental voltadas para a gestão de resíduos sólidos no Plano Municipal de Educação de Ituiutaba, MG

<b>META (12 PNE)</b>	<b>ENSINO FUNDAMENTAL</b>
2.13	Implantar a Política Nacional de Educação Ambiental nas escolas públicas e privadas que atuam no município.
2.14	Implantar a coleta seletiva em todas as escolas públicas e privadas.
<b>META (7 PNE)</b>	<b>ENSINO MÉDIO</b>
8.10	Implantar programa de educação e gestão ambiental, com indicadores de sustentabilidade e práticas pedagógicas praticadas pelas escolas, até 2017.
8.23	Implantar o sistema de coleta seletiva nas escolas, com apoio do Estado e da União, até 2016.
<b>META</b>	<b>EDUCAÇÃO SUPERIOR</b>
20.8	Conscientizar e sensibilizar a população sobre a importância da destinação correta dos resíduos sólidos priorizando a coleta seletiva.
20.9	Implantar a coleta seletiva nas IES de Ituiutaba.

Fonte: ITUIUTABA (2015).

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Fev. 2017).

Ao incluir a implantação da coleta seletiva nas escolas, nos três níveis de ensino, o PME abre um caminho de contribuição relevante da dimensão cultural para o processo de destinação final ambientalmente adequada. Essas medidas são para todas as escolas (organizações de ensino públicas e privadas) existentes no município, na área urbana e rural, e não apenas para as escolas da rede municipal. A relevância do PME se torna maior por contribuir com o desvio dos resíduos do aterro sanitário e encaminhamento para alternativas que geram ocupação e renda, o que promoverá mudança nas quantidades destinadas a cada sistema e alterações nos custos dos mesmos, além de outros benefícios apresentados em outras seções desse trabalho.

A **dimensão econômica** da GIRS tem forte contribuição no avanço das medidas mencionadas em outras dimensões. Um caminho está em rever a lógica de apuração de custos

dos sistemas, percebendo, como demonstrado no presente estudo, que investir no sistema de coleta seletiva como alternativa ao modelo convencional de coletar e dispor no aterro sanitário é bem mais vantajoso para o município e para a sociedade.

Uma aplicação econômica útil à sociedade é fazer um comparativo entre o sistema de coleta e destinação ao aterro, com o sistema de coleta e destinação dos resíduos recicláveis para a reutilização e reciclagem, desviando esses materiais do aterro e os benefícios gerados.

Utilizando a análise convencional, conforme dados do Cempre (Tabela 12), a coleta seletiva é apresentada mais cara que a convencional, em mais de quatro vezes. Os dados de custo por tonelada da coleta seletiva do presente estudo apresentam proporção semelhante (Tabela 55). Mas essa forma de apuração não retrata a realidade das vantagens da coleta seletiva como alternativa ao processo de aterramento.

A mudança na forma de apuração tende a demonstrar que a coleta seletiva apresenta menor custo para a sociedade. Ao fazer a apuração utilizando o custo de oportunidade, observa-se que a coleta seletiva passa a ser vantajosa em relação à coleta convencional, para a economia e sociedade, conforme a primeira forma de apresentar essa vantagem na tabela 64.

Tabela 64 - Análise do custo da tonelada de resíduos na coleta seletiva com base no custo de oportunidade (R\$/t)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Custo com a coleta seletiva por tonelada para o município (R\$/t) - (A) <sup>1</sup>	435,9	453,7	590,8	563,0	407,8	355,7	390,1	415,6	524,7	476,4
Despesa / tonelada com a coleta convencional (R\$/t) - (B) <sup>2</sup>	69,51	81,35	85,25	93,27	101,77	115,84	99,95	96,56	101,54	112,55
Despesa / t na operação do aterro (R\$/t) - (C) <sup>2</sup>	35,79	47,71	49,93	67,46	79,81	60,21	60,00	60,00	60,00	60,00
Valor gerado com a comercialização dos recicláveis (Preço médio da t) (R\$/t) - (D) <sup>3</sup>	324,8	343,0	288,5	398,0	409,1	404,8	486,1	459,9	512,1	609,1
<b>Resultado= D+C+B-A</b>	<b>-5,77</b>	<b>18,37</b>	<b>-167,09</b>	<b>-4,27</b>	<b>182,84</b>	<b>225,17</b>	<b>256,03</b>	<b>200,85</b>	<b>148,97</b>	<b>305,30</b>

NOTAS: <sup>1</sup>Despesa do município com a coleta seletiva por tonelada, conforme valores apresentados na tabela 55. <sup>2</sup>Calculados a partir da quantidade de RSU e valor gasto por ano, conforme consta na tabela 40. <sup>3</sup>Preço médio da tonelada de resíduos recicláveis comercializados pela cooperativa local, conforme consta na tabela 51.

Obs.: Além dos itens incluídos no cálculo, ocorrem os benefícios econômicos, ambientais e sociais a serem considerados em favor da coleta seletiva, que serão computados positivamente, somando ao item D. Entre esses benefícios estão o prolongamento da vida útil do aterro, não formar passivo ambiental e reduzir a demanda de novas áreas. A introdução dos materiais em novo ciclo produtivo leva a menor demanda de recursos naturais, menor custo de produção ao substituir a matéria-prima virgem, menor consumo de recursos ambientais (água, energia) e menor emissão de gases. E esses benefícios demonstrados nessa tabela são com a comercialização pela cooperativa de apenas 4% de resíduos recicláveis secos coletados no município.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Mar. 2017).

Assim, embora a coleta seletiva tenha seu custo por tonelada, a cada tonelada que a mesma desvia do aterro, promove a economia da despesa com a coleta e operação do aterro

desses resíduos. Além disso, os resíduos comercializados geram renda, o que não ocorre com o material aterrado, embora em aterros de maior porte ocorram situações de geração de energia. Dessa forma, o resultado anual apresentado na tabela 64, demonstra que a coleta seletiva vem apresentando resultados positivos, o que representa geração de valor econômico.

Observa-se que ocorreram resultados negativos no início da série de levantamento, quando a atividade ainda recolhia menos material do que atualmente, sinalizando que o ganho de escala tende a ampliar a vantagem da coleta seletiva. Além disso, a melhoria do valor dos materiais, por meio do preço médio da tonelada, demonstra que esse é um elemento importante no sistema de apuração. Para o ano de 2009, quando o resultado negativo foi mais relevante, ressalte-se que foi o período da crise econômica que afetou seriamente a atividade, conforme demonstrado na seção 4.4.

Outra forma de realizar a comparação e análise entre os dois sistemas está na demanda de recursos financeiros e o resultado obtido com os resíduos, conforme o destino dos mesmos em cada sistema de coleta.

A despesa do município com o sistema de disposição dos resíduos no aterro tem dois componentes: o valor gasto com o serviço de coleta dos RSU e o valor gasto com operação do aterro, no processo de aterramento e monitoramento do aterro.

Os dados apresentados anteriormente na tabela 40 demonstram que os gastos anuais com esse sistema são crescentes, em função do aumento da quantidade de RSU e do valor a ser pago pela prestação desses serviços por tonelada. No período levantado (2007 – 2016), foi desembolsado pelo município o valor de R\$34.206.239,63, que tem como uma de suas fontes de recursos a taxa de coleta e destinação cobrada de cada imóvel (residência ou estabelecimento) da cidade.

A utilização desse montante de recursos resultou na disposição dos RSU no aterro, reduzindo os riscos ao ambiente e à saúde, mas com a criação de um passivo ambiental e a ocupação de área (espaço) por tempo indeterminado, inviabilizando uso mais nobre para a sociedade, além da perda dos benefícios em potencial com o aproveitamento dos materiais, que representam em torno de 80% em massa e volume do que foi depositado no aterro.

Por outro lado, no sistema de coleta seletiva, os gastos do município atingiram o valor de R\$3.540.205,55, quase 10 vezes menor do que os gastos com a coleta convencional e aterramento. Esse montante de recursos promoveu um retorno de R\$3.366.685,55 na forma de receita com a venda de 7.756,5 t de materiais, que foram desviados do aterro, que ao mesmo tempo contribuíram com a ampliação de sua vida útil.

Essa receita representou valor econômico retornando para a economia e sociedade na forma de remuneração dos cooperados, do pagamento de impostos (PIS, COFINS e ICMS) e de contribuição previdenciária. A análise desses valores, na comparação entre os sistemas, se refere apenas à renda gerada pelos resíduos coletados seletivamente e comercializados, com os benefícios que geram.

Assim, enquanto os recursos aplicados pelo município para a coleta e disposição no aterro geraram um montante de resíduos enterrados, demandando serem monitorados por longo prazo, os recursos aplicados na coleta seletiva promoveram um retorno econômico de R\$1,11 para cada R\$1,00 gasto pelo município no período de 2011 a 2016, conforme dados apresentados na tabela 62. E além desse retorno econômico, ocorrem vários benefícios da reintrodução dos materiais no sistema produtivo, conforme abordado ao longo desse estudo, na aplicação da economia circular, no uso do espaço e na visão sistêmica da gestão integrada.

Comumente, o saneamento básico é visto no Brasil como uma despesa pelos gestores públicos sem retorno em capital político, devido à baixa percepção e valorização pela sociedade (digam-se eleitores). De fato, saneamento é uma despesa, uma prestação de serviço do município para a sociedade e não uma atividade lucrativa para o poder público, principalmente seguindo o modelo de disposição para aterros. Mas, com sentido de investimento, pois os valores alocados para saneamento revertem para a sociedade em redução nos problemas e custos com o serviço de saúde e em redução dos riscos de contaminação ao solo e água com a disposição adequada dos resíduos. Com a abordagem do custo de oportunidade, é possível perceber que desviar os materiais do aterro e encaminhá-los para a alternativa da coleta seletiva - reciclagem/compostagem - representa um investimento ainda melhor para o poder público, ocorrendo retorno econômico e benefícios para a sociedade superiores ao modelo de aterrar.

Dessa forma, os recursos gastos com a coleta convencional e disposição no aterro se limitam a prestar o serviço e reduzir os riscos de contaminação do solo e água e à saúde, ainda gerando um passivo ambiental. Enquanto que os recursos gastos na coleta seletiva, com o envio desses materiais para reutilização e reciclagem, eliminam os riscos de contaminação ambiental e aos seres humanos, não geram passivo ambiental e promovem ganhos no sistema produtivo-econômico, com a substituição das matérias-primas virgens pelos materiais recicláveis. Além dos demais benefícios pela menor demanda de recursos naturais e menor pressão por áreas para disposição.

Assim, continuar o modelo de disposição final é insistir no sistema de coleta que representará apenas uma despesa para prestar o serviço. Ao estimular o desenvolvimento de

sistema alternativo ao aterro, o município passa a investir, pois os valores gastos promovem retorno econômico para a sociedade, incluindo os impostos e contribuição previdenciária gerada pela renda obtida com a comercialização dos materiais.

De modo a estimular investimentos nas alternativas ao aterro, contribuindo para a viabilidade de empreendimentos, medidas de incentivo econômico para os agentes de mercado também podem ser utilizadas, de modo a incentivar a instalação de empreendimentos que aproveitem os resíduos recicláveis, tanto os secos como os biodegradáveis (p. ex. as isenções fiscais, como desconto no IPTU), numa demonstração da interação entre as dimensões econômica e a político/legal.

Nesse sentido, na interação das dimensões política e econômica, com forte componente social e ecológico, o estado de Minas Gerais criou em 2012 o Programa Bolsa Reciclagem, por meio da Lei nº 19.823, de 22 de novembro de 2011, que concede incentivo financeiro às cooperativas e associações de catadores de materiais recicláveis, com o objetivo de incentivar a reintrodução de materiais recicláveis nos processos produtivos, visando a redução da utilização de recursos naturais e insumos energéticos, com inclusão social de catadores de materiais recicláveis, com a exigência de repasse aos cooperados no mínimo 90% dos valores recebidos pela cooperativa (MINAS GERAIS, 2011b).

Diante do propósito dessa lei, tem-se a sua relação direta com a PNRS, em promover a inclusão social dos catadores e a reciclagem, por meio de incentivos financeiros, incluindo a ressalva de percentual mínimo de repasse aos cooperados, contribuindo para o recurso chegar efetivamente ao trabalhador. Ao mesmo tempo, ao incentivar a reintrodução dos resíduos recicláveis em sistemas produtivos, representa aplicação dos princípios da economia circular, promovendo o ciclo de matéria e aproveitando o potencial máximo de cada material, reduzindo a demanda por matéria-prima virgem.

Esse programa também exerce efeito positivo por estimular a organização das cooperativas, devido às exigências para cadastro e para que se mantenham aptas a receber os recursos. Com esse estímulo ao trabalho formal dos catadores, contribui para alguns benefícios diretos e indiretos aos cooperados, como contribuição previdenciária, melhor preço e condição de trabalho.

Os valores recebidos do Programa Bolsa Reciclagem e o efeito na receita da cooperativa foram apresentados na seção anterior (4.4), principalmente na tabela 57. Esses valores promoveram impacto inicial expressivo, em função de maior fatia dos recursos para a cooperativa. Com o avanço do programa, ocorreu aumento de entidades cadastradas e foi mantido o montante de recursos, o que levou a redução do valor para a cooperativa.

Mesmo assim, o programa serve de exemplo para a aplicação da economia circular, por meio do pagamento por serviços ambientais, demonstrando a viabilidade de o poder público investir nesse formato, beneficiando a sociedade. Acrescente-se que esse programa está em sintonia com o trabalho do IPEA (2010) apresentado na revisão, que demonstra ganhos em escala com a reciclagem dos materiais, com claros efeitos sociais e ecológicos.

Ainda na interação político-econômica, o estado de Minas Gerais, no âmbito do Imposto de Circulação de Mercadoria e Serviços (ICMS), implantou o ICMS Ecológico, com o intuito de incentivar os municípios a investirem em medidas de melhoria nas questões ambientais, em especial no saneamento básico, envolvendo o tratamento de esgoto e o tratamento ou disposição final de resíduos, por meio da Lei 12.040, de 28 de dezembro de 1995, art. 4º, que estabeleceu critérios para a distribuição dos 25% do ICMS aos municípios, estando entre eles o critério meio ambiente.

A Lei 13.803, de 27 de dezembro de 2000, revoga a lei 12.040/1995, mantendo os percentuais de distribuição dos recursos dentro do critério meio ambiente em 50% para saneamento e o restante para o índice de conservação ambiental, baseado em unidades de conservação. Com a Lei n. 18.030, de 12 de janeiro de 2009, art. 4º, ocorre alteração nos percentuais de distribuição do recurso do critério meio ambiente, ficando parcela de 45,45% para os sistemas de tratamento ou disposição final de lixo ou de esgoto sanitário, devidamente licenciado. Outros 45,45% ficam para as unidades de conservação e 9,1% para ocorrência de área de Mata Seca<sup>36</sup> (MINAS GERAIS, 2009).

A distribuição do ICMS entre estado e municípios é definida na Constituição Federal de 1988, art. 158, inciso IV, sendo obrigatório aos estados repassarem aos municípios 25% do valor recolhido, sendo 75% pelo Valor Adicionado Fiscal (VAF) e 25% a critério de legislação específica do estado.

Os valores repassados ao município do estudo referente ao ICMS ecológico (Tabela 65) demonstram o quanto o município recebeu no período levantado, coincidindo com a operação do aterro sanitário (iniciada em dez/2005), e a existência de tratamento de esgotos e de coleta seletiva no município.

---

<sup>36</sup>Formação florestal no bioma Cerrado que não possuem associação com cursos de água, caracterizadas por diversos níveis de queda das folhas durante a estação seca, altura média da camada de árvores (estrato arbóreo) varia entre 15 e 25 metros e a grande maioria das árvores é ereta. Fonte: EMBRAPA. <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01\\_67\\_911200585234.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_67_911200585234.html)>. Acesso em: 20 mar 2017.

Tabela 65 - ICMS Ecológico recebido pelo município de Ituiutaba, MG - 2006 a 2016 (em mil R\$)

<b>Critério</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>Total</b>
Saneamento (mil R\$)	598,41	696,94	867,36	603,91	555,29	348,29	328,96	340,67	305,99	199,86	135,09	<b>4.930,59</b>
Refúgio da Vida Silvestre (mil R\$)	0,06	0,03	0,03	0,02	0,07	0,07	3,29	7,64	12,78	16,09	17,37	57,46
Total Meio Ambiente (mil R\$)	598,47	696,94	867,01	604,03	555,29	348,29	332,25	348,32	318,78	215,95	152,46	5.037,78

Nota: No levantamento dos dados foram observadas diferenças entre o valor total do critério meio ambiente constante no site em relação à soma dos subcritérios calculada no presente trabalho, conforme consulta dos valores pelo município. Em consulta ao setor responsável na FJP, foi identificada uma diferença em 2009 por falta de computo do mês de fevereiro, sendo corrigida no site da entidade e no presente trabalho. Feita essa correção, restaram as diferenças em 2008 (R\$380,30) e 2009(100,34), cujas causas não foram identificadas pela equipe até o encerramento desse estudo.

Fonte: Disponível em: <<http://www.fjp.mg.gov.br/robin-hood/index.php/transferencias/pesquisamunicipio>>. Acesso em: 05 fev 2017.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Fev. 2017).

Não foi identificada pela pesquisa a proporção dos valores recebidos no subcritério saneamento atribuídas ao aterro e a coleta seletiva. Embora, de acordo com a lei 18.030/2009, art. 4º, alínea b, o tipo e peso de material reciclável comercializado no município por associação ou cooperativa são considerados no cálculo (fator de qualidade) do valor a ser recebido pelo município, conforme os critérios e pontuação estabelecidos na Resolução SEMAD nº 1.273, de 23 de fevereiro de 2011 (MINAS GERAIS, 2011a), apresentados no quadro 9, nos itens 2 e 4.

A demanda desses dados ao município foi identificada pela pesquisa ao contribuir com o fornecimento de dados para a cooperativa e para a secretaria de obras, quando da solicitação ao município pelo órgão estadual. Observou-se que foram levantadas as quantidades de resíduos destinados ao aterro e comercializados pela coleta seletiva, bem como o percentual que a coleta seletiva representa em relação total de RSU gerado no município. Essa demanda está conforme o art. 4º da Resolução SEMAD 1.273/2011, embora se ressalte que o município não dispõe do total gerado, e sim o total coletado (e pesado) nos dois sistemas – convencional (aterro) e seletiva (reciclagem).

Dessa forma, tem-se que no subcritério saneamento os valores recebidos são influenciados pelo aterro e pela coleta seletiva, além do tratamento de esgotos, não sendo possível aqui desagregá-los. Conforme esclarecimentos recebidos por e-mail da coordenação responsável na Fundação João Pinheiro, nos anos de 2007 a 2014, os recursos do critério saneamento se devem ao aterro sanitário e a ETE. Em 2006 e 2015, em dois trimestres os recursos se devem aos dois empreendimentos, e nos outros dois trimestres apenas ao aterro.

No ano de 2016 os recursos do subcritério saneamento se devem apenas ao aterro, devido a ETE não estar habilitada.

Quadro 9 - Fator de qualidade para empreendimentos destinados ao tratamento e/ou disposição final de resíduos sólidos urbanos (Resolução SEMAD n. 1.273/2011)

DESCRIÇÃO DO PARÂMETRO	FORMA DE VERIFICAÇÃO	SITUAÇÃO	NOTA			
<b>1) GC – Gestão Compartilhada</b>						
Empreendimento sob regime de gestão compartilhada?	Sim	Apresentou cópia do documento de formalização de contrato ou consórcio?	Sim	Município sede?	Sim	0,200
				Não	0,100	
	Não					
<b>2) DO – Desempenho Operacional</b>						
Lista de verificação do empreendimento preenchida durante verificação em campo. (Anexo A)	Pontuação obtida segundo o critério da lista de verificação	Nº de pontos obtidos na verificação (faixa de variação: 0,1 a 1)	Nº de pontos x 0,500			
<b>3) GE – Geração de Energia</b>						
Ocorre o aproveitamento energético dos resíduos ou do gás metano (CH <sub>4</sub> ) gerado no aterro sanitário, com a devida regularização ambiental?	Sim.		0,100			
	Não.		0,000			
<b>4) CS – Indicador de Coleta Seletiva (total de 4.1 + 4.2)</b>						
4.1) Comprovação da existência de associação ou cooperativa de coletores (catadores) reconhecida pela Prefeitura.	Apresentou cópia do documento de constituição da associação ou cooperativa de coletores (catadores) reconhecida pela Prefeitura?		Sim	0,050		
			Não	0,000		
4.2) Percentual de material reciclável selecionado e comercializado por associação ou cooperativa de coletores (catadores) reconhecida pela Prefeitura.	Declaração da Prefeitura informando a porcentagem em peso de material selecionado e comercializado no ano (conforme modelo do ANEXO II)		se % ≥ 30%	0,150		
			se 20% ≤ % < 30%	0,120		
			se 10% ≤ % < 20%	0,080		
			se 5% ≤ % < 10%	0,050		
			se 1% ≤ % < 5%	0,030		
		se % < 1%	0,000			

Fonte: MINAS GERAIS (2011a).

Apesar da não desagregação dos dados, é importante considerar que a política de incentivo econômico representa uma estratégia relevante para induzir os gestores públicos a investirem no saneamento básico, no caso em estudo, na destinação final dos resíduos sólidos.

Uma ressalva a se fazer nessa política do estado, no intuito construtivo de análise, conforme a lei 18.030/2009, é que no art. 4º, inciso I, alínea c, estabelece que os recursos definidos para o ICMS ecológico, dentro dos 45,45%, decrescem 20% ao ano a partir do décimo primeiro ano subsequente ao licenciamento ou autorização de operação do sistema (MINAS GERAIS, 2009).

No caso de aterro sanitário, isso representa que ao final de 15 anos não terá mais incentivo em termos de recebimento de recursos do ICMS ecológico, mesmo que o aterro

apresente vida útil mais longa, além do período que ainda terá de monitoramento após o seu encerramento (em torno de 20 anos). Esse critério se revela contraproducente, pois a política deveria estimular a maior vida útil possível desse tipo de empreendimento, dado o impacto em demandas de novas áreas, ao invés de praticamente incentivar novos empreendimentos diante do benefício do ICMS ecológico.

Outro aspecto da política do ICMS ecológico, a ser repensando, é a distribuição da pontuação dos componentes do quadro 9. Observa-se que a nota atribuída à coleta seletiva por o município ter ou não cooperativa (item 4.1) é 10 vezes menor que a nota utilizada para multiplicar o resultado da avaliação do aterro sanitário (item 2). A nota atribuída por faixas de coleta seletiva em percentual ficam baixas ao fazer a mesma comparação. Por exemplo, para o município alcançar a nota máxima de 0,15 no quesito da coleta seletiva (item 4.2), terá que apresentar um resultado de 30% ou mais de material reciclável comercializado pela coleta seletiva. Isso representa, de acordo com os dados de gravimetria do município em estudo e dados gerais do Brasil, desviar praticamente os 100% de recicláveis secos coletados no município e destinados atualmente ao aterro. Enquanto isso, para o aterro ter a mesma pontuação da máxima obtida na comercialização dos recicláveis secos, basta atingir 30% da avaliação conforme a lista de verificação utilizada no checklist do aterro (item 2, Anexo A). Ou seja, em analogia ao critério nota no sistema de ensino, se o aterro tirar nota três numa avaliação em dez, terá a mesma pontuação para os efeitos econômicos de ICMS ecológico comparado à coleta seletiva tirar dez.

Essa proporção de avaliação entre o aterro e a coleta seletiva, considerando os respectivos destinos dos resíduos, representa um desencontro com os propósitos da economia ambiental e circular. A política deveria incentivar, por meio de ajustes nos percentuais, maior peso da proporção de reciclagem e compostagem, favorecendo a ampliação da aplicação dos princípios da economia circular e todos os benefícios decorrentes. Assim, a presente legislação se apresenta incentivadora num primeiro momento, mas em curto prazo, não incentivando ações em longo prazo, quando em questões ambientais a percepção de longo prazo se revela necessária. Ao atribuir maior peso à destinação que representa a perda dos materiais, enquanto a alternativa de destinação que promove o aproveitamento dos resíduos pelos sistemas produtivos e na economia não recebe a valorização merecida, indica o desencontro da política adotada com os princípios da economia circular. A inversão desses critérios poderia funcionar como maior incentivo aos gestores públicos a investirem nos sistemas de coleta seletiva, com ganhos relevantes na inclusão social.

Ainda no âmbito da questão tributária envolvendo a destinação dos RSU, a prestadora de serviço de operação do aterro no período de 2007 a fev/2013 apresentou em seu relatório de entrega final os valores recebidos pelo município referentes ao ICMS Ecológico e ao Imposto Sobre Serviços (ISS), conforme apresentados na tabela 66.

Tabela 66 - Valores declarados pela prestadora de serviço de operação do aterro recebidos pelo município referentes ao ICMS Ecológico e ISS (R\$)

Tributo	2006	2007	2008	2009	2010	2011
ICMS Ecológico (R\$)	*	696.976,00	867.006,28	604.026,39	538.195,00	696.658,69
ISS (R\$)	*	*	145.434,66	212.363,28	222.585,36	244.392,21

Nota: \*Valor não informado no relatório.

Fonte: ECOPAV (2013).

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Fev. 2017).

Observa-se na tabela 66 que os valores de ICMS Ecológico divergem dos constantes na tabela 65, disponíveis no site da Fundação João Pinheiro (FJP), órgão estadual responsável pelos cálculos e divulgação. Em análise, identifica-se que a diferença entre 2007 e 2009 ocorre devido a empresa ter informado os valores totais do critério meio ambiente e não do subcritério saneamento. Mesmo assim, os valores desse subcritério não são devidos apenas ao aterro, sendo utilizados para o cálculo o tratamento de esgotos e a coleta seletiva. Para os anos de 2010 e 2011 não foi possível identificar a justificativa para as diferenças observadas.

Em relação ao ISS, representa o retorno do valor pago pela prefeitura ao prestador de serviço. Ou seja, corresponde à prefeitura receber como imposto parte do valor que desembolsou para o prestador executar o serviço público terceirizado. Esse imposto não tem relação direta com os resíduos enterrados, e sim com a prestação do serviço. Assim, não é possível se fazer comparação com o sistema de coleta seletiva, uma vez que até o momento (mar/2017) a prefeitura mantém o formato de convênio, embora não atendendo a legislação. Ao fazer a contratação da cooperativa para prestar o serviço de coleta seletiva, poderá ser realizada a comparação envolvendo o recolhimento de ISS.

A **dimensão social**, ilustrada em texto anterior, em interface com a dimensão econômica, é um componente importante ao articular o encerramento dos lixões associando à inclusão social e à emancipação econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis. E um aspecto importante é essa inclusão ser incentivada pelo caminho do trabalho e renda, com a inclusão socioprodutiva, contribuindo com a autoestima das pessoas. A PNRS estimula a mobilização e organização dos catadores em associações ou cooperativas,

priorizando a contratação dessas entidades pela prefeitura para prestar o serviço de coleta seletiva.

A inclusão dessas pessoas no trabalho formal em cooperativas, como no caso em estudo, representa a geração de ocupação e renda, com melhores condições de trabalho do que a coleta nos lixões ou nas ruas, com a melhoria de renda favorecida pela obtenção de melhores preços em função da escala de comercialização pela atuação via cooperativa.

No caso em estudo, são 40 cooperados que obtêm sua renda e para seus familiares da comercialização dos materiais recicláveis, cujo trabalho formal proporciona contribuição previdenciária, criando maior segurança de assistência social atual e futura para esses trabalhadores, conforme os valores apresentados na seção 4.4, na tabela 61.

A **dimensão tecnológica** tem sua contribuição com o desenvolvimento de alternativas para o aproveitamento dos resíduos, seja para os recicláveis secos ou os biodegradáveis. Envolve o incentivo ao processo de inovação, por meio da pesquisa e do empreendedorismo, criando alternativas para aproveitamento dos resíduos e uso dos produtos gerados com materiais recicláveis.

No caso dos materiais biodegradáveis, na interação com a dimensão política, envolve o incentivo a aplicação de tecnologias existentes de modo a tornar viável economicamente o aproveitamento dos resíduos, por meio da compostagem, e o incentivo a criação de oportunidades de absorção de produtos gerados, como o composto obtido do aproveitamento dos materiais biodegradáveis.

No caso dos recicláveis secos, o incentivo econômico para a substituição de materiais não biodegradáveis ou não aproveitados na reciclagem, representa campo relevante de contribuição. Como exemplo está a substituição das bandejas de isopor (a base de petróleo) utilizadas em larga escala nos supermercados para embalar frios, carnes e frutas, por bandejas feitas com uma bioespuma, substituto biodegradável, compostável e atóxico, a partir de soja, milho, arroz, cana-de-açúcar e mamona, que se decompõe no solo em dois anos<sup>37</sup>. Essa substituição também pode ser feita por bandejas a partir do bagaço de cana-de-açúcar<sup>38</sup> e pelo buri. A questão em aberto é tornar essas opções, se possível, de aplicação em larga escala.

Medidas nesse sentido demonstram sintonia com a definição pela PNRS, art. 32, de que as embalagens devem ser concebidas desde o projeto para a reutilização e reciclagem,

---

<sup>37</sup>Revista Pequenas Empresas & Grandes Negócios de maio/2007, com informação obtida no site <http://revistapegn.globo.com/Empresasenegocios/0,19125,ERA1533335-2991,00.html>. Acesso em: 27 fev 2017.

<sup>38</sup>Experiência desenvolvida por estudante do ensino médio em Curitiba, PR. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/innovador-isopor-biodegradavel-nasceu-na-escola-9aqx364kxyugzwo5vjb9qy0m4>>. Acesso em: 27 fev 2017.

incluindo os materiais que serão utilizados na sua fabricação, atendendo a viabilidade técnica, econômica e compatível com o produto em que serão utilizadas.

O avanço em inovação nesse sentido, apresenta relação direta com os benefícios com a aplicação da economia circular. A Associação Brasileira de Embalagens (ABRE) reconhece a economia circular como um catalisador para a inovação em embalagens e alguns benefícios, como o crescimento econômico menos dependente da matéria-prima virgem, redução na geração de resíduos, maior eficiência na utilização de materiais e energia (KARASKI, 2016).

O desenvolvimento de embalagens com essa concepção representa uma aplicação concreta do sistema de design conhecido como “do berço ao berço”, na proposição da economia circular, em avanço à concepção do sistema “do berço ao túmulo”, que ainda conduz ao pensamento da disposição ao invés do retorno dos materiais ao sistema produtivo.

Outro exemplo da contribuição da tecnologia, aqui mais como uma reflexão e sugestão da pesquisa, é a utilização das sacolas plásticas para o transporte dos produtos adquiridos nos estabelecimentos comerciais, principalmente supermercados. Ao contrário da sacola plástica ser apontada como um problema ou vilã, ela passa a fazer parte da solução. Nesse sentido, essas sacolas, assim como os sacos de “lixo”, poderiam ser desenvolvidas com características técnicas (espessura, dimensão, cor) de modo que possam fazer parte da solução na separação na fonte geradora, acondicionamento e disponibilização dos resíduos. Além disso, o seu design, a sua concepção, considerar o destino da própria sacola, se a reciclagem da mesma ou a decomposição junto com resíduos biodegradáveis. Ou seja, as sacolas serem produzidas de acordo com a finalidade de seu uso no sistema de coleta e destinação dos resíduos.

Sugere-se o desenvolvimento de um tipo de sacola com espessura (micra) a ser utilizada para embalar compras, para uso na destinação dos recicláveis secos, capaz de proporcionar rendimento adequado no processo de reciclagem, em sintonia com as propostas de Braungart e McDonough (20013). Essas sacolas seriam utilizadas pelo consumidor no acondicionamento dos resíduos recicláveis secos para a disponibilização para a coleta seletiva. Para sua identificação, pode-se recorrer ao sistema de cores, que embora não tenha uma cor para todos os recicláveis juntos na Resolução Conama 275/2001, sabe-se que o verde representa o apelo ambiental presente no senso comum. E para o descarte dos materiais destinados ao aterro (rejeitos), recomenda-se o uso da sacola na cor cinza para embalar os produtos nos estabelecimentos, conforme o sistema de cores, sendo estas confeccionadas em material biodegradável e espessura para destinação ao aterro, favorecendo sua decomposição. Para os materiais biodegradáveis (orgânicos), pode-se utilizar sacolas na cor marrom, conforme o sistema de cores, feita em material biodegradável, a ser utilizada na disponibilização desses

resíduos para sua coleta e que possa ser utilizada na compostagem, em proporções de mistura a ser pesquisada.

Como alternativa ao uso intensivo de sacolas, tem-se o uso de contêineres para recebimento dos materiais em Pontos de Entrega Voluntária (PEV), onde os resíduos serão descartados conforme a separação adotada. Nesse caso, a tecnologia também contribui com os processos de automação, devido à questão de peso e volume que inviabilizam o trabalho de manipulação manual destes equipamentos. Além disso, sistemas de PEV com utilização de subterrâneo representam forma de melhor ocupação do espaço, contribuindo, também, com melhor ambiência geral do local de instalação dessas estruturas.

Como resultado de ações nas cinco dimensões anteriores, a **dimensão ecológica** demonstrará os efeitos e benefícios para a sociedade com as melhorias decorrentes das soluções adotadas para a destinação final ambientalmente adequada dos RSU, reduzindo a criação de passivos ambientais e os conflitos de usos de novas áreas, com atividades mais benéficas para a sociedade.

A título de exemplos, considerando algumas melhorias anteriormente apresentadas com maior profundidade no estudo e na seção seguinte, em que é abordado o aspecto econômico pelo custo de oportunidade, têm-se: a redução na demanda por recursos naturais como matéria-prima; menor demanda por novas áreas para a disposição de resíduos em aterros sanitários, deixando as mesmas disponíveis para usos mais nobres pela sociedade; diminuição da demanda de água e energia e redução na emissão de gases de efeito estufa nos processos de produção, com a utilização de material reciclável nas indústrias ao substituir a matéria prima- virgem; e redução nos riscos de contaminação de solo e água com a redução de áreas para aterro.

Diante da análise apresentada, no âmbito da GIRS, a visão sistêmica em seis dimensões proporciona um olhar mais abrangente da complexidade que envolve o todo e suas partes, bem como a interdependência entre as partes (as dimensões) para a obtenção de melhores resultados. Obtém-se com essa forma de análise que medidas em diferentes campos do conhecimento e de ação da gestão pública, são necessárias e importantes para que se tenha melhor clareza da situação atual e seus reflexos na sociedade. Ao mesmo tempo, permite a compreensão de que medidas em várias frentes de ação precisam ser tomadas para que os resultados sejam proeminentes e melhore a eficiência da utilização dos recursos públicos.

Com relação à **abordagem geográfica**, a redução do processo de aterramento concomitante ao encaminhamento do material para aproveitamento (reutilização e reciclagem), representa a possibilidade de disponibilizar novas áreas ao longo do tempo para

ocupação por usos mais nobres, a transformação do espaço em melhor benefício para a sociedade. Significa poder escolher atividades que proporcionem harmonia entre o bem-estar humano com a necessidade de conservação ambiental e o bem-estar das demais espécies que compartilham desse ambiente, que são necessárias para o equilíbrio nos ecossistemas.

Ainda no âmbito da geografia, ocorre melhor percepção dos conflitos de uso das áreas destinadas à disposição dos RSU. No caso em estudo, optou-se pela comparação com o uso econômico para a agropecuária, mas poderiam ser utilizados outros usos, tais como a área ser destinada a conservação ambiental, que oferece à sociedade suas funções ecossistêmicas, o valor de paisagem ou valor de amenidade pela economia ambiental.

Nessa perspectiva, o encaminhamento dos resíduos para a coleta seletiva (reciclagem e compostagem) representa mudar a relação dos indivíduos com a natureza, da sociedade com o meio ambiente. Isso tem como meio a relação das pessoas com os resíduos que geram (inclusive a redução), mudando para resíduos a concepção ainda vigente de lixo, de jogar fora e causar os impactos negativos no ambiente, que retornam para a própria sociedade. Trata-se de compreender que o resultado de seu consumo gera resíduos, a serem destinados de modo a não comprometer o ambiente.

Essa mudança de relação do indivíduo e da coletividade com os resíduos que geram, inclui a alteração nas relações sociais estabelecidas, com o simples ato de dispor os resíduos passando a levar em consideração a relação entre as pessoas, na sua vizinhança e com a qualidade do ambiente no seu entorno. Ao mesmo tempo, altera a relação da sociedade com o processo de ocupação e na produção do espaço, priorizando ações e atividades que promovam melhor conservação e não a deterioração ambiental, que reverte posteriormente seus efeitos à própria sociedade, positivos ou negativos, conforme a opção dessa coletividade.

Para a **economia ambiental**, com o incremento da concepção da **economia circular**, proporciona perceber que as funções (econômicas e ambientais) do ambiente (e do espaço) ficam comprometidas com o uso para a disposição de resíduos sólidos em aterros sanitários, embora socialmente o mesmo esteja eliminando uma solução pior (os lixões).

Esse comprometimento se dá desde o valor de paisagem para humanos e não humanos, no valor do ambiente desempenhando suas funções ecossistêmicas, que beneficiam as diversas espécies (não apenas a humana), bem como fornecedor de recursos (ar, água, solo) utilizados no cotidiano pelas pessoas ou por meio desses recursos nos sistemas produtivos, que geram produtos para o consumo em sociedade.

A economia ambiental e circular promove um repensar da análise de custos e investimentos, com a incorporação de parâmetros antes não percebidos (custos invisíveis)

e/ou não utilizados pela gestão pública para o processo de tomada de decisão. Dessa forma, o que era visto apenas como despesa passa a representar investimento, relevante para a gestão pública e sociedade. E alternativas ao modelo hegemônico de aterramento dos resíduos, como a coleta seletiva para reutilização e reciclagem, representam melhores opções econômicas, ambientais e sociais.

A abordagem integrada entre campos do conhecimento proporcionou a percepção de que medidas interdependentes precisam ser tomadas em sintonia para incentivar e potencializar os benefícios das alternativas de destinação dos resíduos, que promovem maiores benefícios quando comparadas ao processo de disposição no aterro sanitário.

Ao se realizar a análise dos dois sistemas de coleta e destinação de resíduos, com base em uma **abordagem multidisciplinar e integrada**, é possível perceber a diversidade de componentes que fazem parte e afetam o funcionamento de ambos. Também, a visão integrada permite identificar as interações e interdependências de ações, que se realizadas separadamente tendem a obter resultados menos expressivos. Ao se fazer a análise integrada e desenvolver medidas de forma planejada, aproveitando as potencialidades de cada campo do conhecimento, de cada dimensão da GIRS, ampliam-se as chances de obtenção de resultados mais expressivos e maior eficiência, eficácia e efetividade.

#### **4.6 O custo de oportunidade do aterro sanitário em relação à alternativa da destinação dos resíduos à coleta seletiva para reciclagem e compostagem**

Essa seção apresenta os componentes do custo de oportunidade do aterro sanitário em relação à coleta seletiva (reciclagem e compostagem), identificados na pesquisa, sistematizando os componentes monetários valorados em primeiro momento, e em segundo momento, os não valorados e os componentes não monetários, incluindo os parâmetros qualitativos que subsidiam avaliações para a tomada de decisão.

A apuração do custo de oportunidade, conforme a literatura revisada, envolve o valor que deixa de ser obtido ou preterido de uma alternativa ao investimento escolhido. Nos cálculos econômicos das atividades considera-se sempre uma alternativa, o valor de retorno de um investimento alternativo. E o empreendimento escolhido deve proporcionar retorno mais satisfatório do que a opção preterida.

Ao se fazer esse procedimento para atividades com enfoque e consequências social e ambiental, e com a abordagem integrada entre a geografia, a economia ambiental/circular e a gestão integrada de resíduos sólidos, observou-se que o cálculo envolve número maior de

variáveis ou, como denominados na presente pesquisa, componentes. Dessa forma, o cálculo envolve o retorno obtido pela alternativa no sentido estrito econômico (seguindo o modelo convencional de apuração de custo de oportunidade), mas também valores resultantes de custos evitados e benefícios econômicos, ambientais e sociais gerados, monetários e não monetários, com o uso da alternativa à destinação dos RSU ao aterro sanitário.

No caso em estudo, a alternativa utilizada em relação à destinação dos RSU ao aterro sanitário foi o desvio dos resíduos para a coleta seletiva, com os materiais secos sendo destinados à reutilização e reciclagem e os biodegradáveis com seu potencial de retorno econômico ao serem encaminhados para a compostagem.

Na identificação dos componentes monetários, passíveis de valoração no presente estudo, utilizou-se no levantamento os custos evitados e os benefícios gerados com a alternativa ao envio para o aterro, bem como as despesas geradas com a alternativa (Quadro 10). Foram identificados também os componentes não valorados e os componentes não monetários, apresentados mais ao final dessa seção.

Quadro 10 - Componentes monetários identificados na análise do custo de oportunidade do aterro sanitário em relação à alternativa da coleta seletiva para a reciclagem e compostagem

Investimento no aterro sanitário – Opção A	Investimento na alternativa – Opção B (Coleta seletiva para reciclagem/compostagem)		
	Custos evitados	Benefícios gerados	Despesas geradas
Área utilizada	Evita a perda com a produção ou de outro uso da área	Disponibiliza essas áreas para outros usos	-
Instalação do aterro (obras)	Aquisição de novas áreas a cada 15 a 20 anos	Prolonga em cinco vezes a longevidade do investimento	Aquisição de área para a separação/triagem
Implantação (equipamentos)	-	Proporciona o exercício de toda a vida útil do equipamento antes de encerrar a vida útil do aterro	Aquisição de equipamentos
Operação do aterro: Rejeitos	-	-	-
Operação do aterro: Recicláveis secos	Evita a perda do valor dos materiais enterrados e o gasto com seu aterramento	Gera valor financeiro com a venda dos materiais	Despesa com a triagem
Operação do aterro: Biodegradáveis	Evita a perda do valor dos materiais enterrados e o gasto com seu aterramento	Gera valor financeiro com a venda dos materiais	Despesa com a compostagem
Coleta e transporte	Evita o gasto com a coleta e transporte para o aterro	Gera ocupação e renda com o transporte dos recicláveis	Despesa com a coleta dos recicláveis
Encerramento	Evita essa despesa a cada 15 a 20 anos	-	-
Pós-encerramento/ monitoramento	Evita essa despesa a cada 15 a 20 anos	-	-

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Mar. 2017).

Os elementos constantes no quadro 10 ilustram o processo cíclico da utilização do aterro como destino final para os resíduos, com a implantação de nova estrutura a cada 15 a 20 anos, seguindo as condições atuais. A alternativa da coleta seletiva, ao encaminhar os materiais para a reciclagem, rompe com esse processo cíclico de aterramento baseado na economia linear, que leva a perda dos materiais, com o reaproveitamento dos resíduos baseados na economia circular. Assim, ao invés de fomentar o processo cíclico de aterramento, ocorre o processo circular (e cíclico) dos materiais no sistema produtivo-econômico.

Diante do que foi apresentado de forma sucinta no quadro 10 e ao longo do trabalho nas seções anteriores, os componentes monetários identificados na avaliação do custo de oportunidade do aterro sanitário em relação à coleta seletiva, envolvem: o valor que a área utilizada deixa de produzir; a longevidade do investimento na instalação do aterro (terra, obras e equipamentos); o valor perdido com os materiais recicláveis secos e biodegradáveis destinados ao aterro; o valor perdido que foi gasto com a coleta e transporte e operação no aterro com os materiais recicláveis secos e biodegradáveis; a despesa evitada com coleta e operação no aterro com os materiais desviados pela coleta seletiva existente no município; o benefício econômico gerado com a comercialização dos resíduos recicláveis secos desviados pela coleta seletiva; e a despesa do município com o sistema de coleta seletiva.

De modo a apresentar os valores e facilitar a compreensão, além dos dados tratados nas seções anteriores, apresenta-se em um primeiro momento os valores do custo de oportunidade dos componentes identificados em separado, com os dados levantados e simulações de seus quantitativos e efeitos nas dimensões de análise em termos de cenários futuros. Posteriormente, os valores são sintetizados para a apuração do custo de oportunidade da alternativa ao aterro sanitário.

#### 4.6.1 O valor econômico da produção perdida com a área utilizada pelo aterro

Esse componente representa a atividade preterida com a área utilizada para o aterro. Conforme detalhado na seção 4.1, a instalação do aterro em área rural levou a escolher a agropecuária como atividade econômica dentre as demais constantes na composição do PIB do município (Tabela 34), para representar a produção perdida com o uso da área (Quadro 5) para a disposição final de RSU.

Na estimativa dessa perda econômica, foram realizados dois procedimentos: no período de dados disponíveis do PIB do setor (2007 a 2014), detalhado na tabela 36, o valor perdido

com área ocupada pelo aterro foi calculado com o rendimento médio do ano da agropecuária multiplicado pela área do aterro; no período seguinte, para projetar os valores perdidos, que a área deixará de produzir, utilizou-se o valor médio produzido pela agropecuária nos anos anteriores, conforme na tabela 67. Os valores estimados para completar os 15 anos de vida útil estimada do aterro serão apresentados na seção 4.6.8.

Tabela 67 – Estimativa do valor econômico perdido com a área utilizada pelo aterro comparado ao uso pela agropecuária e o custo de oportunidade correspondente aos resíduos recicláveis - 2007 a 2014

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Média
Valor gerado pela agropecuária por hectare (R\$/ha)	348,35	440,62	511,95	455,82	771,82	555,88	646,24	650,83	547,69
Área do aterro (ha)	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	-
Valor total perdido / ano (R\$/ano)	7.489,42	9.473,35	11.006,82	9.800,14	16.594,19	11.951,37	13.894,12	13.992,74	94.202,14
<b>Custo de oportunidade correspondente aos 80% dos recicláveis</b>	<b>5.991,54</b>	<b>7.578,68</b>	<b>8.805,46</b>	<b>7.840,11</b>	<b>13.275,35</b>	<b>9.561,10</b>	<b>11.115,29</b>	<b>11.194,19</b>	<b>75.361,71</b>

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Mar. 2016, atualizada em Jan. 2017).

O valor total perdido (R\$/ha/ano) representa o quanto economicamente é perdido, que deixa de ser produzido na área ao destiná-la para o aterro sanitário. Representa um custo evitado pelo sistema alternativo de destinação dos resíduos. Importante esclarecer que o uso de valor médio requer ponderação, em função do mesmo ser obtido a partir do rendimento de diversas atividades em potencial de uso pela agropecuária. Caso se tenha a atividade específica, sugere-se a utilização do valor econômico gerado anualmente pela mesma.

Há que se considerar que o aterro não deixará de existir, em função da necessidade do mesmo para a disposição dos rejeitos, que representam em torno de 20% dos RSU, em massa e volume, no presente estudo. Assim, o valor a ser considerado para o cálculo do custo de oportunidade quanto ao uso da área pelo aterro, em relação à alternativa da destinação dos resíduos recicláveis, deve ser estimado em função do desvio dos recicláveis, que correspondem a aproximadamente 80%, em massa e volume dos RSU, e sua relação com a demanda de novas áreas.

Dessa forma, o valor perdido com a produção da área utilizada com o aterro é representado pelo valor a ser gerado pelas novas áreas que terão seu uso evitado com o desvio

dos 80% de recicláveis, por esse desvio prolongar a longevidade do aterro em cinco vezes. Ou seja, com o desvio dos recicláveis são evitados quatro novos aterros, quatro novas áreas, nessas condições do estudo.

Para a estimativa do valor econômico perdido, que deixa de ser gerado para a economia (e para a sociedade), ao longo de todo o ciclo do aterro sanitário, recorreu-se a dois cenários: A – utilizando o valor médio (R\$/ha/ano) da produção agropecuária; e, B – o valor de uma atividade pontual com rendimento superior à média (Tabela 68).

Tabela 68 - Estimativa da perda econômica gerada com o uso da área para aterro sanitário por ano (R\$/ano) e ao final do ciclo de 42 anos (R\$)

	R\$/ha/ano	Área total do aterro (ha)	Valor perdido/ano (R\$/ano)	Prazo (anos)	Valor perdido no período (R\$)
Cenário A <sup>1</sup>	547,69	21,5	11.775,63	42	494.564,07
Cenário B <sup>2</sup>	2.000,00	21,5	43.000,00	42	1.806.000,00

Notas: <sup>1</sup>Cenário A: Considera a perda da produção agropecuária por hectare/ano com base na média calculada no valor gerado por hectare (ha) pela agropecuária no município de Ituiutaba para o período 2007 a 2014, com base nos dados do IBGE, apresentada na tabela 36.

<sup>2</sup>Cenário B: Considera o uso potencial da área para cultura agrícola de valor igual ou superior a R\$2.000,00/ha/ano, como milho e soja.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Fev. 2017).

Para os dois cenários, foi utilizada a estimativa do ciclo total de ocupação da área pelo empreendimento do aterro sanitário, desde o início de sua instalação até o final do período de monitoramento. Embora tenha ocorrido divergências quanto à vida útil do aterro em estudo, o seu ciclo total previsto está próximo ao encontrado na revisão de literatura, que corresponde a um período de 42 anos, sendo utilizado esse valor.

A partir da estimativa de valor econômico perdido ao final do ciclo de 42 anos do aterro (Tabela 68) e considerando a estimativa de 80% de resíduos recicláveis em massa e volume impactando a vida útil do empreendimento, a perda no cenário A fica em R\$9.420,50/ano e R\$395.651,25 no período todo. E no cenário B, a perda anual fica em R\$34.400,00/ano e no período de todo o ciclo do aterro fica em R\$1.444.800,00.

Na apresentação dos dados na tabela 68, optou-se pela realização de estimativa conservadora, com valores fixos de rendimento anual, embora tenha sido verificado que a agropecuária, assim como os demais setores econômicos do município, vem apresentando crescimento ao longo dos anos, mesmo com a ocorrência de oscilações. Admite-se, com essa medida, subestimar os valores perdidos a correr o risco de gerar expectativas financeiras maiores e eventuais frustrações.

Os valores demonstrados acima representam a perda econômica estimada com a decisão de uso da área do aterro sanitário, além do mesmo representar um passivo ambiental por prazo indeterminado. Ao se tomar a decisão de evitar novos aterros, desviando os materiais, o solo (a área) fica disponível para outros usos, mais nobres, com a geração de valor econômico com o uso da área, revertido para a sociedade.

Além do valor monetário demonstrado acima, ocorre também a perda ainda não convertida de forma monetária, como o valor de paisagem, chamado na economia ambiental de valores de amenidade, seja atual, com alteração promovida no ambiente onde ocorreu o empreendimento, ou futura, não conseguindo recuperar a condição original, bem como o valor como fonte de lazer ou outros usos pela sociedade.

Esse repensar no uso implica nova forma de relação da sociedade com a natureza, estabelecendo novas prioridades de uso dos espaços, seja para cumprir suas funções ecossistêmicas e de paisagem, desempenhando papel sem interferência do sistema econômico, ou outros usos envolvendo atividades econômicas, como a agropecuária, loteamentos, indústria e lazer.

#### 4.6.2 A longevidade do investimento na instalação do aterro

Nesse componente, investimento na implantação do aterro sanitário, conforme detalhado na seção 4.2, quadro 7, procurou-se estimar o valor nominal desembolsado pelo município. Na tabela 69, são apresentados os valores nominais investidos e atualização para dezembro de 2006, de modo a estimar os recursos investidos em uma mesma data, para efeito de cálculo de depreciação anual no período de operação do aterro. Os valores com a operação do aterro serão analisados junto a outros componentes do custo de oportunidade, em seções seguintes.

Os valores atualizados para fev/2017 têm o propósito de indicar os valores que seriam necessários para o poder público investir em fazer as mesmas obras e aquisição de equipamentos, caso fosse iniciar um novo projeto de aterro semelhante atualmente.

Cabe lembrar que a operação do aterro teve início em dez/2005 e em função da distorção que os dados de quantidade de resíduos estimados para o primeiro ano de funcionamento do aterro (2006) poderiam causar nas análises, devido a ausência de pesagem, optou-se por desconsiderar esse ano e tomar a série de dados e contagem de tempo a partir de 2007 (ano 1). Com isso, adotou-se o ano de 2006 como o encerramento das etapas de obras, aquisição e instalação de equipamentos.

Tabela 69 - Investimento no aterro sanitário de Ituiutaba, MG, com valores nominais de instalação e atualizados para dezembro de 2006 e fevereiro de 2017 (R\$)

<b>Etapa</b>	<b>Valor nominal do investimento<sup>1</sup> (R\$)</b>	<b>Valor atualizado para Dez/2006<sup>2</sup> (R\$)</b>	<b>Valor atualizado pelo INCC e IPCA para Fev/2017<sup>3</sup> (R\$)</b>	<b>Valor atualizado mediante orçamentos - Fev/2017<sup>4</sup> (R\$)</b>
<b>Pré-implantação</b>	<b>132.959,37</b>	<b>209.200,35</b>	<b>357.113,18</b>	<b>1.140.210,30</b>
Aquisição do terreno	80.000,00	137.961,49	200.113,48	888.429,75
Projeto	30.000,00	46.116,14	105.219,15	200.000,00
Licenciamento	22.959,37	25.122,72	51.780,55	51.780,55
<b>Implantação</b>	<b>1.987.713,75</b>	<b>2.270.182,80</b>	<b>4.398.757,19</b>	<b>4.220.633,10</b>
Obras (civil)	974.663,75	1.209.863,84	2.445.665,49	2.663.894,10
Equipamentos	1.013.050,00	1.060.318,96	1.953.091,70	1.556.739,00
<b>Subtotal investimento implantação</b>	<b>2.120.673,12</b>	<b>2.479.383,15</b>	<b>4.755.870,37</b>	<b>5.360.843,40</b>
<b>Operação</b>	-	-	-	-
<b>Encerramento</b>	243.333,50		398.113,92	398.113,92
<b>Pós-encerramento / monitoramento</b>	1.606.177,00		2.627.839,68	2.627.839,68
<b>Subtotal encerramento e monitoramento</b>	<b>1.849.510,50</b>		<b>3.025.953,60</b>	<b>3.025.953,60</b>
<b>Custo Total</b>	<b>3.970.183,62</b>		<b>7.781.823,97</b>	<b>8.386.797,00</b>

<sup>1</sup>Valor nominal gasto pelo município conforme registros encontrados (obras, equipamentos e terreno) e estimativas para os demais itens, com base em informantes (valor do projeto), orçamento atual deflacionado com base no IPCA (licenciamento) e a partir de literatura consultada (encerramento e pós-encerramento).

<sup>2</sup>Valor atualizado para 31/12/2006, para estimar o valor total de investimento para depreciação durante o período de uso do aterro para receber resíduos. Os itens e datas de início da aplicação dos índices foram: Terreno (01/04/2001) e obras (conforme data do pagamento) foram atualizados pelo INCC. Projeto (01/02/2001), licenciamento e equipamentos (conforme data dos pagamentos) pelo IPCA.

<sup>3</sup>Valor atualizado para fev/2017 pelos mesmos índices financeiros anteriormente citados.

<sup>4</sup>Valor atualizado para fev/2017 com base em orçamentos, exceto as etapas de encerramento e monitoramento, sendo utilizado os valores a partir da literatura, atualizado pelo IGPM.

Nota: Foi utilizada a ferramenta do site [www.calculoexato.com.br](http://www.calculoexato.com.br), que utiliza os indicadores mensais, para a atualização dos valores pelos índices.

Fonte: Dados da pesquisa, coletados em documentos obtidos na Prefeitura, por meio da Secretaria de Obras e Serviços Públicos e da Superintendência de Água e Esgoto (SAE); informantes do mercado; literatura revisada. Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Fev. 2017).

De posse do valor estimado em dez/2006 do investimento na implantação do aterro em R\$2.479.383,15 (Tabela 69), utilizou-se a depreciação linear para estimar o valor em termos de custo anual para o empreendimento, considerando a vida útil de 15 anos. Considerou-se a depreciação de obras e equipamentos e a exaustão do terreno (área) para o período de vida útil do aterro. Assim, obtém-se a depreciação de R\$165.292,21/ano com a utilização do aterro sanitário no município.

De modo a estimar o valor a ser utilizado no cálculo do custo de oportunidade do aterro em relação à alternativa de desviar os resíduos recicláveis secos e biodegradáveis, que

representam 80% em massa e volume, por meio da coleta seletiva, tem-se que esse desvio prolonga a longevidade do investimento realizado na instalação do aterro, com o prolongamento da vida útil do mesmo em cinco vezes o prazo convencional, sem demanda de novo investimento. Uma vez que o investimento será necessário apenas para o recebimento dos rejeitos, que representa 20% dos RSU.

Dessa forma, a destinação dos recicláveis ao aterro está comprometendo a vida útil do aterro em 80% de sua capacidade (volume). Portanto, ao desviá-los, o empreendimento tem essa capacidade disponibilizada apenas para receber os rejeitos. Com isso, sua longevidade amplia em cinco vezes. Assim, a estimativa do valor a ser utilizado no cálculo do custo de oportunidade, a partir do investimento inicial é de 80% do valor depreciado anualmente, que corresponde ao comprometimento de sua vida útil, que é abreviada por receber os recicláveis. Enquanto 20% do valor investido se deve a necessidade do aterro para receber os rejeitos. Com isso, recebendo apenas os rejeitos o investimento inicial poderá ser depreciado em prazo cinco vezes superior ao utilizado no presente estudo.

Considerando essa sistemática de cálculo, o valor de depreciação anual com o prolongamento do investimento realizado no aterro sanitário, corresponde a 80% dos R\$165.292,21/ano, obtendo-se o valor de R\$132.233,77/ano, como o custo de oportunidade com a utilização do aterro sanitário no município por receber os resíduos recicláveis secos e biodegradáveis. Ao final dos 15 anos utilizados nesse estudo, representa uma economia em depreciação da ordem de R\$1.983.506,52, em função do aumento da longevidade do investimento.

Para estimar o valor a ser desembolsado nas etapas de encerramento e monitoramento do aterro, com duração prevista de 20 anos, recorreu-se ao trabalho apresentado pela FGV (2009), com esse valor corrigido conforme consta na tabela 69. Para a estimativa, com base na vida útil de 15 anos, tem-se o encerramento do aterro projetado para o ano 2022 (ano 16), quando também inicia o monitoramento.

Para a projeção dos valores estimados em fev/2017, para o ano 16 do aterro, em 2022, aplicou-se a projeção de inflação para o ano de 2018 em 4,5%, no centro da meta, conforme a Resolução nº 4.499, de 30 de junho de 2016, do Banco Central do Brasil (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2016). Embora algumas projeções de inflação sinalizem a mesma no teto da meta, podendo até ultrapassar os 6,0%, optou-se por utilizar o centro da meta para a projeção dos recursos demandados no aterro a partir do encerramento, realizando-se estimativa mais conservadora.

Dessa forma, a estimativa de valor para a etapa de encerramento foi de R\$496.122,38 no ano de 2022. Enquanto que o recurso para a etapa de monitoramento, com duração prevista de 20 anos, foi estimado em R\$3.274.766,34, representando um total de R\$3.770.766,72 (encerramento e monitoramento), podendo ocorrer alteração desses valores em função dos preços e custos do serviço (Tabela 70). Esses valores estimados apresentaram-se próximos aos previstos no estudo da FGV (2009) para aterros de pequeno porte.

Tabela 70 - Estimativa de valor a ser desembolsado com o encerramento e monitoramento do aterro sanitário

<b>Etapa</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
Encerramento	398.113,92	416.029,05	434.750,35	454.314,12	474.758,25	496.122,38
Pós-encerramento	2.627.839,68	2.746.092,47	2.869.666,63	2.998.801,62	3.133.747,70	3.274.766,34

Nota. Valor em 2017 conforme atualização financeira feita pelo IPCA constante na tabela 69. E os valores projetados com base na expectativa de inflação de 4,5% ao ano, no centro da meta.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Fev. 2017).

O período dos 20 anos de pós-encerramento/monitoramento, demanda atividades de acompanhamento de modo a evitar os riscos de poluição pelo material depositado no aterro, principalmente a emissão de gases de efeito estufa, contaminação do solo e da água em função da percolação do chorume.

Considerando as condições apresentadas, dos recicláveis representarem 80% da capacidade do aterro e reduzirem a demanda de novos aterros e novas áreas em quatro vezes, o desvio dos materiais também promove a redução em quatro vezes os recursos necessários para o encerramento e monitoramento. Ou seja, se o município tem a demanda de R\$3.770.888,72 (encerramento e monitoramento) no ano de encerramento (2022), representa que a cada novo ciclo de aterramento serão necessários recursos similares, devidamente corrigidos/atualizados com o tempo, para a mesma etapa.

Com o desvio dos resíduos para a coleta seletiva, reduzindo a demanda de aterros, ocorre também a redução na mesma frequência de recursos para as etapas de encerramento e monitoramento dos mesmos. Assim, ao desviar os resíduos do aterro, gera-se uma economia equivalente a 80% dos recursos projetados para 2022, em torno de R\$3.016.710,97, em função da ocorrência dessa demanda ser reduzida em quatro vezes nas condições do aterro receber apenas os rejeitos (20% dos RSU). Esse valor representa uma economia anual de R\$150.835,54 durante os 20 anos de monitoramento, que ocorreriam simultaneamente a outro aterro já em atividade. Invertendo-se a interpretação, caso o município continue com o processo de coleta e disposição final dos resíduos seguindo o modelo atual, terá essa demanda

de recurso a cada 15 ou 20 anos de novo ciclo de aterragem. Ao desviar todo o material reciclável, secos e biodegradáveis, terá essa demanda de recursos a cada 75 a 100 anos.

Apesar das limitações das estimativas apresentadas, por carência de dados de alguns custos, como o monitoramento, sendo utilizadas referências de estudos na literatura, as mesmas geram uma ordem de grandeza para a percepção pelos gestores da demanda de recursos necessários para o empreendimento. Além disso, as estimativas geram valores para eventuais comparações com alternativas ao destino dos resíduos ao aterro sanitário.

#### 4.6.3 Valor perdido com os resíduos recicláveis secos e biodegradáveis enterrados

Esse componente representa o valor que a economia e a sociedade estão perdendo com o não aproveitamento dos resíduos recicláveis secos e biodegradáveis que estão sendo destinados ao aterro sanitário. De outra forma, é um valor que passa a ser gerado com a alternativa de desviar os materiais do aterro para a coleta seletiva.

Para essa estimativa, foram considerados os percentuais de recicláveis secos e biodegradáveis levantados na gravimetria realizada no aterro do município, apresentados anteriormente na seção 4.3, tabela 46. Adotou-se os percentuais arredondados para facilitar a compreensão e realização de cálculos. Dessa forma, utilizou-se os valores de 50,0% para os biodegradáveis, 30,0% para os recicláveis secos e 20,0% para os rejeitos, em termos de massa. E quanto ao volume, biodegradáveis e secos representaram 80% dos RSU destinados ao aterro e os rejeitos 20%.

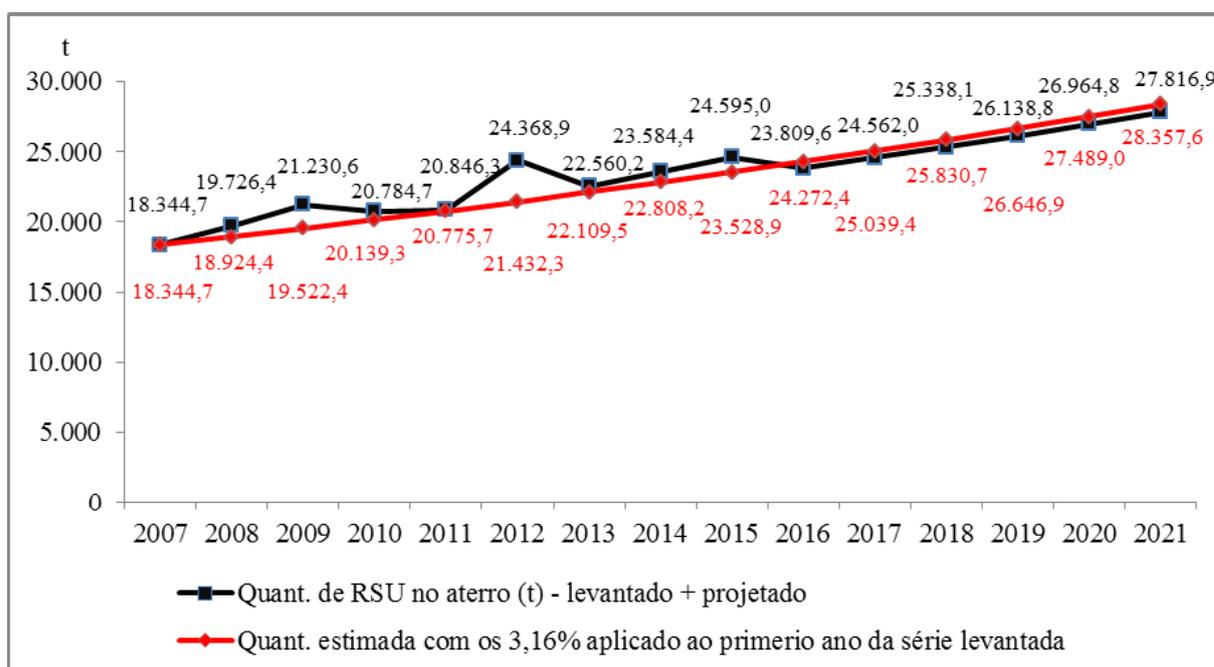
A quantidade de RSU depositada no aterro foi dividida em dois momentos: de 2007 a 2016 com os dados reais fornecidos pelo município conforme pesagem e pagamento à prestadora de serviço de coleta; e o período dos cinco anos seguintes (2017 a 2021), conforme previsão de vida útil de 15 anos do empreendimento, com a quantidade de RSU projetada (estimada) a ser recebida a cada ano.

A estimativa da quantidade de RSU para os próximos cinco anos foi realizada a partir do percentual médio de crescimento anual da quantidade de RSU, calculado para os dez anos do período de levantamento de dados reais (2007 a 2016), que apresentou crescimento médio de 3,16%/ano. Aplicando-se esse percentual a partir do último ano da série de dados levantados, obtém-se a projeção para o ano seguinte, sucedendo-se esse procedimento a cada ano do período projetado até concluir o período de 15 anos.

Para verificação da validade desse procedimento, realizou-se a aplicação desse percentual (3,16%) sobre quantidade de RSU em 2007 e consecutivamente para os demais

anos seguintes, obtendo-se a estimativa total de RSU de 345.221,68 t ao final dos 15 anos. O total de RSU na série com a quantidade levantada de 2007 a 2016, mais a projeção para os próximos cinco anos, ficou em 350.671,53 t, com os valores totais ao final nas duas séries correspondendo em 98,44%. Além da proximidade ou diferença entre os totais, é relevante a verificação do comportamento da evolução dos dados, conforme demonstrado na figura 20.

Figura 20 - Comparativo da evolução entre as séries dos dados levantados em dez anos mais a projeção de cinco anos com a série projetada para os 15 anos com uso da média calculada



Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Mar. 2017).

Considerando a correspondência entre os totais nas duas séries (98,44%) e a evolução de ambas no gráfico, tem-se que o procedimento de cálculo da média com base nos dez anos levantados e sua aplicação para a projeção dos próximos cinco anos se apresentou coerente e válido para a estimativa da quantidade prevista de RSU a ser destinada ao aterro por ano, até o final da vida útil prevista (15 anos), uma vez que a aplicação da média em 1/3 do período não provocou diferenças relevantes.

As estimativas na tabela 71 demonstram a quantidade de RSU, a quantidade de recicláveis (secos e biodegradáveis) e os valores perdidos com os mesmos com o modelo de coletar os RSU e encaminhá-los para o aterro, com o período levantado e o período projetado. Não estão incluídos nesse momento os valores gastos pelo município para a coleta e a operação no aterro com esses materiais, que serão objeto de análise em componente seguinte.

Obtida a projeção da quantidade de resíduos para todo o período de vida útil, estimou-se a quantidade de resíduos recicláveis destinados ao aterro, conforme os valores arredondados a partir dos dados de gravimetria, com 30% para os resíduos recicláveis secos e 50,0% para os biodegradáveis.

Para estimar o valor econômico perdido com os resíduos recicláveis secos aterrados, utilizou-se o valor médio da tonelada desses materiais comercializados pela coleta seletiva formal no município, por meio da cooperativa local.

No período projetado de cinco anos, embora o preço médio da tonelada dos recicláveis secos tenha apresentado percentual médio de crescimento anual de 8,26% no período levantado, com oscilações, optou-se por adotar o valor do último ano constante no período projetado. Essa medida visa fazer uma projeção mais conservadora, evitando gerar expectativas elevadas, assumindo mais uma conotação de subestimar o valor perdido.

Conforme os valores na tabela 71, estimou-se o valor perdido com o processo de aterramento dos resíduos recicláveis secos, nos 15 anos, em R\$52.233.084,84. Ou seja, ao desviar os 30,0% de recicláveis secos do aterro, este valor seria gerado para a economia e sociedade, em vez de estar sendo enterrado, perdido.

Em relação aos resíduos biodegradáveis, aplicou-se o resultado da gravimetria arredondado para 50% dos RSU destinados ao aterro, estimando a quantidade de biodegradáveis em potencial de desviar do aterro para a alternativa da coleta seletiva e realização da compostagem, produzindo o composto orgânico.

Diante da não identificação de atividades no município em estudo quanto ao uso desses resíduos, adotou-se o valor por tonelada de composto orgânico gerado a cada tonelada de resíduo biodegradável coletado, com base no estudo de Fehr e Arantes (2015), para o município de Uberlândia, MG, localizado a 140 km de distância do local de realização do estudo, que apresentou 51,0% de resíduos biodegradáveis na sua composição gravimétrica.

Esses autores estimaram, a partir de pesquisa em restaurantes e condomínio residencial, além da identificação de empresas locais que atuam na compostagem, abertas a inclusão dos biodegradáveis no processo, que a cada tonelada de resíduo biodegradável gera R\$240,00 de composto (rendimento de 20%). Esse valor foi utilizado para estimar o valor perdido com os resíduos biodegradáveis enterrados no aterro sanitário do presente estudo, alcançando o valor estimado de R\$42.080.583,17 no período de 15 anos. Esse valor representa uma estimativa, uma ordem de grandeza, do que estaria retornando para a economia e a sociedade, com o desvio dos resíduos biodegradáveis do aterro sanitário para a compostagem.

Tabela 71 - Estimativa do valor econômico perdido com o material reciclável (seco e biodegradável) destinado ao aterro sanitário de Ituiutaba, MG, no período de 15 anos (R\$)

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15	
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total
<b>Material seco</b>	<b>Período levantado</b>										<b>Período projetado</b>					
Quant. de RSU depositado no aterro (t)	18.344,73	19.726,43	21.230,63	20.784,72	20.846,25	24.368,87	22.560,15	23.584,44	24.595,03	23.809,60	24.561,98	25.338,14	26.138,83	26.964,81	27.816,90	350.671,53
Quant. de reciclável seco (t/ano) (30% em média)	5.503,42	5.917,93	6.369,19	6.235,42	6.253,88	7.310,66	6.768,05	7.075,33	7.378,51	7.142,88	7.368,60	7.601,44	7.841,65	8.089,44	8.345,07	105.201,46
Preço médio da t de reciclável seco (R\$/t) <sup>1</sup>	324,82	343,04	288,52	397,98	409,05	404,84	486,14	459,86	512,15	609,10	609,10	609,10	609,10	609,10	609,10	609,10
<b>Valor total recicláveis secos (mil R\$)</b>	<b>1.787,62</b>	<b>2.030,09</b>	<b>1.837,64</b>	<b>2.481,57</b>	<b>2.558,15</b>	<b>2.959,65</b>	<b>3.290,22</b>	<b>3.253,66</b>	<b>3.778,90</b>	<b>4.350,73</b>	<b>4.488,21</b>	<b>4.630,04</b>	<b>4.776,35</b>	<b>4.927,28</b>	<b>5.082,98</b>	<b>52.233,08</b>
<b>Material biodegradável</b>																
Quant. de material biodegradável (50% em média)	9.172,37	9.863,22	10.615,32	10.392,36	10.423,13	12.184,44	11.280,08	11.792,22	12.297,52	11.904,80	12.280,99	12.669,07	13.069,41	13.482,41	13.908,45	175.335,76
Valor médio gerado por t de resíduos biodegradável transformado em composto (R\$/t) <sup>2</sup>	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00
<b>Valor total biodegradáveis (mil R\$)</b>	<b>2.201,37</b>	<b>2.367,17</b>	<b>2.547,68</b>	<b>2.494,17</b>	<b>2.501,55</b>	<b>2.924,26</b>	<b>2.707,22</b>	<b>2.830,13</b>	<b>2.951,40</b>	<b>2.857,15</b>	<b>2.947,44</b>	<b>3.040,58</b>	<b>3.136,66</b>	<b>3.235,78</b>	<b>3.338,03</b>	<b>42.080,58</b>
<b>Total geral material reciclável (mil R\$)</b>	<b>3.988,99</b>	<b>4.397,26</b>	<b>4.385,31</b>	<b>4.975,74</b>	<b>5.059,70</b>	<b>5.883,91</b>	<b>5.997,44</b>	<b>6.083,80</b>	<b>6.730,31</b>	<b>7.207,88</b>	<b>7.435,65</b>	<b>7.670,62</b>	<b>7.913,01</b>	<b>8.163,06</b>	<b>8.421,01</b>	<b>94.313,67</b>

Nota: <sup>1</sup>Preço calculado a partir dos valores obtidos na comercialização pela cooperativa local (Tabela 50). <sup>2</sup>Valor estimado do composto orgânico gerado a cada tonelada de resíduos biodegradáveis coletados, por Fehr e Arantes (2015) para o município de Uberlândia, MG.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Fev. 2017).

Para a obtenção do valor de R\$240,00/t para os resíduos biodegradáveis, Fehr e Arantes (2015) identificaram o composto vendido na cidade a R\$1,20/kg e que a cada tonelada de resíduo biodegradável gera 200kg de composto. Esse valor do composto encontra-se em sintonia com os preços na comercialização de resíduos recicláveis secos, observados tanto nos dados do Cempre, apresentados na tabela 16, seção 2.3, como nos dados da comercialização pela cooperativa no município do presente estudo, nas tabelas 50 e 51, seção 4.4.

Considerando um cenário otimista, com o desvio de todo o material reciclável do aterro sanitário (80,0% dos RSU), representa um valor em torno de R\$94.313.668,00, no período de 15 anos. Esse valor representa o que a economia e a sociedade estão perdendo ou deixando de ganhar com os resíduos enterrados. Caso se adote a alternativa de desviá-los para a coleta seletiva, representa uma estimativa do valor a ser gerado, incluindo ocupação e renda para os cooperados, impostos em benefício da sociedade e contribuição previdenciária.

Além desses benefícios, ocorrem outros na cadeia da reciclagem com o retorno dos recicláveis secos à cadeia produtiva. Conforme a revisão de literatura, a substituição da matéria-prima virgem por recicláveis promove economia no custo de produção, redução no consumo de água e energia, menor emissão de gases de efeito estufa, menor demanda de área de produção de madeira, bem como redução na demanda de recursos naturais.

Acrescente-se a esses benefícios a redução na demanda de áreas para aterramento, uma vez que os resíduos recicláveis (secos e biodegradáveis) representam 80,0% dos RSU destinados ao aterro e compromete em 80,0% a sua vida útil. O desvio dos mesmos prolonga a vida útil do aterro em cinco vezes o prazo atual, reduzindo a demanda de novas áreas em quatro vezes a cada aterro instalado. São áreas que ficam à disposição da sociedade para usos mais nobres, amenizando os eventuais conflitos pelo uso desse espaço.

#### 4.6.4 Valor gasto com a coleta e operação no aterro com os materiais recicláveis secos e biodegradáveis

Esse componente representa o valor econômico desperdiçado com os serviços de coleta e operação com a destinação dos resíduos recicláveis (secos e biodegradáveis) para o aterro, devido serem enterrados. Os resíduos recicláveis perdidos no aterro, cujo valor foi apresentado na seção anterior, demandam uma despesa para sua coleta (e transporte) e na operação no aterro. Esses valores foram estimados com base no valor pago pelo município no período levantado (2007 a 2016), para a coleta e operação no aterro dos RSU recebidos, mais a projeção para os próximos cinco anos (Tabela 72).

Tabela 72 - Despesas com a coleta dos RSU e operação no aterro sanitário de Ituiutaba, MG, com os recicláveis secos e biodegradáveis (R\$)

Elementos de despesas¹	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15	Total
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Quant. de RSU no aterro (t)	18.344,73	19.726,43	21.230,63	20.784,72	20.846,25	24.368,87	22.560,15	23.584,44	24.595,03	23.809,60	24.561,98	25.338,14	26.138,83	26.964,81	27.816,90	350.671,53
Gasto na coleta dos RSU (R\$)	1.196.980,40	1.604.824,71	1.809.830,57	1.938.511,17	2.121.567,15	2.822.794,43	2.254.872,25	2.277.313,82	2.497.326,08	2.679.851,25	2.881.596,66	3.098.529,92	3.331.794,43	3.582.619,62	3.852.327,52	37.950.739,96
Gasto na operação (R\$)	616.281,68	941.075,49	1.060.106,39	1.402.034,28	1.663.766,73	1.467.349,62	1.353.609,24	1.415.066,58	1.475.701,80	1.428.576,00	1.517.228,69	1.611.382,87	1.711.379,94	1.817.582,50	1.930.375,64	21.411.517,45
Gasto na coleta e operação do aterro (R\$)	1.813.262,08	2.545.900,20	2.869.936,96	3.340.545,45	3.785.333,88	4.290.144,05	3.608.481,49	3.692.380,40	3.973.027,88	4.108.427,25	4.398.825,34	4.709.912,79	5.043.174,37	5.400.202,13	5.782.703,16	59.362.257,41
<b>Despesa com coleta e operação dos recicláveis (80% RSU) (R\$)</b>	<b>1.450.609,66</b>	<b>2.036.720,16</b>	<b>2.295.949,57</b>	<b>2.672.436,36</b>	<b>3.028.267,10</b>	<b>3.432.115,24</b>	<b>2.886.785,19</b>	<b>2.953.904,32</b>	<b>3.178.422,30</b>	<b>3.286.741,80</b>	<b>3.519.060,27</b>	<b>3.767.930,23</b>	<b>4.034.539,49</b>	<b>4.320.161,70</b>	<b>4.626.162,53</b>	<b>47.489.805,93</b>
Despesa coleta biodegradáveis (50%) (R\$)	598.490,20	802.412,36	904.915,29	969.255,59	1.060.783,58	1.411.397,22	1.127.436,12	1.138.656,91	1.248.663,04	1.339.925,63	1.440.798,33	1.549.264,96	1.665.897,21	1.791.309,81	1.926.163,76	18.975.369,98
Despesa coleta recicláveis secos (30%) (R\$)	359.094,12	481.447,41	542.949,17	581.553,35	636.470,15	846.838,33	676.461,67	683.194,14	749.197,82	803.955,38	864.479,00	929.558,98	999.538,33	1.074.785,89	1.155.698,26	11.385.221,99
Despesa coleta dos rejeitos (20% RSU) (R\$)	239.396,08	320.964,94	361.966,11	387.702,23	424.313,43	564.558,89	450.974,45	455.462,76	499.465,22	535.970,25	576.319,33	619.705,98	666.358,89	716.523,92	770.465,50	7.590.147,99

¹No período de 2007 a 2016 os dados foram levantados junto a Prefeitura. Para o período 2017 a 2021, as quantidades e valores foram projetados a partir da média do crescimento percentual anual nos 10 anos anteriores.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Fev. 2017).

Entretanto, caso os recicláveis sejam desviados do aterro terão uma despesa ao serem coletados no sistema alternativo, na coleta seletiva, embora no momento estejam sendo destinados ao aterro e perdidos. O mesmo ocorre com o processo de aterramento (operação do aterro), que não ocorreria com esses materiais caso fossem desviados. Ou seja, a despesa atual ocorrer para jogar fora os materiais, enquanto ao realizar a despesa de coleta para a alternativa ao aterro, representa recuperar os materiais para o sistema produtivo-econômico.

Considerando que o custo para a coleta no sistema alternativo venha a ter o mesmo valor do atual para o processo de disposição no aterro, ainda representaria um benefício, devido ao reaproveitamento dos materiais, em comparação ao processo de enterrar. O custo de coleta para o sistema alternativo poderá variar de forma expressiva conforme o modelo adotado, como o porta a porta (o mais caro e semelhante ao sistema de coleta convencional utilizado atualmente) e o sistema por meio de PEV e/ou de Ecopontos, que reduzem os custos do sistema de coleta seletiva, podendo-se ainda utilizar sistema híbrido entre esses dois.

Os dados da tabela 72 apresentam que o envio dos recicláveis secos e biodegradáveis para o aterro sanitário representa uma despesa da ordem de R\$47.489.805,93, nos 15 anos. Isso representa o valor gasto pelo município, pago pela sociedade por meio da taxa de coleta e destinação final de RSU e outros impostos, para, simplesmente, enterrar esses materiais como “lixo”. Trata-se de jogar fora material que tem valor econômico e social para a sociedade.

De outra forma, considerando os dados da tabela 71, que apresentam a estimativa do valor dos resíduos enterrados, pode-se dizer que o município (a sociedade) gasta R\$47.489.805,93 para coletar, transportar e enterrar os recicláveis secos que representam um valor econômico de R\$94.313.668,00, no período de 15 anos. Caso o município (e a sociedade) continuem com o modelo atual de geração e destinação de RSU, gastam R\$47 milhões para enterrar R\$94 milhões em 15 anos. Esses valores são referentes aos resíduos recicláveis secos e biodegradáveis, que representam 80,0% dos RSU destinados ao aterro.

Esse modelo traduz a concepção de “lixo” ainda presente na sociedade e gestão pública, com a utilização do modelo de produção – consumo – descarte, o jogar fora, reproduzindo o modelo da economia linear. Investir na alternativa ao aterro, por outro lado, representa mudar para a concepção de resíduo, como bem de valor econômico, social e ambiental. Significa aplicar os princípios da economia circular e retornar a matéria para o sistema produtivo e gerar os benefícios econômicos, ambientais e sociais.

#### 4.6.5 Despesa evitada com a coleta e operação no aterro pelo material desviado pela coleta seletiva formal

O material desviado do aterro pelo serviço de coleta seletiva evita a despesa com a coleta convencional desses resíduos e com a operação no aterro, com esse componente representando esses custos sendo evitados.

A quantidade de material desviado do aterro pela coleta seletiva foi apresentada na tabela 48, seção 4.4. A despesa do município com a coleta e destinação dos RSU ao aterro foi apresentada na seção 4.3, nas tabelas 40, 42 e 45 e na seção 4.6.4, na tabela 72. Essas informações foram reorganizadas na tabela 73 para facilitar a compreensão na análise desse componente do custo de oportunidade, utilizando a despesa por tonelada de material coletado e transportado ao aterro, mais o custo por tonelada na operação dos resíduos no aterro.

Tabela 73 - Custo por tonelada com a coleta e transporte dos RSU e na operação do aterro (R\$/t)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
RSU (t)	18.344,7	19.726,4	21.230,6	20.784,7	20.846,3	24.368,9	22.560,2	23.584,4	24.595,0	23.809,6
Coleta e transporte ao aterro (R\$)	1.196.980,40	1.604.824,71	1.809.830,57	1.938.511,17	2.121.567,15	2.822.794,43	2.254.872,25	2.277.313,82	2.497.326,08	2.679.851,25
Custo coleta/t (R\$/t) <sup>1</sup>	65,25	81,35	85,25	93,27	101,77	115,84	99,95	96,56	101,54	112,55
Despesa com a operação do aterro (R\$)	616.281,68	941.075,49	1.060.106,39	1.402.034,28	1.663.766,73	1.467.349,62	1.353.609,24	1.415.066,58	1.475.701,80	1.428.576,00
Custo operação/t (R\$/t) <sup>2</sup>	33,59	47,71	49,93	67,46	79,81	60,21	60,00	60,00	60,00	60,00
<b>Custo total/t (R\$/t)</b>	<b>98,84</b>	<b>129,06</b>	<b>135,18</b>	<b>160,72</b>	<b>181,58</b>	<b>176,05</b>	<b>159,95</b>	<b>156,56</b>	<b>161,54</b>	<b>172,55</b>

Notas: <sup>1</sup>Optou-se em calcular um valor médio anual da tonelada, que pode diferir do valor por tonelada de contrato em função de reajuste durante o ano, conforme constam nas tabelas 42 e 45. <sup>2</sup>O valor a partir de 2013 foi estimado e mantido fixo em função de ser o período do aterro operado pela prefeitura e não ter informação de custos reais, com a opção de estimar um valor mais conservador para a análise.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Fev. 2017).

Assim, a partir da quantidade de material coletado e comercializado por ano pela cooperativa local e o valor calculado para o custo de coleta e operação no aterro por tonelada, obteve-se o valor economizado com coleta e operação do aterro, devido a esses materiais terem sido destinados para a coleta seletiva (Tabela 74).

Nos procedimentos para estimar a quantidade de resíduos desviados pela coleta seletiva para o período projetado, adotou-se o percentual de coleta dos materiais recicláveis secos em relação ao total de RSU coletado (e pesado) no município, com arredondamento para 4,0% para efeito de cálculos, aplicado sobre o total anual de RSU projetado (Tabela 72).

Tabela 74 - Valor economizado pelo município com coleta e operação no aterro com o material desviado pela coleta seletiva (R\$/ano)

Ano	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Componente	Período levantado										Período projetado				
Quant. desviada do aterro pela coleta seletiva (t) <sup>1</sup>	582,8	608,4	579,9	715,0	824,4	950,5	922,9	958,7	802,1	811,8	982,5	1013,5	1045,6	1078,6	1112,7
Valor pago para coleta e operação no aterro (R\$/t) <sup>2</sup>	98,84	129,06	135,18	160,72	181,58	176,05	159,95	156,56	161,54	172,55	180,3	188,4	196,9	205,8	215,0
<b>Valor anual economizado (R\$)</b>	<b>57.602,81</b>	<b>78.516,08</b>	<b>78.396,70</b>	<b>114.911,10</b>	<b>149.695,93</b>	<b>167.329,16</b>	<b>147.616,34</b>	<b>150.088,68</b>	<b>129.576,39</b>	<b>140.087,20</b>	<b>177.159,00</b>	<b>190.981,30</b>	<b>205.882,04</b>	<b>221.945,37</b>	<b>239.261,99</b>

Notas: <sup>1</sup>Na projeção da quantidade de material desviado pela coleta seletiva foi considerado a manutenção da taxa atual, de aproximadamente 4% (utilizando-se valor arredondado) em relação ao total de RSU coletado no município. <sup>2</sup>Para a projeção do gasto com a coleta dos RSU e operação do aterro aplicou-se uma inflação anual de 4,5%, com base nas informações da política econômica nacional como valor para o centro da meta. Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Fev. 2017).

Esse valor entra como componente na análise do custo de oportunidade, devido a essa despesa não ser realizada pelo município na medida em que o material é destinado para atividade alternativa à disposição no aterro sanitário. Ou seja, na medida em que o município investir no sistema de coleta seletiva, com aumento das despesas nesse sistema, há que considerar os custos evitados com o desvio dos resíduos, como os valores gastos com a coleta e operação (Tabela 74).

Essa forma de perceber e calcular os custos representa uma análise econômica da atividade com os valores monetários envolvidos num sentido mais abrangente, não restringindo apenas ao valor pago pela prefeitura, à despesa efetivada com um em comparação com a do outro. Embora o município tenha um gasto para a coleta seletiva, é importante e necessário que os valores dos dois sistemas sejam analisados em conjunto para a percepção da melhor alternativa à destinação dos resíduos sólidos urbanos, computando-se a despesa gerada e a despesa evitada.

#### 4.6.6 Valor obtido com os resíduos desviados e comercializados pela coleta seletiva

O valor econômico gerado pelos resíduos recicláveis secos desviados do aterro, por meio da coleta seletiva, com a comercialização para reutilização e reciclagem foi apresentado em maiores detalhes na tabela 49, seção 4.4, sendo apresentados de forma sucinta na tabela 75. Esse componente representa o benefício econômico direto da alternativa ao aterro sanitário, que ao invés de enterrar os materiais, gera renda com os resíduos ao redirecioná-los para novo ciclo produtivo.

Esses valores (Tabela 75) representam em termos reais, que a alternativa ao aterro no município já gera resultados econômicos vantajosos para a economia e sociedade, uma vez que corresponde à receita gerada pelos resíduos comercializados pela cooperativa local, que atingiu o valor de R\$3.366.685,54 em dez anos. Não se trata de uma possibilidade ou de alternativa a ser analisada para possível implantação. A mesma ocorre e vem demonstrando os benefícios que proporciona para a prefeitura, para a economia, para os trabalhadores e para a sociedade como um todo, apresentados em maiores detalhes na seção 4.4.

Tabela 75 - Valor econômico obtido com a venda dos resíduos recicláveis secos desviados do aterro e comercializado pela Cooperativa por ano, de 2007 a 2016 (R\$)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Total anual (R\$)</b>	189.295,65	208.695,69	167.328,99	284.542,79	337.219,19	384.787,26	448.653,38	440.847,25	410.815,20	494.500,14

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Fev. 2017).

Os valores apresentados na tabela 75 representam que a coleta seletiva evitou que fossem enterrados R\$3.366.685,54 no aterro sanitário. Esse valor representa o que estaria sendo perdido, enterrado, caso não existisse a coleta seletiva e esses resíduos estivessem sendo enviados ao aterro. Além disso, esses resíduos ainda estariam contribuindo com outros efeitos negativos, como comprometer a vida útil do aterro, aumentar a demanda de novas áreas para aterro, maior pressão sobre os recursos naturais pela demanda de mais matéria-prima, entre outros. Assim, esse componente do custo de oportunidade é computado de forma positiva, pois incrementa renda para a alternativa escolhida em relação ao aterro.

Acrescenta-se que, com esses resíduos sendo direcionados para a reciclagem, ainda vão gerar outros benefícios econômicos e ambientais no sistema produtivo, pela redução no custo de produção, menor consumo de matéria-prima, água e energia e menor emissão de gases. Com isso, ao incluir esses ganhos na sequência da cadeia produtiva da reciclagem em que são

inseridos os resíduos desviados do aterro, ampliam-se os benefícios da alternativa ao aterro sanitário, representado pela coleta seletiva e reciclagem. Reconhece-se essa como limitação no presente estudo, em não realizar essa estimativa, ficando como sugestão para novos estudos nesta temática.

Para que ocorra a comercialização desses materiais, ocorre um custo de sua coleta, devendo esse parâmetro fazer parte da análise econômica do custo de oportunidade, bem como a despesa com qualquer alternativa de desvio dos resíduos do aterro sanitário.

#### 4.6.7 Despesa do município com a coleta seletiva

As despesas do município com a coleta seletiva realizada pela cooperativa local foram apresentadas em detalhe na tabela 54, na seção 4.4, com os dados da despesa total anual que o município teve com a coleta seletiva, nos 10 anos de levantamento, apresentados de forma resumida na tabela 76, atingindo uma despesa total de R\$3.540.205,55.

Tabela 76 - Despesas do município com a coleta seletiva (R\$), entre 2007 e 2016

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Total anual (R\$)</b>	254.024,88	276.038,82	342.630,42	402.509,45	336.185,93	338.104,12	359.984,32	398.387,94	420.253,92	412.085,75

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Fev. 2017).

Esse componente do custo de oportunidade entra de forma negativa no cálculo, pois representa a despesa gerada pela alternativa ao empreendimento do aterro sanitário. Ou seja, ao se desviar o material do aterro, ocorre um custo para dar a destinação escolhida como alternativa, embora, ao mesmo tempo, ela evita o custo de coleta dos resíduos e operação no aterro, caso fossem destinados ao mesmo.

Conforme comentado anteriormente, não cabe a comparação dessa despesa em termos diretos, com a despesa de coleta dos RSU e operação no aterro. Esses valores estão relacionados à coleta do equivalente a apenas 4,0% (aproximadamente) de resíduos recicláveis secos em relação ao total de RSU coletado e pesado no município, e diante de um cenário que ainda são destinados em torno de 30% de recicláveis secos ao aterro. E, na medida em que os resíduos são redirecionados para a coleta seletiva, tende a aumentar a despesa total desse sistema e reduzir a do sistema convencional, ocorrendo o inverso na despesa por tonelada.

Diante das limitações para a realização de simulações de efeitos nos custos dos dois sistemas com a ampliação da coleta seletiva como alternativa ao aterro, optou-se por não fazer inferências de valores, sugerindo-se apenas que eventuais comparações sejam realizadas mediante análise conjunta, especialmente ao se referir ao custo por tonelada.

#### 4.6.8 O custo de oportunidade do aterro em relação à alternativa da coleta seletiva para a reciclagem e compostagem

O custo de oportunidade do aterro sanitário em relação a alternativa de destinação dos resíduos recicláveis para a reutilização, reciclagem e compostagem, conforme os componentes monetários e valorados para o caso em estudo, apresentados nas subseções anteriores (4.6.1 a 4.6.7), é estimado na tabela 77, para o período de uso do aterro na disposição dos materiais, considerando a previsão de 15 anos de vida útil.

Os componentes utilizados ilustram que a apuração do custo de oportunidade da atividade, envolvendo aspectos econômicos, sociais e ambientais e utilizando a abordagem integrada entre os campos do conhecimento – geografia, economia ambiental/circular e gestão integrada de resíduos sólidos, apresenta abrangência de análise que vai além da comparação de despesas entre investimentos e retorno econômico.

Os componentes 1 a 7 são computados de forma positiva, por representarem custos evitados e benefícios gerados com o desvio ou redirecionamento dos resíduos para o sistema alternativo ao aterro. O componente 8, a despesa com a alternativa, entra no cálculo de forma negativa, pois representa o custo da alternativa, uma vez que a mesma já ocorre no município. Caso não ocorresse, o benefício que ela gera e o respectivo custo não estariam incluídos na presente análise e o cálculo na tabela 77 contemplaria apenas os valores dos componentes 1 a 5, representando todos os recicláveis (secos e biodegradáveis) sendo aterrados.

O resultado ao final da tabela 77 apresenta a estimativa do custo de oportunidade do aterro em relação a alternativa estudada, apresentando o valor anual positivo na apuração do custo. Assim, o valor total representa o quanto em recurso financeiro estaria sendo gerado com a realização da destinação dos resíduos recicláveis para a alternativa da coleta seletiva (reciclagem e compostagem). Ao mesmo tempo, enquanto permanecer o modelo vigente de destinar ao aterro, representam o valor financeiro que o município e a sociedade estão desperdiçando, jogando fora ao enterrar os resíduos que tem valor econômico e social.

Tabela 77 - O custo de oportunidade do aterro sanitário com base na alternativa da coleta seletiva para reciclagem dos materiais secos e a compostagem dos biodegradáveis, no período de 15 anos do aterro sanitário de Ituiutaba, MG (mil R\$)

Componente	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15	Total (mil R\$)
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
1. Valor da produção perdida com a área usada com o aterro (mil R\$)	5,89	7,46	8,66	7,71	13,06	9,41	10,94	11,01	9,27	9,27	9,27	9,27	9,27	9,27	9,27	139,016
2. Valor economizado com a longevidade do investimento (mil R\$)	132,23	132,23	132,23	132,23	132,23	132,23	132,23	132,23	132,23	132,23	132,23	132,23	132,23	132,23	132,23	1.983,507
3. Valor perdido com o material reciclável seco aterrado (mil R\$)	1.787,62	2.030,09	1.837,64	2.481,57	2.558,15	2.959,65	3.290,22	3.253,66	3.778,90	4.350,73	4.488,21	4.630,04	4.776,35	4.927,28	5.082,98	52.233,085
4. Valor perdido com o material reciclável biodegradável aterrado (mil R\$)	2.201,37	2.367,17	2.547,68	2.494,17	2.501,55	2.924,26	2.707,22	2.830,13	2.951,40	2.857,15	2.947,44	3.040,58	3.136,66	3.235,78	3.338,03	42.080,583
5. Valor gasto com coleta e operação no aterro com os recicláveis aterrados (80%) (mil R\$)	1.450,61	2.036,72	2.295,95	2.672,44	3.028,27	3.432,12	2.886,79	2.953,90	3.178,42	3.286,74	3.519,06	3.767,93	4.034,54	4.320,16	4.626,16	47.489,806
6. Despesa evitada com o material desviado pela coleta seletiva (mil R\$)	57,60	78,52	78,40	114,91	149,70	167,33	147,62	150,09	129,58	140,09	175,95	188,40	201,73	216,01	231,31	2.227,213
7. Valor obtido com a comercialização do material desviado do aterro pela coleta seletiva (mil R\$)	189,30	208,70	167,33	284,54	337,22	384,79	448,65	440,85	410,82	494,50	598,43	617,34	636,85	656,97	677,73	6.554,000
8. Despesa do município com a coleta seletiva do material reciclável seco desviado do aterro (mil R\$) (-)	254,02	276,04	342,63	402,51	336,19	338,10	359,98	398,39	420,25	412,09	437,29	464,03	492,41	522,53	554,49	6.010,959
<b>Resultado= soma 1 ao 7 menos o 8 (se +, vantagem para a alternativa; se -, vantagem para o aterro) (mil R\$)</b>	<b>5.570,60</b>	<b>6.584,84</b>	<b>6.725,26</b>	<b>7.785,06</b>	<b>8.383,99</b>	<b>9.671,68</b>	<b>9.263,68</b>	<b>9.373,49</b>	<b>10.170,37</b>	<b>10.858,63</b>	<b>11.433,30</b>	<b>11.921,75</b>	<b>12.435,21</b>	<b>12.975,17</b>	<b>13.543,23</b>	<b>146.696,251</b>

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Fev. 2017).

Assim, no período de 15 anos de apuração dos valores, como sendo a vida útil prevista para o aterro em estudo, tem-se o valor de R\$146 milhões que a sociedade deixa de gerar para a economia, por meio da perda de produção na área utilizada pelo aterro, o valor que perde por não prolongar a vida útil do aterro, o valor perdido com os resíduos recicláveis enterrados e o valor gasto para enterrar os resíduos recicláveis. Como o município dispõe de coleta seletiva, em torno de 4% dos resíduos coletados e pesados no município, a despesa que esse sistema evita com a coleta e aterramento caso fossem destinados ao aterro, o valor desses materiais sendo comercializados e despesa do sistema de coleta seletiva, já foram computados.

De outra forma, tem-se que caso ocorresse a adoção da alternativa e alcançasse os 100% de materiais recicláveis, estima-se que seriam gerados para a economia o valor de R\$146 milhões no período dos 15 anos, promovendo ocupação e renda, recolhimento de impostos e contribuição previdenciária, entre outros benefícios. Enquanto não se adota alternativa ao aterro, como a coleta seletiva, equivale ao município e sociedade estarem perdendo esse valor nesse período, incluindo o que a sociedade perde e o que deixa de ganhar.

Embora os dados apresentem os valores anuais, e crescente, para efeito de gerar um valor de referência anual, tem-se que a sociedade local perde em torno de R\$10 milhões por ano com o processo de coleta e disposição dos RSU recicláveis no aterro sanitário.

Além do período de utilização do aterro para recebimento dos resíduos, ocorrem custos a partir do encerramento do mesmo, seguindo-se um período de vinte anos de monitoramento, de modo a evitar riscos de contaminação ao ambiente e à saúde.

Durante o período de monitoramento, o empreendimento apresenta a perda da produção com a área utilizada e a demanda de recursos de encerramento e monitoramento referente ao impacto na vida útil da parcela dos 80% de resíduos recicláveis, por abreviarem a vida útil em 1/5 ou, se desviados, prolongarem a mesma em cinco vezes.

Assim, utilizando-se do cenário A na tabela 68, com o cálculo pelo valor médio da produção da agropecuária, a estimativa da perda anual com a área utilizada fica em R\$9.267,70/ano, referente aos 80% dos R\$11.584,63/ano. Ao longo dos vinte anos de monitoramento, estima-se em R\$185.354,00 o valor perdido ou que deixa de ser gerado pela área pelo modelo de aterrar.

As atividades de encerramento e monitoramento representam as últimas etapas do aterro sanitário, sendo estimado o valor de R\$3.770.888,70 na tabela 70. Considerando o efeito dos 80% dos recicláveis na vida útil, o valor do monitoramento perdido com os recicláveis impactando (reduzindo) a vida útil do aterro em 1/5, fica em R\$3.016.710,97. Esse valor seria

gerado para a economia e sociedade caso se adotasse a alternativa da coleta seletiva para os recicláveis, reduzindo a demanda de quatro aterros, ao tempo de ser necessário apenas um.

Esses componentes e as estimativas apresentadas, com valores referentes ao período de monitoramento, por se tratar de projeções, devem ser analisados com ponderação, sendo relevante ao estabelecer uma ordem de grandeza para análises e subsídios para a tomada de decisão.

Conforme abordado anteriormente, os componentes de análise do custo de oportunidade mediante a abordagem integrada no presente estudo envolvem uma diversidade maior de análise e apuração. A análise econômica no sentido estrito, conforme visto nos trabalhos de FGV (2009) e Brandão e Silva (2011), e os valores apresentados no estudo, demonstram a demanda de recursos financeiros para o empreendimento de um aterro sanitário.

Por outro lado, a análise econômica da alternativa ao aterro, como a reciclagem, apresenta benefícios econômicos e ambientais, alguns valorados, que vão além dos efeitos diretos no custo de produção, como visto no estudo do IPEA (2010). Embora esses valores não tenham sido estimados no presente estudo, sinaliza-se que os benefícios da alternativa ao aterro são maiores que os demonstrados na apuração do custo de oportunidade (Tabela 77), incluindo os valores retornados à economia com a coleta seletiva dos recicláveis secos pela cooperativa local, com apenas 4% de recuperação dos recicláveis.

Em síntese, apesar das limitações na estimativa dos valores financeiros envolvidos, além desses, outros efeitos positivos para a economia, sociedade e meio ambiente ocorrem ao desviar os resíduos do aterro sanitário e encaminhá-los para a alternativa da coleta seletiva, mesmo que alguns de natureza qualitativa.

#### 4.6.9 Componentes qualitativos, não monetários ou não valorados e benefícios indiretos na análise do custo de oportunidade do aterro sanitário

Abordados os componentes monetários e valorados do custo de oportunidade, importante considerar os componentes que não estão diretamente computados, por serem de natureza não monetária ou não foram valorados, alguns de natureza qualitativa, mas que representam um valor para a sociedade, para a conservação ambiental e fornecem subsídios para a tomada de decisão por gestores públicos, privados e pelo cidadão.

Assim, no quadro 11 foram sistematizados componentes com sua análise qualitativa, mesmo nos casos em que na literatura já se encontram estudos com valoração dos mesmos,

mas que não foram possíveis para o presente estudo. Esses componentes ampliam a percepção das vantagens econômicas evidenciadas ao longo do texto e, especialmente, na tabela 77.

Quadro 11 - Componentes qualitativos, não monetários ou não valorados e benefícios indiretos na análise do custo de oportunidade do aterro sanitário em relação à coleta seletiva

<b>Componente</b>	<b>Aterro sanitário</b>	<b>Alternativa da coleta seletiva</b>
Área (espaço)	Demanda contínua por novas áreas e conflitos com outros usos; limita usos futuros para a área utilizada.	Reduz a demanda por novas áreas e os conflitos de uso. Não cria limitação de uso futuro de sua área.
Valor da área do entorno	Afeta negativamente o valor econômico das áreas do seu entorno.	Não afeta negativamente o valor econômico de áreas do seu entorno.
Paisagem	Prejudica o efeito de paisagem nas áreas utilizadas e em seu entorno.	Não interfere no valor de paisagem, sendo incorporada à paisagem do espaço urbano que compõe.
Externalidades ambientais negativas	Representa passivo ambiental.	Não cria externalidades negativas e reduz a criação de passivos ambientais, como o aterro.
Emissão de gases de efeito estufa	A decomposição emite gases, demandando monitoramento durante a operação e após o encerramento.	Evita a emissão dos gases no aterro e promove a redução na emissão de gases na produção ao substituírem a matéria-prima virgem.
Risco de contaminação do meio ambiente	Reduz o risco de contaminação de solo, ar e água quando comparado ao lixão, mas não elimina, demandando monitoramento.	Elimina os riscos de contaminação do ambiente pela decomposição dos materiais, podendo existir risco em relação à dengue.
Aves	Atrai aves criando situações de risco para aeronaves.	Não atrai aves e não cria restrições a voos de aeronaves.
Risco à saúde	Reduz os riscos quando comparados aos lixões. Riscos voltados a acidentes de trabalho, incluindo explosões de bolsões de gases.	Riscos com acidentes de trabalho no manuseio dos materiais, incluindo eventuais presenças de perfuro-cortantes.
Energia	Consumo de energia como empreendimento. Aterros de maior porte podem gerar energia com a emissão dos gases.	Consumo de energia como empreendimento. E os materiais promovem redução significativa no consumo de energia no processo de produção ao substituir a matéria-prima virgem, demandando menor geração de energia.
Recursos naturais	Demanda fontes de matéria-prima para a fabricação dos produtos que geraram os resíduos enterrados.	Reduz a pressão sobre os recursos naturais como fonte de matéria-prima virgem.
Externalidades sociais	Elimina as externalidades sociais provocadas pelos lixões e cria postos na prestação do serviço no aterro.	Elimina as externalidades sociais dos lixões e criam ocupação e renda formal com a venda dos resíduos, ampliando os postos com a contratação para prestar o serviço de coleta.
Contribuição previdenciária	Gera contribuição previdenciária dos trabalhadores contratados para a prestação do serviço.	Gera contribuição previdenciária com os recursos obtidos dos resíduos comercializados e passa a gerar também pela prestação do serviço, se contratada.
Impostos para a sociedade	Recolhe ISS em função da prestação do serviço.	Recolhe ICMS, PIS e COFINS sobre o valor dos resíduos vendidos; e ISS se contratada conforme a legislação vigente para prestar o serviço de coleta.
Incentivos financeiros	Compõe o cálculo do ICMS Ecológico, com redução de 20% ao ano, após o 10º ano.	Compõe o cálculo do ICMS Ecológico, com menor peso que o aterro; recebe recursos do Programa Bolsa Reciclagem; capta recursos de Instituições de ensino e órgãos de fomento.
Custos não visíveis	Elimina os custos não visíveis do lixão: condição de trabalho, riscos de acidente de trabalho, ao meio ambiente e à saúde, falta de contribuição previdenciária.	Elimina os custos não visíveis do lixão e cria oportunidade de trabalho e renda formal com o valor econômico dos resíduos, incluindo contribuição previdenciária.

Elaboração: Humberto Ferreira Silva Minéu (Mar. 2017).

Esses componentes (Quadro 11) revelam os efeitos do aterro sanitário em relação à situação anterior do lixão, com suas contribuições, e os benefícios ampliados com o redirecionamento dos resíduos recicláveis para o sistema alternativo com a coleta seletiva.

No que diz respeito ao espaço físico, a demanda de menos área para a disposição de resíduos (construção de aterros), os efeitos negativos no valor econômico da área do entorno do aterro e no valor da paisagem do local de sua instalação, demonstram os ganhos para a economia e a sociedade com a alternativa estudada.

No âmbito das externalidades ambientais, embora o aterro reduza os riscos de contaminação do solo e da água, a alternativa ao aterro apresenta as seguintes vantagens: reduz a criação de passivos ambientais que os mesmos representam; elimina a emissão de gases no aterro; reduz a emissão de gases, o consumo de energia e água nos processos produtivos, na substituição da matéria-prima virgem pelos recicláveis secos; elimina os problemas de contaminação do solo e água no aterro e reduz esses riscos em caso de compostagem; e não atrai aves que interfiram em voos de aeronaves.

No aspecto das externalidades sociais, o aterro contribui em eliminar os problemas e riscos para os catadores que realizam a coleta de resíduos para sua sobrevivência e cria postos de trabalho na prestação do serviço, que em geral absorve outra mão de obra. Por outro lado, a alternativa da coleta seletiva, além de eliminar os mesmos riscos, cria postos de trabalho para essas pessoas e em maior quantidade não apenas pela prestação do serviço, mas também pela comercialização dos resíduos, recicláveis recuperados e redirecionados para novo ciclo produtivo, promovendo a inclusão social e produtiva desses trabalhadores.

Acrescenta-se que a contribuição previdenciária gerada pelo aterro se dá em função da prestação do serviço, enquanto que na alternativa da coleta seletiva os recursos demonstrados no trabalho advêm da comercialização dos resíduos. Com a contratação da cooperativa para prestar o serviço de coleta, essa contribuição se tornará mais expressiva em função da melhor renda dos cooperados.

Na questão tributária, o aterro contribui em relação ao lixão no recolhimento de ISS pela prestação do serviço, embora, como abordado anteriormente, trata-se de retorno de recurso a partir de pagamento realizado pelo próprio município. Enquanto a alternativa da coleta seletiva, além do ISS (se contratada), gera ICMS, PIS e COFINS a partir da comercialização dos resíduos recuperados, retornando esses valores para a sociedade como um todo.

Em termos de incentivos financeiros pela política pública, o aterro contribui com parte do incentivo via ICMS ecológico, embora com prazo curto de recebimento. A alternativa da

coleta seletiva contribui também com o ICMS ecológico, embora em menor proporção que o aterro. Ao mesmo tempo, a alternativa obtém recursos do Programa Bolsa Reciclagem e de outras fontes fomentadoras da atividade.

Embora esses componentes sejam positivos nas duas opções de destinação, merecendo maior atenção o incentivo a alternativa ao aterro pelos benefícios que a mesma gera, os mesmos são de natureza incerta quanto a duração em função da política pública brasileira não ter como característica a visão de longo prazo.

Os vários componentes abordados de forma qualitativa demonstram que o aterro sanitário traz melhorias quando comparado ao “lixão”. Mas, por outro lado, a alternativa de destinação dos resíduos recicláveis para a coleta seletiva – reutilização, reciclagem e compostagem – revela ser mais vantajosa que o processo de aterrar.

Ao se analisar os componentes da tabela 77 e do quadro 11, ficam evidenciados os custos não visíveis aos olhos da abordagem econômica convencional, com a alternativa da coleta seletiva demonstrando apresentar resultados superiores ao aterro sanitário.

Dentre esses custos não visíveis, as condições de trabalho, os riscos de acidente com o catador, os riscos de contaminação do meio ambiente e à saúde das pessoas, e a falta de contribuição previdenciária, são melhorados no aterro em relação ao lixão. Mas, a alternativa além de reduzir esses problemas e eliminando outros, cria oportunidade de trabalho e renda formal com o valor econômico dos resíduos, incluindo contribuição previdenciária.

Dessa forma, o custo de oportunidade revelou ser uma ferramenta importante para a avaliação proposta, que combinado com a abordagem integrada entre a geografia, a economia ambiental/circular e a gestão integrada de resíduos sólidos, proporcionou a identificação e análise de componentes de forma abrangente, proporcionando a compreensão em maior profundidade da totalidade dessa realidade complexa, olhar as partes em separado e retornar com medidas a serem realizadas nas partes e sua interação e interdependência para o resultado no todo.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou avaliar o custo de oportunidade do aterro sanitário de Ituiutaba em relação à alternativa de investimento na coleta seletiva para a destinação dos resíduos recicláveis secos e biodegradáveis, redirecionando-os para a reciclagem e compostagem. Nesse caminho, buscou-se estimar o custo do aterro sanitário (investimento, operação e pós-encerramento), apresentar alternativas aos resíduos recicláveis, apresentar os benefícios econômicos, ambientais e sociais da coleta seletiva e da reciclagem e comparar os dois sistemas de coleta (convencional e seletiva).

A apuração do custo de oportunidade envolve a comparação do valor que deixa de ser obtido ou preterido de uma alternativa ao investimento escolhido. Ao se fazer o estudo envolvendo questões econômicas, ambientais e sociais, identificou-se que a diversidade de componentes a serem considerados nos cálculos e estimativas é diversificada e complexa.

Na avaliação do custo de oportunidade do aterro em relação à alternativa de investimento na coleta seletiva para a destinação dos resíduos recicláveis para reciclagem e compostagem, foram identificados componentes monetários e não monetários, sendo esses objeto de análise qualitativa em função de sua contribuição para a tomada de decisão.

Os componentes monetários são passíveis de valoração, sendo identificados e valorados no presente estudo os seguintes: o valor que a área utilizada com o aterro deixa de produzir economicamente durante todo o ciclo de atividades com o empreendimento; a perda de longevidade do investimento na instalação do aterro (terra, obras e equipamentos), com os recicláveis reduzindo a vida útil do empreendimento; o valor perdido com os materiais recicláveis secos e biodegradáveis destinados ao aterro; o valor perdido que foi gasto com a coleta e na operação no aterro com os materiais recicláveis secos e biodegradáveis; a despesa evitada com coleta e operação no aterro com os materiais desviados pela coleta seletiva existente; o benefício econômico gerado com a comercialização dos resíduos recicláveis secos desviados do aterro pela coleta seletiva e redirecionados para a reciclagem; e a despesa do município com o sistema de coleta seletiva existente.

A estimativa, a partir desses componentes em conjunto, para o período de 15 anos e os recicláveis secos e biodegradáveis representando 80% em massa e volume da quantidade de RSU no aterro, é que a sociedade perde em torno de 146 milhões de reais com o investimento em aterrar os resíduos no município. E que a alternativa da coleta seletiva para a reciclagem e compostagem proporcionaria esse valor ser gerado para a economia, em benefício da

sociedade. Soma-se a esse, o valor de R\$3.016.710,97 perdidos na etapa de encerramento/pós-encerramento (monitoramento), com duração de 20 anos,

Em relação aos componentes qualitativos, não monetários ou não valorados e seus benefícios na análise do custo de oportunidade do aterro sanitário em relação à coleta seletiva, foram identificados componentes envolvendo **a área utilizada**, como a demanda de novas áreas, efeitos na valorização das áreas do entorno e na paisagem; nas **externalidades ambientais negativas**, com os ganhos evidenciados com a alternativa, como a menor emissão de gases de efeitos estufa; menores riscos de contaminação do ambiente e à saúde; não atração de aves que causem interferência na circulação de aeronaves; menor consumo de energia e, conseqüentemente, menor demanda de sua geração impactando menos os recursos naturais; menor pressão sobre a demanda de recursos naturais como fonte de matéria-prima para a produção; e nas **externalidades sociais**, a alternativa da coleta seletiva promove retorno à sociedade, por meio da geração de ocupação e renda, contribuição previdenciária e impostos, a partir da comercialização dos resíduos, o que não ocorre com os mesmos sendo enterrados.

Em termos de **investimentos** no aterro sanitário, apesar das dificuldades de levantamento de valores de algumas etapas, estimou-se o investimento nominal do presente estudo em R\$25.381.701,07. A estimativa de despesa no sistema de coleta e transporte dos resíduos ao aterro para o período de 15 anos ficou em R\$37.950.739,96.

Dentre os fatores para o crescimento das despesas com o sistema de coleta e aterramento estão o crescimento da quantidade de RSU e a elevação do preço da tonelada coletada e aterrada. A realização de nova licitação e contratação interrompeu o crescimento da elevação desses valores, que vinha ocorrendo acima da inflação, retomando preços de dois anos antes, voltando a crescer abaixo da inflação no período seguinte à nova licitação. Essa medida sinaliza um aspecto para melhores estudos de que a contratação em longo prazo e baseada em índices financeiros venha a ser desvantajosa para o município. A estimativa atualizada para fevereiro de 2017, para a implantação de um aterro de mesmo porte, envolve recursos em torno de R\$8.000.000,00, não incluindo as despesas de operação.

A **longevidade do investimento** na implantação do aterro, considerando no caso em estudo os resíduos recicláveis secos e biodegradáveis corresponder a 80% da massa e volume dos RSU, é multiplicada por cinco vezes o prazo convencional ao se desviar esses resíduos do aterro, redirecionando-os para a alternativa da coleta seletiva. Ou seja, o prazo do investimento utilizado é aumentado mais quatro vezes com a coleta seletiva em relação ao prazo inicial do modelo vigente de dispor os resíduos no aterro.

Na destinação dos RSU várias são **as alternativas** encontradas e utilizadas no mercado. No entanto, a coleta seletiva foi adotada como melhor opção para o aproveitamento dos materiais, em sintonia com a economia circular, proporcionando a recuperação dos resíduos e sua utilização em novo ciclo produtivo, promovendo a ciclagem da matéria e reduzindo a demanda de recursos naturais com a substituição da matéria-prima virgem pelos resíduos.

A incineração como opção de geração de energia a partir dos resíduos representa aplicação divergente com a proposta da economia circular. Com a mesma, ocorre a perda da matéria, sendo reproduzido o modelo linear da economia. Pode-se, ainda, estudar a viabilidade dessa tecnologia como alternativa para os rejeitos, o que teria o aspecto positivo na redução da massa desses materiais a serem depositados em aterros ou a eliminação dessa massa residual incorporada em produtos utilizados na pavimentação, por exemplo.

Na **comparação entre a destinação dos resíduos ao aterro e a coleta seletiva** (para reutilização e reciclagem), a coleta seletiva formal dos recicláveis secos proporcionou um retorno financeiro de R\$1,11 a cada R\$1,00 gasto com a mesma pelo município no período de 2011 a 2016, considerando apenas os recursos obtidos com a venda dos resíduos. Nesse período, o convênio foi realizado diretamente entre prefeitura e cooperativa, sem intervenientes.

A coleta seletiva proporcionou recolhimento de impostos e de contribuição previdenciária com a venda dos materiais. Esses são recolhidos na atividade do aterro em função da prestação do serviço, o que também ocorrerá quando da contratação da cooperativa para prestar o serviço de coleta dos resíduos recicláveis secos no município.

No período de levantamento dos dados (2007 a 2016), a coleta seletiva comercializou 7.756,5 t de resíduos recicláveis secos, gerando uma receita de R\$3.366.685,55. Esses resíduos promoveram uma economia de volume no aterro estimado em 33.442,8 m<sup>3</sup>, que corresponde a 8,71% da capacidade volumétrica do aterro (384.000 m<sup>3</sup>), representando ganho de vida útil. Nas condições atuais, tem-se que a cada ano da coleta seletiva se ganha quase 1,0% de volume no aterro.

Nesse período (2007 a 2016), os resíduos recolhidos e comercializados pela coleta seletiva representaram uma economia com o serviço de coleta e transporte de R\$755.272,64 e na operação do aterro de R\$458.547,69, o que corresponde a uma redução total na despesa do sistema convencional no valor de R\$1.213.820,33. Essa economia corresponde a 34,29% dos R\$3.540.205,55 gastos pelo município com a coleta seletiva no período dos dez anos do levantamento.

Essas vantagens e benefícios da coleta seletiva em relação ao aterro do município estão ocorrendo em um cenário com menos de 4,0% de recicláveis secos recuperados e comercializados pela cooperativa local. As estimativas de gravimetria no aterro sinalizam um potencial ainda de 30,0% desses resíduos sendo encaminhados para disposição junto com os rejeitos. Esses resíduos destinados ao aterro, com base no valor médio da tonelada comercializada pela cooperativa local, representam uma perda de R\$28.328.223,92 no período de levantamento. São recursos que, em vez de retornar para a economia, beneficiando a sociedade, estão sendo, literalmente, enterrados.

Os resíduos orgânicos do município ainda estão sendo encaminhados para disposição junto com os rejeitos, representando uma perda estimada em R\$26.382.102,84 a partir de estudo em município vizinho, em termos de valor econômico que poderia ser gerado na forma de composto, por meio da compostagem.

O encaminhamento dos resíduos recicláveis, secos e orgânicos, ao terro sanitário, além das perdas econômicas, representa o fato do município ainda não estar cumprindo o que estabelece a PNRS, instituída pela lei n. 12.305/2010.

Os resíduos coletados seletivamente no município representam ocupação e renda para os 40 cooperados e suas famílias, com condições de trabalho melhores que a coleta em lixão ou nas ruas e proporcionando contribuição previdenciária, inserindo esses trabalhadores no sistema de seguridade social.

Os resíduos coletados e encaminhados para a reciclagem promovem redução nos custos de produção ao substituírem a matéria-prima virgem; a redução no consumo de energia e água e na emissão de gases de efeito estufa; a redução na pressão sobre os recursos naturais para a extração de matéria-prima e para a geração de energia; redução na demanda de áreas para a disposição dos resíduos em aterros; e promovem a disponibilização de áreas para outros usos mais nobres pela sociedade, reduzindo os conflitos pela ocupação dessas áreas.

A opção de abordagem para o estudo envolveu a integração de três campos do conhecimento: a geografia, a economia ambiental/circular e a gestão integrada de resíduos sólidos (GIRS). Essa última composta em seis dimensões para análise dos problemas e busca de soluções: político/legal, econômica, cultural, social, tecnologia e ecológica. Ficou evidenciada a interdependência entre as dimensões, sendo a visão sistêmica fundamental para as medidas adotadas em uma delas, ou em um dos campos do conhecimento, terem melhores resultados, com ganhos de eficiência, eficácia e efetividade.

Essa integração entre esses campos de conhecimento demonstrou ser uma abordagem que proporcionou melhor percepção e compreensão dos custos não visíveis para avaliação

pelo custo de oportunidade. A integração proporcionou a identificação de elementos que influenciam direta ou indiretamente a avaliação dos custos e de benefícios com as alternativas, que não seriam percebidos por um único campo. Isso representa uma melhor visão e compreensão da totalidade, combinando o conhecimento mais aprofundado de cada parte e depois o resultado das interações das partes no todo.

A geografia proporcionou identificar alguns aspectos da ocupação do espaço para a construção de aterros sanitários, como: os conflitos com outros usos produtivos e ambientais para as áreas; o benefício potencial da área em caso de ser destinada para a prestação de serviços ambientais (áreas destinadas a reserva além das exigidas pela legislação); e usos dentro da função social da propriedade, da terra, para a sociedade, seja como lazer, habitação, paisagem, entre outros.

A economia ambiental/circular proporcionou a mensuração de custos não abordados pela economia convencional, enxergando além das despesas diretas realizadas com a instalação de aterros e os serviços de coleta e destinação dos RSU. Por meio da mesma, ficam evidenciados os custos evitados e os benefícios gerados com a alternativa ao aterro; o valor que deixa de ser produzido pela área utilizada com o aterro; os custos ambientais associados ao aproveitamento dos resíduos no processo de reciclagem, alguns valorados e outros ainda não precificados pelo mercado, mas qualitativamente percebidos e plenamente aplicáveis de forma subjetiva no processo de tomada de decisão.

A gestão integrada proporcionou a identificação de aspectos envolvendo a continuidade da destinação dos RSU aos aterros, os desafios para a coleta seletiva e a busca de soluções por meio das dimensões que a compõem.

Assim, além das questões mencionadas anteriormente, no âmbito da GIRS, acrescentam-se algumas considerações e sugestões a partir do desdobramento das análises. No aspecto político/legal, a legislação vigente ainda não está plenamente aplicada no caso estudado, demandando adequações, como:

- a regulamentação local da PNRS, com a elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos e instituição em lei municipal, desmembrando do Plano Intermunicipal elaborado em consórcio com outros municípios da região, definindo objetivos, metas, ações e demanda de investimentos para o município;

- a adequação do sistema atual da relação Prefeitura/Cooperativa, passando de convênio (vedado pela lei n. 11.445/2007) para contrato de prestação de serviços, além de representar o cumprimento do arcabouço legal pela prefeitura, representa um passo importante para ampliação do serviço e a melhoria dos indicadores de coleta seletiva no município

(quantidade de material coletado e a proporção dos recicláveis coletados em relação ao destinado ao aterro), bem como para as condições de trabalho e remuneração dos cooperados.

- a definição de sistema de separação dos RS padronizado no município, envolvendo a separação entre recicláveis secos, orgânicos/biodegradáveis e rejeitos, avançando em relação ao que estabelece o decreto n. 7.404/2010, que regulamenta a lei n. 12.305/2010;

- a revisão do sistema de pagamento do serviço de coleta por tonelada, para o sistema por rota percorrida, tanto para a coleta convencional como para a coleta seletiva. Essa alteração estimula as prestadoras de serviço a fazerem campanhas de educação ambiental junto à população para a redução da geração de RS, uma vez que a redução não afetará seu faturamento;

- rever a taxa de coleta e destinação de “lixo”, cobrada anualmente junto ao IPTU. O termo “lixo” não é contemplado na PNRS. Com isso, a taxa está incidindo sobre objeto que não existe na legislação federal que institui a respectiva política nacional. Assim, a adequação da cobrança passa pela mudança na nomenclatura, para “Taxa de coleta e destinação dos RSU”. Dessa forma, a mesma recai sobre os resíduos recicláveis secos, biodegradáveis/orgânicos e rejeitos, compondo as fontes de arrecadação do município para viabilizar os serviços de coleta e destinação dos RSU.

No âmbito da tecnologia, sugere-se a inclusão da automação em pontos de coleta, no planejamento do sistema para o município, especialmente nos locais de maior geração e coleta mais frequente.

Em relação à coleta seletiva, a utilização de Pontos de Entrega Voluntária (PEV) representa alternativa para reduzir os custos com o sistema, que no formato porta a porta encarece para o município e, conseqüentemente, para o cidadão ao pagar a taxa de coleta e destinação de resíduos, cobrada anualmente.

No aspecto cultural, identifica-se ainda um forte senso de “lixo” na população local, incluindo lideranças e políticos. Nesse caso, torna-se necessário um trabalho intenso e contínuo por parte da prefeitura em desencadear campanhas de educação ambiental quanto a separação dos RS, a responsabilidade do cidadão, do empresário, as conseqüências negativas do descarte inadequado e os benefícios do descarte adequado.

Além dessas medidas, a inclusão da educação ambiental na educação formal constitui alternativa em promover uma transformação relevante na sociedade. A adoção das medidas constantes no Plano Municipal de Educação já representaria um passo expressivo no caminho das soluções apresentadas acima.

No âmbito da dimensão social, demanda-se um trabalho por parte da prefeitura em incentivar a coleta seletiva formal e desestimular a não formal. A definição de pontos de coleta, horários, acesso controlado aos pontos de coleta, são exemplos de medidas que contribuiriam para o avanço da coleta formal. Essa exerce impacto social positivo sobre as pessoas e suas famílias, com jornada de trabalho regular, melhor renda e mais estável, condições de trabalho mais dignas, segurança no trabalho e contribuição previdenciária. Esses benefícios são perdidos ou comprometidos na coleta não formal.

Na dimensão ecológica, o desvio dos materiais do aterro representa redução na demanda de matéria-prima original para os processos produtivos, o que leva a menor pressão sobre os recursos naturais, prolonga sua longevidade ou sua conservação em longo prazo.

As considerações e sugestões apresentadas quanto à forma de apuração dos custos e as medidas a serem adotadas no âmbito da gestão dos resíduos sólidos urbanos, representam a saída da prática de gestão pelos municípios focada no manejo de resíduos sólidos baseado no modelo linear para o modelo circular. O custo de oportunidade, devido a importância da dimensão econômica para a tomada de decisão pelos gestores públicos e privados, bem como para o cidadão, apresenta potencial relevante em contribuir com a mudança da percepção do problema.

Essa mudança significa promover na sociedade um avanço em relação ao que propõe o conceito de desenvolvimento sustentável, com o incremento da economia circular, abrangendo desde evitar gerar os resíduos, praticar a redução na geração e realizar o aproveitamento dos materiais, em vez de desperdiçá-los. Deixa-se de pensar em lixo a ser jogado fora, para pensar em resíduos a serem tratados e reaproveitados.

Diante da situação de que a geração de resíduos é inevitável, por ser inerente a atividade humana, é necessária a separação dos materiais na fonte geradora, para dar a destinação adequada, em sistemas que promovam benefícios econômicos, ambientais e sociais, em vez de apenas representar um custo para o poder público e sociedade.

Espera-se que os resultados alcançados estimulem novos estudos e venham a contribuir com uma nova visão da sociedade e, especialmente, da gestão pública, quanto ao destino a ser dado aos RSU, da forma de apuração dos custos e, em especial, na ampliação dos incentivos para a coleta seletiva, com o aproveitamento dos resíduos na reciclagem e compostagem.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004. Resíduo sólido – Classificação – 31/05/2004**. 2ª ed. Rio de Janeiro, 2004a. Disponível em: <<http://www.videverde.com.br/docs/NBR-n-10004-2004.pdf>>. Acesso em: 03.08.2016. 11h43min.
- \_\_\_\_\_. **NBR 10007: amostragem de resíduos sólidos – 31/05/2004**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2004b. 21p. Disponível em: <<http://wp.ufpel.edu.br/residuos/files/2014/04/nbr-10007-amostragem-de-resc3adduos-sc3b3lidos.pdf>>. Acesso em: 24 fev 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil – 2008**. Disponível em: <[http://www.abrelpe.org.br/panorama\\_edicoes.cfm](http://www.abrelpe.org.br/panorama_edicoes.cfm)>. Acesso em: 13 abr 2016.
- \_\_\_\_\_. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil – 2010**. Disponível em: <[http://www.abrelpe.org.br/panorama\\_edicoes.cfm](http://www.abrelpe.org.br/panorama_edicoes.cfm)>. Acesso em: 13 abr 2016.
- \_\_\_\_\_. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil – 2012**. Disponível em: <[http://www.abrelpe.org.br/panorama\\_edicoes.cfm](http://www.abrelpe.org.br/panorama_edicoes.cfm)>. Acesso em: 13 abr 2016.
- \_\_\_\_\_. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil – 2014**. Disponível em: <[http://www.abrelpe.org.br/panorama\\_edicoes.cfm](http://www.abrelpe.org.br/panorama_edicoes.cfm)>. Acesso em: 13 abr 2016.
- \_\_\_\_\_. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil – 2015a**. Disponível em: <[http://www.abrelpe.org.br/panorama\\_edicoes.cfm](http://www.abrelpe.org.br/panorama_edicoes.cfm)>. Acesso em: 13 abr 2016.
- \_\_\_\_\_. **Estimativas dos custos para viabilizar a universalização da destinação adequada de resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo: ABRELPE, jun. 2015b. Disponível em: <[http://www.abrelpe.org.br/arquivos/pub\\_estudofinal\\_2015.pdf](http://www.abrelpe.org.br/arquivos/pub_estudofinal_2015.pdf)>. Acesso em: 25 jan 2017.
- ALENCAR, E; GOMES, M. A. O. **Metodologia de pesquisa social e diagnóstico participativo**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998.
- ANDERSEN, M. S. An introductory note on the environmental economics of the circular economy. **Sustain Sci**, [s.l.], v. 2, n. 1, p. 133-140, Apr. 2007. DOI 10.1007/s11625-006-0013-6. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11625-006-0013-6>>. Acesso em: 10 fev. 2017.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Resolução nº 4.499, de 30 de junho de 2016**. Fixa a meta para a inflação e seu intervalo de tolerância para o ano de 2018. Brasília-DF, 2016. Disponível em: <[http://www.bcb.gov.br/pre/normativos/busca/downloadNormativo.asp?arquivo=/Lists/Normativos/Attachments/50222/Res\\_4499\\_v1\\_O.pdf](http://www.bcb.gov.br/pre/normativos/busca/downloadNormativo.asp?arquivo=/Lists/Normativos/Attachments/50222/Res_4499_v1_O.pdf)>. Acesso em: 14 mar 2017.
- BARBOSA, L. Cultura, consumo e identidade: limpeza e poluição. In: BARBOSA, L. CAMPBELL, C. **Cultura, consume e identidade**. Rio de Janeiro: FGV, 2006. p. 107-136.
- BECKER, H. S. **Métodos de pesquisa em ciências sociais**. Tradução Marco Estevão, Renato Aguiar. São Paulo: Hucitec, 1993.

BERNARDES, J. A.; FERREIRA, F. P. de M. Sociedade e natureza. In: CUNHA, S. B. da; GUERA, A. J. T. **A questão ambiental**: diferentes abordagens. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. p. 17 – 42.

BESEN, G. R. Coleta seletiva e organização de catadores de materiais recicláveis. In: SAIANI, C. C. S.; DOURADO, J.; TONETO JUNIOR, R. **Resíduos sólidos no Brasil**: oportunidades e desafios da lei federal nº 12.305 (lei de resíduos sólidos). Barueri, SP: Minha Editora, 2014. p. 241-277.

BEUREN, I. M. Conceituação e contabilização do custo de oportunidade. **Caderno de Estudos**, nº08, São Paulo, FIECAFI – Abril/1993.

BRANDÃO, A. O.; SILVA, G. N. Impactos econômicos da implantação de aterros sanitários individuais nos municípios brasileiros. **HOLOS**, ano 27, v. 3, p. 84 – 96, 2011. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/586/449>>. Acesso em: 12 mar 2017.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm)>. Acesso em: 30.09.2015.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. 2007. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm)>. Acesso em: 15 abr 2016.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. 2010a. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm)>. Acesso em: 13 out.2011.

\_\_\_\_\_. **Decreto 7.404, de 23 de dezembro de 2010**. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. 2010b. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/decreto/d7404.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7404.htm)>. Acesso em: 15 out 2011.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**: versão preliminar para consulta pública. Brasília, DF: set. 2011.

\_\_\_\_\_. PORTAL BRASIL. ECONOMIA E EMPREGO. **Inflação**. 2012. Publicado: 29/04/2012 12h39. Última modificação: 28/07/2014 16h46. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2012/04/inflacao>>. Acesso em: 23 fev 2017.

\_\_\_\_\_. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei Complementar n. 14, de 24 de fevereiro de 2015**. Dispõe sobre a cooperação entre os entes federados tendo em vista assegurar a

elaboração e a implementação dos planos de saneamento básico e de resíduos sólidos, altera a Lei Complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, e dá outras providências. 2015a. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=947674>>. Acesso em: 13 mar 2017.

\_\_\_\_\_. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei n. 2.289, de 07 de julho de 2015**. Prorroga o prazo para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos de que trata o art. 54 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. 2015b. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=1555331&ord=1>>. Acesso em: 12 mar 2017.

BRAUNGART, M.; McDONOUGH, W. **Cradle to cradle: criar e reciclar ilimitadamente**. Tradução Frederico Bonaldo. São Paulo: Editora G. Gili, 2013.

CALIXTO, B.; CISCATI, R. **Como a economia circular pode transformar lixo em ouro**. Época, Blog do Planeta. 05 jun 2016 - 10h00 - Atualizado em 09 jun 2016 14h48. Disponível em: <<http://epoca.globo.com/colunas-e-blogs/blog-do-planeta/noticia/2016/06/como-economia-circular-pode-transformar-lixo-em-ouro.html>>. Acesso em: 09 jun 2016.

CAMPOS, H. K. T. Renda e evolução da geração per capita de resíduos sólidos no Brasil. **Eng. Sanit. Ambient.** v. 17, n. 2, abr/jun, 2012. p. 171 – 180.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **A evolução da coleta seletiva e reciclagem de resíduos sólidos urbanos no brasil**. 2008. Disponível em: [http://www.mma.gov.br/estruturas/secex\\_consumo/\\_arquivos/compromisso2008\\_coleta\\_seletiva.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/compromisso2008_coleta_seletiva.pdf). Acesso em: 01.06.2016.

\_\_\_\_\_. **Cempre Review 2013**. Disponível em: <<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/artigos>>. Acesso em: 01.06.2016.

\_\_\_\_\_. **CEMPRE INFORMA N. 136** - julho/agosto de 2014. Disponível em: <http://cempre.org.br/cempre-informa/m/edicao/136>. Acesso em: 01.06.2016.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa Ciclossoft - 2014**. Disponível em: <<http://cempre.org.br/ciclossoft/id/2/>>. Acesso em: 12 jun 2016

\_\_\_\_\_. Renda de catadores dispensa complementação do bolsa família. **CEMPRE Informa**. n. 143, set./out., 2015. Disponível em: <<http://cempre.org.br/cempre-informa/id/53/renda-de-catadores-dispensa-complementacao-do-bolsa-familia>>. Acesso em: 01 jun 2016.

\_\_\_\_\_. **Cempre Review 2015**. Disponível em: <<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/artigos>>. Acesso em: 01 jun 2016.

\_\_\_\_\_. **CEMPRE INFORMA N. 147** - maio/junho de 2016. Disponível em: <http://cempre.org.br/cempre-informa/m/edicao/147>. Acesso em: 01 jun. 2016.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa Ciclossoft - 2016**. Disponível em: <<http://cempre.org.br/ciclossoft/id/8/>>. Acesso em: 05 jan 2017.

\_\_\_\_\_. **Latas de alumínio**. Ficha técnica. Disponível em: < <http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/5/latas-de-aluminio>>. 2016. Acesso em: 20 mar 2017.

CHIAVENATO, I. **Introdução à Teoria Geral da Administração**. 8ª ed. Totalmente Revista e Atualizada. Editora Elsevier-Campus, 2011.

CONSÓRCIO PÚBLICO INTERMUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO TRIÂNGULO MINEIRO E ALTO PARANAÍBA. **Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos do Consórcio Público Intermunicipal de Desenvolvimento Sustentável do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba**. Uberlândia, 2015. V. 1.

CISCATI, R. **Michael Braungart: “Sustentabilidade é um conceito ultrapassado”**. Época, Blog do Planeta. 07 jun 2016. Disponível em: < <http://epoca.globo.com/colunas-e-blogs/blog-do-planeta/noticia/2016/06/michael-braungart-sustentabilidade-e-um-conceito-ultrapassado.html>>. Acesso em 09 jun 2016.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (Brasil). **Resolução Conama nº 275, de 25 de abril de 2001**. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. Publicada no DOU no 117-E, de 19 de junho de 2001, Seção 1, página 80. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=273>>. Acesso em: 03 out 2011.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (MG). **Deliberação Normativa COPAM nº 74, de 9 de setembro de 2004**. Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, de empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente passíveis de autorização ou de licenciamento ambiental no nível estadual, determina normas para indenização dos custos de análise de pedidos de autorização e de licenciamento ambiental, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=37095>>. Acesso em: 07 fev 2017.

CORRÊA, R. L. Processos espaciais e a cidade. In: \_\_\_\_\_. **Trajetórias geográficas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997, p.121-143.

DIAS, G. F. **Ecopercepção: um resultado didático dos desafios socioambientais**. São Paulo: Gaia, 2004.

DIAS, F. P. **Incineração de resíduos sólidos: análise de custo benefício do incinerador de resíduos sólidos do P-Sul – DF**. Brasília-DF: Universidade de Brasília, 2006. (Dissertação)

DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTATÍSTICAS E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS. **Salário mínimo nominal e necessário**. Disponível em: <<http://www.dieese.org.br/analisecestabasica/salarioMinimo.html>>. Acesso em: 28 set 2016.

ECOPAV CONSTRUÇÃO E SOLUÇÕES URBANAS. **Relatório final de entrega de atividades do aterro sanitário de Ituiutaba, MG**. v.1. Ituiutaba, MG: ECOPAV, 18/03/2013. Relatório.

FEHR, M.; ARANTES, C. A. Making a case for recycling biodegradable municipal waste. **Environ Syst Decis** (2015) 35:483–489. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10669-015-9568-z>>. Acesso em: 11 jan. 2016.

FERREIRA, A. B. de H. **Novo dicionário da língua portuguesa**. 1. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1975.

\_\_\_\_\_. **Novo dicionário Aurélio da língua portuguesa**. 3. ed. Revista e Atualizada. 1 Impressão. Curitiba: Positivo, 2004.

\_\_\_\_\_. **Aurélio eletrônico**. Disponível em: <<https://dicionariodoaurelio.com/lixo> e <https://dicionariodoaurelio.com/residuo>>. Acesso em: 25 abr 2016.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS. **Estudo sobre os aspectos econômicos e financeiros da implantação e operação de aterros sanitários**. Rio de Janeiro: São Paulo, junho de 2009. Relatório final.

FISHER, T. Plásticos: a cultura através das atitudes em relação aos materiais artificiais. In: BARBOSA, L. CAMPBELL, C. **Cultura, consumo e identidade**. Rio de Janeiro: FGV, 2006. p. 107-136.

FOOT-WHYTE, W. Treinando a observação participante. In: GUIMARÃES, Alba Zaluar. **Desvendando máscaras sociais**. 3. ed. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1990. p. 77-86.

GIL, A. C.. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2006.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **RAE**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, mar./abr. 1995a.

\_\_\_\_\_. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **RAE**. São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, maio/jun. 1995b.

GRIPPI, S. **Lixo, reciclagem e sua história: guia para as prefeituras brasileiras**. Rio de Janeiro: Interciência, 2001.

HAGUETE, M. T. F. **Metodologias qualitativas na sociologia**. Petrópolis: Vozes, 1987.

IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – 2000**. Rio de Janeiro. 2002. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv45.pdf>>. Acesso em: 13 abr 2016.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – 2008**. Rio de Janeiro. 2010. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv45351.pdf>>. Acesso em: 13 abr 2016.

INSTITUTO LIXO ZERO BRASIL. **Lixo zero: o que é**. Disponível em: <[http://ilzb.org/site/?page\\_id=10](http://ilzb.org/site/?page_id=10)>. Acesso em: 16.10.2012.

IPEA. INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Pesquisa sobre Pagamento por Serviços Ambientais Urbanos para Gestão de Resíduos Sólidos**. Brasília:

Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais (Dirur), 2010. Relatório de Pesquisa. 66p.

\_\_\_\_\_. **Diagnóstico sobre catadores de resíduos sólidos**. Brasília, 2012. Relatório de pesquisa. 70p.

ITUIUTABA (MG). Prefeitura. Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos. **Relatório de Avaliação de Desempenho Ambiental (RADA)**: saneamento/destinação final de resíduos sólidos urbanos: classe III. Ituiutaba, Dez. 2010. Relatório.

\_\_\_\_\_. Prefeitura. Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos. **Especificações das informações complementares**. V. 2. Ituiutaba, Nov. 2012.

\_\_\_\_\_. Prefeitura. **Lei n. 4.368, de 17 de julho de 2015**. Aprova o Plano Decenal Municipal de Educação – PDME de Ituiutaba-MG e dá outras providências. 2015. Ituiutaba, MG, 2015.

KARASKI, T. U. et al. CETESB. **Embalagem e sustentabilidade: desafios e orientações no contexto da economia circular**. São Paulo: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. ABRE. Associação Brasileira de Embalagem, 2016.

KIHARA, Y. **Coprocessamento de Resíduos em Fornos de Cimento: Resíduos Urbanos**. Associação Brasileira de Cimento Portland. CMRR, 2009. Disponível em: <http://www.feam.br/images/stories/arquivos/mudnacaclimatica/cenario%20coproc-cmrrfinal-v1.pdf>. Acesso em: 23 de agosto de 2016

LAVILLE, C.; DIONNE, J. **A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas**. Tradução Heloísa Monteiro; Francisco Settineri. Porto Alegre: Artes Médicas; Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1999. 340p.

LISBOA, C.. Os que sobrevivem do lixo. **Revista Desafios do Desenvolvimento**. IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Ano 10. N. 77. 07.10.2013. p. 57 – 63.

LOURENÇO, M. S.; CHIARAMONTI, C. **O Desenvolvimento Sustentável e a Economia Circular: A Experiência Chinesa**. In: FÓRUM UNIFAE SOBRE SUSTENTABILIDADE, 2., 2007, Curitiba. Disponível em: [http://sottili.xpg.uol.com.br/publicacoes/pdf/IIseminario/pdf\\_praticas/praticas\\_18.pdf](http://sottili.xpg.uol.com.br/publicacoes/pdf/IIseminario/pdf_praticas/praticas_18.pdf). Acesso em: 08 fev 2017.

MAIMON, D. **Ensaio sobre economia do meio ambiente**. Rio de Janeiro: APED, 1992.

MARTINS, F. P.; ROSENDO, J. dos S. Mapeamento do uso da terra do município de Ituiutaba-MG por meio da classificação automática de Bhattacharya (2011). **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE, p. 8076-8083.

MINAS GERAIS. **Lei n. 18.030, de 12 de janeiro de 2009**. Dispõe sobre a distribuição da parcela da receita do produto da Arrecadação do ICMS pertencente aos municípios. Belo Horizonte, MG, 2009. Disponível em: [http://www.fazenda.mg.gov.br/empresas/legislacao\\_tributaria/leis/2009/118030\\_2009.htm](http://www.fazenda.mg.gov.br/empresas/legislacao_tributaria/leis/2009/118030_2009.htm). Acesso em: 09 fev 2017.

\_\_\_\_\_. SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Resolução SEMAD nº 1.273, de 23 de Fevereiro de 2011**. Complementa a Resolução Conjunta SEMAD-SEPLAG nº 1.212, de 30-9-2010, estabelecendo os critérios e procedimentos para cálculo do Fator de Qualidade de empreendimentos de tratamento e/ou disposição final de resíduos sólidos urbanos e de tratamento de esgotos sanitários a serem aplicados na distribuição da parcela do ICMS Ecológico, subcritério saneamento ambiental, aos municípios habilitados. Belo Horizonte, MG, 2011a. Disponível em: <<http://www.blogdocancado.com/wp-content/uploads/2011/02/resolucao-1273.pdf>>. Acesso em: em 09 fev 2017.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 19.823, de 22 de novembro de 2011**. Dispõe sobre a concessão de incentivo financeiro a catadores de materiais recicláveis – Bolsa Reciclagem. Belo Horizonte, 2011b. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=19694>>. Acesso em: 27 fev 2017.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Superintendência Regional de Regularização Ambiental. **Parecer Único n. 0473403/2015**. Uberlândia, MG, 19 de maio de 2015.

MINÉU, H. F. S.; OLIVEIRA, L. H. de. Agribusiness: este conceito está difundido e entendido? - apreensão conceitual do agronegócio no Brasil - In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 11., 2002, Passo Fundo. **Anais ...** Passo fundo: SOBER, 2002. 1 CD-ROM.

MINÉU, H. F. S.; RIBEIRO FILHO, V.; FEHR, M. Descarte de resíduos sólidos e conflitos no espaço público no núcleo central de Ituiutaba, Minas Gerais, Brasil. **Bol. Goia. Geogr.** (Online). Goiânia, v. 36, n. 3, p. 444-462, set./dez. 2016.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. **Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2009**. Brasília, DF: maio 2011. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos>>. Acesso em: 04 jan. 2017.

\_\_\_\_\_. **Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2010**. Brasília: MCIDADES. SNSA, junho de 2012. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos>>. Acesso em: 04 jan. 2017.

\_\_\_\_\_. **Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2012**. Brasília: MCIDADES. SNSA, maio de 2014. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos>>. Acesso em: 31 ago. 2015.

\_\_\_\_\_. **Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2014**. Brasília: MCIDADES. SNSA, fevereiro de 2016. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos>>. Acesso em: 19 mar. 2016.

\_\_\_\_\_. **Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2015**. Brasília: MCIDADES. SNSA, março de 2017. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos>>. Acesso em: 30 mar. 2017.

MINISTÉRIO DO INTERIOR. **Portaria n. 53, de 01 de março de 1979**. Disponível em: <<http://ima.al.gov.br/wp-content/uploads/2015/03/Portaria-nb0-53.79.pdf>>. Acesso em: 15.04.2016.

MORAES, O. J. de. **Economia ambiental**: instrumentos econômicos para o desenvolvimento sustentável. São Paulo: Centauro, 2009.

MORALES, R. M. C.; MORRA, R. A. L.. Relación entre el índice de generación de los residuos sólidos de Asunción-Paraguay y el índice de desarrollo humano (IDH) de sus habitantes. REDISA - Red Iberoamericana em gestion y aprovechamiento de residuos. **V Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos** (Mendoza, Argentina, 15 y 16 de octubre de 2013). ISBN: 978-987-1323-35-7. Disponível em: <http://www.redisa.uji.es/artSim2013/CaracterizacionDeResiduosSolidos/Indice%20Generacion%20Residuos%20y%20Desarrollo%20Humano.pdf>. Acesso em: 19.03/2016.

MOREIRA, I. **O espaço geográfico**: geografia geral e do Brasil. 47. ed. 5. reimp. São Paulo: Ática, 2006.

OSEKI, J. H.; PELLEGRINO, P. R. M. Paisagem, sociedade e ambiente. In: PHILIPPI JR., A.; ROMÉRO, M. de A.; BRUNA, G. C. **Curso de gestão ambiental**. Barueri: Manole, 2004. p. 485-523.

PEREIRA, A. C. et. al. **Custo de Oportunidade**: Conceitos e Contabilização. Caderno de Estudos n° 02, São Paulo, FIPECAFI – Abril/1990.

PEREIRA NETO, J. T. **Manual de compostagem**: processo de baixo custo. ed. rev. e aum. 1 ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2007. (Série soluções) 2007; 4. reimp., 2014.

REIGOTA, M. **O que é educação ambiental**. São Paulo: Brasiliense, 2012.

ROCHA, S. D. F.; LINS, V. de F. C.; SANTO, B. C. do E. Aspectos do coprocessamento de resíduos em fornos de clínquer. **Eng. Sanit. Ambient**, v. 16, n. 1, jan./mar., 2011, p. 1-10. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v16n1/a03v16n1.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2016.

RODRIGUES, W. C.. **Metodologia científica**. Paracambi-RJ: FAETEC/IST, 2007. Disponível em: [http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/33851445/metodologia\\_cientifica.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1469467549&Signature=0d9hxbQIoiex1UqxT7KfpKEiggU%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DMetodologia\\_Cientifica\\_Conceitos\\_e\\_Defin.pdf](http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/33851445/metodologia_cientifica.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1469467549&Signature=0d9hxbQIoiex1UqxT7KfpKEiggU%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DMetodologia_Cientifica_Conceitos_e_Defin.pdf) Acesso em: 25 jul. 2016.

SACHS, I. **Sociedade, Cultura e Meio Ambiente**. Mundo & Vida. V. 2 (1), 2000. p. 7-13. (Palestra). Disponível em: <http://ambiental.adv.br/ufvjm/ea2012-1sachs.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2016.

SUPERINTENDÊNCIA DE ÁGUA E ESGOTO DE ITUIUTABA. **Projeto do Programa Ituiutaba Recicla**. [2000?]

SALAZAR, G. T. **Administração geral**: Teoria da gerência e teoria das organizações. Lavras: UFLA/FAEPE, 1999.

SANTOS, R. V. **Aplicação do custo de oportunidade às decisões de preço de renda sobre o enfoque do custeio direto**. Iob Informações Objetivas Temática Contábil e Balanços, 2000.

SANTOS, F. C. **A logística reversa de resíduos sólidos em Ituiutaba**: do diagnóstico à elaboração de um modelo pró-ativo. 2006. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

SANTOS, M. **Metamorfose do espaço habitado**: fundamentos teóricos e metodológicos da geografia. São Paulo: Hucitec, 1988.

\_\_\_\_\_. Estrutura, processo, função e forma como categorias do método geográfico. In: **Espaço e Método**. 5. ed. São Paulo: EDUSP, 2008a. p. 67-79.

\_\_\_\_\_. O espaço geográfico, um híbrido. In: SANTOS, M. **A natureza do espaço**: Técnica e tempo, razão e emoção. 4. ed. 4 reimp. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008b. p. 89 – 110. (Coleção Milton Santos; 1)

\_\_\_\_\_. **O espaço da cidadania e outras reflexões**. Org. Elisiane da Silva, Gervásio Rodrigo Neves, Liana Bach Martins. Porto Alegre: Fundação Ulysses Guimarães, 2011. (Coleção O Pensamento Político Brasileiro; v. 3).

SATO, M.; SANTOS, J. E. dos. **Agenda 21**: em sinopse. São Carlos: EdUFSCar, 1999.

SEBRAE. **Saiba o que é turnover e entenda o impacto da rotatividade no negócio**.

Sebrae Nacional, 12/09/2016. Disponível em:

<<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/entenda-o-que-e-turnover-e-o-impacto-da-rotatividade-no-negocio,44e08fa0672f0510VgnVCM1000004c00210aRCRD#o-que-é>>.

Acesso em: 28 set. 2016.

SILVA, B. G. da. **Contabilidade ambiental**: sob a ótica da contabilidade financeira com as alterações feitas pelas Leis n. 11.638, de 28 de dezembro de 2007 e n. 11.941, de 27 de maio de 2009. Campo Grande, MS: Ed. UFMS, 2014.

SMERALDI, R. Introdução. In: SCHARF, R. **Manual de negócios sustentáveis**. São Paulo: Amigos da Terra – Amazônia Brasileira; Fundação Getúlio Vargas, Centro de Estudos em Sustentabilidade, 2004. p. 7-13.

SOUZA, M. L. DE. **Os conceitos fundamentais da pesquisa sócio-espacial**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013.

TEIXEIRA, S. C.; OLIVEIRA, H. C. M. de. **A conformação do núcleo central de Ituiutaba, MG**. Relatório de Iniciação Científica PIBIC/CNPq. UFU. Ituiutaba, MG, 2011.

TENÓRIO, J. A. S.; ESPINOSA, D. C. R. Controle ambiental de resíduos. In: PHILIPPI JR., A.; ROMÉRO, M. de A.; BRUNA, G. C. (Ed.) **Curso de gestão ambiental**. Barueri-SP: Manole, 2004. p. 155 – 212.

THOMAS, J. M.; CALLAN, S. J. **Economia ambiental**: fundamentos, políticas e aplicações. Tradução Antonio Claudio Lot; Marta Reis Gil Passos. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

VEIGA NETO, F. C.; MAY, P. H. Mercados para serviços ambientais. In: MAY, P. H. (Org.) **Economia do meio ambiente**: teoria e prática. 2. ed. 4. Reimp. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

VESENTIN, J. W. **Sociedade e espaço**: geografia geral e do Brasil. 44. ed. atual e reform. São Paulo: Ática, 2005.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

## APÊNDICE A – EXEMPLO DE MEMORANDO APRESENTADO À PREFEITURA PARA SOLICITAÇÃO DE DADOS

Ilmo. Sr.  
Luiz Manoel Parreira  
Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos

Cumprimentamos V. Sa. e apresentamos a solicitação de fornecimento de dados para o trabalho de doutorado junto a Universidade Federal de Uberlândia/Instituto de Geografia, com o tema de Avaliação econômica do aterro sanitário de Ituiutaba com base no custo de oportunidade.

No momento dentro da coleta de dados **solicitamos**:

1. O projeto de construção do aterro sanitário de Ituiutaba e os custos da sua implantação (despesas com projeto, licenciamento, construção) até o início da operação;
2. O custo total mensal de manutenção do aterro a partir do encerramento do contrato com a Ecopav (período sob a administração da prefeitura);
3. O quantitativo mensal dos resíduos depositados na área do aterro desde o início de sua operação (exceto o quantitativo de lixo domiciliar a partir de 2007 que já foi fornecido por essa secretaria)

Agradeço a atenção dispensada, o fornecimento dos dados do lixo domiciliar depositados no aterro e coloco-me a disposição para qualquer esclarecimento.

Atenciosamente,

Ituiutaba, 12 de novembro de 2014.

Humberto Ferreira Silva Minéu  
Prof. IFTM/Campus Ituiutaba  
Doutorando em Geografia/UFU  
\_\_\_\_\_@gmail.com

## APÊNDICE B – SOLICITAÇÃO DE INFORMAÇÕES A IMOBILIÁRIAS

À \_\_\_\_\_ Imobiliária

Cumprimentando cordialmente, estamos realizando pesquisa para o trabalho de doutorado junto a Universidade Federal de Uberlândia/Instituto de Geografia, com o tema de *Avaliação econômica do aterro sanitário de Ituiutaba com base no custo de oportunidade*.

Nesse ensejo, **solicitamos a colaboração** dessa imobiliária com a pesquisa nos fornecendo uma avaliação do valor monetário (em R\$) da área do entorno do aterro sanitário, conforme imagem abaixo, considerando duas situações:

1. O valor do hectare no caso de uso rural;
2. O valor da terra no caso de loteamento para uso urbano, identificando o tamanho do lote utilizado como referência.



Os dados podem ser fornecidos por meio impresso ou enviados via e-mail para \_\_\_\_\_gmail.com.

Agradeço a atenção dispensada, o fornecimento dos dados e coloco-me a disposição para qualquer esclarecimento.

Cordialmente,

Ituiutaba, 02 de agosto de 2016.

Humberto Ferreira Silva Minéu  
Prof. IFTM/Campus Ituiutaba  
Doutorando em Geografia/UFU

## APÊNDICE C – MEMORANDO AO PREFEITO SUGERINDO MEDIDAS PARA A GESTÃO DOS RSU NO MUNICÍPIO

Ao  
Exmo. Sr. Prefeito de Ituiutaba  
Fued Dib

Ituiutaba, 17 de fevereiro de 2017.

**Assunto:** Sugestões para a gestão dos resíduos sólidos urbanos em Ituiutaba

Cumprimento V. Ex.<sup>a</sup> e faço uso do presente documento para apresentar algumas sugestões no intuito de contribuir com a gestão pública municipal, no âmbito da gestão dos resíduos sólidos.

Esta iniciativa está fundamentada nos resultados de trabalho de pesquisa realizado nos últimos 04 anos no município, como parte do meu doutorado na Universidade Federal de Uberlândia, com o tema dos resíduos sólidos. Além da importância atribuída ao papel da pesquisa na produção de conhecimento e propor melhorias para a comunidade, também recorro ao papel enquanto cidadão de contribuir com o desenvolvimento do município.

Assim, diante do aprendizado obtido e no ensejo de contribuir, encaminho as seguintes sugestões:

1. Realizar a contratação da Cooperativa de Reciclagem de Ituiutaba para prestar o serviço de coleta e destinação dos resíduos recicláveis secos no município.

Essa medida está prevista na Lei n. 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos. No art. 36, define as responsabilidades do município, envolvendo estabelecer o sistema de coleta seletiva e priorizar a contratação de Cooperativas para a prestação do serviço, permitindo a dispensa de licitação.

Além dessa lei, ocorre a concomitância com a Lei n. 11.445/2007, que no art. 7º define que o serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos é composto pelas atividades de coleta, transbordo e transporte dos resíduos; de triagem para fins de reuso ou reciclagem, de tratamento, inclusive por compostagem, e de disposição final dos resíduos; de varrição, capina e poda de árvores em vias e logradouros públicos e outros eventuais serviços pertinentes à limpeza pública urbana.

Ainda na Lei 11.445/2007, no art. 10, estabelece que a prestação de serviços públicos de saneamento básico por entidade que não integre a administração do titular depende da celebração de contrato, sendo vedada a sua disciplina mediante convênios, termos de parceria ou outros instrumentos de natureza precária.

Esse arcabouço legal, conhecido nos estudos, demonstra a contratação como o caminho para promover e ampliar a coleta seletiva, com seus inúmeros benefícios para o município e a comunidade, como os exemplos que seguem:

- ao evitar a destinação dos resíduos ao aterro, ocorre a redução do custo com a coleta convencional e na operação do aterro, bem como contribui com a ampliação da sua vida útil;
- a venda dos resíduos recicláveis promove retorno para a economia local, o que não ocorre com os materiais enterrados;
- no período de 2011 a 2016, de cada R\$1,00 gasto pelo município com a coleta seletiva, ela promoveu o retorno de R\$1,09 para a economia com a venda dos materiais recicláveis;
- esses benefícios estão sendo alcançados com menos de 4% de materiais coletados pela Cooperativa em relação ao total do município. Os estudos indicam um potencial de 25 a 30% de materiais recicláveis que ainda estão sendo destinados ao aterro junto aos demais resíduos.

A ampliação da coleta seletiva no município representa um potencial significativo de ampliar os benefícios econômicos, ambientais e sociais. E o fato do município já dispor de

cooperativa funcionando é um ponto de partida importante e facilitador para o aprimoramento do sistema de coleta.

2. Abrir discussão com a sociedade quanto ao sistema de coleta seletiva e de coleta convencional dos resíduos sólidos urbanos do município, no intuito de levantar medidas que melhorem a eficiência e promova a redução de custos.

Esta medida se fundamenta no entendimento de que a gestão dos resíduos sólidos urbanos representa um custo para o município e, conseqüentemente, para o cidadão, ao pagar sua taxa de coleta. Assim, medidas de redução de custos totais representam ganhos para a prefeitura e para os seus municípios.

Ao se rever o sistema de coleta, hoje no sistema porta a porta, podemos incluir sistemas de menor custo e com isso reduzir o custo total. Uma das medidas é a instalação de Pontos de Entrega Voluntária (PEV) para os materiais recicláveis de algumas áreas (bairros) da cidade e área rural e, com isso, reduzir o sistema porta a porta.

A forma de pagamento do serviço de coleta pelo município ser por rota (ou quilometragem), em vez de ser por tonelada. Assim, os prestadores de serviço serão melhor incentivados a fazer campanhas de redução na geração, uma vez que a quantidade não afeta sua receita. E o valor pago passará a representar mais a qualidade do serviço e não a quantidade de resíduos coletados.

3. Desenvolver amplo trabalho de orientação à população para adoção da coleta seletiva, envolvendo a separação correta e entrega dos resíduos para os respectivos sistemas de coleta.

A implantação de mudanças nos sistemas de coleta e ampliação da coleta seletiva demanda forte trabalho educativo. A implantação de medidas previstas no Plano Municipal de Educação, como “Implantar a coleta seletiva em todas as escolas” do município (não só da rede municipal), representa potencial significativo para obtenção de bons resultados.

4. Regulamentar a Política Nacional de Resíduos Sólidos no município por meio do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, criando um arcabouço legal para toda a questão dos resíduos no município, envolvendo o setor privado e a população em geral.

5. Incentivar a instalação de indústrias de reciclagem de resíduos no município. As pesquisas mostram que a proximidade das indústrias melhora a absorção pelo mercado e o preço dos materiais recicláveis.

Essas são algumas sugestões que apresento no momento. Reitero o caráter colaborativo e coloco-me a disposição para maiores esclarecimentos. Após a conclusão do trabalho, o mesmo será disponibilizado na íntegra para a comunidade. Outros estudos realizados por estudantes do curso de pós-graduação em Ciências Ambientais estão à disposição. Os mesmos podem contribuir em subsidiar as decisões da prefeitura e podem ser obtidos na biblioteca do IFTM ou pelo e-mail (----@gmail.com).

Desejando um profícuo trabalho na gestão municipal, agradeço a atenção dispensada.

Atenciosamente,

Humberto Ferreira Silva Minéu  
Prof. IFTM/Campus Ituiutaba  
Doutorando em Geografia/UFU

## ANEXO A – FORMULÁRIO DO CHECK LIST DO ATERRO SANITÁRIO

				
Check List Aterro Sanitário				
Data:	Município:			
Coordenadas	Datum:	Latitude:	Longitude:	
itens	Sub Itens	Respostas		
<b>Aspectos Gerais</b>	Horário de funcionamento			
	Quantidade de resíduos recebidos (ton/dia)			
	Data de início da operação			
	Localidade			
	Tipos de resíduos	Domiciliar, Comercial, Público		
		Saúde		
		Construção Civil		
		Lodo de ETE		
		Domiciliar, Comercial, Saúde, Construção Civil, Lodo de ETE, Público (Poda, varrição)		
	Forma de tratamento de RSS	Incinerador		
		Forma de tratamento de RSS		
		Microondas		
		Não Trata		
		Outros		
	Portão de isolamento	Sim		
Não				
Possui placa de identificação e alerta	Sim			
	Não			
Condições de acesso	Adequado			
	Inadequado			
	Regular			
Realiza gestão compartilhada de resíduos	Sim			
	Não			
<b>Estruturas</b>	Guarita	Possui		
		Não possui		
	Possui balança	Sim		
		Não		
		Controle externo		
	Instalações de apoio	Adequada		
Inadequada				
Inexistente				

	Sistema de drenagem superficial (Áreas de apoio)	Adequada
		Inadequada
		Inexistente
	Lançamento de águas pluviais	Adequado
		Inadequado
	Há sistema de abastecimento de água potável	Sim
		Não
	Sistema de comunicação	Móvel
		Fixo
		Não Possui
	Há sistema de energia e iluminação	sim
		não
	Acessos Internos	Adequado
		Inadequado
	Isolamento da área	Cerca
Cerca complementada com cerca viva		
Cerca complementada com cinturão verde		
Muro		
Tela		
Paisagismo/Urbanismo	Adequado	
	Inadequado	
	Inexistente	
<b>Operações</b>	Sistema de drenagem pluvial (Frente de operação)	Adequado
		Inadequado
		Implantando progressivamente
		Inexistente
	Sistema de drenagem pluvial (acessos á frente de operação)	Adequado
		Inadequado
		Inexistente
	Drenos de gases	Suficientes
		Insuficientes
		Implantando progressivamente
	Estrutura dos drenos de gases	Adequado
		Inadequado
		Inexistente
	Queima de gases	Sim
		Parcial
		Parcialmente
	Sistema de drenagem e tratamento de líquidos lixiviados	Adequado
		Inadequado
		Inexistente
	Tratamento de líquidos lixiviados	ETE Municipal
		Inoperante
		Não tem
		Operando na unidade
		Outros

	Recobrimento dos resíduos	Adequado
		Inadequado
	Compactação dos resíduos	Adequado
		Inadequado
	Qualidade do material de recobrimento	Adequado
		Inadequado
	Fissuras e erosões no maciço	Poucas
		Muitas
		Inexistente
	Jazidas de material de recobrimento	Revegetadas
		Não revegetadas
	Áreas de disposição encerradas	Revegetadas
		Não revegetadas
	Realiza compostagem	Sim
		Não
	Operação do pátio de compostagem	Adequado
		Inadequado
	Todos funcionários utilizam EPIs	Sim
		Não
	Possui responsável Técnico responsável pela supervisão	Sim
Não		
Última visita do Responsável técnico	> 15 dias	
	10 dias	
	15 dias	
	5 dias	
	Período Integral	
	Não tem	
<b>Monitoramento</b>	Monitoramento geotécnico	Diário
		Semanal
		Quinzenal
		Mensal
		Semestral
		Trimestral
		Anual
		Não realiza
	Manutenção, acesso e sinalização dos poços de monitoramento	Adequado
		Inadequado
Possui livro de registro atualizado	Regular	
	Sim (Atualizado)	
	Sim (Desatualizado)	
		Não

Fonte: FEAM. Obtido mediante solicitação via por e-mail, recebido em 02 de março de 2017.

**ANEXO B - CHECK LIST : ATERRO SANITÁRIO DE ITUIUTABA, EM 03.09.2015-  
ICMS ECOLÓGICO**

<b>Município:</b>	Ituiutaba		<b>Pontua- ção</b>	<b>Peso</b>	<b>Nota Subitem</b>	<b>Obs.</b>	<b>Nota Item</b>	<b>Nota Visita Técnica</b>
<b>Coordenadas:</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>						
<b>G/M/S</b>	S 18° 56' 48,1"	W 49° 28' 54,4"						
<b>UTM</b>								
<b>DATUM</b>	WGS 84							
<b>Técnico:</b>	Vinicius Eduardo de Correia Carvalho							
<b>Data:</b>	03/09/2015							
<b>Itens</b>	<b>SubItens</b>	<b>Respostas</b>						
Aspectos Gerais	Horário de funcionamento	Segunda à sexta (7:00 às 00:00)					8,25	8,5628
Aspectos Gerais	Quantidade de resíduos recebidos (ton/dia)	65 ton/dia						
Aspectos Gerais	Data de início da operação	Janeiro de 2005						
Aspectos Gerais	Localidade	Satélite Andradina (Distrito Industrial de Ituiutaba)						
Aspectos Gerais	Tipos de resíduos	Domiciliar, Comercial, Público						
Aspectos Gerais	Tipos de resíduos 2 (opcional)	Lodo de ETE						
Aspectos Gerais	Tipos de resíduos 3 (opcional)	Construção Civil						
Aspectos Gerais	Forma de tratamento de RSS	Autoclave				Empresa terceirizada realiza o tratamento		
Aspectos Gerais	Portão de isolamento	Sim	10	1	10			
Aspectos Gerais	Possui placa de identificação e alerta	Não	0	1	0			
Aspectos Gerais	Condições de acesso	Adequado	10	5	50			
Aspectos Gerais	Realiza gestão compartilhada de resíduos (se sim relacionar os municípios)	Não	6	1	6			
Estrutura	Guarita	Possui					10,00	
Estrutura	Possui balança	Sim	10	5	50			
Estrutura	Instalações de apoio	Adequada	10	2	20			
Estrutura	Sistema de drenagem superficial (Áreas de apoio)	Adequada	10	1	10			
Estrutura	Lançamento de águas pluviais	Adequado	10	1	10			
Estrutura	Há sistema de abastecimento de água potável	Sim	10	2	20			
Estrutura	Sistema de comunicação	Móvel	10	1	10			
Estrutura	Há sistema de energia e iluminação	sim	10	1	10			
Estrutura	Acessos Internos	Adequado	10	5	50			
Estrutura	Isolamento da área	Cerca complementada com cerca viva	10	5	50			
Estrutura	Paisagismo/Urbanismo	Adequado	10	2	20			

## ANEXO B – CONTINUAÇÃO ...

Operação	Sistema de drenagem pluvial (Frente de operação)	Inexistente	0	5	0		9,13
Operação	Sistema de drenagem pluvial (acessos à frente de operação)	Inexistente	0	5	0		
Operação	Drenos de gases	Implantado	10	5	50		
Operação	Estrutura dos drenos de gases	Adequado	10	5	50		
Operação	Queima de gases	Sim					
Operação	Sistema de drenagem líquidos lixiviados	Adequado	10	5	50		
Operação	Sistema de tratamento de líquidos lixiviados	Adequado	10	5	50	Acondiciona temporariamente em "lagoa" e trata na ETE do município.	
Operação	Tratamento de líquidos lixiviados (opção 1)	ETE fora da unidade					
	Tratamento de líquidos lixiviados (opção 2)						
Operação	Recobrimento dos resíduos	Adequado	10	50	500	Na frente de operação havia grande quantidade de resíduos descobertos.	
Operação	Compactação dos resíduos	Sim	10	50	500		
Operação	Qualidade do material de recobrimento	Adequado	10	2	20		
Operação	Fissuras e erosões no maciço	Inexistente	10	10	100		
Operação	Jazidas de material de recobrimento encerradas	Revegetadas	10	3	30	Revegetadas, porém algumas parcialmente.	
Operação	Áreas de disposição encerradas	Parcialmente revegetadas	5	5	25		
Operação	Realiza compostagem	Não	0	1	0		
Operação	Possui responsável Técnico pela supervisão	Sim	10	6	60		
Operação	Última visita do Responsável técnico	de 6 a 10 dias	8	2	16		
Monitoramento	Monitoramento geotécnico	Semestral	5	5	25		3,44
Monitoramento	Manutenção do acesso dos poços de monitoramento	Regular	3	1	3	Possui 2 poços de monitoramento. Um a jusante e o outro a montante do aterro.	
Monitoramento	Sinalização poços de monitoramento	Inadequado	0	1	0		
Monitoramento	Manutenção dos poços de monitoramento	Regular	3	1	3		
Monitoramento	Possui livro de registro de ocorrências atualizado	Não	0	1	0		

Fonte: FEAM. Obtido via solicitação por e-mail, recebido em 02 de março de 2017.